

# COLAPSO CLIMÁTICO EN LA REGIÓN ANDINA

Dimensiones ecosistémicas,  
socioeconómicas y sociopolíticas

Pablo Ortiz-T. / Andrés Gerique  
(Coordinadores)



Universidad Politécnica Salesiana



CARRERA DE ECONOMÍA

CARRERA DE GESTIÓN PARA EL DESARROLLO LOCAL SOSTENIBLE

Grupo de Investigación Estado y Desarrollo GIEDE

Este libro, resultado de la colaboración entre la Universidad Politécnica Salesiana de Ecuador y la Friedrich Alexander Universität Erlangen-Nürnberg, ofrece una visión integral y multidisciplinar del cambio climático en la región andina. Abarca desde los ecosistemas únicos hasta las dinámicas sociales y políticas que afectan a las comunidades, invitando a reflexionar sobre cómo esta crisis global transforma una de las zonas más diversas del mundo.

Basado en investigaciones presentadas en una conferencia internacional en Alemania, y en estudios recientes, el texto no solo explica el impacto del calentamiento global en los ecosistemas, como los bosques secos y las zonas costeras, sino que también aborda cuestiones humanas clave: ¿cómo perciben y enfrentan las comunidades indígenas y urbanas los cambios climáticos? ¿Qué papel juegan el género, la etnicidad y la política en las estrategias de adaptación?

Con un enfoque científico sólido, pero accesible, este libro busca responder a esas preguntas desde una perspectiva interdisciplinar. Además, explora las tendencias actuales en los países andinos, reflexionar sobre los desafíos del colapso climático y considerar soluciones transformadoras basadas en la resiliencia y la cooperación.



ISBN: 978-9978-10-995-3



9 789978 109953



Friedrich-Alexander-Universität  
Erlangen-Nürnberg

*Pablo Ortiz-T. / Andrés Gerique*  
*Coordinadores*

# **COLAPSO CLIMÁTICO EN LA REGIÓN ANDINA**

---

Dimensiones ecosistémicas,  
socioeconómicas y sociopolíticas



2024

# COLAPSO CLIMÁTICO EN LA REGIÓN ANDINA

## Dimensiones ecosistémicas, socioeconómicas y sociopolíticas

© Pablo Ortiz-T. y Andrés Gerique (Coordinadores)

© Autores: Pablo Ortiz-T., Sheila Serrano-Vincenti, Wilson Zúñiga-Sarango, Darwin Pucha, Alejandra Cuentas, Santiago López, Jin-Kyu Jung, Ana Sabogal Dunin Borkowski, Julia Kieslinger, Natali Cáceres Arteaga, K. Maria D. Lane, Moira Zuazo, María José Barragán y Andrés Gerique Zipfel

1ra edición: © Universidad Politécnica Salesiana  
Av. Turuhuayco 3-69 y Calle Vieja  
Cuenca-Ecuador  
P.B.X. (+593 7) 2050000  
e-mail: publicaciones@ups.edu.ec  
www.ups.edu.ec

CARRERA DE GESTIÓN PARA EL DESARROLLO  
LOCAL SOSTENIBLE  
CARRERA DE ECONOMÍA  
Grupo de Investigación Estado y Desarrollo GIEDE

ISBN Abya-Yala impreso: 978-9942-46-050-9  
ISBN Abya-Yala digital: 978-9942-46-094-3  
ISBN UPS impreso: 978-9978-10-995-3  
ISBN UPS digital: 978-9978-10-997-7

DOI: <https://doi.org/10.17163/abyaups.95>

Tiraje: 300 ejemplares

Diseño, diagramación Ediciones Abya-Yala  
e impresión: Quito-Ecuador

Impreso en Quito-Ecuador, diciembre de 2024

Publicación arbitrada de la Universidad Politécnica Salesiana

El contenido de este libro es de exclusiva responsabilidad de los autores

Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg  
Institut für Geographie en colaboración con el grupo de trabajo Países Andinos de la Asociación Alemana de Investigación sobre America Latina ADLAF y el Centro Maria Sibylla Merian de Estudios Latinoamericanos Avanzados en Humanidades y Ciencias Sociales CALAS y la fundación Fritz Thyssen.





|                                                                                                                                                 |            |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| <b>Introducción.....</b>                                                                                                                        | <b>9</b>   |
| <b>CAPÍTULO 1</b>                                                                                                                               |            |
| <b>Crisis climática en los Andes. Una panorámica en torno a sus impactos, adaptaciones y respuestas</b>                                         |            |
| <i>Pablo Ortiz-T. y Sheila Serrano-Vincenti.....</i>                                                                                            | <b>15</b>  |
| <b>CAPÍTULO 2</b>                                                                                                                               |            |
| <b>La influencia de El Niño-Oscilación del Sur en el crecimiento de especies forestales al sur de Ecuador</b>                                   |            |
| <i>Wilson Zúñiga-Sarango y Darwin Pucha .....</i>                                                                                               | <b>57</b>  |
| <b>CAPÍTULO 3</b>                                                                                                                               |            |
| <b>Cambio climático y biodiversidad en los bosques secos del noroccidente peruano</b>                                                           |            |
| <i>Alejandra Cuentas .....</i>                                                                                                                  | <b>79</b>  |
| <b>CAPÍTULO 4</b>                                                                                                                               |            |
| <b>Dinámicas socioambientales en los Andes ecuatoriales: una visión actual mediada por el cambio climático y las transformaciones agrícolas</b> |            |
| <i>Santiago López y Jin-Kyu Jung.....</i>                                                                                                       | <b>119</b> |
| <b>CAPÍTULO 5</b>                                                                                                                               |            |
| <b>Cambio climático y cambio de uso de suelo en el bosque Alexander von Humboldt, Pucallpa, Perú: migración o desarrollo</b>                    |            |
| <i>Ana Sabogal Dunin Borkowski.....</i>                                                                                                         | <b>153</b> |
| <b>CAPÍTULO 6</b>                                                                                                                               |            |
| <b>Perspectivas locales sobre cambios climáticos e (in)movilidades humanas en el Ecuador rural</b>                                              |            |
| <i>Julia Kieslinger.....</i>                                                                                                                    | <b>181</b> |

**CAPÍTULO 7**

**Capacidad adaptativa al cambio climático de la población  
agricultora del Ecuador**

*Natali Cáceres Arteaga y K. Maria D. Lane* ..... 217

**CAPÍTULO 8**

**Adaptación al cambio climático y democracia.  
El caso de La Paz-Bolivia**

*Maira Zuazo* ..... 249

**CAPÍTULO 9**

**El pescado como alimento en el Sur Global bajo la noción de seguridad  
alimentaria y cambio climático: el caso de Ecuador y la influencia  
de sus instrumentos normativos**

*María José Barragán y Andrés Gerique Zipfel* ..... 275

**Sobre los autores y las autoras** ..... 303

*Ya era tarde. El Tayta Inti quemaba al mundo.  
Las piedras de la mina Ventanilla brillaban como espejitos;  
las lomas, los falderíos, las quebradas se achicharraban con el calor.  
Parecía que el sol estaba quemando el corazón de los cerros;  
que estaba secando para siempre los ojos de la tierra...*

José María Arguedas, Agua (1933)

*Cuando la intuición, la imaginación, el sentido común o la moral  
(para no hablar de la ciencia) nos indican que cierta política,  
producto o procedimiento son sospechosos, la responsabilidad de  
demostrar que las objeciones son infundadas debe recaer sobre  
el promotor de esa política, producto o procedimiento. Ese es el  
principio de precaución.*

Susan Strange, The Retreat of the State (1996)



## Introducción

---

El cambio climático se refiere a las alteraciones en las temperaturas y los patrones climáticos a nivel global. Si bien estas pueden ser de origen natural y darse a largo plazo, las actividades humanas, sobre todo la quema de combustibles fósiles, están provocando un acelerado calentamiento global como no se había visto hasta la fecha. Sus consecuencias inmediatas son, entre otras, las alteraciones en los regímenes hídricos y el aumento de los fenómenos meteorológicos extremos. Mientras que estas provocan catástrofes naturales, la pérdida de cosechas e infraestructura y/o la expansión de enfermedades, a largo plazo se espera que el cambio climático suponga además la aparición de alteraciones permanentes en los ecosistemas y en las funciones que de ellos se derivan, como los servicios de provisión de alimentos o de regulación del agua o de la erosión. Esto puede llegar a poner en grave riesgo a los medios de vida en los que la humanidad basa su supervivencia, lo que a su vez puede desembocar en un aumento de los conflictos económicos y socioambientales.

En respuesta a esta crisis, ya en 1988 se creó el Panel Intergubernamental del Cambio Climático, conocido por el acrónimo en inglés IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change). Se trata de una organización intergubernamental de las Naciones Unidas, cuya misión es proporcionar al mundo una visión objetiva y científica sobre los impactos y riesgos naturales, políticos y económicos del cambio climático. Sus informes se basan en evaluaciones de la bibliografía existente y contribuyen al trabajo de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. Uno de los hitos de esta Convención fue el Acuerdo de París de 2015, el cual es un tratado internacional sobre el cambio climático jurídicamente vinculante con el objetivo de limitar el calentamiento mundial en comparación con los niveles preindustriales. Como indica el propio

acuerdo, para su aplicación se requiere una transformación económica y social basada en la mejor ciencia disponible.

Si bien la región andina se ve igualmente afectada gravemente por el cambio climático, todavía existe un importante déficit de producción científica que estudie sus efectos. En este sentido, con la intención de ofrecer un aporte al conocimiento sobre esta materia en dicha región, del 14 al 16 de noviembre de 2019 tuvo lugar durante tres días en la Universidad de Erlangen-Nürnberg, Alemania, la conferencia “El cambio climático en los países andinos: dimensiones ecosistémicas, socioeconómicas y sociopolíticas”. El evento estuvo organizado por el Instituto de Geografía de dicha universidad con el apoyo del Grupo de Trabajo Países Andinos de la ADLAF (acrónimo en alemán de la Asociación Alemana de Estudios sobre América Latina), el programa trAndeS (Estudios Avanzados en Desigualdades y Desarrollo Sostenible) y la Red de Investigación Interdisciplinaria de las Américas (RIIA). Además, contó con el generoso aporte financiero de la Fundación Fritz Thyssen (Fritz-Thyssen Stiftung) para el apoyo de la ciencia.

Las consecuencias del cambio climático y su interdependencia son complejas y requieren un enfoque interdisciplinar para desarrollar estrategias de adaptación adecuadas y/o aumentar la resiliencia de la población. Por ello, el principal objetivo de la conferencia fue reforzar el intercambio de conocimientos entre científicos de disciplinas de las ciencias sociales y naturales que trabajan en la región andina centrados en los distintos efectos del cambio climático. Este libro no solo mantiene este enfoque interdisciplinar, también conserva el título de la conferencia. Incluye tanto resultados actualizados de las investigaciones presentadas en su día como de relevantes aportes de investigaciones realizadas desde entonces.

En el primer capítulo, Pablo Ortiz y Sheila Serrano nos ofrecen una amplia introducción general al cambio climático en la región andina. Para un mejor entendimiento, los autores primero describen las particularidades climáticas naturales de la región, incluyendo el fenómeno de El Niño. A

continuación, dan paso a las consecuencias previstas del cambio climático y describen las respuestas que se dan al mismo tanto desde los Estados como desde las comunidades indígenas andinas. Por último, concluyen advirtiendo de que el discurso hegemónico sobre el cambio climático puede distorsionar la percepción de los demás problemas ambientales al enfocarse exclusivamente en este fenómeno, obviando las raíces más profundas de la sobreexplotación y mercantilización de la naturaleza, y critican la adopción de una posición pasiva de los Estados de la región en los procesos de adaptación al cambio climático.

En el segundo capítulo, Leopoldo Zúñiga y Darwin Pucha realizan un innovador estudio biogeográfico en el que demuestran como las variaciones climáticas inciden de manera notable en la funcionalidad y evolución de los ecosistemas forestales del sur del Ecuador. Sus datos reflejan como las oscilaciones de El Niño afectan de forma distinta al crecimiento de los árboles. Mientras que estas tienen una marcada influencia en el crecimiento de las especies más próximas a la región del Pacífico y región amazónica, las especies de las regiones interandinas no exhiben impactos significativos. Los autores señalan la necesidad de analizar la influencia de otros factores climáticos en otras localidades sitios y especies arbóreas.

Por su parte, Alejandra Cuentas demuestra en el tercer capítulo como el cambio climático tendrá un gran efecto sobre la biodiversidad de los bosques secos del noroccidente peruano, donde, además de peligrar algunos endemismos, la mayoría de las especies reducirá su área potencial futura. Esto podría obligar a una reestructuración de los actuales límites de áreas protegidas, además de amenazar la estabilidad y funciones de los bosques secos como sumideros de carbono y refugio de biodiversidad.

Santiago López y Jin-Kyu Jung combinan en el cuarto capítulo la geografía física y la humana para examinar la percepción local sobre el cambio climático en tres comunidades mestizas e indígenas de la sierra centro norte ecuatoriana y compararla con la evolución de los datos climáticos entre 1965 y 2013. Sus resultados muestran tanto coincidencias



como discrepancias entre ambos sistemas. Por un lado, tanto los datos científicos como la percepción local muestran tendencias significativas hacia el aumento de las temperaturas en la región. Por otro lado, mientras que los datos no señalan tendencias estadísticamente significativas sobre una disminución o un aumento de las precipitaciones, la percepción local indica una disminución de las precipitaciones en los valles centrales interandinos y un aumento de las precipitaciones a lo largo de los flancos orientales. El estudio demuestra además que, aunque el cambio climático influye en las prácticas agro-pastoriles, otras fuerzas no climáticas juegan un papel más importante en la adopción de prácticas agrícolas adoptadas para la subsistencia.

La investigación de Ana Sabogal presentada en el quinto capítulo analiza la expansión agrícola y los cambios en el uso de suelo en la zona de amortiguamiento del bosque nacional Alexander von Humboldt situado en la selva alta de la cuenca Amazónica central del Perú. Para ello tiene en cuenta aspectos políticos y geográficos y discute las consecuencias y la relación de estos con las predicciones sobre cambio climático. Sus resultados muestran que las transformaciones en la forma de producción son consecuencia de los cambios políticos y de desarrollo local y que el aumento de temperaturas esperado probablemente lleve a un aumento de la presión sobre el bosque como consecuencia de un mayor número de incendios y una mayor migración hacia la zona de estudio.

Sin embargo, no todos los habitantes de un área afectada por fenómenos extremos abandonan el lugar, los procesos migratorios pueden ser complejos. En este sentido, Julia Kieslinger se centra en el sexto capítulo en aquellas personas que deciden permanecer en el lugar de emigrar. Para ello se basa en el Nuevo Paradigma de Movilidades y recopila distintas experiencias de la población local del cantón Macará, un área rural al sur del Ecuador, tanto con los fenómenos climáticos extremos entre 1960 y 2017 como con los distintos tipos de migración (movilidades) y de permanencia (inmovilidades) de la población de la región. Los resultados

tienen una gran relevancia a la hora de elaborar estrategias que aumenten la resiliencia de comunidades rurales frente al cambio climático.

En relación con este último aspecto, es de gran interés el estudio de Natali Cáceres y María D. Lane presentado en el séptimo capítulo. Las autoras exploran en Ecuador como la interseccionalidad, entendida como la convergencia de identidades sociales, tales como la etnicidad y el género, es relevante y necesaria a la hora de aumentar la capacidad adaptativa al cambio climático de la sociedad mediante políticas públicas. El estudio propone un Índice de Capacidad Adaptativa ajustado al contexto de las poblaciones dedicadas a la agricultura (ICAA), resaltando las diferencias que se dan entre la población con nivel superior y aquellos sin nivel educativo, entre la población urbana y rural y entre géneros y etnias.

Si bien la mayoría de los capítulos de este libro se centran en áreas rurales, los efectos del cambio climático también pueden llegar a tener graves consecuencias en las zonas urbanas. En el capítulo octavo, Moira Zuazo se adentra en los impactos sociopolíticos de un evento de desastre inducido por el clima en una gran ciudad analizando la “Crisis del Agua” de 2016-2017 que se dio en la Paz, Bolivia. Sus resultados sirven como advertencia y se pueden resumir en cuatro puntos: 1) La adaptación al cambio climático comienza con un cambio de perspectiva que nos lleva desde un horizonte en el que percibe la realidad como lo conocido, a una mirada desde la incertidumbre; 2) El evento tuvo carácter sistémico mostrando un encadenamiento de factores temporales, sociales, institucionales y políticos; 3) Existe una relación entre un desastre relacionado con el cambio climático y el incremento de desigualdades que afectan a la cohesión social de la ciudad de la Paz; y por último, 4) La fortaleza de la democracia es una condición importantísima para la adaptación transformativa.

En el último capítulo se da cabida a otro de los grandes olvidados en los escasos estudios sobre cambio climático en los países andinos: las comunidades costeras de la región. María José Barragán y Andrés Gerique examinan en el décimo capítulo la seguridad alimentaria de las comunidades dependientes de la pesca en el marco del cambio climático.

Para ello analizan la situación en Ecuador basándose en la teoría de la Gobernanza Interactiva. Sus resultados muestran cómo las autoridades administrativas han venido subestimando los productos alimentarios marinos a la hora de abordar el hambre y la malnutrición, así como el posible impacto del cambio climático sobre ellos. Se hace necesario incluir estos aspectos en las políticas y planes estatales que tienen como fin la seguridad alimentaria local y la resiliencia climática.

Capítulo 1

# **Crisis climática en los Andes. Una panorámica en torno a sus impactos, adaptaciones y respuestas**

---

Pablo Ortiz-T.

Universidad Politécnica Salesiana

[portiz@ups.edu.ec](mailto:portiz@ups.edu.ec)

<https://orcid.org/0000-0001-5063-4560>

Sheila Serrano-Vincenti

Universidad Politécnica Salesiana

[sserranov@ups.edu.ec](mailto:sserranov@ups.edu.ec)

<https://orcid.org/0000-0002-9977-6882>

Nuevamente una producción cinematográfica “La Sociedad de la Nieve” (Boetti, 2023) ha traído a colación la preocupante situación de los glaciares andinos. A propósito de recrear la tragedia vivida en 1972 por un grupo de jugadores de rugby uruguayos que sobrevivieron al estrellamiento de su avión en las altas montañas de los Andes en la frontera entre Argentina y Chile, más de medio siglo después en el sitio conocido como “Valle de Lágrimas” en el sur de Mendoza, según reportes como los de Djangi (2024) únicamente quedan algunas piezas del fuselaje, el tren de aterrizaje delantero, parte de las ventanas, y la hélice, cerca del filo de la montaña donde golpeó el avión. No existen más el glaciar ni la nieve que marcó el entorno natural que tuvieron que soportar las víctimas de aquel fatídico accidente.

Y aquello se replica a lo largo de la cordillera andina desde el nevado de Tres Cruces, pasando por la Cordillera Blanca en Ancash, en el Perú, la meseta del Collao y los Andes de Ecuador y Colombia hasta la Cordillera de Mérida en Venezuela. Y en el mundo muchas producciones cinematográficas de distinta índole y alcance como “Before the Flood” (Stevens, 2016) hasta “Rotten” (Kennedy y Kerr, 2018) y “Una Verdad Incómoda” en (Guggenheim, 2006) con Al Gore, más allá de una narrativa alarmista y etnocéntrica, resaltan y reflejan la creciente conciencia y preocupación a nivel mundial acerca del cambio climático, explorando sus raíces, causas y posibles soluciones.

Regiones como los Andes son parte de ese escenario global y no son ajenas a esa creciente atención global al cambio climático. En algunos documentos y documentales se plantean interrogantes en torno a la magnitud del problema, a sus causas y hasta su vinculación con el orden civilizatorio, el modelo económico capitalista y el paradigma de desarrollo.

La pregunta al abordar esta temática se centra en si todos tienen plena conciencia de que hay que buscar y aplicar soluciones frente al cambio climático, estas ¿deben limitarse a meras respuestas superficiales o de corto plazo, como una simple convocatoria a modificar hábitos y mejorar conductas, como “consumir menos, conservar más”, “reciclar” o “usar focos ahorradores” [todos muy alineados con el capitalismo verde]? O más bien se trata de incursionar en perspectivas más críticas, integrales, profundas, holísticas y de mediano plazo que exigen frontalmente ir hacia una toma de posición y un cuestionamiento político del orden global y del capitalismo “caníbal” como lo denomina Nancy Fraser (2023). Sin una crítica y toma de posición de cuestionamiento directo al núcleo mismo del sistema capitalista, su estructura y racionalidad, quedarían impunes e intocadas las causas de la crisis climática global.

Aunque el cambio climático ya fue incorporado junto al tema del colapso ecológico en la agenda política global desde finales del siglo XX hasta hoy, no constituye la única ni principal problemática de ese nivel, ligado a la llamada “interdependencia ecológica global”, (Ortiz-T., 1997), sino que forma parte de la descomposición y crisis del decimonónico sistema de

Estados-nación, de la crisis sistémica del capitalismo global y con ello del predominio hegemónico del bloque de poder occidental encabezado por los EE.UU. y la emergencia de otros bloques de poder como el que conforman Brasil, Rusia, India, China y Sudáfrica (BRICS). Todo aquello además ha condicionado el afán norteamericano de reproducir como dé lugar el control sobre territorios, regiones y Estados y la consiguiente carrera armamentista que incluye instrumentos de destrucción masiva de gran escala.

En otras palabras, la crisis climática, junto a otros factores, han contribuido a generar un ambiente de incertidumbre y amenaza, pero que por sí solos no bastan para incidir en cambios estructurales y modificaciones al capitalismo y su dinámica. De hecho, el papel de los Estados y de las sociedades civiles se vuelve crucial. El primero para activar y concretar la formulación y ejecución de políticas, planes y programas frente al problema. Los segundos, para exigir y demandar respuestas eficaces en entornos sociales altamente vulnerables y culturalmente sensibles.

Como lo señala Giddens:

No existe ninguna manera de obligar a los estados a firmar los acuerdos internacionales; e incluso si deciden hacerlo, la puesta en práctica de lo acordado sigue siendo fundamentalmente responsabilidad de cada Estado individual. El mercado de comercio de emisiones solo puede funcionar si se limita al precio del carbono y, por el lado de la demanda, hay que tomar y llevar a cabo una decisión política. El avance tecnológico será esencial para intentar reducir las emisiones de gases de efecto invernadero, pero se requerirá el apoyo del Estado para hacerlo despegar. (Giddens, 2010, p.15)

Todos los elementos señalados, forman parte del contexto que incide en la dinámica del cambio climático en los países andinos. Las poblaciones y grupos más vulnerables, como los pueblos indígenas de los Andes, habitan territorios diversos que van desde el pie de monte hasta la alta montaña, todos ecológicamente frágiles y periféricos. En este contexto, surgen interrogantes tales como: ¿qué futuro les espera a estos pueblos andinos ante el recalentamiento climático, la alteración de las lluvias, la deforestación, la erosión de los suelos, la contaminación del

agua, las epidemias, entre otros desafíos? ¿Dónde irán los cientos o miles de desplazados ecológicos que podrían ser expulsados de sus territorios de origen? ¿Será hacia las favelas de miseria, hacia redes de delincuencia organizada transnacional, o terminarán como víctimas de trata de personas y tráfico de órganos, o como los miles de anónimos que alimentan las oleadas de migrantes que intentan llegar a los países ricos?

Es imposible omitir el dato de que la degradación acelerada y contemporánea de la naturaleza del planeta (de sus áreas fértiles, de sus bosques tropicales y templados, de sus océanos, de sus manglares, de sus ríos y lagos) está ligada a la búsqueda incesante de fuentes de acumulación y ganancias del capital a corto plazo, que prevalece sobre las necesidades humanas y los derechos de la naturaleza en general. Es un capitalismo omnívoro y extractivo, que opera con una dinámica incesante de acumulación basada en el despojo de territorios y recursos y que ha ampliado e intensificado sus operaciones en todo el orbe en estas últimas décadas.

Es a ese proceso al que se refiere la denominada globalización, la cual describe el rápido aumento del comercio a todos los niveles y la introducción de la lógica y racionalidad crematística, aniquilando antiguas formas de organización económico-social, de relación con la naturaleza, así como las culturas e identidades locales.

Al respecto Aníbal Quijano (2000, p. 108) explica que el capitalismo colonial/moderno ha logrado desarrollar una capacidad científica y tecnológica que le permite aprovechar al máximo la nueva inteligencia de la especie, tanto a nivel individual como asociado, como recurso para una producción material e inmaterial sin límites preestablecidos a escala global. Este avance ha llevado al capital a un nivel en el que ya no se genera empleo asalariado, sino que opera mediante una nueva forma de acumulación financiera que requiere un control máximo sobre la subjetividad y la autoridad. La globalización, entendida de esta manera, no solo adopta una dimensión económica, sino también política y cultural.

Desde un punto de vista político, concentra el poder administrativo sobre la política pública y económica en diversos acuerdos e instituciones internacionales, como la Organización Mundial del Comercio, el Acuerdo Multilateral de Inversiones (AMI), el Banco Mundial, la Unión Europea y el Fondo Monetario Internacional, considerando los problemas locales en un contexto global. Ese es el contexto en el que también opera la llamada Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) (Yamin y Depledge, 2004; Bättig *et al.*, 2008).

Culturalmente, la globalización implica la difusión mundial de información, imágenes, valores y gustos, junto con un creciente cosmopolitismo en la vida urbana. Es evidente que lo económico, lo político y lo cultural están entrelazados, y el proceso de globalización en cualquiera de estos aspectos afecta a los demás. Y la narrativa hegemónica sobre las problemáticas globales también forman parte de dichos procesos. Basta ver el rol de las grandes transnacionales de la comunicación frente al proceso que se vive en torno a los conflictos actuales (Ucrania, Israel, Siria, Afganistán, Sudán, etc.) (Renner, 2015; Ortiz-T., 1997).

En ese marco, el cambio climático como arena de disputa política y negociaciones, es reducido a una amenaza frente a la cual no quedan claras las responsabilidades, las implicaciones políticas y económicas y las acciones a ejecutar. ¿Cómo abordar el riesgo, la incertidumbre y la amenaza sin alterar la matriz productiva y energética vigente? ¿Cómo asumir las exigencias de los acuerdos internacionales sobre cambio climático sin alterar el orden económico internacional vigente? Las respuestas a estas interrogantes por supuesto, rebasan por completo los propósitos del presente capítulo (Beauregard, 2021).

Los países andinos, a través de sus gobiernos, han participado en las últimas tres décadas de los procesos de negociación global en torno al cambio climático. Y lo han hecho como parte del bloque de países subalternos, con limitada o restringida capacidad de incidencia en la agenda y acuerdos globales, tal como se evidencia en las distintas Conferencias de las Partes (COPs) de este último cuarto de siglo (Dupuits *et al.*, 2024; Ribeiro Hoffmann, 2024).



Lo que sí se ha generado en ese marco, especialmente en la última década, son numerosos diagnósticos que dan cuenta de la creciente presión sobre los ecosistemas tropicales, subtropicales, de los valles interandinos y de las altas montañas, incluyendo jalcas, punas y páramos, todos ellos amenazados por los efectos del calentamiento global y las alteraciones climáticas como el fenómeno del niño (Huggel *et al.*, 2015; Montana *et al.*, 2016).

Para comprender los alcances y límites del fenómeno de la crisis climática en la región andina es básico traer a colación algunos elementos centrales que constituyen el escenario bio-físico de los Andes que atraviesan toda Sudamérica, incluyendo la descripción hidroclimática, los patrones de circulación en los Andes, la variabilidad natural del clima, el fenómeno del niño y una panorámica del cambio climático y sus principales efectos.

## **Descripción hidroclimática de los Andes**

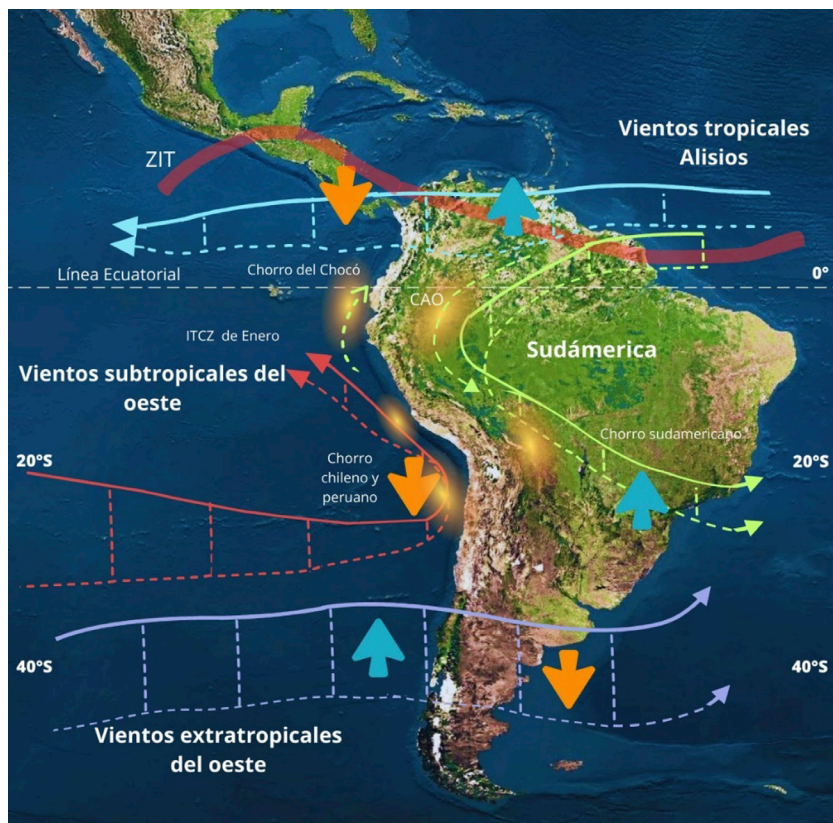
La cordillera de los Andes, con una longitud de más de 7000 km, es la cadena montañosa más larga del mundo y se extiende desde Argentina hasta Venezuela, está principalmente ubicada en el trópico (desde 11°N hasta los 30°S), y en la región templada o región extratropical (desde los 30°S hasta los 53°S). Su topografía es realmente compleja, con una altitud media de 3500 m s. n. m., logrando en su punto máximo 6962 m s. n. m. en la cima del Aconcagua en Argentina. Esta enorme formación actúa como frontera física para la circulación atmosférica tal que divide al continente sudamericano en regiones climáticas totalmente heterogéneas que determinan una enorme variedad de ecosistemas, convirtiendo así a los Andes en la región más biodiversa del planeta (Segura *et al.*, 2020)

De esta manera, el estudio hidroclimático de los Andes siempre ha sido un reto. No solo por su compleja topografía que determina patrones de circulación atmosférica únicos, con regímenes de precipitación totalmente diferentes en zonas que solo distan pocos cientos de kilómetros una de la otra (Arias *et al.*, 2021) Sino también por lo difícil que es crear una red hídrica y meteorológica *in situ* lo suficientemente densa como para caracterizar estos cambios y gradientes climáticos.

En este contexto, conocer los efectos del cambio climático en la zona, además de las interacciones con fuentes de variabilidad natural como la estacionalidad de la zona y el Fenómeno del Niño es un desafío, y cuyas características principales buscaremos resumir en las siguientes líneas.

### Figura 1

*Patrones de circulación de baja altura en Sudamérica. Autora: Mariana Luna*



*Nota.* Las corrientes de chorro de color verde transportan grandes cantidades de humedad, mientras que las de color rojo, la inhiben. Las flechas cortas indican baja (azul) y alta (naranja) presión atmosférica que fomentan o inhiben la precipitación lluviosa. Finalmente, la Zona de Interconvergencia Tropical ZIT, se muestra en su posición más septentrional en los meses de verano (junio-agosto).

## Patrones de circulación en los Andes

En condiciones generales, la circulación atmosférica de baja altura es la que define los transportes y descargas de humedad en una región. Sobre el trópico sudamericano tiene sentido este-oeste, gobernada principalmente por los Vientos Tropicales Alisios que transportan la humedad del Océano Atlántico y la Amazonía sobre el flanco oriental de la Cordillera de los Andes, generando corrientes atmosféricas o “chorros”, como el Chorro Sudamericano, y el Chorro de los Andes Orientales CAO que transportan enormes cantidades de humedad (flechas verdes de la figura 1) (Espinoza *et al.*, 2020).

Debido a las bajas presiones representadas por las flechas azules ascendentes y a la topografía, estos vientos, al chocar con la cordillera, descargan en esta la mayoría de la precipitación lluviosa generando un clima tropical lluvioso típico de la selva Amazónica. Posteriormente, se desvían hacia el sur, invirtiendo el patrón de circulación de oeste a este, bajo los 25 °S, generando un clima tropical de Sabana.

De esta manera, bajo esta latitud, luego de que la circulación atmosférica se invierte, toma una dirección oeste-este, caracterizada por los Vientos Tropicales y Extra Tropicales del Oeste, que generan las Corrientes de Chorro Chilena y Peruana (de color anaranjado en la figura 1). A diferencia de los vientos Alisios, estos pasan sobre la Corriente Oceánica fría de Humboldt y por la zona del Anticiclón del Sur, que es una zona de alta presión (representada por las flechas de color anaranjado), esta combinación de baja presión y temperatura inhibe la precipitación lluviosa, lo que genera que los flancos occidentales de los Andes tengan climas áridos y semiáridos (Buytaert *et al.*, 2006), al menos hasta que la corriente fría de Humboldt se desvía en la línea ecuatorial en dirección a las islas Galápagos.

Así, la situación al norte de la línea ecuatorial, en las costas ecuatorianas y colombianas es diferente; en esta región se genera la Corriente de Chorro del Chocó, la cual debido a una compleja interacción entre

las corrientes descritas, el océano y el continente se da a lugar una de las zonas más lluviosas del mundo, con medias anuales de precipitación de 13 000 mm (Poveda *et al.*, 2020). Es evidente que la cordillera de los Andes y sus interacciones con la Amazonía, y los océanos son los principales protagonistas en la generación de los contrastantes climas en Sudamérica.

## Variabilidad natural del clima

Los patrones de circulación descritos no son estacionarios, dado que el principal factor que modifica el clima en el planeta es sol. La zona de mayor calentamiento debido a la incidencia de la radiación solar se denomina Zona de Interconvergencia Tropical ZIT, y se caracteriza por ser altamente convectiva (es decir generar vientos ascendentes) y por lo tanto, propiciar lluvias intensas en la zona (Vargas *et al.*, 2022). Se ubica generalmente cerca del ecuador geográfico, y se desplaza al norte en los meses de verano (junio-julio-agosto) y hacia el sur en Invierno (noviembre-diciembre-enero). Estos movimientos, que llamaremos estacionales, definen la cantidad de precipitación en cada estación del año que es variable, en función de la región de estudio; ya que se generan patrones de precipitación sumamente heterogéneos, e inclusive opuestos en regiones cercanas (Arias *et al.*, 2021).

Como ejemplo, mencionaremos al Monzón Sudamericano, que se ubica en la región Centro-Oeste del Brasil y en el Altiplano de Bolivia y Perú, y se caracteriza en reversiones estacionales, con veranos australes<sup>1</sup> (noviembre-diciembre-enero), sumamente lluviosos e inviernos australes secos (Junquas *et al.*, 2018; Molina-Carpio *et al.*, 2017). En la localidad de Visviri, ubicada en la frontera tripartita de Chile, Perú y Bolivia, la humedad en invierno es de tan solo 3 gr/Kg y aumenta al doble o al tripe en la estación de verano (Quispe, 2024). Así, en la región de las Sabanas, la

---

1 Debido a la inclinación del eje de rotación de la Tierra, los meses de verano en el hemisferio Norte ( ), son los meses de invierno en el hemisferio Sur (invierno austral) y viceversa.

temporada de lluvias produce inundaciones periódicas de enero a marzo, mismas que se extienden al Altiplano boliviano, sobre todo en las zonas de captación del lago Poopó y Titicaca, mientras que las sequías severas se registran en el invierno austral (Mourre *et al.*, 2016).

De la misma manera que existen cambios estacionales, se pueden estudiar los patrones de lluvia que se dan a nivel subdiario, los cuales son también sumamente heterogéneos y dependen de la interacción de la Cordillera de los Andes con su entorno (Junquas *et al.*, 2018; Ruiz-Hernández *et al.*, 2021; Serrano-Vincenti *et al.*, 2022). A este tipo de cambios se los conoce como variabilidad natural del clima, ya que sus causas son ajenas a la intervención humana, y aunque en este espacio se han descrito varias de las principales interacciones, es necesario entender que los mecanismos que determinan el clima en un lugar pueden ser mucho más complejos que los descritos en esta investigación. Por mencionar de los más importantes, se describirá a la Oscilación Oceánica del Niño, comúnmente conocida como Fenómeno del Niño.

## Fenómeno del Niño

Bautizado así por los pescadores de Ecuador y Perú, quienes identificaron patrones de pesca diferentes cerca del mes de diciembre, llamándolo así por el “Niño” Jesús. Se trata de una oscilación oceánica caracterizada principalmente por los cambios anómalos de la temperatura superficial del mar en la región del Océano Pacífico Tropical. Tiene dos fases, una cálida; comúnmente llamada El Niño, y una fría, denominada La Niña.

Es importante mencionar que se trata de la principal alteración del sistema océano-atmósfera en el planeta, ya que no solo se corresponde al cambio de temperaturas del océano, sino a un cambio total en los patrones de circulación atmosférica, las corrientes marinas, nivel del mar, presión atmosférica y lluvias, por mencionar algunos. Tanto su origen, como su periodicidad siguen siendo preguntas abiertas en la comunidad científica, aunque algunos autores mencionan períodos de 2 a 7 años (Jauregui y Takahashi, 2018a; Takahashi y Dewitte, 2016).

Así, la Oscilación Oceánica de El Niño tiene efectos diversos en el globo. Por ejemplo, se registran inundaciones en las regiones orientales China e incendios en el norte Australia. En los Andes Tropicales trae lluvias extremas en las costas de Colombia, Perú y Ecuador, en donde las pérdidas por daños en la infraestructura y agricultura son considerables, solo desde enero 2024 a marzo 2024, comparándose con los registrados en los años del 1982 y 1997 (Jauregui y Takahashi, 2018b; Takahashi *et al.*, 2011). Mientras que en las zonas orientales de los efectos son opuestos trayendo consigo sequías devastadoras para la agricultura y para la generación eléctrica (Naranjo-Silva, 2024). Por ejemplo, en 2023 se registraron racionamientos energéticos debido a insuficientes caudales en el río del Paute, en la región Sierra Sur del Ecuador; similar situación en los ríos amazónicos ecuatorianos que experimentaron una pérdida de caudales que puso en riesgo a la población de delfines rosados y grises de río (Primicias, 2023). En Chile, entre enero y febrero de 2024 se han registrado la serie de incendios más devastadores y mortíferos de su historia, con más de 134 fallecidos, catalogándolo como el peor desastre del país, justamente después del terremoto de 2010 (Dinneen, 2024).

Se debe entender que los efectos tan devastadores de este último fenómeno del Niño, están ligados a una atmósfera cambiante, fruto del cambio climático de origen antrópico que experimentamos y cuyas causas y efectos se describirán a continuación.

## **Cambio climático y los Andes**

A finales del siglo XIX, las sospechas sobre los cambios climáticos no atribuibles solo a causas naturales surgieron tras comprender el efecto invernadero y su relación con la combustión del carbón en la era industrial. A mediados del siglo XX, se reveló un aumento acelerado de los niveles de CO<sub>2</sub>, que podría incrementar la temperatura del planeta con importantes consecuencias en el clima del planeta. Así, en 1972, se llevó a cabo la reunión internacional sobre Cambio Climático en Estocolmo. En 1988, la Organización Meteorológica Mundial y el Programa de las Naciones

Unidas para el Medio Ambiente establecieron el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC), consolidando la atención global en la problemática climática (Toulkeridis *et al.*, 2020)

De esta manera, se define al *cambio climático antrópico* como aquel que se refiere a las alteraciones en el clima de la Tierra causadas principalmente por las actividades humanas. Estas actividades, como la quema de combustibles fósiles, deforestación y otras emisiones de gases de efecto invernadero<sup>2</sup>, contribuyen significativamente al aumento de la concentración de gases en la atmósfera, intensificando el efecto invernadero y provocando cambios en el clima a nivel global. Los impactos incluyen el aumento de las temperaturas promedio, eventos climáticos extremos, elevación del nivel del mar y alteraciones en los patrones climáticos, por citar algunos; planteando así desafíos significativos para la adaptación y mitigación a nivel mundial (IPCC, 2021).

Para el caso de los Andes Tropicales, es importante subrayar algunos de los principales impactos del cambio climático, aunque hay que advertir que los datos cuantitativos referidos son solo una muestra de los impactos, y que su magnitud y naturaleza pueden variar según el contexto socioeconómico de cada país y subregión.

- Aumento de la temperatura y olas de calor: se ha observado un aumento en la temperatura media del aire en la región de 1,5 °C y 4 °C para finales del siglo XXI, así como el incremento de la frecuencia de eventos extremos y su duración, es decir, el incremento de olas de calor (Gomes *et al.*, 2020). Este aumento de la temperatura tiene implicaciones directas en el retroceso de los glaciares, el desplazamiento ascendente de los ecosistemas montañosos y la disponibilidad de agua para la agricultura, el consumo humano y la energía hidroeléctrica (Calvin *et al.*, 2023).

---

2 Se definen como gases de efecto invernadero de origen antrópico: Dióxido de Carbono CO<sub>2</sub>, Metano CH<sub>4</sub>, Óxidos Nitrosos en General NO<sub>x</sub> y Cloro Fluoro Carbonos CFC. Mientras que los gases de efecto invernadero de origen natural son el vapor de agua H<sub>2</sub>O y el Ozono O<sub>3</sub>.

- Cambio en los patrones de precipitación: se espera que el cambio climático afecte los patrones de precipitación con un incremento de eventos extremos generalizados. Así como episodios de eventos fuertes de lluvia como de la escasez de esta, en lo que se denomina una polarización de la lluvia (Serrano Vincenti *et al.*, 2016; Serrano Vincenti *et al.*, 2012). Se prevé una disminución en la cantidad de precipitación en algunas áreas, sobre todo en aquellas situadas en la zona sur de los Andes como las sequías registradas en el cono sur de los Andes y la Amazonía con su respectivo stress hídrico y afectaciones generalizadas (Boillat *et al.*, 2017) y un aumento en otras, como las regiones de Colombia y Norte de Ecuador, esta polarización de la lluvia se verá acentuada con la llegada de las temporadas lluviosas y secas de cada región (Tapia-Garay *et al.*, 2018).
- Estrés hídrico y pérdida de glaciares
- La acumulación de nieve y hielo en las zonas de alta montaña andina siempre ha sido una fuente crucial de manantiales, puquiales y ríos (aguas superficiales), especialmente durante los períodos de calor y deshielo. El aumento de la temperatura tiene un efecto determinante en la disponibilidad de agua en estas áreas.

La subregión andina alberga el 94 % de los glaciares tropicales del mundo, con el 71 % de ellos ubicados en Perú, el 22 % en Bolivia, el 4 % en Ecuador y el restante 3 % en Colombia. Estos glaciares muestran un claro retroceso atribuible al calentamiento global. En Perú, según el Consejo Nacional del Ambiente (CONAM) y el Instituto Nacional de Recursos Naturales (INRENA), se han observado casos dramáticos: desde 1970, las montañas han perdido al menos el 22 % de su superficie glaciar, y este proceso está acelerándose (citado por Mark *et al.*, 2017). La superficie glaciar ha disminuido de 2041 km<sup>2</sup> a 1595 km<sup>2</sup> en un lapso de 27 años, lo que representa una pérdida de 446 km<sup>2</sup>. En la cordillera Blanca, que alberga el 35 % de los glaciares peruanos, se ha registrado una reducción de 188 km<sup>2</sup> en la superficie de hielo. El glaciar Broggi ha retrocedido 941 metros en 56 años (de 1948 a 2004); el Urashraju, 682 metros en 57 años (de 1948 a 2005); el Yanamarey, 724 metros en 57 años (de 1948 a 2005); y



el Gajap, 499 metros en 57 años (de 1948 a 2005). Además, se ha observado una disminución del 50 % en el glaciar Coropuna, que abastece de agua a las Pampas de Majes, en los últimos 50 años. En general, se estima que los glaciares en los Andes al 2021 han perdido alrededor del 30 % de su masa desde la década de 1970, y se espera que pierdan entre el 30 % y el 50 % de su masa restante para 2100, sobre todo si estos no superan los 4000 m s. n. m (Buytaert *et al.*, 2006). Muchos de estos ya han desaparecido como el caso del Carihuairazo de Ecuador, que en el año 2021 ya ha perdido el 99 % de su masa (Hidalgo *et al.*, 2024). Además, se proyecta que la disponibilidad de agua en la región disminuirá en un 10 % generando un fuerte impacto en los ecosistemas terrestres, agropecuarios y de agua dulce en la región (Vuille *et al.*, 2018; Carey, 2005; Hidalgo *et al.*, 2024).

### ***Agricultura y seguridad alimentaria***

Los cambios en el clima podrían afectar la seguridad alimentaria de unos 90 millones de personas en la región, al incidir en la producción agrícola, la pesca tradicional y la disponibilidad de agua, lo que repercutirá en la seguridad alimentaria y la salud humana (Serrano Vincenti *et al.*, 2017). Además, la evaluación integradora de los impactos en la seguridad alimentaria, incluida la producción, la distribución y el acceso agrícolas, que conduzcan a estrategias de adaptación, es limitada dentro de la región (Barros *et al.*, 2015). Por ejemplo, estima que el cambio climático reducirá la producción de maíz y frijoles en la región en un 20 % para 2050, y reducirá la producción de café en un 50 % para el mismo año (Tapia-Garay *et al.*, 2018). Además, se espera que el cambio climático afecte la disponibilidad de agua para la agricultura en la región.

Asimismo, la incidencia de eventos extremos de lluvia, capaces de causar inundaciones y daño de cultivos va en aumento en la zona norte de los Andes, mientras que en sur, la sequía extrema afectará a los cultivos. Conjuntamente con el incremento de humedad en las temporadas lluviosas, se incrementan las plagas de origen fúngico, mientras que, en la temporada seca, las plagas de insectos (Diana Sacancela, 2024).

## ***Pérdida y modificación de biodiversidad y ecosistemas***

Existe evidencia de los efectos del cambio climático en los ecosistemas en períodos observados como futuros, considerando que estos ecosistemas tienen características únicas en el mundo (Feldpausch *et al.*, 2016). Además, se proyecta que la pérdida de hábitat y la disminución de la biodiversidad en la región aumentarán debido al cambio climático. Se estima que el cambio climático podría provocar la extinción de hasta el 60 % de las especies de plantas y animales en la región, afectando así su distribución y abundancia para finales del siglo XXI (Gomes *et al.*, 2020).

Por ejemplo, en los páramos, jalcas y bosques nublados, el cambio climático ha provocado un rápido aumento de la temperatura ambiente en los ecosistemas altoandinos, que se sitúan entre los 2800 y 4700 metros sobre el nivel del mar (Rolando *et al.*, 2017).

Los páramos comprenden 14 ecorregiones que incluyen siete variedades de bosques montanos, tres de bosques deciduos y cuatro tipos de páramos. En el Perú, debajo de las Jalcas de Ayabaca y Huancabamba, se encuentran los bosques nublados que predominan en las nacientes de la cuenca. Este tipo de bosque se distribuye entre los 1300 y los 2500 metros sobre el nivel del mar y se caracteriza por su persistente humedad y precipitación. La abundancia de plantas como musgos, helechos, orquídeas, piñas silvestres y especies trepadoras cubre los troncos y ramas de los árboles, dando lugar a numerosas cascadas estrechas en las pendientes muy pronunciadas (Dollfus y Lavallée, 1973; Cuesta-Camacho *et al.*, 2008).

Se trata de sistemas proveedores de agua dulce, que en sus fuentes emerge completamente purificada de manera natural. Sin embargo, al descender, se ve afectada por la presencia de desechos y actividades humanas, perdiendo su calidad original. A pesar de ser ecosistemas frágiles, en el caso peruano, aproximadamente el 45 % de los páramos están directamente afectados por concesiones mineras, una situación que se ha comenzado a replicar en Ecuador. Tal como lo refiere Torres Guzmán, el impulso de concesiones mineras en áreas como los humedales

alto-andinos (ejemplo de Quimsacocha en Azuay) en los últimos años, amenaza la integridad ecosistémica de estas zonas en ambos países. Son agravantes que se suman a los factores ya señalados del calentamiento global (Anderson, 2012; Torres Guzmán, 2015).

## ***Salud***

Existe una creciente evidencia de que la variabilidad climática y el cambio climático causan daños a la salud humana en la región, debido a la existencia de mayores y más prolongadas olas de calor, lo que podría provocar un aumento del 5 % en la mortalidad por enfermedades cardiovasculares en la región para 2030, y un aumento del 10 % para 2050 (Gomes *et al.*, 2020). Asimismo, el incremento de temperaturas podría aumentar la presencia de vectores de enfermedades como el dengue, malaria y la Chikunguña que son propios de zonas cálidas, a zonas altas y menos adaptadas. Asimismo, se espera que los impactos de los fenómenos extremos, como sequías, tormentas tropicales, huracanes, fuertes lluvias e inundaciones, interactúen con factores sociales, políticos, geopolíticos y económicos, lo que afectará la salud y el bienestar humanos (Barros *et al.*, 2015).

## ***Desastres, eventos extremos, vulnerabilidad y riesgos***

Todos los impactos y fenómenos descritos han ocasionado importantes perjuicios ambientales, económicos y sociales. PREDECAN define los desastres como:

Circunstancias o condiciones sociales en que la sociedad haya sido afectada de forma importante por el impacto de eventos físicos de diverso origen, tales como: terremotos, huracanes, inundaciones o explosiones, con consecuencias en términos de la interrupción de su cotidianidad y de sus niveles de operatividad normal. (CAN, 2009, p. 24)

Los efectos del cambio climático, evidenciados a través de fenómenos naturales extremos cada vez más frecuentes e intensos, son aspectos cruciales en relación con los desastres, y se espera que esta tendencia sea

aún más recurrente en el futuro. Además de afectar los ciclos meteorológicos, el cambio climático impacta otros sistemas naturales, desencadenando un proceso dinámico y complejo de desestabilización medioambiental que ya ha alcanzado niveles críticos (Dupuits, 2021; Montana *et al.*, 2016; Serrano-Vincenti *et al.*, 2022).

Esta desestabilización se manifiesta en una escala y velocidad sin precedentes en la historia, y se refleja en fenómenos tales como:

- Los últimos 25 años han registrado las temperaturas más altas desde 1850, y el último quinquenio se ha destacado como el más cálido en la historia.
- La población de vertebrados ha disminuido en promedio un 60% desde la década de 1970 hasta 2023.
- Más del 75% de la superficie terrestre está significativamente degradada.
- Si desde 1950, se han observado cambios climáticos extremos, como un aumento de las olas de calor en gran parte de Europa, Asia y Australia, así como un incremento en la frecuencia e intensidad de las precipitaciones en América del Norte y Europa, en la región tropical y andina, estos cambios se intensifican y con frecuencia amplifican en comparación con dichas regiones (Carey, 2005; Kirby, 2009).
- Las tasas de extinción se han incrementado entre 100 y 1000 veces en comparación con la tasa estándar de extinción (tasa de fondo).
- La capa superficial del suelo se está perdiendo 40 veces más rápido de lo que se está regenerando a través de procesos naturales. Desde el siglo XX, el 30 % de las tierras cultivables del mundo se han vuelto improductivas debido a la erosión. Si esta tendencia continúa, se estima que el 95 % de las tierras del mundo podrían degradarse para el año 2050.

Según el informe “Panorama de los Desastres en América Latina y el Caribe 2000-2022” (OCHA-UNDRR, 2022), la región se posiciona como la segunda más afectada por desastres a nivel mundial. En un lapso de 23

años, se han registrado 681 inundaciones, 400 tormentas, 92 terremotos, 78 deslizamientos de tierra, 77 sequías, 49 episodios de temperaturas extremas, 42 eventos volcánicos y 36 incendios forestales.

Datos que corrobora el Informe de la CEPAL-GIZ (2022) durante dicho período, en que al menos 190 millones de personas se vieron afectadas por 1534 desastres registrados. Las inundaciones han sido los desastres más frecuentes, con mayor impacto en países como Brasil, Colombia y Perú. Además, desde el año 2000, se han identificado 12 eventos que generaron cada uno más de 1000 millones de dólares en daños totales (Poveda *et al.*, 2020; CAN, 2009).

## **Respuestas estatales en los Andes frente a la crisis climática**

Desde la ratificación de la CMNUCC en 1994 y del protocolo de Kioto (1999-2002), los Estados de la región Andina han integrado progresivamente el cambio climático en sus planes de desarrollo, fomentando esquemas de bajas emisiones y reforzando sus puntos focales técnicos y políticos, estableciendo oficinas especializadas y desarrollando normativas para cumplir con sus compromisos. La adaptación ha ganado importancia debido a la vulnerabilidad a sus impactos, reflejada en la implementación de Planes o Mecanismos Nacionales de Adaptación y medidas específicas dentro de sus Contribuciones Nacionalmente Determinadas a la CMNUCC.

A nivel regional de igual manera resaltan los mecanismos de cooperación entre los países Andinos, como por ejemplo, la Agenda Ambiental Andina se ha enfocado en cambio climático, biodiversidad y gestión de recursos hídricos, respaldando varios estudios sobre el cambio climático en la región. La Comunidad Andina de Naciones (CAN) ha respaldado proyectos innovadores de adaptación al cambio climático, como el Proyecto de Adaptación a los Impactos del Retroceso Glaciar (PRAA), el programa ANDESLIMA y la creación de redes de monitoreo como GLORIA-Andes (Dupuits *et al.*, 2022; Llambí y Garcés, 2020; Contreras, 2020).

Por su parte, organismos como UNASUR, CELAC y la Alianza del Pacífico (expuestos a un intenso entorno de confrontaciones político-ideológicas) han mostrado menor actividad en los procesos de adaptación al cambio climático, aunque han generado tratados y declaraciones al respecto. Por ejemplo, el Tratado Constitutivo de la UNASUR (2008) aborda la cooperación en prevención de catástrofes y lucha contra los efectos del cambio climático, mientras que CELAC emitió la Sexta Declaración Especial sobre Cambio Climático en 2014. La OEA ha respaldado programas de adaptación a través de su Dirección de Manejo de Riesgos y Adaptación al Cambio Climático (RIESGO-MACC). A nivel regional, el Programa Iberoamericano de Adaptación al Cambio Climático (PIACC) es una iniciativa destacada, desarrollada por la Red Iberoamericana de Oficinas de Cambio Climático (Magrin, 2015; Buytaert *et al.*, 2014).

Otro programa conocido como la Iniciativa Andina de Montañas (IAM) ha sido fundamental en la formulación de políticas de adaptación específicamente para los ecosistemas de montaña. Desde su primera reunión en 2007 en Tucumán, el IAM ha integrado el cambio climático en su Plan de Acción para el Desarrollo Sostenible en las Montañas Andinas. El Plan de Tucumán destaca la necesidad de estrategias conjuntas y promueve la cooperación regional en monitoreo y adaptación al cambio climático. En 2018, en colaboración con ONU Medio Ambiente, CONDESAN, los países miembros de la IAM publicaron “La Agenda Estratégica sobre la Adaptación al Cambio Climático en las Montañas de Los Andes” (CAN-PNUMA-CONDESAN, 2018), una propuesta amplia que define objetivos y medidas para guiar el trabajo conjunto en la región entre los que destacan:

- Ecosistemas y biodiversidad andina.
- Agricultura, pastoreo y alimentación sostenibles.
- Gestión y manejo de los recursos hídricos.
- Reducción de impactos de actividades industriales y de generación de energía.
- Salud y sistemas de saneamiento ambiental.
- Vulnerabilidad de los grupos sociales más afectados.

- Gestión de riesgos de desastres naturales.
- Fortalecimiento de la investigación y monitoreo climático, ambiental y social.
- Educación ambiental y fortalecimiento de capacidades.
- Gobernanza, mecanismos de cooperación y financiamiento.

En ese marco, en los países andinos se han multiplicado las reuniones técnicas e informativas a nivel local, nacional, regional e internacional sobre esta problemática. Las organizaciones internacionales han realizado numerosos esfuerzos para difundir la problemática mediante artículos informativos, organización de eventos de divulgación, capacitación de recursos humanos, desarrollo de guías y metodologías para la acción, apoyo a la creación de redes de investigación y establecimiento de bases de datos regionales, entre otras acciones. Estas actividades han sido importantes para que los gobiernos nacionales consideren esta temática, establezcan instituciones para facilitar las acciones de intervención (como ministerios de ambiente y comisiones de cambio climático), y pongan en marcha proyectos y programas para identificar los riesgos climáticos y las opciones de acción disponibles.

En lo que va del siglo XXI y de manera específica en los últimos diez años, las autoridades nacionales del clima de los países andinos han generado diversas propuestas de políticas, planes y programas a nivel nacional y subnacional para enfrentar la problemática. Bolivia expidió leyes como la 071 de Derechos de la Madre Tierra, o la Ley 777 del Sistema de Planificación del Estado o la Ley 300 denominada Marco de la Madre Tierra y Desarrollo Integral para Vivir Bien. Perú aprobó leyes como la 30.754 Marco sobre Cambio Climático o la 28.245 Marco del Sistema de Gestión Ambiental y el Proyecto del Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático. Ecuador aprobó la Estrategia Nacional de Cambio Climático y la Propuesta Estrategia Nacional de Financiamiento Climático (EFIC) y Colombia aprobó la Ley 1931 de Cambio climático y el Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático (PNACC) (Lanegra, 2018; Allen, 2020; Cevallos, 2013).

A esos marcos jurídicos e instrumentos de política pública se corresponden las respectivas entidades que ejercen como autoridades o instancias rectoras y técnico-operativas tales como en Bolivia el Mecanismo Nacional de Adaptación al Cambio Climático, la Autoridad Plurinacional de la Madre Tierra (APMT) y los Planes Territoriales de Desarrollo Integral (PSDI), en Perú el Plan de Acción de Adaptación y Mitigación frente al Cambio Climático (PAAMCC), la Comisión de Alto Nivel sobre Cambio Climático (CANCC) y las Comisiones Ambientales Regionales (CAR) y Comisiones Ambientales Municipales (CAM); en Ecuador el Comité Interinstitucional de Cambio Climático (CICC), el Código Orgánico del Ambiente (COA), y el Sistema Nacional Descentralizado de Planificación Participativa (SNDPP) que involucra a los gobiernos autónomos descentralizados (GADS) a nivel subnacional. Y en Colombia el Consejo Nacional de Cambio Climático y Sistema Nacional de Cambio Climático (SISCLIMA), los Planes Integrales de Gestión del Cambio Climático Territoriales (PI-GCCT), los Nodos Regionales de Cambio Climático Territoriales (NRCC) y la Comisión Intersectorial de Cambio Climático (COMICC) entre otros (Lanegra, 2018; Allen, 2020; Cevallos, 2013).

Todos esos instrumentos de política pública y gestión confluyen en la necesidad de definir estrategias, planes, programas y proyectos que giren en torno a la adaptación, que se vuelve necesaria ante los impactos y riesgos del cambio climático, asegurando la seguridad de la población y los ecosistemas. Aquello implica un proceso a través del cual los sistemas ecológicos, sociales y económicos se ajustan a los efectos asociados al cambio climático.

Identificar estas necesidades y opciones requiere información precisa sobre el riesgo y la vulnerabilidad. Mientras muchos estudios se centran en analizar los riesgos climáticos y cómo mitigarlos, es crucial abordar las causas subyacentes de la vulnerabilidad, como acceso a información y recursos, capacidad financiera e institucional, y necesidades tecnológicas. Estos aspectos son fundamentales para construir capacidades y desarrollar estrategias efectivas de adaptación.



Según la CEPAL las necesidades de adaptación pueden resumirse en cinco categorías:

- Necesidades físicas y ambientales.
- Necesidades sociales.
- Necesidades institucionales.
- Necesidad de involucrar al sector privado.
- Necesidades de información, capacitación y recursos.

Aquello se traduce en distintas líneas de acción que operan en diferentes ámbitos que pueden incluir aspectos económicos, energéticos, ambientales, de infraestructura y transporte. Cada uno de ellos implica analizar aspectos de vulnerabilidad y riesgos para acordar objetivos comunes, establecer metas e identificar opciones de adaptación, lo que podría sintetizarse como “el ciclo de la adaptación”, tal como se detalla en la figura 2.

**Figura 2**

*Ciclo de la adaptación*



*Nota.* Lhumeu y Cordero (2012). Elaboración: UPS-GIEDE. Ilustración: Mariana Luna, UPS-2024.

Este ciclo de la adaptación aplica en distintos ámbitos de operación de las políticas, planes y programas, sean dentro de las estrategias en torno al agua, la agricultura, la infraestructura, la salud humana, el turismo, el transporte y la energía, conforme se detalla en la tabla 1.

**Tabla 1**

*Opciones de adaptación*

| Estrategia      | Descripción /Alcance                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|-----------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Agua            | Mejora los sistemas de captación y almacenamiento. Reutilización, desalinización y mejora de la eficiencia en el uso del agua y en el riego.                                                                                                                                                                |
| Agricultura     | Cambios en los calendarios de siembra y en las variedades de plantas utilizadas. Reubicación de cultivos. Mejora de la gestión de las fincas (por ejemplo, control de la erosión y protección del suelo mediante plantaciones forestales, evitando los monocultivos, la introducción de especies exógenas). |
| Infraestructura | Reubicación de comunidades, elaboración de mapas de riesgos potenciales, construcción de diques y de barreras antitorrentas, refuerzos de sistemas de dunas, creación de marismas y humedales como sistemas de amortiguación frente a inundaciones y subidas del nivel del mar.                             |
| Salud humana    | Planes de acción para abordar las amenazas derivadas de las olas del calor extremo, mejora de los servicios médicos de emergencia, seguimiento y control de enfermedades sensibles a los cambios del clima, mejora de la calidad del agua potable y de los sistemas de saneamiento.                         |
| Turismo         | Diversificación de recursos turísticos y fuentes de ingreso                                                                                                                                                                                                                                                 |
| Transporte      | Reajuste y cambio de recorridos, diseño de carreteras, ferrocarriles y otras infraestructuras de transporte para dar respuestas a los nuevos problemas del calentamiento y drenaje.                                                                                                                         |
| Energía         | Reforzamiento de las redes aéreas de transmisión y distribución, soterramiento de líneas de transporte de energía, eficiencia energética y energías renovables, reducción de la dependencia de fuentes energéticas únicas.                                                                                  |

*Nota.* Climate in Peril. A Popular Guide to the Latest IPCC Report, UNEP, 2008, p. 43. Elaboración: UPS-GIEDE, 2023.

En otros términos, las opciones de adaptación señaladas pueden agruparse en tres grandes ámbitos y necesidades de aplicación como la

estructural (infraestructuras tangibles y físicas), las opciones sociales y las institucionales (ver figura 3).

- a. **Las opciones estructurales y físicas**, como la ingeniería ambiental, son costosas y a largo plazo, enfrentando incertidumbres climáticas. En cambio, la adaptación basada en ecosistemas aprovecha la capacidad natural para mitigar el cambio climático, siendo medidas más efectivas y eficientes, con menor dependencia de proyecciones climáticas. En el sector agropecuario, las opciones tecnológicas ofrecen alternativas como métodos de riego eficientes y tecnologías de información y comunicación (TIC) para la difusión de información relevante. Las opciones de servicios, como redes de seguridad social y servicios de salud pública, son esenciales para atender las necesidades básicas de las personas vulnerables ante desastres climáticos (Dupuits *et al.*, 2022; Huggel *et al.*, 2015).
- b. **Las opciones sociales** clave para la adaptación incluyen en primer lugar, la educación, que se destaca como un medio para reducir la vulnerabilidad y fomentar el diálogo y las redes sociales. También la información juega un papel crucial en la concienciación sobre los riesgos climáticos, mediante sistemas de alerta, cartografías de riesgos y servicios climáticos mejorados. Además, el cambio en el comportamiento es esencial e implica la diversificación de medios de subsistencia, prácticas agrícolas sostenibles y migración laboral, siendo los incentivos gubernamentales una herramienta eficaz para promover estos cambios (Llambí y Garcés, 2020).
- c. **Las opciones institucionales** que abarcan tres áreas principales: económicas, legales y políticas gubernamentales. Las opciones económicas comprenden incentivos financieros, seguros y fondos de contingencia. Las leyes y regulaciones, como la seguridad de la tenencia de la tierra y la zonificación, son esenciales para mejorar la resiliencia. Por último, las políticas y programas gubernamentales, incluyen desde la adaptación al cambio climático hasta la gestión de recursos como el agua y los bosques, todos ellos como cruciales para promover la adaptación comunitaria al cambio climático (Magrin, 2015).

**Figura 3***Necesidades de adaptación*

*Nota.* Lhumeu y Cordero (2012); Llambí y Garcés, A. (2020). Elaboración: UPS-GIEDE. Ilustración: Mariana Luna, UPS-2024

## Adaptación basada en Ecosistemas (AbE)

La Adaptación basada en Ecosistemas (AbE) se define como la utilización de la biodiversidad y los servicios de los ecosistemas, como parte de una estrategia más amplia de adaptación, para ayudar a las personas a enfrentar los efectos adversos del cambio climático. La AbE integra el manejo sostenible, la conservación y la restauración de ecosistemas para proporcionar servicios que permitan a las personas adaptarse a los impactos del cambio climático, con el propósito de mantener y aumentar la resiliencia y reducir la vulnerabilidad tanto de los ecosistemas como de las comunidades humanas (Lhumeau y Cordero, 2012; Llambí y Garcés, 2020; Magrin, 2015).

Las actividades y estrategias de AbE pueden resultar costo-efectivas y generar beneficios sociales, económicos, ambientales y culturales, al

tiempo que contribuyen a la conservación de la biodiversidad. Además, la AbE representa una forma de adaptación accesible para las poblaciones rurales pobres, dada su interacción y, en muchos casos, dependencia de los ecosistemas, lo que también puede preservar el conocimiento tradicional y local junto con los valores culturales.

En otras palabras, la AbE utiliza la biodiversidad y servicios ecosistémicos como parte de una estrategia integral frente al cambio climático. Comparada con obras de ingeniería, la ABE presenta menos riesgos de mala adaptación, es más flexible y contribuye a los objetivos de desarrollo sostenible, además de generar beneficios socioeconómicos y ambientales (Bello *et al.*, 2020; Dupuits *et al.*, 2022).

Además, la implementación de la AbE demanda el involucramiento de diversos actores y la dispersión de beneficios entre múltiples beneficiarios, lo que complica su ejecución. Además, la falta de protocolos estándar y metodologías comparables como los que se aplican para casos de infraestructura limita su aplicación.

Las actividades de manejo de ecosistemas dentro de la ABE incluyen restauración ecológica, manejo comunitario de recursos naturales, conservación de áreas protegidas, aumento de la biodiversidad y gestión integrada del agua. Estas prácticas también involucran el ordenamiento territorial adaptativo; el establecimiento de sistemas agropecuarios diversos con la utilización del conocimiento indígena y local y el mantenimiento de la diversidad genética. El manejo y autogestión comunitaria de los recursos naturales, la conservación ex situ de semillas y bancos de germoplasma, son también parte de estrategias adaptativas que al margen de los Estados las comunidades rurales andinas, especialmente de pueblos indígenas, despliegan frente al cambio climático desde hace décadas, y más aún frente al actual escenario derivado del calentamiento global y sus impactos en los Andes (Lhumeau y Cordero, 2012; Bello *et al.*, 2020; Dupuits *et al.*, 2022; Carrasco *et al.*, 2011).

Conforme lo explica la UICN “la AbE a la vez, puede vincularse con la mitigación del cambio climático, dado que ecosistemas como bosques

y humedales saludables y manejados adecuadamente tienen el potencial de secuestrar y almacenar carbono” (Lhumeau y Cordero, 2012, p. 4).

Según la CEPAL, la AbE puede implementarse en diversas escalas geográficas (local, regional y nacional) y en diferentes plazos (corto, mediano y largo). Puede ser ejecutada en proyectos específicos o integrarse como parte de programas de adaptación y desarrollo. Su eficacia se maximiza cuando se utiliza en conjunto con una amplia gama de medidas de adaptación, como sistemas de alerta temprana, educación e infraestructura física (Magrin, 2015).

La AbE desempeña dos roles fundamentales en la adaptación al cambio climático. Por un lado, proporciona un marco holístico para la conceptualización de políticas y visiones a largo plazo, integrando convenciones internacionales y políticas sectoriales en el territorio. Por otro lado, contribuye a la gestión directa de los ecosistemas, al abarcar una variedad de estrategias a nivel local y de paisaje que capacitan a las comunidades para enfrentar el cambio climático, fomentando prácticas como el manejo integrado del recurso hídrico, la reducción del riesgo de desastres naturales, la agricultura sostenible y la conservación de la diversidad biológica (Lhumeau y Cordero, 2012; Magrin, 2015; Lanegra, 2018).

Por último, al promover el manejo sostenible, la conservación y la restauración de ecosistemas, la AbE se alinea con importantes acuerdos internacionales como el Convenio sobre la Diversidad Biológica (CDB), la Convención de las Naciones Unidas de Lucha contra la Desertificación (CNUCLD), la Convención sobre los Humedales (Convención de Ramsar), la Declaración de las Naciones Unidas sobre los Derechos de los Pueblos Indígenas (DNUDPI) y el Foro de las Naciones Unidas sobre los Bosques (FNUB). Esta sinergia y complementariedad entre las actividades y estrategias de AbE y otras acciones para el manejo, conservación y restauración de ecosistemas refuerza su impacto y efectividad en diferentes ámbitos (Allen, 2020; CAN, 2009; Bello y 2020).

En el contexto del CDB y la Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático (CMNUCC), la AbE ha ganado relevancia

en los últimos años. Su enfoque holístico y práctico ha sido reconocido como una herramienta esencial para enfrentar los desafíos ambientales actuales, destacando su papel crucial en la promoción de la resiliencia ecológica y la adaptación al cambio climático.

## **Respuestas adaptativas desde comunidades indígenas andinas**

Las voces de la naturaleza se escuchan a través de las mujeres y los varones de las comunidades.

El apu Ausangate era maravilloso e imponente. Era una fuente de agua fresca para las comunidades cercanas, pero el cambio climático lo está achicando. Antes los lagos cerca del Ausangate estaban llenos, pero ahora el nivel del agua ha bajado unos 50 centímetros, igual que los ríos. No hay nieve y por lo tanto, tampoco tenemos agua. Los manantiales, los pantanos, no son lo mismo que antes, [dice Cayetano Huanca, comunero de Chillca, en Cusco, Perú, al referirse a la situación del gran nevado que sobrepasa aún los 6300 msnm]. (Ortiz-T., 2011)

Mama Cotacachi era una mujer hermosa. Sedujo al Imbabura, la montaña más para el sur, para casarse con él. En su falda guardaba un almacén de grano, que se dispensaba a los pobladores que vivían a sus pies, nunca dando demasiado, para que no lo desaprovechemos. Cuando había escasez de agua, los ancianos iban a los sitios sagrados a sembrar granos con chicha como ofrenda y pedir la ayuda de la Mama Cotacachi. Hoy muchas comunidades han abandonado sus ritos tradicionales para cuidar el agua. Ya no respetan. La gente viene ahora de la ciudad en sus autos y dejan basura en las quebradas, que ahora están secas. Por eso la Mama Cotacachi está enojada y está castigando a la gente de sus faldas al retener sus aguas [relata Rosita Ramos, Quichua de Cotacachi, en la provincia de Imbabura en la sierra norte ecuatoriana]. (Bartolone, 2016)

Las comunidades andinas sienten los impactos de la crisis climática en la agricultura, la economía, la cultura local, la alimentación y la salud de cientos y miles de familias, como lo cuenta Marcos Basilio de la comunidad campesina de Vicos, Ancash, al pie de la cordillera Blanca en Perú:

He perdido algunas variedades de papa como el coró, trigo huáscar, arracacha y shura jara (maíz especial para preparar jora), todo por sembrar papa yungayina y otros cultivos, porque las nuevas variedades son más precoces y producen mejor. Mi papa coró lo eliminé a propósito, los ingenieros me decían que es el hospedero del papa curu. También mi lluta jara (maíces nativos de colores) lo he perdido, porque aparecieron otras variedades más precoces y con granos más grandes. (CCSS-PUCP, 2010)

Testimonios similares se pueden compilar a lo largo y ancho de los Andes desde las comunidades rurales andinas, en particular de los pueblos indígenas, quienes toman su sustento de la tierra y adquieren conocimientos gracias a su relación con ella. Esa experiencia vital y cotidiana les ha permitido observar y experimentar directamente los efectos del calentamiento global a lo largo de décadas, y a partir de esos hechos como la alteración de lluvias, períodos de sequía prolongada, o heladas en lugares y fechas nunca usuales, desarrollan distintas estrategias de adaptación.

A nivel general y de manera recurrente y compartida entre pueblos indígenas de distintas latitudes y entornos, existen los siguientes tipos de impactos y consecuencias del cambio climático:

- Empeoramiento de las condiciones de sequía y desertificación, lo cual provoca un aumento del número de incendios forestales que afectan el uso de la tierra, la agricultura de subsistencia y los medios de vida basados en la caza y la recolección, y que llevan consigo una grave pérdida de diversidad biológica (zonas tropicales y subtropicales) (Salick y Ross, 2018; Davis, 2010).
- Lluvias excesivas y sequías prolongadas, que provocan más casos de tormentas de polvo que dañan las tierras de pastos, los plantones y otros cultivos, incluido el ganado de los pueblos indígenas nómadas y dedicados al pastoreo (tierras áridas y semiáridas) (Redvers *et al.*, 2017).
- En los pueblos del Ártico (Canadá, Alaska) y extremo norte de Europa, es evidente la erosión de las costas y las riberas de los ríos y crecidas de los ríos, provocadas por las temperaturas más altas



y el derretimiento de las nieves en las montañas, los glaciares y el hielo del mar (Guggenheim, 2006; Kirby, 2009; Salick y Ross, 2018).

- Reducción de la población de especies animales por las temperaturas más cálidas, aparición de nuevas especies marinas por mayor temperatura del agua del mar y cambios en las rutas de migración de los animales.
- Nuevos tipos de insectos y ciclos de vida más prolongados de los insectos endémicos, que destruyen los árboles y otra vegetación (bosques).
- Más enfermedades relacionadas con el aumento de las temperaturas y aquellas transmitidas por vectores y por el agua, como el cólera, la malaria y el dengue (en especial en las zonas tropicales y subtropicales del Caribe, Mesoamérica y casi toda Sudamérica) (Anderson, 2012; Montana *et al.*, 2016).
- Erosión de las costas exacerbada por la elevación del nivel del mar; huracanes y tifones más fuertes, que provocan pérdidas de tierras y propiedades y el desplazamiento de los pueblos indígenas (refugiados ambientales); pérdida de bosques de manglares (regiones costeras y pequeños estados insulares, como los pueblos indígenas de Oceanía, Sur de Asia, África y buena parte de Mesoamérica) (Renner, 2015).
- Inseguridad alimentaria, debido a la dificultad de mantener poblaciones viables de peces y proteína animal; decoloración del coral debido al aumento de la temperatura del mar (ecosistemas marinos).<sup>3</sup>
- Aumento de las violaciones de derechos humanos, desplazamientos y conflictos debido a la expropiación de bosques y tierras ancestrales para dedicarlas a plantaciones de biocombustibles (soja, caña de azúcar, palma de aceite, maíz, etc.); aumento de las plagas que dañan los cultivos (langosta, ratas, escarabajos de abeto, etc.); aumento de los precios de los alimentos debido a la competencia

3 Indigenous Climate Portal, puede revisarse en <http://www.indigenousclimate.org/> También en Indigenous Peoples, Issues and Resources, en el sitio <http://indigenous-peoplesissues.com/>. El Informe de IPCC (2007) y la Guía de Kirby (2008) contienen descripciones más amplias y detalladas de estos problemas.

con los biocombustibles, lo cual incrementa la inseguridad alimentaria y afecta la soberanía alimentaria de pueblos y comunidades.

- Inundaciones masivas y fuertes huracanes que destruyen suelos fértiles, dañan los cultivos y causan pérdidas de suministros de agua dulce en distintas regiones, en particular de Mesoamérica, la Cuenca Amazónica, África, Sur de Asia, Chaco y Oceanía.
- Períodos de temperaturas frías extremas sin precedentes, que provocan problemas de salud como la hipotermia, la bronquitis y la neumonía, especialmente entre las personas de edad y los niños pequeños.
- Pérdida de los territorios tradicionales de los pueblos indígenas debido a medidas de mitigación como los sumideros de carbono y proyectos de energías renovables (represas para la generación de energía hidroeléctrica, plantas geotérmicas), que se adoptan sin el previo consentimiento libre y fundamentado de esos pueblos.
- La vida cultural tradicional, que va desde la siembra rotativa, la caza, la recolección de frutas, el pastoreo, la ganadería de montañas altas y su producción agrícola de subsistencia, la pesca marina, la agroforestería, entre otras, han sido socavadas por causa del cambio climático (Anderson, 2012; Yamin y Depledge, 2004).
- Es cada vez mayor el número de indígenas que pasan a ser refugiados ambientales, o que han emigrado porque sus comunidades y territorios han sufrido fenómenos naturales (Beauregard, 2021).
- Otra consecuencia de las migraciones por fenómenos naturales ha sido el cambio cultural, que se observa por ejemplo en los cambios en los roles e importancia de la mujer en los territorios y comunidades indígenas (Davis, 2010).
- Pérdida de conocimientos tradicionales y de innovadoras prácticas que están asociadas con sus formas de vida y su ecosistema.
- Emigración de la juventud indígena en busca de oportunidades económicas, debido a que los cambios climáticos han limitado sus oportunidades futuras en sus propias comunidades y territorios. Esto erosiona la economía y cultura de los pueblos indígenas (CCSS-PUCP, 2010).

- Exclusión de los pueblos indígenas de los procesos y mecanismos relacionados con la reducción de las emisiones derivadas de la deforestación y la degradación de los bosques y con el intercambio de derechos de emisión (Yamin y Depledge, 2004).

## Conclusiones

Los impactos derivados del cambio climático en las sociedades de montaña, particularmente andinas, crecen mientras los conocimientos tradicionales se ven amenazados, aunque cada vez más personas en las tierras bajas dependen de estos saberes. Históricamente el ecosistema de montaña, aprovechado por los indígenas andinos, ha provisto de agua dulce, biodiversidad y recreación, garantizando la subsistencia a través de la producción diversificada en los diferentes pisos ecológicos.

Sin embargo, el desarrollo humano y el cambio climático amenazan con modificar los sistemas ecológicos de montaña y provocar la desaparición de la biodiversidad andina, lo que resalta la necesidad de medidas de protección ambiental más efectivas. A pesar de los esfuerzos de conservación, persisten y en algunos casos se agravan los impactos en áreas silvestres, con altas tasas de deforestación y amenazas a diversas especies. Además, la actividad extractiva, como la minería en áreas frágiles, plantea desafíos adicionales para la protección y recuperación de estos ecosistemas vulnerables.

El discurso sobre el cambio climático puede distorsionar la percepción de los problemas ambientales al enfocarse exclusivamente en este fenómeno, obviando las raíces más profundas de la sobreexplotación y mercantilización de la naturaleza. Los países andinos enfrentan limitaciones para negociar y establecer políticas efectivas para abordar el cambio climático, como lo evidencian los compromisos del Protocolo de Kyoto. Este enfoque resalta la necesidad de un discurso ambiental que armonice el crecimiento económico con la conservación de los recursos naturales, reconociendo el papel crucial del Estado en este proceso. Aquello además

plantea una tensión y entredicho en un contexto de gobiernos neoliberales, cuyas definiciones están marcadas por un fuerte postura anti-estatal y favorable a la racionalidad del mercado y los actores empresariales.

Si bien el discurso sobre el cambio climático se apoya en la noción de “interdependencia ecológica global”, instando a todos los países, especialmente los de los Andes, a contribuir a la lucha contra este fenómeno, priorizando la adaptación, no es menos cierto que aquello demanda el desarrollo y fortalecimiento de capacidades de los entes público-estatales para garantizar adecuadas o mínimas condiciones de gobernanza. Aquello implica evaluar riesgos, fortalecer capacidades de adaptación y desarrollar estrategias de reducción de la pobreza, integrando la adaptación en la planificación nacional y reorganizando la sociedad y el funcionamiento del Estado en función de esta estrategia.

Sin embargo, la perspectiva predominante sobre el cambio climático enfatiza lo global y general, descuidando los problemas y urgencias ambientales locales, nacionales y regionales. En los países andinos, los gobiernos tienden a debatir sobre temas macro-globales en lugar de abordar las tensiones internas entre la protección ambiental y las metas económicas a nivel local y nacional.

En cuanto a los enfoques, la hegemonía discursiva ha fomentado iniciativas de mercantilización de la naturaleza, con énfasis en la comercialización de bienes y servicios ambientales, aunque carece de evidencia sólida sobre su efectividad en la conservación. Esto contrasta con la debilitación de las concepciones de protección ambiental como política pública independiente de su rentabilidad, lo que subraya la necesidad de replantear los enfoques hacia una visión más integral y sostenible.

La agenda del cambio climático se ve distorsionada en términos de mitigación, ya que se minimiza el papel de las emisiones provenientes de cambios en el uso de la tierra, deforestación y actividad agropecuaria en América Latina y particularmente en los países andinos. Esto implica que la discusión sobre el cambio climático debe abordar políticas rurales,

que vayan más allá de una perspectiva tradicional agraria o de estrategias de desarrollo agropecuario, y se ocupe integralmente del sector rural de manera integral, re-pensando los procesos de ordenamiento territorial e incorporando políticas de cuidado y protección de ecosistemas frágiles, como son los de montaña existentes en los Andes.

En cuanto a la adaptación, los gobiernos andinos adoptan una actitud pasiva y dependen en gran medida de fondos internacionales, minimizando sus responsabilidades y abusando de los reclamos de compensación financiera y transferencia tecnológica, sin una coordinación efectiva a nivel regional.

En los países andinos, las instancias nacionales de concertación sobre el cambio climático no incorporan de manera fundamental la participación de los pueblos indígenas y sus organizaciones, situación que se replica en los debates internacionales en el marco de la CMNUCC. Los pueblos indígenas de los Andes se enfocan en la defensa de sus derechos territoriales, recursos naturales y autodeterminación, pero enfrentan limitaciones significativas en acceso a información y tratamiento técnico en el debate sobre el cambio climático, resaltando la necesidad de una cooperación intercultural.

Aunque los pueblos indígenas están dispuestos a contribuir con sus conocimientos tradicionales para la mitigación y adaptación al cambio climático, demandan una participación más significativa en los procesos nacionales e internacionales de formulación de políticas.

## Referencias bibliográficas

- Arias, P. A., Garreaud, R., Poveda, G., Espinoza, J. C., Molina-Carpio, J., Masiokas, M., Viale, M., Scaff, L. y van Oevelen, P. J. (2021). Hydroclimate of the Andes Part II: Hydroclimate Variability and Sub-Continental Patterns. *Frontiers in Earth Science*, 8(February), 1-25. <https://doi.org/10.3389/feart.2020.505467>
- Allen, S. I. (2020). *Building Transformative Institutional Adaptive Capacity: Assessing the potential contribution of PPCR to build a climate resilient water*

- governance framework in the Plurinational State of Bolivia*. IDB. <http://dx.doi.org/10.18235/0002226>
- Anderson, E. P., Marengo, J. A., Villalba, R., Halloy, S., Young, B. E., Cordero, D.,... y Ruiz, D. (2012). Consecuencias del cambio climático en los ecosistemas y servicios ecosistémicos de los Andes Tropicales. *Cambio climático y biodiversidad en los Andes Tropicales*, 426.
- Arguedas, J. A. (1933). Agua. En J. A. Arguedas, *Obras Completas. Tomo I*. Lima. <https://bit.ly/3YnqL5N>
- Barros, V. R., Boninsegna, J. A., Camilloni, I. A., Chidiak, M., Magrín, G. O. y Rusticucci, M. (2015). Climate change in Argentina: Trends, projections, impacts and adaptation. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Climate Change*, 6(2), 151-169. <https://doi.org/10.1002/wcc.316>
- Bartolone, P. (2016). *Early signs: melting ice caps in Ecuador*. <https://bit.ly/3BLLtUj>
- Bättig, M. B., Brander, S. e Imboden, D. M. (2008). Measuring countries' cooperation within the international climate change regime. *Environmental Science & policy*, 11(6), 478-489.
- Beauregard, C. C. (2021). Climate justice and rights-based litigation in a post-Paris world. *Climate Policy*, 21(5), 652-665.
- Bello, O., Bustamante, A. y Pizarro, P. (2020). *Planificación para la reducción del riesgo de desastres en el marco de la Agenda 2030 de Desarrollo Sostenible*. Santiago de Chile: CEPAL-GIZ.
- Boetti, E. (14 de diciembre de 2023). La sociedad de la nieve: otra lectura sobre “El milagro de los Andes”. *Página 12*. <https://bit.ly/402sIWE>
- Boillat, S., Scarpa, F. M., Robson, J. P., Gasparri, I., Aide, T. M., Aguiar, A. P. D., Anderson, L. O., Batistella, M., Fonseca, M. G., Fudemma, C., Grau, H. R., Mathez-Stiefel, S. L., Metzger, J. P., Ometto, J. P. H. B., Pedlowski, M. A., Perz, S. G., Robiglio, V., Soler, L., Vieira, I. y Brondizio, E. S. (2017). Land system science in Latin America: challenges and perspectives. In *Current Opinion in Environmental Sustainability* (Vols. 26-27, pp. 37-46). Elsevier B.V. <https://doi.org/10.1016/j.cosust.2017.01.015>
- Buytaert, W., Celleri, R., Willems, P., Bièvre, B. De y Wyseure, G. (2006). Spatial and temporal rainfall variability in mountainous areas: A case study from the south Ecuadorian Andes. *Journal of Hydrology*, 329(3-4), 413-421. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2006.02.031>
- Buytaert, W., Sevink, J., Cuesta, F., LLambi, L. y Posner, J. (2014). *Cambio climático: la nueva amenaza para los páramos. Avances en investigación para la conservación de los páramos andinos*. CONDESAN.

- IPCC, 2021: Resumen para responsables de políticas. En *Cambio climático 2021: Bases científicas físicas*. Contribución del Grupo de trabajo I al Sexto informe de evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático. <https://doi.org/10.59327/IPCC/AR6-9789291691647>
- CAN. (2009). *Articulando la Gestión del Riesgo y la Adaptación al Cambio Climático en el Sector Agropecuario: lineamientos generales para la planificación y la gestión sectorial*. Lima: CAN-PREDECAN.
- CAN-PNUMA-CONDESAN. (2018). *Agenda Estratégica, sobre Adaptación al Cambio Climático en las Montañas de los Andes*. Lima: Comunidad Andina de Naciones CAN-CONDESAN-PNUMA-Iniciativa Andina de Montañas IAM. <https://bit.ly/3zPrGmm>
- Carey, M. P. (2005). *People and glaciers in the Peruvian Andes: A history of climate change and natural disasters, 1941-1980*. University of California.
- Carrasco, J., Casassa, G., Pizarro, R. y Saravia, M. (2011). *Impactos del Cambio Climático, Adaptación y Desarrollo en las Regiones Montañosas de América Latina*. Santiago de Chile: Ministerio de Relaciones Exteriores, Gobierno de Chile-Alianza para las Montañas-FAO-Banco Mundial.
- CCSS-PUCP, E. (2010). Espacios contrapuestos: la comunidad campesina de Vicos: entre la conservación y la reproducción. *Revista Estudiantil Abra Andina*. Pontificia Universidad Católica del Perú PUCP. <https://bit.ly/3NwR96Z>
- Cevallos, M. (2013). *Documento descriptivo, analítico y comparativo de las políticas públicas sobre cambio climático en Colombia, Ecuador, Perú y Bolivia y su relación con el conocimiento tradicional*. UICN.
- Contreras, L. M. (2020). Evolución de la política de cambio climático en Colombia. *Vniversitas*, 1(69), 1-17. <https://doi.org/10.11144/Javeriana.vj69.epcc>
- Cuesta-Camacho, F., Peralvo, M. y Ganzenmüller, A. (2008). Posibles efectos del calentamiento global sobre el nicho climático de algunas especies en los Andes Tropicales. En P. Mena, *Páramo y Cambio Climático* 23 (pp. 15-38). Ecociencia.
- Davis, S. H. (2010). Indigenous peoples and climate change. *The International Indigenous Policy Journal*, 1(1), 1-17. <https://doi.org/10.18584/iipj.2010.1.1.2>
- Dinneen, J. (2024). The world just experienced the hottest February on record. *NewScientist*. <https://bit.ly/3BKQexh>
- Djangi, P. (16 de enero de 2024). Tragedia de los Andes: el paso a paso de la historia real del accidente en la cordillera. *National Geographic*. <https://bit.ly/3NuCFEE>

- Dollfus, O. y Lavallée, D. (1973). Ecología y ocupación del espacio en los Andes Tropicales durante los últimos veinte milenios. *Bulletin de L'Institut Francais d'Etudes Andines*, 2(3), 75-92.
- Dupuits, E. (. (2021). *Políticas de cambio climático en los Andes: diálogo entre escalas y saberes para la adaptación. Propuestas Andinas No.18*. Adaptación en las Alturas, Programa Bosques Andinos, CONDESAN.
- Dupuits, E., Llambí, L. D. y Peralvo, M. (2022). Implementing climate change adaptation policies across scales: Challenges for knowledge coproduction in Andean mountain socio-ecosystems. *Mountain Research and Development*, 42(2), A1-A11.
- Espinoza, J. C., Garreaud, R., Poveda, G., Arias, P. A., Molina-Carpio, J., Masiokas, M., Viale, M. y Scaff, L. (2020). Hydroclimate of the Andes Part I: Main Climatic Features. *Frontiers in Earth Science*, 8(March), 1-20. <https://doi.org/10.3389/feart.2020.00064>
- Feldpausch, T. R., Phillips, O. L., Brien, R. J. W., Gloor, E., Lloyd, J., Lopez-Gonzalez, G., Monteagudo-Mendoza, A., Malhi, Y., Alarcón, A., Álvarez Dávila, E., Alvarez-Loayza, P., Andrade, A., Aragao, L. E. O. C., Arroyo, L., Aymard C., G. A., Baker, T. R., Baraloto, C., Barroso, J., Bonal, D., ... Vos, V. A. (2016). Amazon forest response to repeated droughts. *Global Biogeochemical Cycles*, 30(7), 964-982. <https://doi.org/10.1002/2015GB005133>
- Fraser, N. (2023). *Cannibal capitalism: How our system is devouring democracy, care, and the Planet and what we can do about it*. Verso Books.
- Giddens, A. (2010). *La Política del Cambio Climático*. Alianza.
- Gomes, L., Miranda, H. S., Silvério, D. V. y Bustamante, M. M. C. (2020). Effects and behaviour of experimental fires in grasslands, savannas, and forests of the Brazilian Cerrado. *Forest Ecology and Management*, 458. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2019.117804>
- Guggenheim, D. (Dirección). (2006). *An Inconvenient Truth* [Película]. <https://bit.ly/3ZYt00O>
- Hidalgo, D., Ruíz, J.-C., Maisincho, L., Cáceres, B., Crespo-Pérez, V., Domínguez, C., Piedra, D., Condom, T. y Villacís, M. (2024). Retroceso del glaciar del Carihuairazo y sus implicaciones en la comunidad de Cunucyacu. *La Granja*, 39(1), 92-115. <https://doi.org/10.17163/lgr.n39.2024.06>
- Huggel, C., Scheel, M., Albrecht, F., Andres, N. y Zappa, M. (2015). A framework for the science contribution in climate adaptation: Experiences from science-policy processes in the Andes. *Environmental Science & Policy*, 1(47), 80-94.



- Jauregui, Y. R. y Takahashi, K. (2018a). Simple physical-empirical model of the precipitation distribution based on a tropical sea surface temperature threshold and the effects of climate change. *Climate Dynamics*, 50(5-6), 2217-2237. <https://doi.org/10.1007/s00382-017-3745-3>
- Jauregui, Y. R. y Takahashi, K. (2018b). Simple physical-empirical model of the precipitation distribution based on a tropical sea surface temperature threshold and the effects of climate change. *Climate Dynamics*, 50(5-6), 2217-2237. <https://doi.org/10.1007/s00382-017-3745-3>
- Junquas, C., Takahashi, K., Condom, T., Espinoza, J. C., Chavez, S., Sicart, J. E. y Lebel, T. (2018). Understanding the influence of orography on the precipitation diurnal cycle and the associated atmospheric processes in the central Andes. *Climate Dynamics*, 50(11-12), 3995-4017. <https://doi.org/10.1007/s00382-017-3858-8>
- Kennedy, L. y Kerr, B. e. (dirección). (2018). *Rotten* [Película]. <https://bit.ly/3Y9Iblh>
- Kirby, A. (2009). *Climate in peril: A popular guide to the latest IPCC reports*. UNEP/Earthprint.
- Lanegra, I. (2018). Las condiciones de gobernanza para la implementación de las contribuciones nacionalmente determinadas: El caso del Perú. *Kawsaypacha: Sociedad y Medio Ambiente*, 1(2), 33-47.
- Lhumeau, A. y Cordero, D. (2012). *Adaptación basada en Ecosistemas: una respuesta al cambio climático*. UICN.
- Llambí, L. D. y Garcés, A. (2020). *Adaptación al Cambio Climático en los Andes: vacíos y prioridades para la gestión del conocimiento*. CONDESAN.
- Magrin, G. (2015). *Adaptación al cambio climático en América Latina y el Caribe*. CEPAL.
- Mark, B. G., French, A., Baraer, M., Carey, M., Bury, J., Young, K. R. y Lautz, L. (2017). Glacier loss and hydro-social risks in the Peruvian Andes. *Global and Planetary Change*, 1(159), 61-76.
- Molina-Carpio, J., Espinoza, J. C., Vauchel, P., Ronchail, J., Gutierrez Caloir, B., Guyot, J. L. y Noriega, L. (2017). Hydroclimatology of the Upper Madeira River basin: spatio-temporal variability and trends. *Hydrological Sciences Journal*, 62(6), 911-927. <https://doi.org/10.1080/02626667.2016.1267861>
- Montana, E., Diaz, H. P. y Hurlbert, M. (2016). Development, local livelihoods, and vulnerabilities to global environmental change in the South American Dry Andes. *Regional Environmental Change*, 16(8), 2215-2228. <https://doi.org/10.1080/02626667.2016.1267861>
- Mourre, L., Condom, T., Junquas, C., Lebel, T., E. Sicart, J., Figueroa, R. y Cocharin, A. (2016). Spatio-temporal assessment of WRF, TRMM and in

- situ precipitation data in a tropical mountain environment (Cordillera Blanca, Peru). *Hydrology and Earth System Sciences*, 20(1), 125-141. <https://doi.org/10.5194/hess-20-125-2016>
- Naranjo-Silva, S. (2024). A hydropower development perspective in Ecuador: past, present, and future | una perspectiva del desarrollo hidroeléctrico en Ecuador: pasado, presente y futuro. *Granja*, 39(1), 63-77. <https://doi.org/10.17163/LGR.N39.2024.04>
- OCHA-UNDRR. (2022). *Overview of Disasters and the Caribbean 2000 - 2022 in Latin America*. New York: United Nations Office for Disaster Risk Reduction.
- Ortiz-T., P. (2011). *Sistematización de experiencias. Cambio climático y resiliencia en comunidades indígenas andinas. Informe para Taller internacional "Crisis climática. amenazas y desafíos en la Región Andina"*. OXFAM America-CAOI.
- Poveda, G., Espinoza, J. C., Zuluaga, M. D., Solman, S. A., Garreaud, R. y Van Oevelen, P. J. (2020). High impact weather events in the Andes. *Frontiers in Earth Science*, 1(8), 162. <https://doi.org/10.3389/feart.2020.00162>
- Primicias, Redacción (2023). *Mueren más de 150 delfines debido a sequía en Amazonía brasileña*. <https://bit.ly/3BGeyQO>
- Quijano, A. (2000). Colonialidad del poder y clasificación social. *Journal of World-Systems Research*, 6(2), 342-386. <https://doi.org/10.5195/jwsr.2000.228>
- Quispe, J. E. T. (2024). Characterization of the environmental attitudes and practices of the urban population of Puno, Andean Plateau | Actitudes y prácticas ambientales de la población urbana de Puno, Altiplano Andino. *Granja*, 39(1). <https://doi.org/10.17163/lgr.n39.2024.03>
- Redvers, N., Aubrey, P., Celidwen, Y. y Hill, K. (2017). Indigenous Peoples: Traditional knowledges, climate change, and health. *PLOS Global Public Health*, 3(10).
- Renner, M. (2015). The seeds of modern threats. En W. Institute, *State of the World 2015. State of the world 2015: Confronting hidden threats to sustainability* (pp. 3-17). Worldwatch Institute.
- Rolando, J. L., Turin, C., Ramírez, D. A., Mares, V., Monerris, J. y Quiroz, R. (2017). Key ecosystem services and ecological intensification of agriculture in the tropical high-Andean Puna as affected by land-use and climate changes. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 1(236), 221-233.
- Ruiz-Hernández, J. C., Condom, T., Ribstein, P., Le Moine, N., Espinoza, J. C., Junquas, C., Villacís, M., Vera, A., Muñoz, T., Maisincho, L., Campozano, L., Rabatel, A. y Sicart, J. E. (2021). Spatial variability of diurnal to seasonal cycles of precipitation from a high-altitude equatorial Andean valley to

- the Amazon Basin. *Journal of Hydrology: Regional Studies*, 38(October). <https://doi.org/10.1016/j.ejrh.2021.100924>
- Sacancela, D. (2024). Impactos del cambio climático en los cultivos principales en Los Ríos. (Tesis de Maestría de Recursos hídrico). Universidad Politécnica Salesiana: Trabajo no publicado.
- Salick, J. y Ross, N. (2018). Traditional peoples and climate change. *Planning for Climate Change*. Routledge.
- Segura, H., Espinoza, J. C., Junquas, C., Lebel, T., Vuille, M. y Garreaud, R. (2020). Recent changes in the precipitation-driving processes over the southern tropical Andes/western Amazon. *Climate Dynamics*, 54(5-6), 2613-2631. <https://doi.org/10.1007/s00382-020-05132-6>
- Serrano, S., Diana, Z., Viviana, M., Pablo, J., Enrique, P. y Marcos, V. (2012). Análisis Estadístico de datos meteorológicos mensuales y diarios para la determinación de variabilidad climática y cambio climático en el Distrito Metropolitano de Quito. *La Granja, Revista de Ciencias de La Vida*, 23-47.
- Serrano Vincenti, S., Reisancho Puetate, A., Borbor-Córdova, M. J. y Stewart-Ibarra, A. M. (2016). Análisis de inundaciones costeras por precipitaciones intensas, cambio climático y fenómeno de El Niño. *Caso de estudio: Machala. La Granja*, 17. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.17163/lgr.n24.2016.05>
- Serrano Vincenti, S., Ruiz, J. C. Bersosa, F. (2017). Heavy rainfall and temperature projections in a climate change scenario over Quito, Ecuador. *La Granja. Revista de Ciencias de la Vida*, 25(1), 16-32. <https://doi.org/10.17163/lgr.n25.2017.02>
- Serrano-Vincenti, S., Condom, T., Campozano, L., Escobar, L. A., Walpersdorf, A., Carchipulla-Morales, D. y Villacís, M. (2022). *Harmonic analysis of the relationship between GNSS precipitable water vapor and heavy rainfall over the northwest Equatorial Coast, Andes, and Amazon Regions. Atmosphere*, 13(11). <https://doi.org/10.3390/atmos13111809>
- Stevens, F. (dirección). (2016). *Before the flood* [Película]. <https://bit.ly/3BL0jKE>
- Strange, S. (1996). *The retreat of the State: the diffusion of power in the world economy*. Cambridge University Press.
- Takahashi, K. y Dewitte, B. (2016). Strong and moderate nonlinear El Niño regimes. *Climate Dynamics*, 46(5-6), 1627-1645. <https://doi.org/10.1007/s00382-015-2665-3>
- Takahashi, K., Montecinos, A., Goubanova, K. y Dewitte, B. (2011). ENSO regimes: Reinterpreting the canonical and Modoki El Nio. *Geophysical Research Letters*, 38(10), 1-5. <https://doi.org/10.1029/2011GL047364>

- Tapia-Garay, V., Figueroa, D. P., Maldonado, A., Frías-Laserre, D., Gonzalez, C. R., Parra, A., Canals, L., Apt, W., Alvarado, S., Cáceres, D. y Canals, M. (2018). Assessing the risk zones of chagas' disease in chile, in a world marked by global climatic change. *Memorias Do Instituto Oswaldo Cruz*, 113(1), 24-29. <https://doi.org/10.1590/0074-02760170172>
- Torres Guzmán, O. N. (2015). *La declaratoria del Macizo del Cajas como reserva de la biosfera y la minería a gran escala: posibilidades y contradicciones en el caso de Quimsacocha*. (Tesis de Maestría). FLACSO-Sede Ecuador.
- Toulkeridis, T., Tamayo, E., Simón-Baile, D., Merizalde-Mora, M. J., Reyes -Yunga, D. F., Viera-Torres, M. y Heredia, M. (2020). Climate change according to ecuadorian academics-perceptions versus facts. *Granja*, 31(1), 21-49. <https://doi.org/10.17163/lgr.n31.2020.02>
- Vargas, D., Pucha-Cofrep, D., Serrano-Vincenti, S., Burneo, A., Carlosama, L., Herrera, M., Cerna, M., Molnár, M., Jull, A. J. T., Temovski, M., László, E., Futó, I., Horváth, A. y Palcsu, L. (2022). ITCZ precipitation and cloud cover excursions control Cedrela nebulosa tree-ring oxygen and carbon isotopes in the northwestern Amazon. *Global and Planetary Change*, 211(April 2021). <https://doi.org/10.1016/j.gloplacha.2022.103791>
- Vuille, M., Carey, M., Huggel, C., Buytaert, W., Rabatel, A., Jacobsen, D. y Sicart, J. E. (2018). Rapid decline of snow and ice in the tropical Andes—Impacts, uncertainties and challenges ahead. *Earth-Science Reviews*, 1(176), 195-213.
- Yamin, F. y Depledge, J. (2004). *The International Climate Change Regime: a Guide to Rules, Institutions and Procedures*. Cambridge University Press.



Capítulo 2

# La influencia de El Niño-Oscilación del Sur en el crecimiento de especies forestales al sur de Ecuador

---

Darwin Pucha

Fridrich Alexander Universität, Erlangen-Nürnberg, Alemania /

Universidad Nacional de Loja, Ecuador

[darwin.pucha@unl.edu.ec](mailto:darwin.pucha@unl.edu.ec)

<https://orcid.org/0000-0003-3212-1184>

Wilson Zúñiga-Sarango

Universidad Nacional de Loja

[wilson.zuniga@unl.edu.ec](mailto:wilson.zuniga@unl.edu.ec)

<https://orcid.org/0000-0003-4610-7789>

## Introducción

El fenómeno El Niño-Oscilación del Sur (ENOS) involucra una compleja interacción entre la atmósfera y el océano Pacífico tropical, caracterizada por anomalías en la temperatura superficial del mar (TSM) y en los patrones de circulación atmosférica (Wang *et al.*, 2017). ENOS consiste en dos fases: El Niño, asociada al calentamiento anómalo del Pacífico central y oriental, y La Niña, caracterizada por un enfriamiento anómalo de estas regiones (Liguori *et al.*, 2022). Este fenómeno natural presenta variaciones irregulares en su intensidad y periodicidad, las cuales tienen una amplia influencia en el clima y los ecosistemas de diversas regiones del mundo (Bendix *et al.*, 2008). Por su alta influencia que tiene a

lo largo del Pacífico central el ENOS tiene cuatro regiones bien definidas, la 1+2, 3, 3.4, y 4 (Wang *et al.*, 2017; Wang y Lui, 2021). Si bien ENOS ha sido extensamente estudiado durante décadas, su comportamiento aún no se comprende en su totalidad y persiste incertidumbre sobre cómo este fenómeno podría modularse en el futuro ante el cambio climático global (Misra, 2023; Cai *et al.*, 2014). En particular, se requiere investigar con mayor profundidad cómo ENOS impacta en el crecimiento, productividad y distribución de las especies forestales en diferentes áreas tropicales y subtropicales (Lara *et al.*, 2020, Feeley *et al.*, 2012).

Los registros históricos contenidos en los anillos de crecimiento de los árboles han demostrado la influencia de ENOS en zonas próximas al océano Pacífico, tanto en el sur de Sudamérica (Lara *et al.*, 2020) como en el norte de México (Villanueva Díaz *et al.*, 2018). Sin embargo, en América del Sur esta relación climática entre ENOS y el crecimiento forestal se ve modulada por la acción de otros factores, como la Oscilación de Madden-Julian (MJO) y los complejos patrones de circulación atmosférica sobre la extensa cuenca amazónica (Shimizu y Ambrizzi, 2016; Recalde-Coronel *et al.*, 2020).

La MJO es un modo de variabilidad climática intraestacional, que consiste en la propagación de zonas organizadas de convección profunda y precipitaciones intensas, desde el océano Índico hacia el Pacífico tropical (Zhang, 2005). Cuando la MJO se encuentra activa en su fase convectiva, aumenta la probabilidad de ocurrencia de eventos climáticos extremos asociados a ENOS en gran parte de América del Sur, resultando en inundaciones, deslizamientos y otros impactos (Carvalho *et al.*, 2002; Mayta *et al.*, 2019).

Por otra parte, el cambio climático global (CC) también está modificando los patrones espaciales y temporales de ENOS en las últimas décadas, a través de alteraciones en los gradientes de temperatura superficial marina y en los flujos de circulación atmosférica tropical (Cai *et al.*, 2014; Collins *et al.*, 2010). A su vez, el CC está afectando la distribución, composición, funcionalidad y resiliencia de numerosos ecosistemas y especies forestales alrededor del mundo, particularmente su crecimiento

anual, el cual puede registrarse en los anillos de crecimiento de los árboles (Guan *et al.*, 2012; Wu *et al.*, 2015, Pucha *et al.*, 2015).

Las emisiones de gases de efecto invernadero por actividades humanas, los cambios en el uso y cobertura del suelo, y la variabilidad climática interna, actúan en conjunto modulando al CC global (Karl y Trenberth, 2003). Ante este contexto dinámico, resulta fundamental abordar la interrogante: ¿cómo es la influencia diferenciada de ENOS en el crecimiento de distintas especies forestales ubicadas en distintos ecosistemas al sur de Ecuador?

Profundizar en dar respuestas a esta pregunta permitiría mejorar considerablemente los modelos climáticos regionales y los pronósticos ante diversos escenarios de cambio climático, con importantes implicaciones para el diseño de estrategias de adaptación, mitigación y gestión sostenible de los recursos forestales, hídricos y la biodiversidad. Asimismo, aportaría información valiosa para el desarrollo de actividades productivas como la silvicultura y la agricultura, posibilitando anticipar y mitigar los impactos de sequías y estrés hídrico severo sobre las plantaciones forestales, sistemas agroforestales y cultivos leñosos de la región, asociados a distintas fases de ENOS (Sánchez y Reyes, 2015).

Por ello, este estudio tuvo como objetivo analizar la influencia de ENOS en el crecimiento radial anual de siete importantes especies forestales, ubicadas en tres zonas contrastantes (zona de tierras bajas o bosque seco, zona andina, y zona amazónica) al sur de Ecuador.

## **Metodología**

### ***Área de estudio***

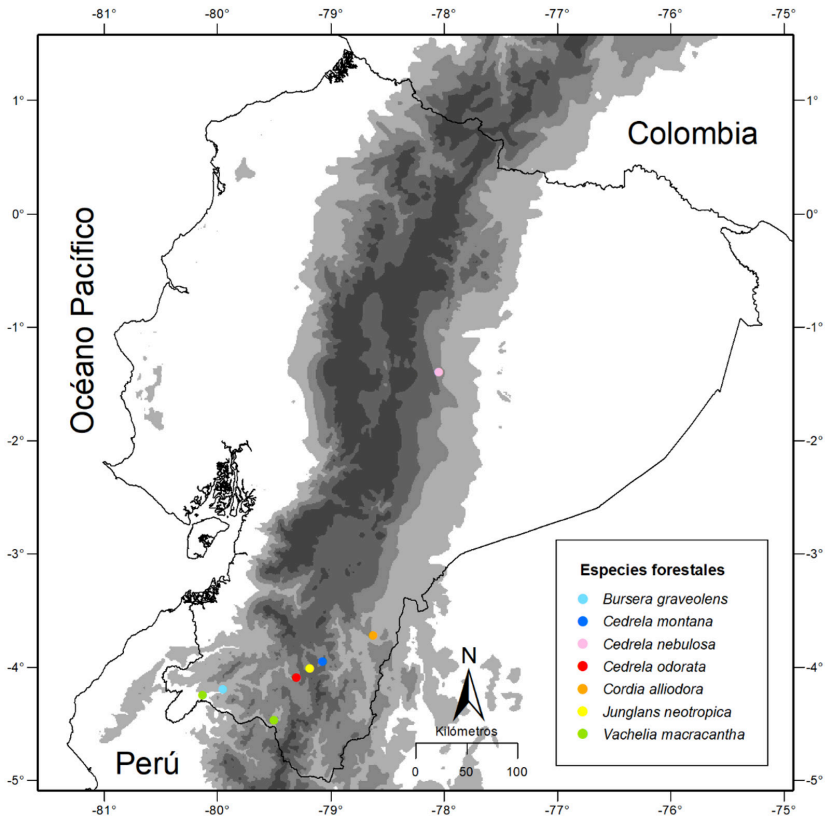
Este estudio se realizó con base en mediciones anuales del ancho de anillos de crecimiento al sur de Ecuador, en siete especies forestales distribuidas en ocho sitios en ecosistemas de bosque seco, andino, y amazónico. En la parte andina se colectaron núcleos de madera en

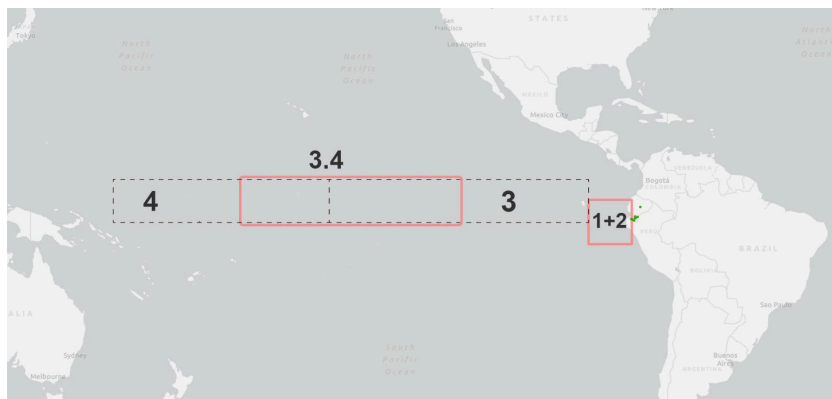


cinco localidades de la provincia de Loja, en la parte Amazónica en dos localidades en la provincia de Zamora Chinchipe, y una localidad en la provincia de Pastaza (figura 1).

**Figura 1**

*Mapa de la ubicación de las especies forestales estudiadas al sur de Ecuador y regiones del ENOS*





Nota. Panel superior muestra las especies forestales que corresponden a los siguientes sitios: *Bursera graveolens*- Laipuna, *Cedrela montana*-parroquia Sabanilla, *Cedrela nebulosa*-parroquia Mera, *Cedrela odorata*-parroquia El Tambo, *Cordia alliodora*-parroquia Los Encuentros, *Juglans Neotropica*- parroquia San Sebastián, y *Vachellia macracantha*-parroquia Zapotillo y Bellavista. Panel inferior muestra a lo largo del Pacífico central las regiones del ENOS donde se resaltan las 1+2 y 3.4 analizadas en este estudio.

Las especies forestales muestreadas en bosque seco fueron *Vachellia macracantha* (Faique) a 338 m s.n.m, ecosistema vegetal clasificado según MAE (2012) como Bosque deciduo de tierras bajas del Jama-Zapotillo-BdTc01, y *Bursera graveolens* (incienso o palo santo) a 648 m s. n. m en el ecosistema Bosque semideciduo piemontano del Catamayo-Alamor-BmPn01. En la parte andina, se muestreó *Cedrela odorata* (Cedro) a 1 477 m s. n. m. en el Bosque y Arbustal semideciduo del Sur de los Valles-BmBn02, *Juglans neotropica* (Nogal) a 2 216 m s. n. m en el Bosque siempreverde montano del Sur de la cordillera Oriental de los Andes-BsMn02, y *Vachellia macracantha* (Faique) a 1336 m s. n. m. en el Bosque semideciduo piemontano del Catamayo-Alamor-BmPn01. En la parte amazónica, en la provincia de Zamora Chinchipe se muestreó *Cedrela montana* (Cedro) a 1974 m s. n. m. en el Bosque siempreverde montano bajo del sur de la cordillera Oriental de los Andes- BsBn02, y *Cordia alliodora* (Laurel costeño) a 901 m s. n. m. en el Bosque siempreverde piemontano de las cordilleras del Cóndor-Kutukú-BsPa02. Además, en dirección norte en la provincia de Pastaza se mues-

treó *Cedrela nebulosa* (*Cedro*) a 1 209 m s. n. m en el Bosque siempreverde piemontano del Norte de la cordillera Oriental de los Andes-BsPn03. Los detalles biogeográficos de cada sitio se muestran en la tabla 1.

La caracterización biogeográfica de cada ecosistema es de la siguiente manera: el BmPn01 va desde los 400 hasta los 1600 m s. n. m., tiene un clima termotropical, con una temperatura anual de 23°C y precipitación anual de 412 mm (MAE, 2012). BmBn02 va desde los 1200 hasta los 2000 m s.n.m, tiene un clima mesotropical, con una temperatura anual de 23 °C y precipitación anual de 414 mm (MAE, 2012). BsMn02 va desde los 2200 hasta los 3000 m s. n. m., tiene un clima mesotropical inferior y superior, una temperatura anual de 11 °C y precipitación anual de 2894 mm (MAE, 2012). BdTc01 va desde los 0 hasta los 400 m s. n. m., tiene un clima infratropical, con una temperatura anual de 26 °C y precipitación anual de 702 mm (MAE, 2012). BsBn02 va desde los 1600 hasta los 2200 m s. n. m, tiene un clima termotropical superior, una temperatura anual de 19 °C y precipitación anual de 2245 mm (MAE, 2012). BsPa02 va desde los 350 hasta los 1400 m s. n. m., tiene un clima termotropical inferior, con una temperatura anual de 24 °C y precipitación anual de hasta 3730 mm (MAE, 2012).

**Tabla 1**

**Información** *biogeográfica de las especies forestales en estudio*

| Especie<br>(Nombre<br>científico-<br>clasificador)            | Provincia-<br>Cantón-<br>Parroquia             | Latitud | Longitud | Altitud<br>(m s. n.<br>m.) | Ecosistema<br>vegetal<br>(MAE, 2012) | Tempe-<br>ratura<br>(°C) | Precipita-<br>ción (mm) |
|---------------------------------------------------------------|------------------------------------------------|---------|----------|----------------------------|--------------------------------------|--------------------------|-------------------------|
| <i>Bursera graveo-<br/>lens</i> - (Kunth)<br>Triana & Planch. | Loja -<br>Macará<br>- Laipuna                  | -4,183  | -79,920  | 648                        | BmPn01                               | 23                       | 412                     |
| <i>Cedrela<br/>montana</i> -<br>Moritz ex Turcz.              | Zamora<br>Chinchipe<br>- Zamora<br>- Sabanilla | -3,973  | -79,071  | 1974                       | BsBn02                               | 19                       | 2245                    |
| <i>Cedrela nebulo-<br/>sa</i> - T.D.Penn.<br>& Daza           | Pastaza<br>- Mera<br>- Mera                    | -1,405  | -78,052  | 1209                       | BsPn03                               | 22                       | 2203                    |

| Especie<br>(Nombre científico-clasificador)                                    | Provincia-Cantón-Parroquia                    | Latitud | Longitud | Altitud<br>(m s. n. m.) | Ecosistema vegetal<br>(MAE, 2012) | Temperatura<br>(°C) | Precipitación (mm) |
|--------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|---------|----------|-------------------------|-----------------------------------|---------------------|--------------------|
| <i>Cedrela odorata</i><br>- Linnaeus,<br>Carl von                              | Loja - Catamayo - El Tambo                    | -4,113  | -79,312  | 1477                    | BmBn02                            | 23                  | 414                |
| <i>Cordia alliodora</i><br>- (Ruiz & Pav.)<br>Oken                             | Zamora Chinchipe<br>- Yantza - Los Encuentros | -3,734  | -78,618  | 901                     | BsPa02                            | 24                  | 3730               |
| <i>Juglans neotropica</i><br>- Diels                                           | Loja - Loja - San Sebastián                   | -4,035  | -79,196  | 2216                    | BsMn02                            | 11                  | 2894               |
| <i>Vachellia macracantha</i><br>- (Humb. & Bonpl. ex Willd.) Seigler & Ebinger | Loja - Zapotillo - Zapotillo                  | -4,256  | -80,141  | 338                     | BdTc01                            | 26                  | 702                |
| <i>Vachellia macracantha</i><br>- (Humb. & Bonpl. ex Willd.) Seigler & Ebinger | Loja - Espíndola - Bellavista                 | -4,503  | -79,495  | 1336                    | BmPn01                            | 23                  | 412                |

## Obtención de datos

### *Series temporales del ancho de los anillos de crecimiento (dendrocronología)*

La obtención de datos de ancho de anillos de crecimiento anual de las siete especies forestales (tabla 1), se obtuvo desde la base de datos del Laboratorio de Dendrocronología de la Universidad Nacional de Loja, Ecuador. Para ello se utilizó métodos dendrocronológicos estandarizados para especies tropicales. Primero, se realizó un proceso de selección de individuos en campo, tomando en cuenta las mejores características fisonómicas del diámetro con fustes cilíndricos, buen estado fitosanitario

y proximidad entre individuos. De cada individuo se extrajeron de dos a cuatro núcleos de madera con un barreno de Pressler. En cada sitio de muestreo, se seleccionaron de 15 a 30 individuos, hasta alcanzar un tamaño de muestra mínimo confiable de 0.85 como lo establece el estadístico de población Expressed Population Signal (EPS). En cada sitio se seleccionó un individuo de referencia del cual se extrajo al menos una muestra de todos sus radios N, S, E, O o de ser posible una sección transversal completa (disco o rodaja) de 3 cm a 5 cm de ancho. Las muestras fueron etiquetadas, montadas, y lijadas en su plano transversal con lijas desde un grano número 60 aumentando progresivamente hasta llegar al grano número 4000, dejando toda la superficie pulida y con una alta visibilidad de su estructura anatómica. Finalmente se realizó la identificación, conteo, y medición de anillos verdaderos en cada especie con la ayuda del sistema de medición de anillos Lintab 6 Pro con el software TsapWin 4.x.

## El Niño-Oscilación del Sur

Los datos climáticos de los índices oceánicos de ENOS 1+2 y ENOS 3.4 de 1850 a 2022 fueron obtenidos de la página web de Physical science laboratory NOAA (Rayner *et al.*, 2003; Reynolds *et al.*, 2002) en formato estándar PSL. Se utilizaron únicamente datos de estas dos regiones porque son las más representativas a lo largo del Pacífico Central.

## Análisis de datos

Los análisis y modelos de datos se realizaron en el entorno de desarrollo integrado RStudio (RStudio Team, 2022). Para el análisis de datos dendrocronológicos, se usaron series temporales anuales del ancho de anillos de crecimiento de cada sitio (tabla 2). Por cada sitio se creó una cronología basada en mediciones del ancho de anillos de distintos individuos. Para ello, primero se realizó un proceso de eliminación de tendencias biológicas por la edad de cada árbol, usando el método *Detrending* del paquete especializado en dendrocronología *dplR* de Bunn (2008). Con ello se creó una cronología o serie temporal por sitio que fue

utilizada para medir el grado de correlación entre el crecimiento anual de cada especie forestal con las variaciones del ENOS 1+2 y ENOS 3.4.

**Tabla 2**

*Tamaño de las cronologías basadas en el ancho de anillos de crecimiento por especie y sitio*

| Especie                                                            | Año    |       | Cronología<br>(años) |
|--------------------------------------------------------------------|--------|-------|----------------------|
|                                                                    | Inicio | Fin   |                      |
| <i>Bursera graveolens</i> (Kunth) Triana & Planch                  | 1900   | 2 011 | 112                  |
| <i>Cedrela montana</i> Moritz ex Turcz.                            | 1949   | 2 018 | 70                   |
| <i>Cedrela nebulosa</i> T.D. Penn. & Daza                          | 1900   | 2 019 | 120                  |
| <i>Cedrela odorata</i> Linnaeus, Carl von                          | 1946   | 2 019 | 74                   |
| <i>Cordia alliodora</i> Ruiz & Pav.                                | 1987   | 2 017 | 31                   |
| <i>Juglans neotropica</i> Diels                                    | 1954   | 2 018 | 65                   |
| <i>Vachellia macracantha</i> (Bellavista) Humb. & Bonpl. ex Willd. | 1980   | 2 019 | 40                   |
| <i>Vachellia macracantha</i> (Zapotillo) Humb. & Bonpl. ex Willd.  | 1997   | 2 019 | 23                   |

Nota. Para la selección de modelos se utilizó el criterio de información de Akaike aplicando la función *AIC()* del paquete *stats*{} (R Core Team and contributors worldwide, 2023), tomando como criterio de selección el modelo con menor AIC y el criterio de no complejidad entre modelos con variación de hasta dos unidades.

Para establecer estas relaciones se utilizó el test de correlación con el método de Pearson aplicando la función *cor.test()* del paquete *stats*{} (R Core Team and contributors worldwide, 2023), y modelos GAM y GLM para verificar cuál tiene mayor ajuste con las variaciones de las series temporales del ancho de los anillos de crecimiento. Los modelos utilizados fueron:

Modelo lineal generalizado (GLM) con la función *glm()* y el argumento familia = “quasipoisson” del paquete *stats*{} (R Core Team and contributors worldwide, 2023).

Modelo aditivo generalizado (GAM) con la función *gam()* del paquete *mgcv* (Wood, 2017), y el Modelo aditivo generalizado (GAM) con el método de estimación de máxima verosimilitud restringida (REML) aplicando la función *gam()* con base = “cr” del paquete *mgcv* (Wood, 2017).

Se utilizaron estos modelos por su flexibilidad y por su rango de distribución de datos para el análisis de series temporales, así como lo recomiendan varios autores como Araújo y Luoto (2007), Hijmans y Graham (2006), Jeschke y Strayer (2008) y Ravindra *et al.* (2019). Para el nivel de significancia de cada modelo se usó un  $p < 0.05$  (van Oijen, 2020).

## Resultados

Los resultados mostraron que ENOS 1+2 tuvo mayor influencia significativa con las especies de bosque seco que son las más cercanas a la región del Pacífico. A diferencia de ENOS 3.4 que mostró mayor influencia significativa en las especies de la región Amazónica en BsPa02 (\*). Sin embargo, tanto ENOS 1+2 y ENOS 3.4 no tuvieron influencia significativa sobre *las especies que crecen* en la zona media y alta de la cordillera andina (tabla 3).

### *Influencia de ENOS 1+2 sobre el crecimiento de las especies forestales*

La influencia de ENOS 1+2 fue más fuerte en las especies cercanas al Pacífico como *B. graveolens* y *V. macracantha* (sitio-Zapotillo) con un nivel de significancia de  $p < 0,001^{**}$ . En menor grado también se encontró una correlación significativa de  $p < 0,032$ ,  $< 0,033$ , y  $< 0,016^*$  en *C. odorata* en BmBn02, *C. nebulosa* BsPn03, y *C. alliadora* en BsPa02 respectivamente ( ) (tabla 3 y figura 2).

Se encontró que el mejor modelo para analizar la relación entre el ancho de anillo y ENOS 1+2 fue el GAM, con un valor  $p$  significativo similar al test de correlación de Pearson.

**Tabla 3**  
*Análisis de significancia entre el crecimiento anual de los árboles y el ENOS 1+2 y ENOS 3.4 con distintos modelos generalizados*

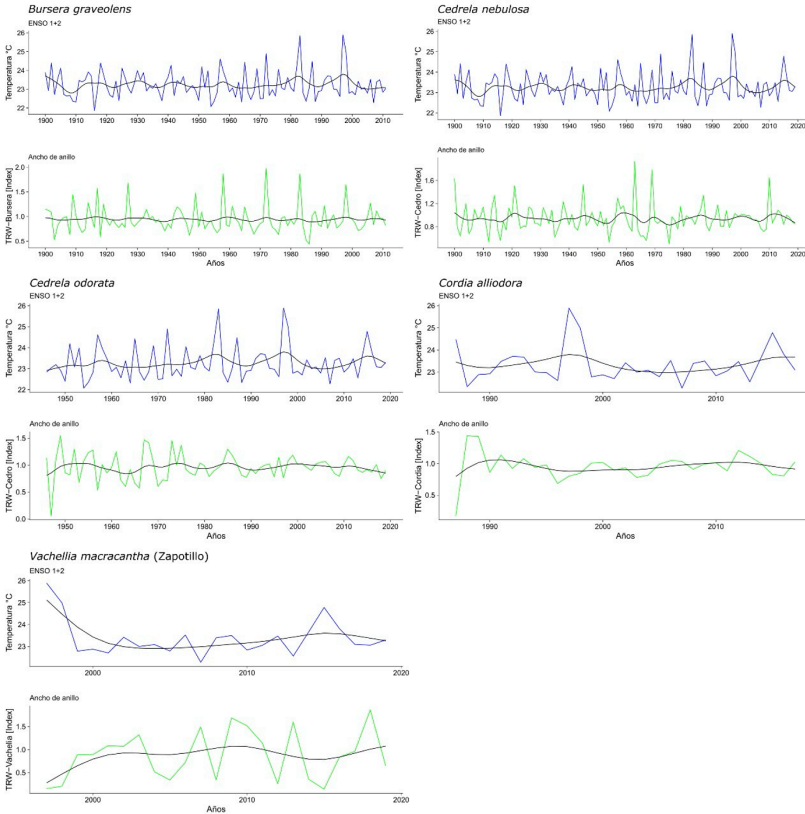
| Especie                                      | ENOS 1+2 |           |                    |           |         | ENOS 3.4 |          |                    |         |        |
|----------------------------------------------|----------|-----------|--------------------|-----------|---------|----------|----------|--------------------|---------|--------|
|                                              | GLM<br>p | GAM<br>p  | GAM<br>(REML)<br>p | p         | r       | GLM<br>p | GAM<br>p | GAM<br>(REML)<br>p | p       | r      |
| <i>Bursera graveolens</i>                    | 0.000222 | 0.0003*** | 0.000891           | 0.0003*** | 0.3343  | 0.129    | 0.131    | 0.131              | 0.131   | 0.144  |
| <i>Cedrela montana</i>                       | 0.805    | 0.8050    | 0.805              | 0.8055    | 0.0300  | 0.566    | 0.567    | 0.567              | 0.567   | 0.070  |
| <i>Cedrela nebulosa</i>                      | 0.0333   | 0.0351*   | 0.0351             | 0.0338*   | 0.1940  | 0.0386   | 0.039*   | 0.0393             | 0.039*  | 0.188  |
| <i>Cedrela odorata</i>                       | 0.0307   | 0.0321*   | 0.0321             | 0.0321*   | -0.2494 | 0.00968  | 0.010*   | 0.0104             | 0.010*  | -0.296 |
| <i>Cordia alliodora</i>                      | 0.0183   | 0.0168*   | 0.0168             | 0.0168*   | -0.4263 | 0.00345  | 0.003**  | 0.00265            | 0.003** | -0.521 |
| <i>Juglans neotropica</i>                    | 0.495    | 0.4940    | 0.529              | 0.4941    | 0.0863  | 0.254    | 0.254    | 0.254              | 0.254   | 0.143  |
| <i>Vachellia macracantha</i><br>(Bellavista) | 0.114    | 0.1092    | 0.109              | 0.1092    | -0.2572 | 0.154    | 0.145    | 0.218              | 0.145   | -0.235 |
| <i>Vachellia macracantha</i><br>(Zapotillo)  | 0.00185  | 0.0018**  | 1.81E-03           | 0.0018**  | -0.6146 | 0.113    | 0.102    | 0.16               | 0.102   | -0.350 |

*Nota.* La tabla muestra al Modelo lineal generalizado (GLM); Modelo aditivo generalizado (GAM); GAM con método de ajuste de máxima verosimilitud residual de modelos lineales mixtos (GAM-REML). Se aplicó el Criterio de información de Akaike (AIC), y se obtuvo el Valor de significancia de la prueba (p); y el Valor de relación entre variables (r). En negrita se muestran los valores significativos de los modelos (p < 0.05).



## Figura 2

Relación entre series temporales del ancho de anillo (TRW) y ENOS 1+2 en las especies forestales más influenciadas



## Influencia de ENOS 3.4 sobre el crecimiento de las especies forestales

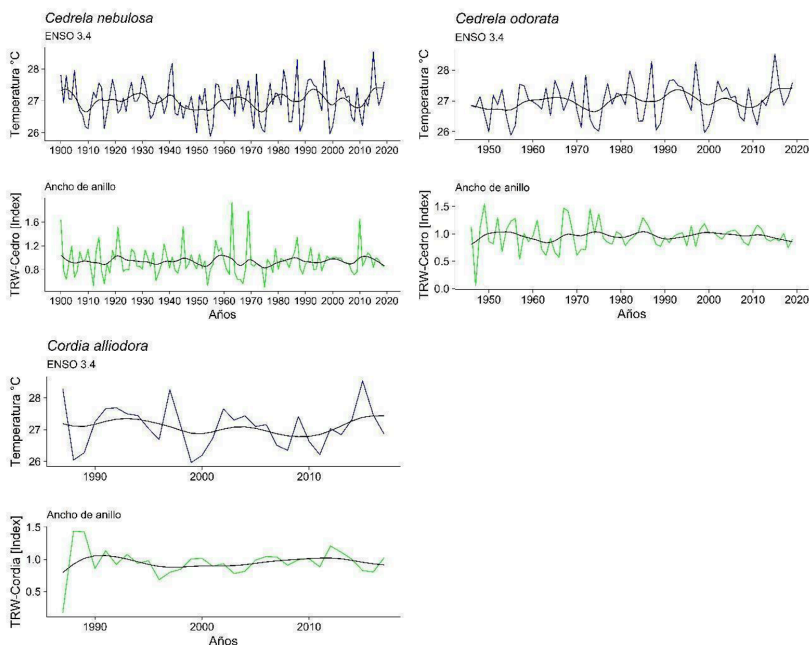
La influencia de ENOS 3.4 fue más significativa sobre el crecimiento de las especies que crecen en la parte amazónica como *C. nebulosa* en BsPn03 ( $p = 0,039^*$ ), y *C. alliodora* BsPa02 ( $p = 0,003^{**}$ ), así como *C.*

*odorata* en BmBn02 ( $p = 0,01^*$ ) de la zona intermedia de la cordillera (tabla 3 y figura 3).

Así mismo, se encontró que el mejor modelo para analizar la relación entre el ancho de anillo y ENOS 3.4 fue el GAM, donde se obtuvo un valor de  $p$  similar al test de correlación de Pearson.

### Figura 3

*Relación del ancho de anillo (TRW) y ENOS 3.4 en especies forestales influenciadas*



## Discusión

La alta variabilidad de los eventos ENOS en cada región del Pacífico aumenta la complejidad para determinar la intensidad de su ocurrencia debido a la interacción con otros fenómenos naturales, especialmente en

el Pacífico central donde su influencia en el crecimiento de los árboles ha sido poco explorada (Pucha-Cofrep *et al.*, 2015). Por ello, este estudio demostró la sensibilidad del crecimiento de los ecosistemas forestales de Ecuador con las anomalías ENOS 1+2 y ENOS 3.4 sobre diferentes áreas terrestres de las tierras bajas donde están los bosques secos, la región interandina, y la región amazónica. Los resultados mostraron que ENOS 1+2, que es la región más cercana a las costas del Ecuador y Perú (Díaz y Markgraf, 2001), influyó de manera más significativa con las especies *B. graveolens* y *V. macracantha*, esto se debe a su ubicación geográfica ya que se encuentran más cercanas a la región litoral del Pacífico en las zonas bajas de la cordillera andina (figura 1).

Sin embargo, en las zonas andinas medias y bajas de la cordillera, no es muy clara la influencia de ningún tipo de ENOS, pero se muestra una leve dependencia entre las variables de acuerdo con lo explicado por los modelos GAM aplicados en este estudio. El modelo aditivo generalizado (GAM) fue seleccionado como el más óptimo mediante el criterio de información de Akaike (AIC) por su mayor flexibilidad frente a modelos lineales, para el análisis de series climáticas y series temporales de crecimiento forestal (Verbyla, 2019). Los GAM permiten estimaciones iterativas con splines suavizantes, mejorando el ajuste (Murase *et al.*, 2009; Dominici *et al.*, 2022). Dada su versatilidad, los modelos GAM y AIC se aplican en estudios de modelamiento climático y ecológico (Araújo y Luoto, 2007; Ravindra *et al.*, 2019). Sin embargo, en los árboles que crecen en estos sitios no se encontró ninguna relación ENOS-crecimiento, por lo cual es importante seguir testeando nuevos modelos que permitan encontrar estas señales climáticas de manera más clara en estos ecosistemas forestales.

Hay que recalcar que esta zona Andina está en un sitio de convergencia climática donde se mezclan las corrientes del Pacífico y del Amazonas por consecuencia de la depresión andina de Huancamamba que es como una puerta de entrada para estas corrientes climáticas. La depresión de Huancabamba comienza en la región sur de Ecuador en la provincia de Loja y se extiende hasta la cordillera de los Andes. Es un área de los

Andes que no está bien explorada y tiene una importante importancia biogeográfica para la región, especialmente por la complejidad de las variaciones climáticas que se dan en este sitio (Richter y Moreira, 2005).

Al contrario del ENOS 1+2, es interesante ver cómo ENOS 3.4 solamente muestra una influencia significativa con las especies *Cedrela nebulosa*, *Cedrela odorata* y *Cordia alliodora* ubicadas en la región amazónica, en su zonas media y baja, y no influye de manera significativa con las especies cercanas a las zonas costeras del Pacífico. En un estudio de Pompa-García y Jurado (2014) se encontró un resultado similar, en el cual ENOS 3.4 ejerce también una gran influencia sobre el crecimiento de Pinus en México que crecen en la parte alta de la cordillera de Sierra Madre Occidental que está lejos de las zonas costeras. Al parecer, el ENOS 3.4 no tiene ninguna influencia en las zonas costeras del Pacífico.

Sin embargo, Mundo *et al.* (2012) en Argentina y Venegas-González *et al.* (2016) en Brasil encontraron que ENOS 3.4 influye positivamente en el crecimiento de ciertas especies, e inclusive Fichtler *et al.* (2004) notó que en Namibia ENOS 3.4 tuvo una influencia positiva en el crecimiento de dos especies arbóreas de ecosistemas semiáridos. Según Venegas-González *et al.* (2016) esto se debe a las características de transición entre signos opuestos en el norte/noreste y el sur, pero Mundo *et al.* (2012) plantea que esto se debe a la diferencia altitudinal o distribución geográfica de las especies.

En un estudio de *C. odorata* de Nunes Menezes *et al.* (2022) se encontró que esta especie solamente responde positivamente a la precipitación más no a la temperatura. Por lo tanto, se requieren más estudios para entender la compleja interacción entre el clima, la fisiología de las especies y su distribución geográfica, a fin de modelar mejor el impacto del ENOS en los distintos ecosistemas forestales (Rojas-Soto *et al.*, 2012).

Además, es importante considerar el efecto de otros fenómenos climáticos globales como el Dipolo del Océano Índico (DOI) y su interacción con ENOS, ya que pueden modular conjuntamente el clima en Sudamérica (Kayano y Andreoli, 2007). Se ha encontrado que el DOI

negativo puede exacerbar los efectos de El Niño, mientras que el DOI positivo puede contrarrestarlos (Abram *et al.*, 2020). Por lo tanto, se requieren análisis multivariados para desentrañar estos efectos complejos sobre el crecimiento forestal en Ecuador y la región.

Finalmente, a medida que el cambio climático altera los patrones de ENOS y otros fenómenos (Cai *et al.*, 2014), es esencial desarrollar modelos predictivos del crecimiento arbóreo ante distintos escenarios climáticos futuros. Esto permitirá generar estrategias de adaptación y conservación de los bosques tropicales frente al calentamiento global (Sánchez y Reyes, 2015). En conclusión, este estudio sentó las bases para futuras investigaciones interdisciplinarias sobre las teleconexiones climáticas y su impacto en la ecología y el manejo sostenible de los bosques tropicales.

## Conclusiones

Este estudio demuestra que el crecimiento de las especies forestales en el sur de Ecuador es altamente sensible a las anomalías climáticas del fenómeno El Niño-Oscilación del Sur (ENOS), específicamente ENOS 1+2 en las zonas más cercanas al litoral del Pacífico, y ENOS 3.4 en la zona amazónica, mientras que las especies interandinas no evidenciaron impactos significativos con ningún ENOS. La influencia diferenciada se debe a la ubicación geográfica y cercanía de las distintas especies a los ecosistemas costeros o amazónicos. Por ello, se requiere investigar más a fondo la interacción compleja entre variables climáticas, fisiología de las especies y su distribución, para mejorar los modelos predictivos ante escenarios de cambio climático, considerando además el efecto combinado de ENOS y otros fenómenos globales mediante análisis multivariados. El uso de modelos flexibles como GAM permite un mejor ajuste para el análisis de series climáticas y forestales. Es así que este estudio sienta las bases para futuras investigaciones interdisciplinarias sobre teleconexiones y su efecto en el crecimiento de bosques tropicales, por lo que se insta a seguir desarrollando modelos predictivos mejorados ante el calentamiento global.

## Referencias bibliográficas

- Abram, N. J., Ummenhofer, C. C., Kiladis, G. N., Sen Gupta, A., England, M. H., McPhaden, M. J.,... y Diaz, H. F. (2020). Coupling of Indo-Pacific climate variability over the last millennium. *Nature*, 579(7799), 385-392. <https://doi.org/10.1038/s41586-020-2084-4>
- Araújo, M. B. y Luoto, M. (2007). The importance of biotic interactions for modelling species distributions under climate change. *Global Ecology and Biogeography*, 16, 743-753. <https://doi.org/10.1111/j.1466-8238.2007.00359.x>
- Bendix, J., Rollenbeck, R., Fabian, P., Emck, P., Richter, M. y Beck, E. (2008). Climate variability. In *Gradients in a Tropical Mountain Ecosystem of Ecuador* (pp. 281-290). [https://doi.org/https://doi.org/10.1007/978-3-540-73526-7\\_27](https://doi.org/https://doi.org/10.1007/978-3-540-73526-7_27)
- Bunn, A. G. (2008). A dendrochronology program library in R (dplR). *Dendrochronologia*, 26(2), 115-124. <https://doi.org/10.1016/J.DENDRO.2008.01.002>
- Cai, W., Borlace, S., Lengaigne, M., Van Rensch, P., Collins, M., Vecchi, G., Timmermann, A., Santoso, A., McPhaden, M. J., Wu, L., England, M., Wang, G., Guilyardi, E. y Jin, F. F. (2014). Increasing frequency of extreme El Niño events due to greenhouse warming. *Nature climate change*, 4(2), 111-116. <https://doi.org/10.1038/nclimate2100>
- Carvalho, L. M., Jones, C. y Liebmann, B. (2002). Extreme precipitation events in southeastern South America and large-scale convective patterns in the South Atlantic convergence zone. *Journal of Climate*, 15(17), 2377-2394. [https://doi.org/10.1175/1520-0442\(2002\)015%3C2377:PEISS%3E2.0.CO;2](https://doi.org/10.1175/1520-0442(2002)015%3C2377:PEISS%3E2.0.CO;2)
- Collins, M., An, S. I., Cai, W., Ganachaud, A., Guilyardi, E., Jin, F. F., Jochum, M., Lengaigne, M., Power, S., Timmermann, A., Vecchi, G. y Wittenberg, A. (2010). The impact of global warming on the tropical Pacific ocean and El Niño. *Nature Geoscience*, 3(6), 391-397. <https://doi.org/10.1038/ngeo868>
- Diaz, H. F. y Markgraf, V. (eds.) (2000). *El Niño and the Southern Oscillation: Multiscale variability and global and regional impacts*. Cambridge University Press.
- Dominici, F., Mcdermott, A., Zeger, S. L. y Samet, J. M. (2022). On the use of generalized additive models in time-series studies of air pollution and health. *American Journal of EPIDEMIOLOGY*, 156(3), 193-203. <https://doi.org/10.1093/aje/kwf062>
- Feeley, K. J., Rehm, E. M. and Machovina, B. (2012). Perspective: the responses of tropical forest species to global climate change: acclimate, adapt, migrate, or go extinct? *Frontiers of biogeography*, 4(2).

- Fichtler, E., Trouet, V., Beeckman, H., Coppin, P. y Worbes, M. (2004). Climatic signals in tree rings of *Burkea africana* and *Pterocarpus angolensis* from semiarid forests in Namibia. *Trees- Structure and Function*, 18(4), 442-451. <https://doi.org/10.1007/s00468-004-0324-0>
- Guan, B. T., Wright, W. E., Chung, C. H. y Chang, S. T. (2012). ENSO and PDO strongly influence Taiwan spruce height growth. *Forest Ecology and Management*, 267, 50-57. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2011.11.028>
- Hijmans, R. J. y Graham, C. H. (2006). The ability of climate envelope models to predict the effect of climate change on species distributions. *Global Change Biology*, 12, 2272-2281. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2486.2006.01256.x>
- Jeschke, J. M. y Strayer, D. L. (2008). Usefulness of bioclimatic models for studying climate change and invasive species. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1134, 1-24. <https://doi.org/10.1196/annals.1439.002>
- Karl, T. R. y Trenberth, K. E. (2003). Modern Global Climate Change. *Science*, 302(5651), 1719-1723. <https://doi.org/10.1126/science.1090228>
- Kayano, M. T. y Andreoli, R. V. (2007). Relations of South American summer rainfall interannual variations with the Pacific Decadal Oscillation. *International Journal of Climatology*, 27(4), 531-540. <https://doi.org/10.1002/joc.1417>
- Lara, A., Villalba, R., Urrutia-Jalabert, R., González-Reyes, A., Aravena, J. C., Luckman, B. H., Cuq, E., Rodríguez, C. y Wolodarsky-Franke, A. (2020). + A 5680-year tree-ring temperature record for southern South America. *Quaternary Science Reviews*, 228, 106087. <https://doi.org/10.1016/j.quascirev.2019.106087>
- Liguori, G., McGregor, S., Singh, M., Arblaster, J. y Di Lorenzo, E. (2022). Revisiting ENSO and IOD contributions to Australian precipitation. In *Geophysical Research Letters* (Vol. 49, Issue 1). John Wiley and Sons Inc. <https://doi.org/10.1029/2021GL094295>
- MAE. (2012). *Sistema de clasificación de los Ecosistemas del Ecuador Continental*. <https://bit.ly/3zPcBRN>
- Mayta, V. C., Ambrizzi, T., Espinoza, J. C. y Silva Dias, P. L. (2019). The role of the Madden-Julian oscillation on the Amazon Basin intraseasonal rainfall variability. *International Journal of Climatology*, 39(1), 343-360. <https://doi.org/10.1002/joc.5810>
- Misra, V. (2023). *El Niño and the Southern Oscillation*. In: *An Introduction to Large-Scale Tropical Meteorology*. Springer Atmospheric Sciences. Springer, Cham. [https://doi.org/10.1007/978-3-031-12887-5\\_7](https://doi.org/10.1007/978-3-031-12887-5_7)

- Mundo, I. A., Roig Juñent, F. A., Villalba, R., Kitzberger, T. y Barrera, M. D. (2012). *Araucaria araucana* tree-ring chronologies in Argentina: spatial growth variations and climate influences. *Trees*, 26(2), 443-458. <https://doi.org/10.1007/s00468-011-0605-3>
- Murase, H., Nagashima, H., Yonezaki, S., Matsukura, R. y Kitakado, T. (2009). Application of a generalized additive model (GAM) to reveal relationships between environmental factors and distributions of pelagic fish and krill: a case study in Sendai Bay, Japan. *ICES Journal of Marine Science*, 66(6), 1417-1424. <https://doi.org/10.1093/icesjms/fsp105>
- Nunes Menezes, I. R., Vieira Aragão, J. R., Pagotto, M. A. y Lisi, C. S. (2022). Teleconnections and edaphoclimatic effects on tree growth of *Cedrela odorata* L. in a seasonally dry tropical forest in Brazil. *Dendrochronologia*, 72. <https://doi.org/10.1016/j.dendro.2022.125923>
- Pompa-García, M. y Jurado, E. (2014). Seasonal precipitation reconstruction and teleconnections with ENSO based on tree ring analysis of *Pinus cooperi*. *Theoretical and Applied Climatology*, 117(3-4), 495-500. <https://doi.org/10.1007/s00704-013-1018-6>
- Pucha-Cofrep, D., Peters, T. y Bräuning, A. (2015). Wet season precipitation during the past century reconstructed from tree-rings of a tropical dry forest in Southern Ecuador. *Global and Planetary Change*, 133, 65-78. <https://doi.org/10.1016/j.gloplacha.2015.08.003>
- R Core Team and contributors worldwide. (2023). *The R stats package*. <https://bit.ly/3NsVPuW>
- Ravindra, K., Rattan, P., Mor, S. y Aggarwal, A. N. (2019). Generalized additive models: Building evidence of air pollution, climate change and human health. *Environment International*, 132. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2019.104987>
- Rayner, N. A., Parker, D. E., Horton, E. B., Folland, C. K., Alexander, L. V., Rowell, D. P., Kent, E. C. y Kaplan, A. (2003). Global analyses of sea surface temperature, sea ice, and night marine air temperature since the late nineteenth century. *Journal of Geophysical Research*, 108(D14), 4407. <https://doi.org/10.1029/2002jd002670>
- Recalde-Coronel, G. C., Zaitchik, B. y Pan, W. K. (2020). Madden-Julian oscillation influence on sub-seasonal rainfall variability on the west of South America. *Climate dynamics*, 54, 2167-2185. <https://doi.org/10.1007/s00382-019-05107-2>
- Reynolds, R. W., Rayner, N. A., Smith, T. M., Stokes, D. C. y Wang, W. (2002). An Improved In Situ and Satellite SST Analysis for Climate



- te. *Journal of Clima*, 15(13), 1609-1625. [https://doi.org/https://doi.org/10.1175/1520-0442\(2002\)015<1609:AIISAS>2.0.CO;2](https://doi.org/https://doi.org/10.1175/1520-0442(2002)015<1609:AIISAS>2.0.CO;2)
- Richter, M. y Moreira-Muñoz, A. (2005). Heterogeneidad climática y diversidad de la vegetación en el sur de Ecuador: un método de fitoindicación. *Revista Peruana de Biología*, 12(2), 217-238. <https://bit.ly/3BKnXXLs>
- Rojas-Soto, O. R., Sosa, V. J. y Ornelas, J. F. (2012). Forecasting cloud forest in eastern and southern Mexico: conservation insights under future climate change scenarios. *Biodiversity and Conservation*, 21(9), 2671-2690. <https://doi.org/10.1007/s10531-012-0322-y>
- RStudio Team. (2022). *Integrated Development for R*. RStudio. <https://www.rstudio.com/>
- Sánchez, L. y Reyes, O. (2015). Medidas de adaptación y mitigación frente al cambio climático en América Latina y el Caribe: Una revisión general. Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). <https://bit.ly/4f220Sk>
- Shimizu, M. H. y Ambrizzi, T. (2016). MJO influence on ENSO effects in precipitation and temperature over South America. *Theoretical and Applied Climatology*, 124(1-2), 291-301. <https://doi.org/10.1007/s00704-015-1421-2>
- van Oijen, M. (2020). Linear Modelling: LM, GLM, GAM and Mixed Models. In *Bayesian Compendium*. Springer International Publishing. [https://doi.org/https://doi.org/10.1007/978-3-030-55897-0\\_19](https://doi.org/https://doi.org/10.1007/978-3-030-55897-0_19)
- Venegas-González, A., Chagas, M. P., Anholetto Júnior, C. R., Alvares, C. A., Roig, F. A. y Tomazello Filho, M. (2016). Sensitivity of tree ring growth to local and large-scale climate variability in a region of Southeastern Brazil. *Theoretical and Applied Climatology*, 123(1-2), 233-245. <https://doi.org/10.1007/s00704-014-1351-4>
- Verbyla, A. P. (2019). A note on model selection using information criteria for general linear models estimated using REML. *Australian and New Zealand Journal of Statistics*, 61(1), 39-50. <https://doi.org/10.1111/anzs.12254>
- Wang, C., Deser, C., Yu, J.-Y., DiNezio, P. y Clement, A. (2017). El Niño and Southern Oscillation (ENSO): A Review. En P. Glynn, D. Manzello, I. Enochs (eds.), *Coral Reefs of the Eastern Tropical Pacific* (Vol. 8, pp. 85-106). Springer. [https://doi.org/10.1007/978-94-017-7499-4\\_4](https://doi.org/10.1007/978-94-017-7499-4_4)
- Wang, S., Mu, L. y Liu, D. (2021). A hybrid approach for El Niño prediction based on Empirical Mode Decomposition and convolutional LSTM Encoder-Decoder. *Computers & Geosciences*, 149, 104695.
- Wood, S. (2017). *Generalized additive models: An introduction with R* (2nd edition). Chapman and Hall/CRC. <https://doi.org/10.1201/9781315370279>

- Wu, D., Zhao, X., Liang, S., Zhou, T., Huang, K., Tang, B. y Zhao, W. (2015). Time-lag effects of global vegetation responses to climate change. *Global Change Biology*, 21(9), 3520-3531. <https://doi.org/10.1111/gcb.12945>
- Zhang, C. (2005). Madden-Julian Oscillation. *Reviews of Geophysics*, 43(2), 1-36. <https://doi.org/10.1029/2004RG000158>



## Capítulo 3

# **Cambio climático y biodiversidad en los bosques secos del noroccidente peruano**

---

Alejandra Cuentas

Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima

[alejandra.cuentasr@pucp.edu.pe](mailto:alejandra.cuentasr@pucp.edu.pe)

<https://orcid.org/0000-0002-5601-9910>

## **Introducción**

El cambio climático no se puede desvincular de los bosques, de sus procesos ni de sus problemas. Según la Fundación M. J. Bustamante De La Fuente (2010), el Perú es uno de los países más vulnerables al cambio climático. Una de las razones es por la riqueza y endemismo de su biodiversidad, al igual que otros países de América Latina (Uribe, 2015). Según el Ministerio del Ambiente (MINAM) (2015), el cambio climático consiste en un gran desafío para los bosques, pues se busca evitar mayores concentraciones de emisiones de los GEI (Gases de Efecto Invernadero) para conservar biodiversidad y apuntar a una sostenibilidad. Los bosques cumplen un rol de reservorios (absorción del carbono de la atmósfera) para la mitigación de los efectos del cambio climático, función que peligra por deforestación y degradación forestal (Organización de las Naciones Unidas para la alimentación, FAO, 2010).

La biodiversidad de los bosques, caracterizada por su variedad en formas de vida, es fundamental para la adaptación de estos ecosistemas a los efectos del cambio climático, sin embargo, las especies también se ven

afectadas y con ello las posibilidades de resistir a los cambios (FAO, 2010; Vallejo *et al.*, 2013). En el contexto del cambio climático, “la biodiversidad mundial se enfrenta hoy a la mayor extinción registrada en los últimos 65 millones de años producto de los fuertes cambios ambientales asociados al rápido aumento de la población humana” (Maass *et al.*, 2019, p. 9). Es así que se hace necesario que la ciencia haga uso de las bases de la biogeografía, cuya unidad de estudio principal es la distribución de especies sobre la superficie terrestre, y por ello una herramienta en el manejo y conservación de la biodiversidad (Ehrlen y Morris, 2015).

Según el MINAM (2013, citado en la FAO, 2016, p. 26), los bosques secos son uno de los grandes ecosistemas forestales prioritarios vulnerables al cambio climático a nivel nacional. Uno de sus graves efectos es, por ejemplo, la desertificación, que a su vez afectaría a la productividad forestal e incluso a comunidades y poblaciones humanas que co-habitan con el bosque (Llerena *et al.*, 2014). Los bosques secos, además de su importancia ecológica, también tienen un valor socioeconómico: son una fuente de productos y servicios para el sustento de muchas familias campesinas (FAO, 2016), pero aún se tiene poco conocimiento sobre ellos, con vacíos en aspectos físicos y biológicos (Sánchez *et al.*, 2013).

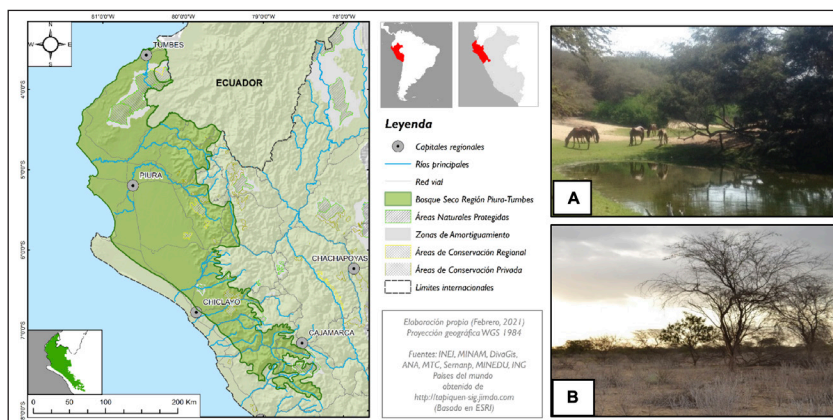
Es así que hay una fuerte vinculación entre las presiones locales con el fenómeno global del cambio climático, pues “la depredación del recurso forestal maderable en bosques secos del norte de nuestro país, provocaría la ruptura del equilibrio natural de este ecosistema, acen- tuándose más los problemas producidos por el cambio climático (...)” (OSINFOR, 2018, p. 62). Por tanto, el objetivo de este estudio consiste en describir y analizar los efectos del cambio climático en una muestra de la biodiversidad de la ecorregión del bosque seco del noroeste peruano: el bosque seco Tumbes-Piura, que forma parte del bosque seco ecuatorial. Estos resultados se muestran en la potencialidad de distribución presente y futura de cada especie vegetal y animal.

## Materiales y métodos

El área de estudio se delimita al bosque seco del noroccidente peruano. De acuerdo con la clasificación de Brack (1986), el Ministerio del Ambiente elaboró el mapa de Ecorregiones del Perú, en el cual se incluye el Bosque Seco Ecuatorial (BSE). En el Perú, el BSE se compone de los bosques secos de la región Tumbes-Piura (bosques secos aledaños al Pacífico), y los bosques secos del Maraón. Los primeros están en el noroccidente peruano (figura 1). Según Conservamos por la Naturaleza (2018), los bosques secos Tumbes-Piura se encuentran entre los departamentos de Tumbes, Piura, Lambayeque, Cajamarca y La Libertad. La particularidad biológica de estos ecosistemas es su alto nivel de endemismo.

### Figura 1

*Mapa de ubicación de la ecorregión Bosque Seco Piura-Tumbes (noroccidente peruano)*



*Nota.* A. Bosque seco del ACP El Cañoncillo, La Libertad (foto propia). B. Bosque Seco del ACR Huacrupe La Calera, Olmos, Lambayeque (foto: Arturo Salazar, foto publicada con el permiso del autor).

En los últimos años se ha evidenciado amplio interés en la predicción de las condiciones ambientales del hábitat de las especies debido a

diversos fenómenos que le afectan. Por medio de modelos representados cartográficamente, se determina la idoneidad del hábitat para una especie con base en una serie de variables o predictores ambientales (Franklin, 2009). Es así que se han desarrollado técnicas estadísticas aplicadas a la ciencia de la biogeografía (Pliscoff y Fuentes-Castillo, 2011; Scheldemann y van Zonneveld, 2010), las cuales se representan en los Modelos de Distribución de Especies (MDE). Las técnicas de modelamiento se basan en algoritmos, y en este caso, en el algoritmo de MaxEnt (Phillips *et al.*, 2006). Este software se basa en el principio de máxima entropía (PME) desarrollado por Shannon (1948), es decir la distribución de máxima probabilidad sujeta a la información establecida en forma de restricciones (Torres y Jayast, 2010), siendo estas las variables climáticas.

Se requieren tres insumos: localidades georreferenciadas; variables ambientales; y algoritmo de MaxEnt.

El primero son las localidades con coordenadas de latitud y longitud, que se pueden obtener de diversas bases de datos o incluso de colectas de campo. En este caso se trabajó con la fuente más utilizada y de mayor información a nivel mundial, *Global Biodiversity Information Facility* (GBIF). Se requirió información con alta precisión de referencia espacial de todas las especies seleccionadas (tabla 1).

El segundo insumo, los predictores ambientales, corresponden a variables bioclimáticas obtenidas de *Worldclim* (Hijmans *et al.*, 2005). Si bien existen otras bases de datos que ofrecen información detallada, *Worldclim* es una de las pocas con información bioclimática estimada a futuro y, por ello, es ampliamente utilizada en estudios de modelamiento. Las variables usadas fueron de resolución espacial de 30 arco-segundos (aproximadamente 900 m x 900 m dependiendo de la latitud). En total son 19 variables bioclimáticas (tabla 1) modeladas para presente y con estimaciones a futuro. Dichas estimaciones varían de acuerdo con los diferentes *Modelos Climáticos Globales* (GCM por sus siglas en inglés) y con base en cuatro escenarios de *Vías de Concentración Representativas* (RCP por sus siglas en inglés), que van desde el escenario más optimista,

donde se lograría una reducción de las emisiones de GEI, hasta el más pesimista, donde se esperan resultados drásticos de las emisiones debido a su incremento (manifestado en unidades de  $W/m^2$ ) (Task Force on Climate-Related Financial Disclosures (TCFD), 2017). Los cuatro RCP son: 2.6, 4.5, 6.0 y 8.5 ( $W/m^2$ ), y en este estudio se ha utilizado los dos más extremos: 2.6 y 8.5. Además, se utilizó el GCM *Community Climate System Model* versión 4 (CCSM4), modelo desarrollado por la *National Science Foundation* (NSF), *Department of Energy* (DOE), *National Aeronautics and Space Administration* (NASA) y la *National Oceanic and Atmospheric Administration* (NOAA), siendo el más utilizado en estudios de modelamiento en Estados Unidos, y cuya información está en Hoffman *et al.* (2006).

El último insumo es el algoritmo de MaxEnt, uno de los más aplicados para trabajos de modelamiento, que busca obtener la máxima distribución bajo un rango de probabilidad. En biogeografía es considerado una herramienta de mayor utilidad en la proyección de distribuciones futuras con base en variables ambientales. Este software ejecuta modelos con rangos de probabilidad 0 a 1 de presencia potencial en el espacio analizado, donde más cerca de 1 se refiere a mayor potencialidad. Asimismo, cada modelo cuenta con un umbral, es decir un valor de mínima probabilidad hasta el cual no es posible la presencia de la especie. Por otro lado, los modelos vienen acompañados de otros resultados como el Área bajo la Curva (AUC), un parámetro que es indicador de la eficiencia del modelo, siendo los valores entre 0.7 a 0.8 un nivel aceptable del modelo, entre 0.8 a 0.9 buena, y de 0.9 a más es una interpretación de eficiencia excelente (Scheldeman y van Zonneveld, 2010). Por último, para cada especie se aplicó la correlación de Pearson para eliminar variables con más de 0.8 de correlación. En la tabla 2 se pueden observar las variables seleccionadas por cada especie y el porcentaje de contribución para el modelo final, mientras que en la *figura 2* muestra el flujo metodológico de la investigación.



**Tabla 1**

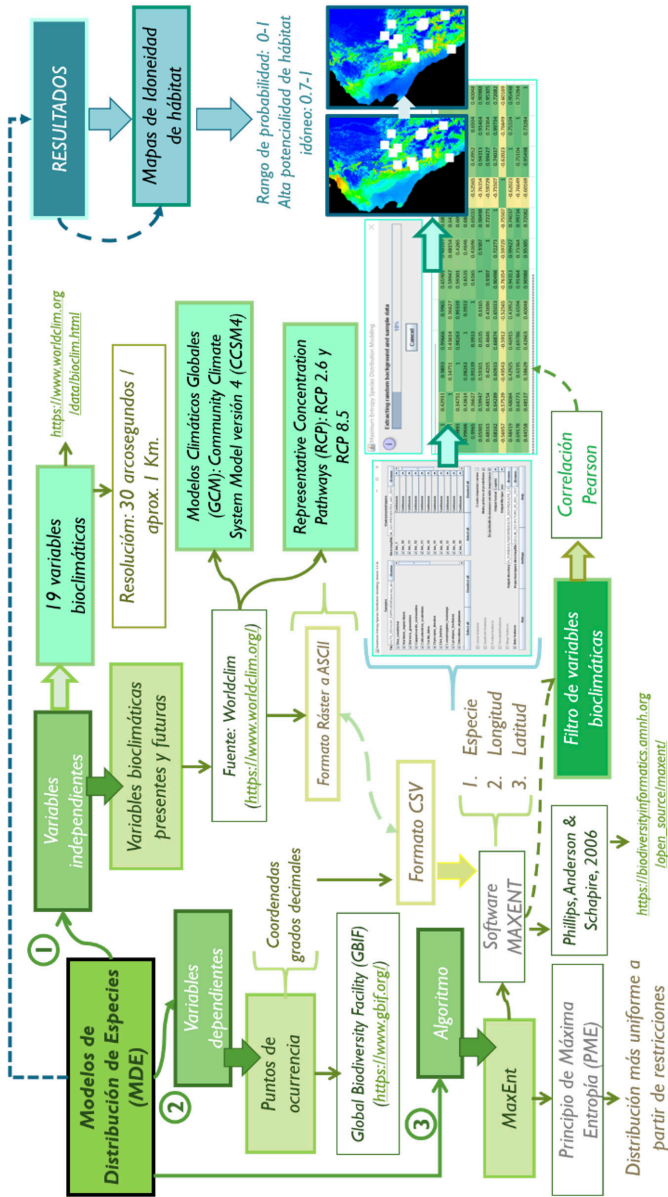
*Variables bioclimáticas utilizadas en el modelamiento  
(obtenidas de la plataforma Worldclim)*

| Variables bioclimáticas |                                                              | Especies                         |              |                        |
|-------------------------|--------------------------------------------------------------|----------------------------------|--------------|------------------------|
|                         |                                                              | Especie                          | Nombre común | Estado de conservación |
| BIO 1                   | Temperatura promedio mensual                                 | <i>Bursera graveolens</i>        | palo santo   | LC                     |
| BIO 2                   | Rango medio diurno (temp. Máx.-temp. Mín.; promedio mensual) | <i>Caparricordis crotonoides</i> | vichayo      | --                     |
| BIO 3                   | Isotermalidad (BIO1/BIO7)*100                                | <i>Colicodendron scabridum</i>   | sapote       | LC                     |
| BIO 4                   | Estacionalidad en temperatura (coeficiente de variación)     | <i>Cordia lutea</i>              | overo        | LC                     |
| BIO 5                   | Temperatura máxima del período más caliente                  | <i>Loxopterygium huasango</i>    | gualtaco     | --                     |
| BIO 6                   | Temperatura mínima del período más frío                      | <i>Parkinsonia aculeata</i>      | palo verde   | LC                     |
| BIO 7                   | Rango anual de temperatura (BIO5-BIO6)                       | <i>Pithecellobium excelsum</i>   | chaquiro     | LC                     |
| BIO 8                   | Temperatura media en el trimestre más lluvioso               | <i>Prosopis sp.</i>              | algarrobo    | --                     |
| BIO 9                   | Temperatura promedio en el trimestre más seco                | <i>Schinus molle</i>             | molle        | LC                     |
| BIO 10                  | Temperatura promedio en el trimestre más caluroso            | <i>Vachellia macracantha</i>     | faique       | LC                     |

| Variables bioclimáticas |                                                               | Especies                       |                     |                        |
|-------------------------|---------------------------------------------------------------|--------------------------------|---------------------|------------------------|
|                         |                                                               | Especie                        | Nombre común        | Estado de conservación |
| BIO 11                  | Temperatura promedio en el trimestre más frío                 | <i>Vallesia glabra</i>         | cuncuno             | LC                     |
| BIO 12                  | Precipitación anual                                           | <i>Boa constrictor ortonii</i> | boa constrictora    | LC                     |
| BIO 13                  | Precipitación en el período más lluvioso                      | <i>Burhinus superciliaris</i>  | huerequeque         | LC                     |
| BIO 14                  | Precipitación en el período más seco                          | <i>Lycalopex sechurae</i>      | zorro costeño       | NT                     |
| BIO 15                  | Estacionalidad de la precipitación (Coeficiente de variación) | <i>Ochthoeca piurae</i>        | pitajo de Piura     | LC                     |
| BIO 16                  | Precipitación en el trimestre más lluvioso                    | <i>Odocoileus virginiaus</i>   | venado cola blanca  | --                     |
| BIO 17                  | Precipitación en el trimestre más seco                        | <i>Penelope albipennis</i>     | pava aliblanca      | EN                     |
| BIO 18                  | Precipitación en el trimestre más caluroso                    | <i>Phytotoma raimondi</i>      | cortarrama peruana  | VU                     |
| BIO 19                  | Precipitación en el trimestre más frío                        | <i>Sciurus straineus</i>       | ardilla nuca blanca | --                     |
|                         |                                                               | <i>Tamandua mexicana</i>       | oso hormiguero      | LC                     |
|                         |                                                               | <i>Tremarctos ornatus</i>      | oso andino          | VU                     |

*Nota.* Lista de especies seleccionadas y estado de Conservación según la lista roja de la UICN: Preocupación menor (LC); Vulnerable (VU); Casi Amenazada (NT), En peligro (EN).

**Figura 2**  
Esquema metodológico de la investigación



## Resultados y análisis

Según la tabla 2 se puede observar que las variables de mayor contribución para especies vegetales son BIO15, BIO16, BIO19, BIO6 y BIO7, es decir que la mayoría se podría ver afectada por cambios en patrones de precipitación. En el caso de especies animales, hay mayor dispersión de la contribución de las variables, pero también se puede hablar de una fuerte influencia de BIO7, BIO15, BIO16 y BIO19.

Según los resultados, dos de las 11 especies vegetales y cinco de las 10 especies animales presentan un potencial aumento en su área de distribución espacial, mientras que la mayoría de las otras especies, entre vegetales y animales, presentan una disminución potencial, es decir, podrían verse afectadas negativamente por el cambio climático. Aquellas con un aumento potencial de su área de distribución, así como idoneidad de hábitat medianos o muy altos, serían las especies *B. graveolens* y *Prosopis* sp. Estas se caracterizan porque su aumento potencial a futuro sería más alto que el escenario presente —particularmente *B. graveolens*— indicando que podría haber un efecto positivo de la variabilidad climática en ellas. La única especie animal que muestra un alto aumento de área potencial e idoneidad de hábitat es *B. c. ortonii*, mientras que *B. superciliaris* y *P. raimondi* muestran un potencial aumento moderado. Dos de los mamíferos estudiados *T. mexicana* y —*T. ornatus*— si bien muestran también un crecimiento en su área potencial e idoneidad de hábitat, no es tan amplio como en las especies anteriores, sino más bien se trata de un cambio mínimo. Es importante recalcar que este análisis se basa únicamente en el área potencial obtenida con valores de idoneidad de 0.7 a 1, es decir usando un umbral alto. Si se tienen en cuenta los datos de toda el área potencial usando el umbral de percentil 10 (obtenido por MaxEnt), es decir como resultados binarios (solo presencia-ausencia), se puede observar que varias de las especies mencionadas disminuyen su área potencial de distribución.

El resto de especies presentan una disminución potencial de su área de distribución, y con ello una disminución de su idoneidad de hábitat. En este caso se puede diferenciar a las especies en dos grupos: 1) aquellas que presentan una disminución de área y de idoneidad de hábitat, pero aún hay un considerable porcentaje de ocupación de área, a pesar de que algunos casos muestran una drástica reducción. Las especies más resaltantes de este grupo son: *C. scabridum*, *L. huasango*, *P. aculeata*, *S. molle*, *V. macracantha*, *V. glabra*, *L. sechurae* y *P. Raimondi*. 2) Especies que a futuro tendrían muy poco porcentaje de ocupación de área (> 5%), que podrían ser de mayor preocupación de acuerdo con los resultados de los modelos, y en varios casos con una idoneidad de hábitat a futuro casi nula. Estas especies son: *C. crotonoides*, *C. lutea*, *P. excelsum*, *O. piurae*, *P. albipennis* y *S. stramineus*. En el caso de la especie *O. virginaus*, si bien presenta un área potencial de distribución para el escenario presente y futuro, su idoneidad no alcanza los valores del umbral utilizado (0.7), por lo cual se considera que no ha tenido aumento o disminución. Los resultados se presentan en mapas de distribución potencial y una tabla con los datos cuantitativos en hectáreas y porcentajes. Los mapas por cada especie se muestran en tres divisiones: a) distribución potencial presente, b) distribución potencial futura según RCP 2.6, y c) distribución potencial futura según RCP 8.5 (figura 2). Asimismo, cada especie cuenta con información básica y, sobre todo, con las observaciones más importantes de los modelos, además de las fuentes de los datos.

**Tabla 2**  
*Variables ambientales seleccionadas por cada especie*  
*(basado en el porcentaje de contribución y en la correlación de Pearson)*

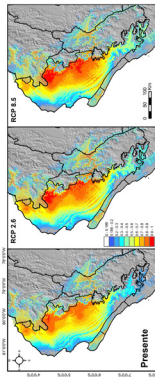
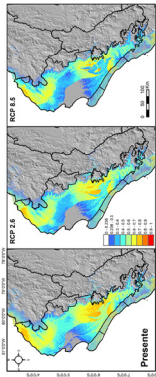
| Especie | <i>B.</i><br><i>graveolens</i> | <i>C.</i><br><i>crotonoides</i> | <i>C.</i><br><i>scabridum</i> | <i>C. lutea</i> | <i>L.</i><br><i>huasango</i> | <i>P.</i><br><i>aculeata</i> | <i>P.</i><br><i>excelsum</i> | <i>Prosopis</i> sp. | <i>S. molle</i> | <i>V.</i><br><i>macracantha</i> | <i>V. glabra</i> |
|---------|--------------------------------|---------------------------------|-------------------------------|-----------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|---------------------|-----------------|---------------------------------|------------------|
| BIO 1   | --                             | --                              | --                            | --              | --                           | --                           | --                           | --                  | --              | 1.3 %                           | --               |
| BIO 2   | --                             | --                              | --                            | --              | --                           | 16.4 %                       | --                           | --                  | --              | 3.2 %                           | 2.9 %            |
| BIO 3   | 16.8 %                         | 0.7 %                           | 7.7 %                         | 1.9 %           | 1.3 %                        | 0.2 %                        | 3.6 %                        | 3.8 %               | 2.5 %           | 37.3 %                          | 1.8 %            |
| BIO 4   | 10.9 %                         | --                              | --                            | --              | --                           | 27.6 %                       | --                           | --                  | --              | 6.2 %                           | 10.4 %           |
| BIO 5   | --                             | --                              | --                            | 0.6 %           | --                           | --                           | --                           | --                  | 4.4 %           | --                              | --               |
| BIO 6   | 16.5 %                         | --                              | --                            | --              | --                           | --                           | --                           | 33.0 %              | 80.4 %          | --                              | --               |
| BIO 7   | --                             | 38.2 %                          | 29.3 %                        | 37.5 %          | 27.1 %                       | --                           | 39.8 %                       | 7.8 %               | 4.5 %           | --                              | --               |
| BIO 8   | --                             | 4.7 %                           | 5.4 %                         | --              | 1.7 %                        | 20.2 %                       | 2.3 %                        | --                  | --              | --                              | 15.9 %           |
| BIO 9   | --                             | 2.8 %                           | 3.8 %                         | --              | 4.2 %                        | --                           | 1.8 %                        | --                  | --              | --                              | 6.2 %            |
| BIO 10  | --                             | --                              | --                            | --              | --                           | --                           | --                           | --                  | --              | --                              | --               |
| BIO 11  | --                             | --                              | --                            | --              | --                           | 0.4 %                        | --                           | --                  | --              | --                              | --               |
| BIO 12  | --                             | --                              | --                            | --              | 8.7 %                        | --                           | 10.0 %                       | --                  | --              | --                              | 17.6 %           |

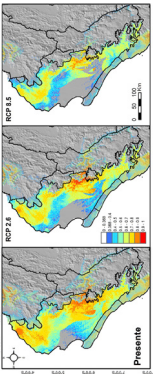
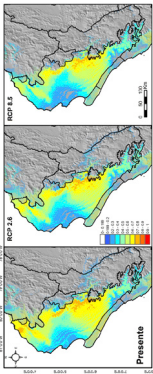
| Especie | <i>B. graveolens</i> | <i>C. cratonoides</i> | <i>C. scabridum</i> | <i>C. lutea</i>  | <i>L. huasango</i> | <i>P. aculeata</i>   | <i>P. excelsum</i> | <i>Prosopis sp.</i>  | <i>S. molle</i>    | <i>V. macracantha</i> | <i>V. glabra</i> |
|---------|----------------------|-----------------------|---------------------|------------------|--------------------|----------------------|--------------------|----------------------|--------------------|-----------------------|------------------|
| BIO 13  | --                   | --                    | --                  | --               | --                 | --                   | --                 | --                   | --                 | --                    | --               |
| BIO 14  | 8.8 %                | --                    | --                  | --               | 2.7 %              | --                   | 0.5 %              | 3.2 %                | --                 | 7.5 %                 | --               |
| BIO 15  | 8.3 %                | 16.4 %                | 12.3 %              | 21.8 %           | 43.2 %             | 0.3 %                | 16.0 %             | --                   | 0.4 %              | 0.4 %                 | 15.0 %           |
| BIO 16  | 34.8 %               | 18.7 %                | 30.8 %              | 12.9 %           | --                 | 33.6 %               | --                 | 29 %                 | 7.7 %              | 26.8 %                | --               |
| BIO 17  | --                   | --                    | 2.3 %               | --               | --                 | --                   | --                 | --                   | --                 | --                    | --               |
| BIO 18  | 2.9 %                | 1.4 %                 | 0.2 %               | --               | 0.5 %              | 1.3 %                | 1.7 %              | 0.7 %                | --                 | 0.6 %                 | 4.4 %            |
| BIO 19  | 1.0 %                | 17.1 %                | 8.1 %               | 21.7 %           | 10.7 %             | --                   | 24.3 %             | 22.4 %               | --                 | 16.8 %                | 25.7 %           |
| Especie | <i>B. c. ortonii</i> | <i>B. supercilii</i>  | <i>L. sechurae</i>  | <i>O. piurae</i> | <i>O. virgatus</i> | <i>P. albipennis</i> | <i>P. raimondi</i> | <i>S. stramineus</i> | <i>T. mexicana</i> | <i>T. ornatus</i>     |                  |
| BIO 1   | --                   | --                    | --                  | --               | --                 | --                   | --                 | --                   | --                 | --                    |                  |
| BIO 2   | 24.4 %               | --                    | --                  | --               | --                 | --                   | --                 | --                   | 1.4 %              | 2.6 %                 |                  |
| BIO 3   | --                   | --                    | 0.2 %               | 41.5 %           | --                 | 7.8 %                | --                 | 2.5 %                | 66.6 %             | 2.6 %                 |                  |
| BIO 4   | 4.3 %                | --                    | --                  | --               | --                 | --                   | --                 | --                   | --                 | 40.1 %                |                  |
| BIO 5   | --                   | 1.1 %                 | --                  | --               | --                 | --                   | --                 | 0.1 %                | 0.1 %              | --                    |                  |
| BIO 6   | --                   | --                    | --                  | 25.2 %           | --                 | --                   | --                 | 4.9 %                | 5.9 %              | --                    |                  |

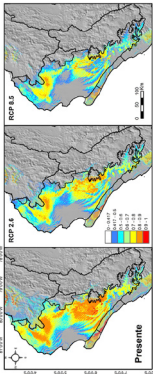
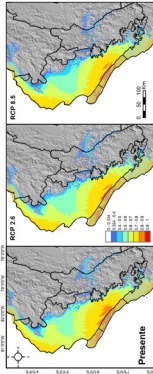
| Especie | <i>B.<br/>graveolens</i> | <i>C.<br/>crotonoides</i> | <i>C.<br/>scabridum</i> | <i>C. lutea</i> | <i>L.<br/>huasango</i> | <i>P.<br/>aculeata</i> | <i>P.<br/>excelsum</i> | <i>Prosopis sp.</i> | <i>S. molle</i> | <i>V.<br/>macracantha</i> | <i>V. glabra</i> |
|---------|--------------------------|---------------------------|-------------------------|-----------------|------------------------|------------------------|------------------------|---------------------|-----------------|---------------------------|------------------|
| BIO 7   | --                       | 14.4 %                    | 16.9 %                  | 3.0 %           | 53.5 %                 | 14.9 %                 | 10.6 %                 | 33.9 %              | --              | --                        |                  |
| BIO 8   | 13.6 %                   | --                        | 5.9 %                   | --              | 13.5 %                 | 7.3 %                  | 18.5 %                 | --                  | --              | --                        |                  |
| BIO 9   | 1.0 %                    | 7.8 %                     | 1.4 %                   | --              | 2.0 %                  | 4.7 %                  | 0.2 %                  | --                  | --              | --                        |                  |
| BIO 10  | --                       | --                        | --                      | --              | --                     | --                     | --                     | --                  | --              | 50.5 %                    |                  |
| BIO 11  | --                       | --                        | --                      | --              | --                     | --                     | --                     | --                  | --              | --                        |                  |
| BIO 12  | --                       | --                        | 24.2 %                  | --              | --                     | 12.2 %                 | --                     | 26.7 %              | --              | --                        |                  |
| BIO 13  | 14.7 %                   | --                        | --                      | --              | --                     | --                     | --                     | --                  | --              | --                        |                  |
| BIO 14  | --                       | --                        | --                      | --              | 20.0 %                 | --                     | --                     | --                  | 13.3 %          | 0.2 %                     |                  |
| BIO 15  | 33.2 %                   | 1.3 %                     | 35.3 %                  | 13.3 %          | 1.2 %                  | 42.6 %                 | --                     | 6.4 %               | --              | 2.6 %                     |                  |
| BIO 16  | --                       | 74.8 %                    | --                      | 2.5 %           | 0.4 %                  | --                     | 70.1 %                 | --                  | 4.6 %           | --                        |                  |
| BIO 17  | --                       | --                        | --                      | --              | --                     | --                     | --                     | 0.1 %               | --              | --                        |                  |
| BIO 18  | 1.3 %                    | --                        | 1.6 %                   | 0.9 %           | 0.5 %                  | --                     | --                     | 3.6 %               | 6.7 %           | 1.2 %                     |                  |
| BIO 19  | 7.5 %                    | 0.6 %                     | 14.6 %                  | 13.5 %          | 8.9 %                  | 10.4 %                 | 0.7 %                  | 21.9 %              | 1.3 %           | 0.3 %                     |                  |

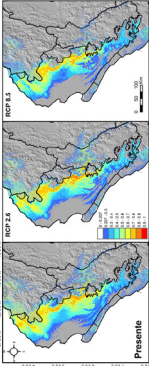
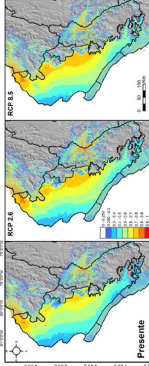


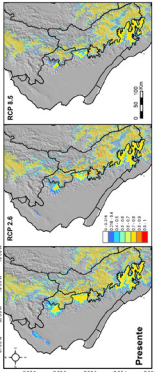
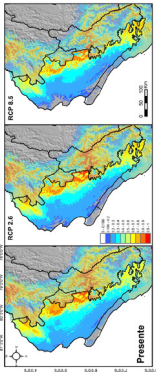
Figura 2  
Mapas de modelamiento de Distribución de cada especie

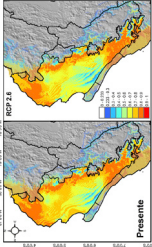
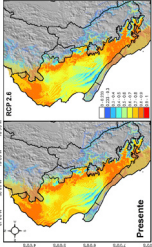
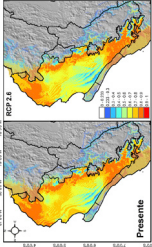
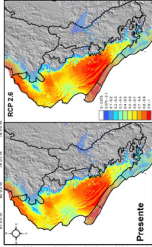
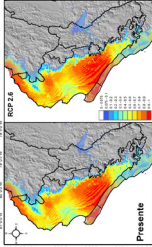
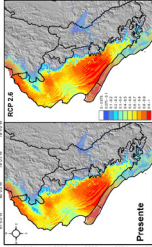
|                                                                                                                                                                                                                    |                                  |              |            |     |       |        |       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |  |                       |       |              |       |              |       |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|--------------|------------|-----|-------|--------|-------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|-----------------------|-------|--------------|-------|--------------|-------|
| Especie                                                                                                                                                                                                            | <i>Bursera graveolens</i>        | Nombre común | palo santo | AUC | 0.967 | Umbral | 0.186 | Área de distribución potencial por cada escenario (hectáreas y porcentaje)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |  |                       |       |              |       |              |       |
|  <p>Área total presente = 4 504 274,18 ha /<br/>RCP 2.6 = 4 609 004,16 ha<br/>RCP 8.5 = 4 622 049,12 ha</p>                     |                                  |              |            |     |       |        |       | Información básica                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |  | Presente              |       |              |       |              |       |
|                                                                                                                                                                                                                    |                                  |              |            |     |       |        |       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |  | Futuro 2050 (RCP 2.6) |       |              |       |              |       |
|                                                                                                                                                                                                                    |                                  |              |            |     |       |        |       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |  | Futuro 2050 (RCP 8.5) |       |              |       |              |       |
|                                                                                                                                                                                                                    |                                  |              |            |     |       |        |       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |  | Hectáreas             | (%)   | Hectáreas    | (%)   | Hectáreas    | (%)   |
|                                                                                                                                                                                                                    |                                  |              |            |     |       |        |       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |  | 1 433 264,24          | 27.71 | 1 748 833,59 | 33.81 | 1 834 701,81 | 35.47 |
| <p>Crece en los bordes de quebradas y en montañas bajas y medias de las costas de Ecuador y Perú. Su uso tradicional es el medicinal y su madera seca se utiliza para producir objetos a mano y en fragancias.</p> |                                  |              |            |     |       |        |       | Observaciones importantes                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |  |                       |       |              |       |              |       |
|                                                                                                                                                                                                                    |                                  |              |            |     |       |        |       | La especie <i>Bursera graveolens</i> presentaría un notable aumento potencial al 2050. Se observa que dicho aumento de idoneidad de hábitat se podría dar en toda la ecorregión del bosque seco Piura-Tumbes, teniendo una mayor intensidad en la zona de Piura y al norte de Lambayeque. Si bien está bajo amenaza por factores antrópicos como cambio de uso de suelo y deforestación, el factor climático podría ser positivo para su distribución futura. |  |                       |       |              |       |              |       |
|                                                                                                                                                                                                                    |                                  |              |            |     |       |        |       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |  |                       |       |              |       |              |       |
| Fuentes:                                                                                                                                                                                                           |                                  |              |            |     |       |        |       | GBIF.org (31 March 2023) GBIF Occurrence Download <a href="https://doi.org/10.15468/dl.h6sk6k">https://doi.org/10.15468/dl.h6sk6k</a>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |  |                       |       |              |       |              |       |
| Manzano (2009)                                                                                                                                                                                                     |                                  |              |            |     |       |        |       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |  |                       |       |              |       |              |       |
| Especie                                                                                                                                                                                                            | <i>Capparicondis crotonoides</i> | Nombre común | vichayo    | AUC | 0.990 | Umbral | 0.236 | Área de distribución potencial por cada escenario (hectáreas y porcentaje)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |  |                       |       |              |       |              |       |
|  <p>Área total presente = 4 203 320,21 ha /<br/>RCP 2.6 = 3 991 424,99 ha<br/>RCP 8.5 = 3 875 543,84 ha</p>                     |                                  |              |            |     |       |        |       | Información básica                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |  | Presente              |       |              |       |              |       |
|                                                                                                                                                                                                                    |                                  |              |            |     |       |        |       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |  | Futuro 2050 (RCP 2.6) |       |              |       |              |       |
|                                                                                                                                                                                                                    |                                  |              |            |     |       |        |       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |  | Futuro 2050 (RCP 8.5) |       |              |       |              |       |
|                                                                                                                                                                                                                    |                                  |              |            |     |       |        |       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |  | Hectáreas             | (%)   | Hectáreas    | (%)   | Hectáreas    | (%)   |
|                                                                                                                                                                                                                    |                                  |              |            |     |       |        |       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |  | 376 480,69            | 7.28  | 174 660,25   | 3.38  | 78096,11     | 1.51  |
| <p>Se utiliza localmente como leña y tiene potencial ornamental para jardinería. Tiene poca demanda de agua. Endémica del sur de Ecuador y norte de Perú (Amazonas, Cajamarca, La Libertad y Lambayeque).</p>      |                                  |              |            |     |       |        |       | Observaciones importantes                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |  |                       |       |              |       |              |       |
|                                                                                                                                                                                                                    |                                  |              |            |     |       |        |       | La especie <i>Capparicondis crotonoides</i> presenta una posible pérdida de área de distribución a futuro. El área de mayor idoneidad (0.7 a 1) no es muy alta en el escenario presente, y prácticamente se pierde gran parte para los dos escenarios futuros. Para el escenario más pesimista (RCP 8.5), se observan posibles cambios drásticos en el norte, centro y sur de la ecorregión del bosque seco.                                                  |  |                       |       |              |       |              |       |
|                                                                                                                                                                                                                    |                                  |              |            |     |       |        |       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |  |                       |       |              |       |              |       |
| Fuentes:                                                                                                                                                                                                           |                                  |              |            |     |       |        |       | GBIF.org (31 March 2023) GBIF Occurrence Download <a href="https://doi.org/10.15468/dl.aw6pf8">https://doi.org/10.15468/dl.aw6pf8</a>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |  |                       |       |              |       |              |       |
| Marcelo-Peña et al. (2010)                                                                                                                                                                                         |                                  |              |            |     |       |        |       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |  |                       |       |              |       |              |       |

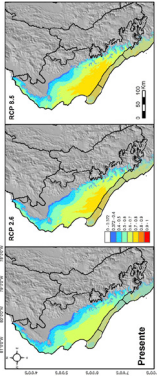
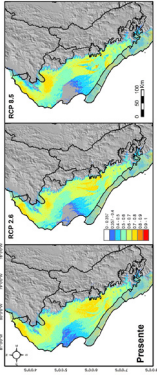
| Especie                                                                                                                                                                              | Colicodendron scabridum                                                             | Nombre común | sapote | AUC                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 0.987 | Umbral | 0.368 | Área de distribución potencial por cada escenario (hectáreas y porcentaje)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                       |              |                       |            |       |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------|--------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|--------|-------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|--------------|-----------------------|------------|-------|
|                                                                                                                                                                                      |  |              |        | <b>Información básica</b><br><br>Especie endémica del sur de Ecuador y norte peruano. Su madera es fina y utilizada para artesanía y carpintería. Sus hojas son consumidas por ganado caprino y ovino en estado seco. Parte de la utilidad de esta especie es para estabilizar taludes y proteger el suelo frente a erosión.        |       |        |       | Presente                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Futuro 2050 (RCP 2.6) |              | Futuro 2050 (RCP 8.5) |            |       |
|                                                                                                                                                                                      |                                                                                     |              |        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |       |        |       | Hectáreas                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | (%)                   | Hectáreas    | (%)                   | Hectáreas  | (%)   |
|                                                                                                                                                                                      |                                                                                     |              |        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |       |        |       | 1 819 981.19                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 35.19                 | 1 129 948.27 | 21.85                 | 583 736.87 | 11.29 |
|                                                                                                                                                                                      |                                                                                     |              |        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |       |        |       | <b>Observaciones importantes</b><br><br>La especie <i>Colicodendron scabridum</i> presenta una disminución en su idoneidad de hábitat, siendo mucho más drástica en el escenario RCP 8.5. Principalmente se puede observar los cambios en el norte de la ecorregión (Tumbes) y en la zona centro (entre Piura y Lambayeque), siendo el porcentaje de pérdida casi de un 15% para el escenario más optimista y más del 20% para el escenario pesimista. |                       |              |                       |            |       |
| <b>Fuentes:</b><br>GBIForg (31 March 2023) GBIF Occurrence Download <a href="https://doi.org/10.15468/dl.e2sp4hq">https://doi.org/10.15468/dl.e2sp4hq</a> Marcelo-Peña et al. (2010) |                                                                                     |              |        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |       |        |       | <b>Área de distribución potencial por cada escenario (hectáreas y porcentaje)</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                       |              |                       |            |       |
|                                                                                                                                                                                      |  |              |        | <b>Información básica</b><br><br>Se cultiva como planta ornamental y se le emplea como leña. Sus hojas y flores se usan localmente como medicinales para hepatitis y males de hígado, tifoidea y fiebre amarilla. Se distribuye en Colombia, Ecuador y Perú (Amazonas, Ancash, Cajamarca, Lambayeque, La Libertad, Piura y Tumbes). |       |        |       | Presente                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Futuro 2050 (RCP 2.6) |              | Futuro 2050 (RCP 8.5) |            |       |
|                                                                                                                                                                                      |                                                                                     |              |        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |       |        |       | Hectáreas                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | (%)                   | Hectáreas    | (%)                   | Hectáreas  | (%)   |
|                                                                                                                                                                                      |                                                                                     |              |        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |       |        |       | 264 535.88                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 5.11                  | 144 959.37   | 2.80                  | 110 634.96 | 2.14  |
|                                                                                                                                                                                      |                                                                                     |              |        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |       |        |       | <b>Observaciones importantes</b><br><br>La especie <i>Cordia lutea</i> presenta una disminución principalmente en la zona centro y en la zona norte de la ecorregión (particularmente en el norte de Tumbes), y donde también disminuye la idoneidad de hábitat más alta. A pesar que las principales amenazas las constituyen actividades forestales y ganaderas, el cambio climático podría ser un determinante moderado en su distribución futura.  |                       |              |                       |            |       |
| <b>Fuentes:</b><br>GBIForg (31 March 2023) GBIF Occurrence Download <a href="https://doi.org/10.15468/dl.9yeu9s">https://doi.org/10.15468/dl.9yeu9s</a> Marcelo-Peña et al. (2010)   |                                                                                     |              |        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |       |        |       | <b>Área de distribución potencial por cada escenario (hectáreas y porcentaje)</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                       |              |                       |            |       |
| <b>Área total presente = 4 367 894.85 ha / RCP 2.6 = 3 902 174.65 ha RCP 8.5 = 3 355 162.81 ha</b>                                                                                   |                                                                                     |              |        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |       |        |       | <b>Área total presente = 4 732 591.01 ha / RCP 2.6 = 4 628 717.83 ha RCP 8.5 = 4 515 587.92 ha</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                       |              |                       |            |       |

| Especie                                                                                                                                                                                                     | <i>Loxopterygium huasango</i>                                                       | Nombre común                                                                                      | gualtaco   | AUC                       | 0.995 | Umbral | 0.417                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Área de distribución potencial por cada escenario (hectáreas y porcentaje)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |       |              |                       |           |              |                       |       |       |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|---------------------------|-------|--------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|--------------|-----------------------|-----------|--------------|-----------------------|-------|-------|
|                                                                                                                                                                                                             |  | Área total presente = 4 123 054.51 ha /<br>RCP 2.6 = 3 563 905.60 ha<br>RCP 8.5 = 3 085 316.05 ha |            | <i>Información básica</i> |       |        | <p>Es una especie cuya madera es aprovechada por su valor comercial, para la fabricación de muebles, entre otros productos. Es muy vulnerable a las largas sequías, ya que afecta a su floración. Tiene importantes propiedades medicinales, y es utilizado también para incensos y combustión.</p>       | Presente                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |       |              | Futuro 2050 (RCP 2.6) |           |              | Futuro 2050 (RCP 8.5) |       |       |
|                                                                                                                                                                                                             |                                                                                     |                                                                                                   |            |                           |       |        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Hectáreas                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | (%)   | Hectáreas    | (%)                   | Hectáreas | (%)          | Hectáreas             | (%)   |       |
|                                                                                                                                                                                                             |                                                                                     |                                                                                                   |            |                           |       |        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 2 163 238.21                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 41.83 | 1 348 006.82 | 61.61                 | 26.06     |              | 826 075.51            |       | 15.97 |
|                                                                                                                                                                                                             |                                                                                     |                                                                                                   |            |                           |       |        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | <i>Observaciones importantes</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |       |              |                       |           |              |                       |       |       |
|                                                                                                                                                                                                             |                                                                                     |                                                                                                   |            |                           |       |        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | La especie <i>Loxopterygium huasango</i> presenta una notoria disminución según los modelos. En el escenario presente se encuentra potencialmente en gran parte del área de la ecorregión de bosque seco, con una idoneidad de hábitat alta (más del 40%). Sin embargo, para ambos escenarios futuros, pierde gran porcentaje de idoneidad debido al cambio climático, llegando incluso a disminuir en casi de un 25 %. |       |              |                       |           |              |                       |       |       |
| <b>Fuentes:</b><br>GBIF.org (31 March 2023) GBIF Occurrence Download <a href="https://doi.org/10.15468/dl.fvqvrf">https://doi.org/10.15468/dl.fvqvrf</a><br>Cerrón <i>et al.</i> (2019)<br>MAE & FAO (2014) |                                                                                     |                                                                                                   |            |                           |       |        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |       |              |                       |           |              |                       |       |       |
| Especie                                                                                                                                                                                                     | <i>Parkinsonia aculeata</i>                                                         | Nombre común                                                                                      | palo verde | AUC                       | 0.887 | Umbral | 0.324                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Área de distribución potencial por cada escenario (hectáreas y porcentaje)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |       |              |                       |           |              |                       |       |       |
|                                                                                                                                                                                                             |  | Área total presente = 4 204 041.37 ha /<br>RCP 2.6 = 4 223 060.27 ha<br>RCP 8.5 = 4 187 532.23 ha |            | <i>Información básica</i> |       |        | <p>Sus hojas y flores son consumidas por ganado vacuno y caprino. Tiene alto potencial para jardinería y no demanda mucha agua. Su distribución se da en México, Paraguay, Ecuador y norte del Perú (Amazonas, Cajamarca, Lambayeque y Piura). Se desarrolla en zonas muy secas y en altitudes bajas.</p> | Presente                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |       |              | Futuro 2050 (RCP 2.6) |           |              | Futuro 2050 (RCP 8.5) |       |       |
|                                                                                                                                                                                                             |                                                                                     |                                                                                                   |            |                           |       |        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Hectáreas                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | (%)   | Hectáreas    | (%)                   | Hectáreas | (%)          | Hectáreas             | (%)   |       |
|                                                                                                                                                                                                             |                                                                                     |                                                                                                   |            |                           |       |        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 1 441 660.54                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 27.87 | 1 286 399.43 | 24.87                 |           | 1 320 162.98 |                       | 25.52 |       |
|                                                                                                                                                                                                             |                                                                                     |                                                                                                   |            |                           |       |        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | <i>Observaciones importantes</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |       |              |                       |           |              |                       |       |       |
|                                                                                                                                                                                                             |                                                                                     |                                                                                                   |            |                           |       |        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Si bien el área potencial de distribución de la especie <i>Parkinsonia aculeata</i> no varía mucho en general, sí hay una disminución en su idoneidad más alta, ubicada en la zona centro-este de la ecorregión, en la región de Lambayeque. Se estima una mayor pérdida en el escenario optimista (RCP 2.6) que en el pesimista (RCP 8.5).                                                                             |       |              |                       |           |              |                       |       |       |
| <b>Fuentes:</b><br>GBIF.org (31 March 2023) GBIF Occurrence Download <a href="https://doi.org/10.15468/dl.179xbz">https://doi.org/10.15468/dl.179xbz</a><br>Marcelo-Peña <i>et al.</i> (2010)               |                                                                                     |                                                                                                   |            |                           |       |        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |       |              |                       |           |              |                       |       |       |

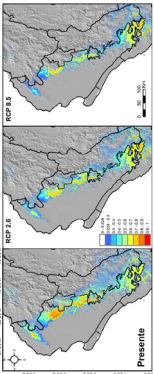
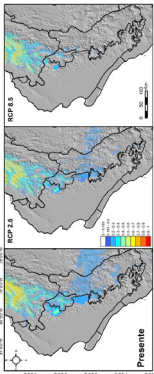
| Especie | <i>Pithecellobium excelsum</i>                                                                                                                                                                                                                       | Nombre común | chaquiro  | AUC                | 0.992 | Umbral | 0.207 | Área de distribución potencial por cada escenario (hectáreas y porcentaje)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |  |  |  |  |
|---------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|-----------|--------------------|-------|--------|-------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|--|--|
|         |  <p>Área total presente = 3 824 399.76 ha /<br/>RCP 2.6 = 3 427 843.30 ha<br/>RCP 8.5 = 3 265 565.76 ha</p>                                                       |              |           | Información básica |       |        | 0.207 | Presente<br>Hectáreas<br>344 603.80<br>(%)<br>6.66<br>Futuro 2050 (RCP 2.6)<br>Hectáreas<br>336 215.75<br>(%)<br>6.50<br>Futuro 2050 (RCP 8.5)<br>Hectáreas<br>244 590.42<br>(%)<br>4.73                                                                                                                                                                                                                                                                                    |  |  |  |  |
|         | Es un arbusto caducifolio que mide entre 2 a 5 metros de altura. Su madera se usa para leña, carbón y para cercos vivos. Sus hojas y frutos son forraje para el ganado vacuno y caprino.                                                             |              |           |                    |       |        |       | Observaciones importantes<br>La especie <i>Pithecellobium excelsum</i> presenta una leve disminución de su idoneidad de hábitat para el escenario optimista (RCP 2.6), y una disminución moderada para el escenario pesimista (RCP 8.5). La zona de mayor reducción de idoneidad es en el norte de la ecorregión. En términos de superficie, podría haber una disminución mínima del área potencial de distribución.                                                        |  |  |  |  |
|         |                                                                                                                                                                                                                                                      |              |           |                    |       |        |       | <b>Fuentes:</b><br>GBIForg (31 March 2023) GBIF Occurrence Download <a href="https://doi.org/10.15468/dl.59srwr">https://doi.org/10.15468/dl.59srwr</a> Aguirre (2012)                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |  |  |  |  |
| Especie | <i>Prosopis sp.</i>                                                                                                                                                                                                                                  | Nombre común | algarrobo | AUC                | 0.938 | Umbral | 0.250 | Área de distribución potencial por cada escenario (hectáreas y porcentaje)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |  |  |  |  |
|         |  <p>Área total presente = 4 787 309.13 ha /<br/>RCP 2.6 = 4 835 320.84 ha<br/>RCP 8.5 = 4 815 678.56 ha</p>                                                       |              |           | Información básica |       |        | 0.250 | Presente<br>Hectáreas<br>315 822.94<br>(%)<br>6.11<br>Futuro 2050 (RCP 2.6)<br>Hectáreas<br>737 643.37<br>(%)<br>14.26<br>Futuro 2050 (RCP 8.5)<br>Hectáreas<br>823 052.88<br>(%)<br>15.91                                                                                                                                                                                                                                                                                  |  |  |  |  |
|         | Árboles muy apreciados por su leña y carbón. Crece en los ecosistemas de bosque secos, en ocasiones cerca de las riberas de cursos de agua. Distribución: entre 450 a 1 200 msnm. Puede sobrevivir de las aguas subterráneas por sus amplias raíces. |              |           |                    |       |        |       | Observaciones importantes<br>En el caso de las especies de <i>Prosopis</i> ( <i>P. pallida</i> y <i>P. juliflora</i> ) muestran un potencial aumento a futuro de su área de distribución y de su idoneidad de hábitat, principalmente en el norte y centro-este de la ecorregión. La idoneidad de hábitat alta particularmente aumenta de forma importante, de un 6% a más de 15%, lo que hace entender que el factor climático podría ser beneficioso para estas especies. |  |  |  |  |
|         |                                                                                                                                                                                                                                                      |              |           |                    |       |        |       | <b>Fuentes:</b><br>GBIForg (31 March 2023) GBIF Occurrence Download <a href="https://doi.org/10.15468/dl.ew3h8f">https://doi.org/10.15468/dl.ew3h8f</a> Marcelo-Peña <i>et al.</i> (2010), Díaz (1995)                                                                                                                                                                                                                                                                      |  |  |  |  |

| Especie                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | <i>Schinus molle</i>         | Nombre común | molle  | AUC                                                                                                                                                                                 | 0.902 | Umbra         | 0.316 | Área de distribución potencial por cada escenario (hectáreas y porcentaje) |                       |           |                       |  |  |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|--------------|--------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|---------------|-------|----------------------------------------------------------------------------|-----------------------|-----------|-----------------------|--|--|
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                              |              |        | <i>Información básica</i>                                                                                                                                                           |       |               |       | Presente                                                                   | Futuro 2050 (RCP 2.6) |           | Futuro 2050 (RCP 8.5) |  |  |
| <p>Especie muy utilizada para reforestación, con resistencia a sequías, heladas y suelos salinos. Se utiliza también para control de la erosión. Tiene un importante uso medicinal (por ejemplo, para tratamiento de enfermedades venéreas y como jarabe para bronquitis) y ornamental.</p>                                                                                                                                 |                              |              |        | Hectáreas                                                                                                                                                                           | (%)   | Hectáreas     | (%)   | Hectáreas                                                                  | (%)                   | Hectáreas | (%)                   |  |  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                              |              |        | 389 201.43                                                                                                                                                                          | 7.53  | 351 494.61    | 6.80  | 328 855.27                                                                 | 6.35                  |           |                       |  |  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                              |              |        | <i>Observaciones importantes</i>                                                                                                                                                    |       |               |       |                                                                            |                       |           |                       |  |  |
| <p>La especie <i>Schinus molle</i> muestra que en cada escenario habría una progresiva pérdida de área de distribución. Si bien al norte de la ecorregión hay poca área y baja idoneidad, a futuro ya no habría potencial de hábitat en dicha zona. Es así que resalta la zona centro-este de la ecorregión, donde se reduce el área potencial, mientras que en el sur no hay una disminución, pero no es tan drástica.</p> |                              |              |        | <b>Fuentes:</b><br>GBIF.org (31 March 2023) GBIF Occurrence Download <a href="https://doi.org/10.15468/dl.26wmg4">https://doi.org/10.15468/dl.26wmg4</a> CONAFOR & CONABIO (s.f.)   |       |               |       |                                                                            |                       |           |                       |  |  |
| Especie                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | <i>Vachellia macracantha</i> | Nombre común | faique | AUC                                                                                                                                                                                 | 0.938 | Umbra         | 0.186 | Área de distribución potencial por cada escenario (hectáreas y porcentaje) |                       |           |                       |  |  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                              |              |        | <i>Información básica</i>                                                                                                                                                           |       |               |       | Presente                                                                   | Futuro 2050 (RCP 2.6) |           | Futuro 2050 (RCP 8.5) |  |  |
| <p>Se usa como leña y carbón, y en sistemas silvopastoriles. Tiene potencial ornamental y como sombra por su gran copa. Se distribuye en América del Sur en Argentina, Bolivia, Brasil, Paraguay, Ecuador y Perú (Amazonas, Apurímac, Cajamarca, Cusco, Lambayeque, La Libertad, Piura y Tumbes).</p>                                                                                                                       |                              |              |        | Hectáreas                                                                                                                                                                           | (%)   | Hectáreas     | (%)   | Hectáreas                                                                  | (%)                   | Hectáreas | (%)                   |  |  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                              |              |        | 475 221.66                                                                                                                                                                          | 9.19  | 482 794.72.11 | 9.33  | 382 377.49                                                                 | 7.39                  |           |                       |  |  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                              |              |        | <i>Observaciones importantes</i>                                                                                                                                                    |       |               |       |                                                                            |                       |           |                       |  |  |
| <p>La especie <i>Vachellia macracantha</i> muestra una posible disminución de su área potencial y de su idoneidad de hábitat, pero en ambos casos es mínimo o moderado. Sin embargo, es importante considerar que para el escenario optimista podría haber un aumento de hábitat idóneo en la zona de estudio, lo cual mostraría que los cambios en el clima no serían tan drásticos para la especie bajo el RCP 2.6.</p>   |                              |              |        | <b>Fuentes:</b><br>GBIF.org (31 March 2023) GBIF Occurrence Download <a href="https://doi.org/10.15468/dl.y8c3fa">https://doi.org/10.15468/dl.y8c3fa</a> Marcelo-Peña et al. (2010) |       |               |       |                                                                            |                       |           |                       |  |  |

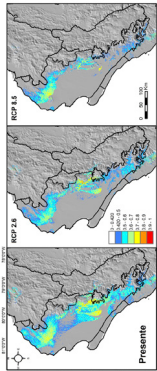
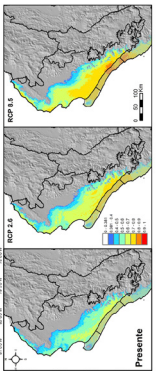
| Especie                         | Nombre común | cuncuno                                                                             | AUC                                                                                 | 0.936                                                                               | Umbral | 0.233 | Área de distribución potencial por cada escenario (hectáreas y porcentaje)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                       |              |                       |              |
|---------------------------------|--------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|--------|-------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|--------------|-----------------------|--------------|
| <i>Vallesia glabra</i>          |              |  |  |  |        |       | Presente                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Futuro 2050 (RCP 2.6) |              | Futuro 2050 (RCP 8.5) |              |
|                                 |              |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                     |        |       | Hectáreas                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | (%)                   | Hectáreas    | (%)                   | Hectáreas    |
|                                 |              |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                     |        |       | 3 130 101.41                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 60.52                 | 2 612 599.07 | 50.51                 | 2 280 416.47 |
|                                 |              |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                     |        |       | <i>Observaciones importantes</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                       |              |                       |              |
|                                 |              |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                     |        |       | La especie <i>Vallesia glabra</i> muestra un cambio muy significativo en los dos escenarios futuros, siendo incluso en el más pesimista donde se ven cambios más considerables. Si bien en los tres escenarios hay una distribución potencial alta, lo más resaltante es la idoneidad de hábitat, ya que gran parte de la ecorregión sería altamente idónea para el crecimiento y desarrollo de esta especie. |                       |              |                       |              |
|                                 |              |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                     |        |       | <b>Fuentes:</b><br>GBIF.org (31 March 2023) GBIF Occurrence Download <a href="https://doi.org/10.15468/dl.vhh7kp">https://doi.org/10.15468/dl.vhh7kp</a> Castañeda (2018)                                                                                                                                                                                                                                     |                       |              |                       |              |
| Especie                         | Nombre común | boa constrictora                                                                    | AUC                                                                                 | 0.985                                                                               | Umbral | 0.075 | Área de distribución potencial por cada escenario (hectáreas y porcentaje)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                       |              |                       |              |
| <i>Boa constrictor orthonii</i> |              |  |  |  |        |       | Presente                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Futuro 2050 (RCP 2.6) |              | Futuro 2050 (RCP 8.5) |              |
|                                 |              |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                     |        |       | Hectáreas                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | (%)                   | Hectáreas    | (%)                   | Hectáreas    |
|                                 |              |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                     |        |       | 1 927 469.63                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 37.27                 | 2 290 571.91 | 44.29                 | 2 577 916.99 |
|                                 |              |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                     |        |       | <i>Observaciones importantes</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                       |              |                       |              |
|                                 |              |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                     |        |       | La especie <i>Boa constrictor orthonii</i> podría aumentar su área de distribución potencial para ambos escenarios futuros, siendo más resaltante el escenario pesimista. En cuanto al área de mayor idoneidad, si bien se sigue concentrando en el norte y centro de la ecorregión, podría mostrar graduales cambios positivos, ya que, según el modelo, podría aumentar en aproximadamente un 12%.          |                       |              |                       |              |
|                                 |              |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                     |        |       | <b>Fuentes:</b><br>GBIF.org (31 March 2023) GBIF Occurrence Download <a href="https://doi.org/10.15468/dl.gbmz58">https://doi.org/10.15468/dl.gbmz58</a> INaturalistEc                                                                                                                                                                                                                                        |                       |              |                       |              |

| Especie | <i>Barlinius superciliaris</i>                                                      | Nombre común | huere-<br>queque | AUC                       | 0.966 | Umbra | 0.372 | Área de distribución potencial por cada escenario (hectáreas y porcentaje)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                       |            |                       |            |
|---------|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------|------------------|---------------------------|-------|-------|-------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|------------|-----------------------|------------|
|         |  |              |                  | <i>Información básica</i> |       |       |       | Presente                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Futuro 2050 (RCP 2.6) |            | Futuro 2050 (RCP 8.5) |            |
|         |                                                                                     |              |                  |                           |       |       |       | Hectáreas                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | (%)                   | Hectáreas  | (%)                   | Hectáreas  |
|         |                                                                                     |              |                  |                           |       |       |       | 0.00                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 0.00                  | 417 636.29 | 8.07                  | 780 780.92 |
|         |                                                                                     |              |                  |                           |       |       |       | <i>Observaciones importantes</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                       |            |                       |            |
|         |                                                                                     |              |                  |                           |       |       |       | La especie <i>Barlinius superciliaris</i> presenta dos aspectos interesantes según los modelos. En primer lugar, hay un posible aumento del área potencial e idoneidad a futuro, que se visualiza claramente a lo largo de la ecorregión. Sin embargo, la idoneidad de hábitat es, en todos los escenarios, media o baja, superando por muy poco el 0.7 a futuro. Esto podría complicar la distribución y crecimiento de la especie. |                       |            |                       |            |
|         |                                                                                     |              |                  |                           |       |       |       | <b>Fuentes:</b><br>GBIF.org (31 March 2023) GBIF Occurrence Download <a href="https://doi.org/10.15468/dl.4m4mb1s">https://doi.org/10.15468/dl.4m4mb1s</a> Conservamos por la Naturaleza (s.f.)                                                                                                                                                                                                                                      |                       |            |                       |            |
| Especie | <i>Lycalopex sechurae</i>                                                           | Nombre común | zorro<br>costeño | AUC                       | 0.996 | Umbra | 0.357 | Área de distribución potencial por cada escenario (hectáreas y porcentaje)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                       |            |                       |            |
|         |  |              |                  | <i>Información básica</i> |       |       |       | Presente                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Futuro 2050 (RCP 2.6) |            | Futuro 2050 (RCP 8.5) |            |
|         |                                                                                     |              |                  |                           |       |       |       | Hectáreas                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | (%)                   | Hectáreas  | (%)                   | Hectáreas  |
|         |                                                                                     |              |                  |                           |       |       |       | 549 285.24                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 10.62                 | 395 172.37 | 7.64                  | 442 710.30 |
|         |                                                                                     |              |                  |                           |       |       |       | <i>Observaciones importantes</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                       |            |                       |            |
|         |                                                                                     |              |                  |                           |       |       |       | La especie <i>Lycalopex sechurae</i> muestra una disminución moderada en su área de distribución y en su idoneidad de hábitat. Lo que se puede observar es que a futuro podría haber zonas de una idoneidad moderada a baja en comparación al escenario presente, así como también algunas áreas ya no serían aptas para su distribución.                                                                                            |                       |            |                       |            |
|         |                                                                                     |              |                  |                           |       |       |       | <b>Fuentes:</b><br>GBIF.org (31 March 2023) GBIF Occurrence Download <a href="https://doi.org/10.15468/dl.4m4mxc">https://doi.org/10.15468/dl.4m4mxc</a> Cosstos (2005), Eisenberg & Redford, 1999, citado por Cosstos (2005, p. 9)                                                                                                                                                                                                  |                       |            |                       |            |

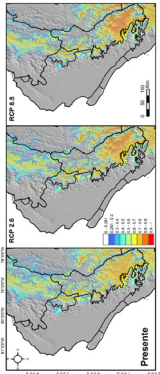


| Especie | <i>Ochthoeca piumae</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Nombre común | pitajo de Piura    | AUC | 0.995 | Umbra | 0.228 | Área de distribución potencial por cada escenario (hectáreas y porcentaje)                                                                                           |  |  |  |  |  |
|---------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|--------------------|-----|-------|-------|-------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|--|--|--|
|         |  <p>Área total presente = 1 580 061.91 ha /<br/>RCP 2.6 = 1 330 927.54 ha<br/>RCP 8.5 = 1 123 367.79 ha</p>                                                                                                                                                                                                                                |              |                    |     |       |       |       | Información básica                                                                                                                                                   |  |  |  |  |  |
|         | <p>Especie con un rango muy restringido y habita en zonas muy amenazadas por la reducción de área y cada vez de menor calidad. Es una especie endémica del Perú con una distribución desde Piura hasta Ancash. Se ha reportado su presencia en el Refugio de Vida Silvestre Laquipampa (Lambayeque), y es muy necesario actualmente realizar más estudios poblacionales y ecológicos de la especie.</p>                       |              |                    |     |       |       |       | Presente<br>Hectáreas (%)<br>241 499.91 4.67 163 040.29 3.15 127 868.29 2.47<br>Observaciones importantes                                                            |  |  |  |  |  |
|         | <p>La especie <i>Ochthoeca piumae</i> presenta una distribución muy limitada al extremo Este de la ecorregión del bosque seco, y para futuro, dicha distribución podría disminuir aún más. Resalta además la pérdida potencial de área idónea que, si bien por cada escenario reduce aproximadamente 1%, esto es significativo teniendo en cuenta la poca área que presenta en relación con el total del área del bosque.</p> |              |                    |     |       |       |       | Fuentes:<br>Serfor (2018)<br>GBIForg (31 March 2023) GBIF Occurrence Download <a href="https://doi.org/10.15468/dl.bu534v">https://doi.org/10.15468/dl.bu534v</a>    |  |  |  |  |  |
| Especie | <i>Odocoileus virginianus</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Nombre común | venado cola blanca | AUC | 0.918 | Umbra | 0.193 | Área de distribución potencial por cada escenario (hectáreas y porcentaje)                                                                                           |  |  |  |  |  |
|         |  <p>Área total presente = 282 641.20 ha /<br/>RCP 2.6 = 192 548.14 ha<br/>RCP 8.5 = 43 331.20 ha</p>                                                                                                                                                                                                                                       |              |                    |     |       |       |       | Información básica                                                                                                                                                   |  |  |  |  |  |
|         | <p>Especie de mamífero que habita distintos ecosistemas de América, y se le puede encontrar en los bosques húmedos tropicales de América Latina y bosques secos ecuatoriales del norte peruano. Su alimentación consiste en arbustos y hierbas. Si bien es objeto de persecución para la caza, no es considerada una especie en peligro.</p>                                                                                  |              |                    |     |       |       |       | Presente<br>Hectáreas (%)<br>0.00 0.00 0.00 0.00 0.00 0.00<br>Observaciones importantes                                                                              |  |  |  |  |  |
|         | <p>La especie <i>Odocoileus virginianus</i> muestra una distribución potencial muy limitada dentro del área de estudio, principalmente en la zona Este de la ecorregión y cerca de la zona límite del bosque seco. Lo interesante en este caso es que su idoneidad de hábitat, bajo ningún escenario, supera el rango de idoneidad alta, es decir entre 0.7 a 1, presentando un 0% en los resultados.</p>                     |              |                    |     |       |       |       | Fuentes:<br>GBIForg (31 March 2023) GBIF Occurrence Download <a href="https://doi.org/10.15468/dl.x93e25">https://doi.org/10.15468/dl.x93e25</a> Animalia.bio (2023) |  |  |  |  |  |



| Especie                    | Nombre común | pava aliblanca                                                                      | AUC                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 0.996 | Umbral | 0.420 | Área de distribución potencial por cada escenario (hectáreas y porcentaje)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                       |            |                       |            |       |
|----------------------------|--------------|-------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|--------|-------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|------------|-----------------------|------------|-------|
| <i>Penelope albipennis</i> |              |  | <b>Información básica</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |       |        |       | Presente                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Futuro 2050 (RCP 2.6) |            | Futuro 2050 (RCP 8.5) |            |       |
|                            |              |                                                                                     | Se reproduce en época de lluvia y se alimenta de hojas, frutos, semillas y flores de distintas especies de arbustos y árboles. Características: plumaje negro, cola larga, ala blanca, carnosidad roja en la garganta y patas rosadas. Su presencia significa que los bosques son saludables y hay agua. Es un importante dispersor de semillas de frutos. |       |        |       | Hectáreas                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | (%)                   | Hectáreas  | (%)                   |            |       |
|                            |              |                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |       |        |       | 133 851.55                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 2.59                  | 70 070.70  | 1.35                  | 36 099.86  | 0.70  |
|                            |              |                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |       |        |       | <i>Observaciones importantes</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                       |            |                       |            |       |
|                            |              |                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |       |        |       | La especie <i>Penelope albipennis</i> presenta claramente una disminución del área potencial hacia el 2050, perdiendo área principalmente en la zona centro de la ecorregión, donde está el departamento de Lambayeque. Hay una clara reducción en cuanto a superficie y hábitat idóneo, lo cual es alarmante teniendo en consideración que es una especie endémica por lo que se estaría perdiendo prácticamente todo su hábitat a futuro. |                       |            |                       |            |       |
|                            |              |                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |       |        |       | <b>Fuentes:</b><br>GBIForg (31 March 2023) GBIF Occurrences Download <a href="https://doi.org/10.15468/dlaeaydx4">https://doi.org/10.15468/dlaeaydx4</a> . Ministerio del Ambiente (MINAM, 2018). Servicio Forestal (SERFOR, 2016).                                                                                                                                                                                                         |                       |            |                       |            |       |
|                            |              |                                                                                     | AUC                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 0.992 | Umbral | 0.381 | Área de distribución potencial por cada escenario (hectáreas y porcentaje)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                       |            |                       |            |       |
| <i>Phytotoma raimondi</i>  |              |  | <b>Información básica</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |       |        |       | Presente                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Futuro 2050 (RCP 2.6) |            | Futuro 2050 (RCP 8.5) |            |       |
|                            |              |                                                                                     | Especie endémica del Perú que se distribuye en la costa norte de Perú, desde Tumbes a Ancash, y habita principalmente los bosques secos ecuatoriales y esta especie es un indicador biológico del estado de conservación de este tipo de hábitat. Se alimenta de hojas de algarrobo, palo negro, vichayo, sapote.                                          |       |        |       | Hectáreas                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | (%)                   | Hectáreas  | (%)                   |            |       |
|                            |              |                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |       |        |       | 83.20                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 0.002                 | 263 245.44 | 5.09                  | 883 149.55 | 17.08 |
|                            |              |                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |       |        |       | <i>Observaciones importantes</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                       |            |                       |            |       |
|                            |              |                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |       |        |       | La especie <i>Phytotoma raimondi</i> muestra un claro aumento de su área de distribución potencial a futuro. Sin embargo, resalta más el gran aumento de la idoneidad de hábitat, siendo prácticamente nula la idoneidad alta en el escenario presente, aumentando en más de 17% para el escenario RCP 8.5. La zona que mayor aumento presenta es en el centro-este de la ecorregión del bosque seco.                                       |                       |            |                       |            |       |
|                            |              |                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |       |        |       | <b>Fuentes:</b><br>GBIForg (31 March 2023) GBIF Occurrence Download <a href="https://doi.org/10.15468/dl9my85q">https://doi.org/10.15468/dl9my85q</a> . Romo et al. (2015). Extinción Animal                                                                                                                                                                                                                                                |                       |            |                       |            |       |



| Especie                                                                                                                                                                                                                                                                                | <i>Tremarctos ornatus</i> | Nombre común | oso andino | AUC | 0.941 | Umbral | 0.261 | Área de distribución potencial por cada escenario (hectáreas y porcentaje)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |  |           |  |                                  |                       |  |                       |           |  |      |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|--------------|------------|-----|-------|--------|-------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|-----------|--|----------------------------------|-----------------------|--|-----------------------|-----------|--|------|
|  <p>Área total presente = 382 617.04 ha /<br/>RCP 2.6 = 79 144.42 ha<br/>RCP 8.5 = 80 719.15 ha</p>                                                                                                 |                           |              |            |     |       |        |       | <i>Información básica</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |  | Presente  |  |                                  | Futuro 2050 (RCP 2.6) |  | Futuro 2050 (RCP 8.5) |           |  |      |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                           |              |            |     |       |        |       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |  | Hectáreas |  | (%)                              | Hectáreas             |  | (%)                   | Hectáreas |  | (%)  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                           |              |            |     |       |        |       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |  | 60 050.61 |  | 1.16                             | 79 144.42             |  | 1.53                  | 80 719.15 |  | 1.56 |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                           |              |            |     |       |        |       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |  |           |  | <i>Observaciones importantes</i> |                       |  |                       |           |  |      |
| Único oso de Sudamérica y especie endémica de los Andes tropicales. Son omnívoros, sin embargo, la carne solo es una parte reducida de su dieta. Es constantemente amenazado por los cambios de uso del territorio, sobre todo por la fragmentación del hábitat, así como por la caza. |                           |              |            |     |       |        |       | La especie <i>Tremarctos ornatus</i> presenta una distribución potencial bastante limitada en el área de la ecorregión, estando más presente en las ecorregiones aleañas. Sin embargo, tiene una presencia potencial en algunos sectores del bosque seco y, sobre todo, podría aumentar su área en cuanto a idoneidad de hábitat a futuro, aunque estos cambios positivos solo se darían de forma mínima, es decir aproximadamente un aumento de 0.4%. |  |           |  |                                  |                       |  |                       |           |  |      |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                           |              |            |     |       |        |       | <b>Fuentes:</b><br>GBIF.org (31 March 2023) GBIF Occurrence Download <a href="https://doi.org/10.15468/dl.scx9sk">https://doi.org/10.15468/dl.scx9sk</a> . Wild Conservation Society (2017-2019). Especies OSO ANDINO                                                                                                                                                                                                                                  |  |           |  |                                  |                       |  |                       |           |  |      |

*Nota.* Distribución presente, Proyección 2050 (RCP 2.6), Proyección 2050 (RCP 8.5), Área potencial de probabilidad 0.7-1 respecto al área potencial futura (RCP 8.5) total. Fuentes: indicadas en el mapa. Resultados de área potencial presente, proyección futura al 2050 bajo el escenario RCP 2.6 y proyección futura al 2050 bajo el escenario RCP 8.5, en hectáreas y porcentaje. El área total es de 5 172 103.58 hectáreas. Se indica con una flecha el aumento o reducción potencial. Fuentes de los mapas: Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), Ministerio del Ambiente (MINAM), DivaGis, Worldclim, GBIF, Países del mundo obtenido de <http://mapiqen-sig.jimdo.com> (basado en ESRI).

## Discusión y conclusiones

Los bosques secos ya han ido sufriendo los cambios en el clima. Por ejemplo, en Piura se han vivido sequías de gran intensidad los últimos años, con temperaturas que no se manifestaban hace 30 años (Lau, 2017). Además, Fremout *et al.* (2020) sostienen que se espera que los bosques secos sean altamente sensibles al cambio climático a futuro, principalmente en relación con los cambios en los patrones de precipitación, es decir una mayor precipitación anual, pero esto junto a mayor aridez en la época seca. Esto podría tener una fuerte relación a las variables que presentaban mayor contribución en la distribución potencial futura de las especies, siendo dichas variables derivadas de las precipitaciones. Se podría interpretar que un incremento de lluvias podría beneficiar el aumento de área de distribución de las especies vegetales, pero para algunas especies los cambios en el rango de temperatura anual podrían ser drásticos.

Sobre las posibles respuestas de la biodiversidad frente al cambio climático, se pueden discutir los casos más resaltantes. Una especie de árbol que podría beneficiarse es el algarrobo (*Prosopis* sp.), ya que su área potencial de distribución podría aumentar a futuro.

Al ser una especie resistente a las condiciones secas del ambiente y absorber agua por sus largas raíces (Cuentas y Salazar, 2017), un aumento de precipitaciones (siendo variables importantes para esta especie), podrían beneficiarla en cuanto a mayor área de distribución. Si bien el escenario futuro para el algarrobo podría figurar optimista, es importante considerar otros factores relacionados. Esta especie se ve afectada actualmente por tala selectiva, una práctica local —y en ocasiones ilegal— que es muy intensa para especies en particular. Por ejemplo, tal como indican Regil *et al.* (2014), la tala selectiva podría generar una transición de ecosistemas de bosque denso a semidenso o incluso bosque ralo, y esto estaría vinculado a la presencia de alguna de las especies con rol importante de dicho ecosistema, y con ello se modifica la dinámica ecosistémica. Por tanto, la pérdida de especies de árboles por intervención antrópica puede desequilibrar las relaciones con otras especies forestales, lo cual podría

acarrear en una eventual reducción de la cobertura vegetal y con ello una mayor intensificación al cambio climático. Asimismo, este fenómeno antrópico podría afectarla negativamente de forma indirecta, ya que podría propiciar la dispersión de un virus que causaría la mortalidad de árboles de *P. pallida* (Fremout *et al.*, 2020).

Por otro lado, algunas especies más afectadas serían el vichayo, ove-ro, palo verde y sapote. Por ejemplo, en el caso del sapote (*C. scabridum*), su floración se relaciona indirectamente con la temperatura, ya que este proceso aumenta en los meses anteriores a la estación húmeda, es decir cuando no hay lluvias (Palacios-Ramos *et al.*, 2022); y esto se relaciona a la variable de mayor contribución para la especie, la BIO16 (precipitación en el trimestre más lluvioso), indicando que posiblemente el aumento de precipitaciones no sea favorable para el crecimiento del sapote a futuro. Por otro lado, la fructificación aumenta en los meses donde la temperatura anual presenta sus valores más altos (Palacios-Ramos *et al.*, 2022). Esto se relaciona con los resultados de la otra variable de mayor contribución, la BIO7 (rango anual de temperatura). Los cambios en el clima podrían reconfigurar las poblaciones de estas especies a distintos niveles, lo cual sería determinante en la composición biológica a futuro.

Según la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, 2016), los impactos del cambio climático en bosques secos, actualmente, y en particular en ciertas especies como *P. pallida*, *C. scabridum* y *C. lutea*, se manifiestan en su vigorosidad y productividad, las cuales están variando por los cambios en temperaturas máximas y mínimas.

Asimismo, se esperan impactos negativos a futuro como una mayor intensidad en las precipitaciones, con efectos como inundaciones y expansión de enfermedades y plagas, menor producción forestal de los bosques secos, sequías con mayor frecuencia y afectaciones en el crecimiento de especies como el algarrobo (FAO, 2016). Por tanto, si bien el aumento de lluvias podría aportar a la regeneración de los bosques también influi-

rían en la propagación de patógenos que afecten a las especies vegetales. Además, también es importante tener en cuenta que:

Con el incremento de las temperaturas, en especial con la tendencia al incremento del rango entre las máximas y mínimas, se pueden magnificar problemas sanitarios que alteren la fenología de los bosques, los debiliten y afecten gravemente su producción (...). (FAO, 2016, p. 6)

Esto podría darse con especies vegetales como *C. crotonoides*, *C. lutea*, *L. huasango*, *P. aculeata*, y *P. excelsum*, las cuales presentan una fuerte influencia de variables de temperatura como BIO6 y BIO7. Un caso particular es el de la especie *S. molle*, para la cual la variable BIO6 (temperatura mínima del período más frío) presenta una contribución muy alta a comparación de las otras variables.

Probablemente el aumento de temperatura en las épocas más frías se relacione con las prolongaciones de las épocas de sequías, y según Medellín-Zabala (2018), el molle sería una especie que no es resistente a las sequías en los ecosistemas secos en Colombia, lo cual podría darse también en los bosques secos del norte peruano, ya que su área de distribución e idoneidad de hábitat podría disminuir a futuro. Si bien hay especies que podrían ser beneficiadas por los cambios en el clima, es importante no dejar de lado otras variables como las antrópicas, que integradas al cambio climático, podrían dar un panorama futuro distinto. Un ejemplo es *B. graveolens* (palo santo), la cual, al igual que otras especies, se encuentra en peligro por la extracción y comercio ilegal (El Tiempo, 2017).

En el caso de las especies animales, una de las de mayor importancia, en términos generales en el contexto de bosques secos, es *P. albipennis* (pava aliblanca), que es una de las pocas que a nivel nacional cuenta con un plan de manejo; sin embargo, su condición de endémica potencia el peligro frente a posibles cambios drásticos en su hábitat. Según Angulo (2004), esta especie ocupa territorios en conjunto y sus individuos interactúan entre sí cuando las condiciones climáticas son secas o con pocas lluvias, por lo que cambios en el clima podrían suponer cambios en

su comportamiento. Esto se relaciona con las variables bioclimáticas que más aportan al modelo, las de precipitación, por lo cual tendría sentido la reducción del área potencial e idoneidad de hábitat.

Es una especie dispersora y reguladora en el ecosistema, pero las actividades antrópicas destruyen su hábitat y vulneran su estabilidad, y es considerada una especie indicadora de ecosistemas saludables, especie bandera por su contribución a la conservación de otras especies y especie simbólica por su historia respecto a su presunta extinción (Cavero y Samamé, 2005). Algo similar ocurre con la cortarrama peruana, la cual presenta un aumento que, si bien no es muy alto, sí es considerable. Posiblemente este aumento se debe a la influencia de la variable BIO16 (precipitación en el trimestre más lluvioso). Es decir que cambios en la intensidad de las precipitaciones podría aportar en la distribución de la especie, pues su hábitat principal, en gran parte del año, es seco y con poca presencia de lluvias (Rivas, 2015), y un mayor tiempo de sequías tiene efectos negativos en su hábitat (Romo *et al.*, 2015). Sin embargo, se deben tener en cuenta las amenazas antrópicas de expansión agrícola y urbana, la tala selectiva de árboles y sobrepastoreo (Romo *et al.*, 2015), y que especies vegetales como sapote, faique y vichayo, que son dominantes en su hábitat (More *et al.*, 2017), podrían disminuir su área de distribución e idoneidad, siendo esto un efecto indirecto del cambio climático para la cortarrama peruana. Otra ave endémica y con resultados un poco más preocupantes es la especie *Ochthoeca piurae*, de la cual aún hay insuficiente información sobre sus amenazas, sobre todo en relación con el cambio climático. Sin embargo, según el modelo, podría tener una afectación negativa en su potencial distribución; mientras que BirdLife International (2020) sostiene que, si bien no presenta el mismo grado de amenaza que otras especies, sí se estima que la degradación del hábitat por actividades antrópicas estaría afectando su población.

El caso del oso andino (*T. ornatus*) es interesante en el sentido que su área potencial de distribución no es muy amplia en el bosque seco de la región Tumbes-Piura, pero sí lo es en el bosque seco del Marañón.

Esta especie tiene un importante rol ecológico por ser dispersora de semillas en grandes extensiones y largas distancias, lo cual aporta a la regeneración natural del bosque. Es también una especie focal, es decir que se moviliza por varios ecosistemas y diferentes hábitats para obtener sus recursos y reproducción. Esta especie podría tener un aumento en su área de distribución potencial y esto podría tener relación con la variedad de hábitats que puede ocupar. Sin embargo, es una especie vulnerable a pesar de estar protegida por leyes nacionales e internacionales de actividades de caza y comercio (Vela *et al.*, 2011). Estas condiciones de amenaza en el bosque seco, donde hay mayor riesgo de pérdida por la poca distribución potencial que presenta, deben tenerse en cuenta en esfuerzos de conservación, y si bien es una de las pocas especies con un plan de manejo, y particularmente protegida en ANP en la ecorregión, aún se requieren estrategias de conservación frente a actividades antrópicas que degradan su hábitat cada vez más intensas.

El oso hormiguero (*T. mexicana*), si bien es una especie con poca información, los estudios de Humanez y Chacón (2014) y de Rojano *et al.* (2014) presentan información sobre su distribución, incluyendo en estos el noroeste peruano y los bosques secos como parte de su hábitat, indicando que puede llegar a sobrevivir en bosques a cierto nivel de perturbación. Por tanto, es una especie que podría llegar a adaptarse a ecosistemas perturbados, y estas condiciones podrían incluir cambios en los patrones climáticos, ya que, según el modelo, habría efectos positivos en su distribución potencial. En el caso de la boa constrictora (*B. c. orthonii*), su condición de endémica se agrega al hecho de que se distribuye en microhábitats en los bordes de ríos y quebradas (Venegas, 2005), por lo cual un cambio en la intensidad de lluvias podría aumentar su rango de distribución, ya que podría incrementar las zonas de humedad.

Sin embargo, es importante analizar este caso, ya que los resultados de idoneidad son altos en los tres escenarios, pero la información obtenida es aún limitada a muy pocos datos y una distribución muy dispersa. Probablemente una mayor disponibilidad de datos georreferenciados



de la especie podría mostrar un mayor ajuste en el modelo en cuanto a distribución e idoneidad. Además, se debe considerar que está en peligro por las amenazas humanas al ser confundida con especies venenosas (Vásquez, 2015).

Es importante continuar investigando sobre esta subespecie de *Boa constrictor*, pues falta mayor información y conocimiento sobre su distribución (Venegas, 2005). Según el modelamiento, la especie presenta un área potencial de distribución futura casi estable. Sin embargo, es importante tener en cuenta que, como toda especie de reptil, es sensible al cambio climático, ya que estas especies necesitan un rango de calor necesario para sus procesos biológicos, por lo que cualquier cambio en los rangos de temperatura en el ambiente podría afectarlas en muchos aspectos —comportamiento, distribución o reproducción— (Sinervo citado en Galina *et al.*, 2017, p. 21). Los resultados muestran un aumento en la distribución de la boa constrictora, lo que podría relacionarse a que, si bien hay un considerable aporte de variables de temperatura (BIO2 y BIO8), la contribución de la variable de precipitación (BIO15) es mayor.

El zorro costeño (*L. sechurae*) tiene una distribución amplia, ya que ocupa zonas costeras incluyendo desiertos, bosques secos y la transición entre ellos, lo cual se muestra en los resultados del modelo; pero también habita cerca de zonas agrícolas y de ocupación humana, por lo que sufre de amenazas por presión humana al ser considerado un predador de animales domésticos, algo que en realidad es poco habitual en el zorro. Por tanto, aún hay desconocimiento del comportamiento de esta especie, pero la continua amenaza antrópica y fragmentación de su hábitat sigue avanzando, dificultando así su desarrollo y distribución (Cossíos, 2004, 2005).

Si bien el área potencial es amplia, hay una tendencia a disminuir su rango de distribución a futuro debido al cambio climático, principalmente por variaciones en los patrones de precipitación que podrían alterar a la especie, pues esta habita en ecosistemas secos. Si bien la disminución no es tan significativa, se debe mirar esto hacia las próximas décadas e inte-

garlo con otras presiones que sufre la especie, además de las relaciones bióticas, ya que el cambio climático podría no ser tan drástico para el zorro directamente, pero sí indirectamente, por la afectación a especies cuyos frutos forman parte de su dieta, como por ejemplo el sapote (Cossíos, 2005), que sí sufre afectaciones negativas más intensas.

En conclusión, el cambio climático, además de otros problemas como la deforestación, tala de árboles y degradación de hábitats, así como los vacíos de información de muchas especies del bosque seco, muestra lo vulnerable que puede ser la biodiversidad frente a procesos globales y locales, manifestados en modelos con potencial disminución de muchas de las especies a futuro en cuanto a idoneidad de hábitat. Además, los altos niveles de endemismo en la ecorregión despiertan una alarmante preocupación por posibles pérdidas irreparables.

Los problemas del cambio climático son solo una amenaza más a la biodiversidad, pues los bosques secos enfrentan la tala selectiva, una práctica que ha reducido la población de varias especies por su alta demanda, además de otras presiones humanas como la destrucción del hábitat por ampliación agrícola y la caza para comercio ilegal, afectando a las especies más vulnerables (Angulo, 2009). No se puede dejar de lado además la importancia de las relaciones bióticas, ya que, si bien algunas especies muestran posibles cambios no tan relevantes o incluso positivos a futuro, su co-dependencia con otras especies podría también mostrar un impacto indirecto del cambio climático. Además del ejemplo del zorro costeno, también está el caso de la pava aliblanca, ya que su hábitat está conformado, entre otras especies, por *L. huasango*, *C. lutea*, *P. excelsum* y *C. scabridum* (Alcalde *et al.*, 2008) siendo algunas de estas potencialmente afectadas por el cambio climático, manifestando posibles cambios en la configuración del hábitat. Esto también ocurre con la cortarrama peruana, cuyo hábitat está compuesto principalmente por algarrobo y faique (*V. macracantha*) (Romo *et al.*, 2015) presentando esta última especie una posible reducción de su área de distribución e idoneidad de hábitat.

En el método de los MDE, las variables utilizadas fueron netamente climáticas para analizar la distribución futura respecto al cambio climático; sin embargo, los resultados en cuanto a área potencial pueden ser más finos de acuerdo con la información que se agregue al modelo. Según Mateo *et al.* (2012) son muchos factores los que pueden influir en la distribución de una especie, y uno de ellos son las relaciones bióticas entre distintas especies, las cuales determinan y modifican el nicho ecológico de cada especie de acuerdo con la disponibilidad de recursos. Asimismo, hay barreras biogeográficas que pueden frenar los accesos de algunas especies a ciertas áreas a pesar de que, según el modelo, sean favorables o idóneas. A partir del uso de los MDE, algunos autores recomiendan posibilidades de medidas o acciones que se pueden tomar respecto a la biodiversidad. Por ejemplo, Rodríguez-Craverro *et al.* (2015) sostienen que gracias a estos resultados se pueden proponer sistemas de monitoreo de especies con potenciales cambios negativos, mientras que Ibarra-Montoya *et al.* (2012) proponen aprovechar estas estimaciones para restauración y conservación, con la participación de actores de interés y grupos humanos locales. Si bien siempre es importante una validación de la información en campo, este método aporta en el análisis de las posibles causas de los cambios y es una herramienta que optimiza esfuerzos y que nos permite la definición de áreas prioritarias para fines de conservación (Figueroa *et al.*, 2016). Asimismo, la determinación de dichas áreas prioritarias como posibles nuevas áreas protegidas debe darse con base en las tendencias de disminución y a la estabilidad de algunas zonas, ya que esto también permite la mitigación de efectos en un futuro mucho más lejano.

Surgen entonces propuestas para implementar la conservación a corto plazo a partir de estimaciones a un largo plazo por medio de los modelos de distribución. Una de estas propuestas es la creación de corredores ecológicos. Uribe (2015) sostiene que los corredores “se constituyen como territorios que conectan hábitats (...), superficies naturales y ecosistemas. Esto, mediante la creación, ampliación, y consolidación de áreas protegidas que permitan asegurar el mantenimiento de la biodiversidad y de los procesos ecológicos y evolutivos” (p. 53). Su ventaja es la

facilidad en la movilidad de las especies animales en un paisaje con un nivel de transformación, la regeneración natural de la cobertura vegetal y a un mayor flujo entre individuos de una misma especie (García y Abad, 2014). Estos corredores se deben centrar en las especies clave o que se encuentran en mayor amenaza, y que estos formen parte de las políticas de conservación regionales y nacionales. Por tanto, con base en los estudios de modelamiento se pueden crear investigaciones y propuestas futuras de acuerdo con la conectividad del paisaje. Esta posibilidad de conexión, junto a la ampliación de áreas de conservación prioritarias, permitirá que empecemos a movernos en materia de protección de la biodiversidad al ritmo del movimiento de los cambios en el espacio. Asimismo, se puede dar un mayor uso y aprovechamiento desde la mirada social a estos esfuerzos de conservación, por ejemplo, para implementar el ecoturismo y programas de educación ambiental.

## Referencias bibliográficas

- Aguirre, Z. (2012). *Especies forestales de los bosques secos del Ecuador. Guía dendrológica para su identificación y caracterización*. Proyecto Manejo Forestal Sostenible ante el Cambio Climático, MAE/FAO-Finlandia. Quito, Ecuador, 140 p.
- Alcalde, M., Reynel, C. y Angulo F. (2008). Vegetación de la Quebrada Pavas (Lambayeque, Perú) para reintroducción de *Penelope albipennis*. *Zonas Áridas*, 12(1), 60-73.
- Angulo, F. (2004). Dispersión, supervivencia y reproducción de la pava aliblanca *Penelope albipennis* Taczanowski, 1877 (*Cracidae*) reintroducida a su hábitat natural en Perú. *Ecología Aplicada*, 3(1-2), 112-117. <http://dx.doi.org/10.21704/rea.v3i1-2.278>
- Angulo, F. (2009). Los bosques secos del noroeste del Perú: una invitación a la reflexión. *Xilema* 21, 50-53.
- Animalia.bio (2023). Venado cola blanca. <https://bit.ly/486vSKS>
- BirdLife International. (2020). *Ochthoeca piurae*. The IUCN Red List of Threatened Species 2020: e.T22699947A180915045. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2020-3.RLTS.T22699947A180915045.en>
- Brack-Egg, E. (1986). Las ecorregiones del Perú. *Boletín de Lima*, 44, 57-70.
- Camino del puente. (2016). Jueves Ecológico: La Ardilla Nuca Blanca.

- Castañeda, N. (2018). Link *Vallesia glabra* (Cav) Link (etnobotánica). <http://dx.doi.org/10.13140/RG.2.2.16188.13440>
- Cavero, T. y Samamé, H. (2005). Salud y conservación de la pava aliblanca *Penelope albipennis* (Cracidae). *Ciencia y Desarrollo*, 6, 51-58. <http://dx.doi.org/10.21503/cyd.v6i0.1203> [Health and conservation of the white-winged turkey hen *Penelope albipennis* (Cracidae)]
- Cerrón J., Atkinson R., Thomas E., Cornelius J. P. (2019). *Fuentes semilleras y especies forestales de los bosques secos tropicales del norte del Perú: estado actual y prioridades futuras*. Documento de Trabajo número 301. Centro Internacional de Investigación Agroforestal, Lima, Perú. <http://dx.doi.org/10.5716/WP19057.PDF>
- Comisión Nacional Forestal (CONAFOR) & Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). (s.f.) *Schinus molle* L. <https://bit.ly/4dIsLdz>
- Conservamos por la Naturaleza. (11 de agosto de 2018). Bosques Secos: una ecorregión que renace. <https://bit.ly/3BFjFAM>
- Conservamos por la Naturaleza (s.f.). Sal de tu casa y busca al huerequeque. <https://bit.ly/3Y8jdT7>
- Cossíos, D. (2004). Relaciones entre el zorro de Sechura, *Pseudalopex sechurae* (Thomas), y el hombre en el Perú. *Ecología Aplicada*, 3(1-2), 134-138. <http://dx.doi.org/10.21704/rea.v3i1-2.282> [Sechuran fox (*Pseudalopex sechurae*): relationship with people in Peru]
- Cossíos, D. (2005). *Dispersión y variación de la capacidad de germinación de semillas ingeridas por el zorro costeno (Lycalopex sechurae) en el Santuario Histórico Bosque de Pómac*. Universidad Nacional Mayor de San Marcos, 53 pp.
- Cuentas, M. y Salazar, A. (2017). De la especie al ecosistema; del ecosistema a la sociedad: revalorizando el algarrobo (*Prosopis Pallida*) y el reto de su conservación en Lambayeque y en la costa norte del Perú. *Espacio y desarrollo*, (30), 129-159. [From species to ecosystem, from ecosystem to society: The revalorization of *Prosopis pallida* and the challenge of its conservation in Lambayeque and the north coast of Peru].
- Ehrlen, J. y Morris, W. (2015). Predicting changes in the distribution and abundance of species under environmental change. *Ecology Letters*, 18(3), 303-314. <https://doi.org/10.1111/ele.12410>
- Extinción Animal. Cortarramas Peruano. <https://extincionanimal.org/cortarramas-peruano/>

- Figueroa, J. Stucchi, M. y Rojas-VeraPinto, R. (2016). Modelación de la distribución del oso andino *Tremarctos ornatus* en el bosque seco del Maraón. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 87, 230-238. <https://doi.org/10.1016/j.rmb.2016.01.008> [Modeling of Andean bear *Tremarctos ornatus* distribution in the dry forest of Maraón (Peru)].
- Franklin, J. (2009). *Mapping Species Distribution. Spatial Inference and Prediction*. Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511810602>
- Fremout, T., Thomas, E., Gaisberger, H., Van Meerbeek, K., Muenchow, J., Briers, S., Gutierrez, C. E., Marcelo-Peña, J. L., Kindt, R., Atkinson, R., Cabrera, O., I., Espinosa, C., Aguirre, Z. y Muys, B. (2020). Mapping tree species vulnerability to multiple threats as a guide to restoration and conservation of tropical dry forests. *Global Change Biology*, 26(6), 3552-3568. <https://doi.org/10.1111/gcb.15028>
- Fundación M. J. Bustamante De La Fuente. (2010). *Cambio Climático en el Perú: Costa Norte*. Lima: Fundación Manuel J. Bustamante De La Fuente, 108 pp.
- Galina, P., Lara, R., Valdez, J. y Méndez, F. (2017). Los reptiles ante el cambio climático. *Mediterráneas, Conservando la belleza natural de Baja California*, 8, 21-24.
- García, F. y Abad, J. (2014). Los corredores ecológicos y su importancia ambiental: Propuestas de actuación para fomentar la permeabilidad y conectividad aplicadas al entorno del río Cardena (Ávila y Segovia). *Observatorio Medioambiental*, 17, 253-298 [http://dx.doi.org/10.5209/rev\\_OBMD.2014.v17.47194](http://dx.doi.org/10.5209/rev_OBMD.2014.v17.47194) [The ecological corridors and their environmental importance: Action proposals to promote permeability and connectivity applied to the Cardena river surroundings (Ávila and Segovia)].
- Hijmans, R., Cameron, S., Parra, J., Jones, P. y Jarvis, A. (2005). Very high resolution interpolated climate surfaces for global land areas. *International Journal of Climatology*, 25(15), 1965-1978 <http://doi.org/10.1002/joc.1276>.
- Hoffman, F., Fung, I., Randerson, J., Thornton, P., Foley, J., Covey, C., John, J., Levis, S., Mac Post, W., Vertenstein, M., Stöckli, R., Running, S., Heinsch, A., Erickson, D. y Drake, J. (2006). Terrestrial biogeochemistry in the community climate system model. *Journal of Physics: Conference Series*, 46, 363-369. <http://doi.org/10.1088/1742-6596/46/1/051>
- Humanez, E. y Chacón, J. (2014). Taxonomía, identificación y distribución de las especies del suborden vermilingua en Colombia. En Rojano, C., Miranda,

- L. y Ávila, R., *Manual de Rehabilitación de Hormigueros de Colombia* (pp. 18-31). Fundación Cunaguaro, Geopark Colombia S.A.S. El Yopal.
- Ibarra-Montoya, J., Rangel-Peraza, G., González-Farias, F., De Anda, J., Martínez-Meyer, E. y Macías-Cuellar, H. (2012). Uso del modelado de nicho ecológico como una herramienta para predecir la distribución potencial de *Microcystis sp.* (cianobacteria) en la presa hidroeléctrica de Aguamilpa, Nayarit, México. *Revista Ambiente & Agua—An Interdisciplinary Journal of Applied Science*, 7(1), 218-234 <http://dx.doi.org/10.4136/ambi-agua.607> [Use of ecological niche modeling as a tool for predicting the potential distribution of *Microcystis sp.* (cyanobacteria) in the Aguamilpa Dam, Nayarit, Mexico].
- iNaturalistEc. Boa Macanche (*Boa constrictor ssp. ortonii*). <https://bit.ly/4eKyXmn>
- Lau, J. (9 de febrero de 2017). Los bosques secos luchan contra el olvido en el Perú. *Mongabay*. Periodismo ambiental independiente. <https://bit.ly/3BOYZ9O>
- Llerena, C., Yalle, S. y Silvestre, E. (2014). *Los bosques y el cambio climático en el Perú: situación y perspectivas*. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.
- Maass, A., Samaniego, H. Amaya, L. Chávez, R., Corcoran, D., Fonturbel, F., García, N., Pérez, M. F., Poulin, E., Salas, C., Scherson, R., Tevy, F., Travisany, D. y Vergara, G. (2019). *Datos en biodiversidad: Un informe para COP25*. En P. A. Marquet et al. *Biodiversidad y cambio climático en Chile: Evidencia científica para la toma de decisiones. Informe de la mesa de Biodiversidad*. Santiago: Comité Científico COP25; Ministerio de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación.
- Manzano, P. (2009). Potencial Fitofármaco de *Bursera Graveolens* (“Palo Santo”), del Bosque Seco Tropical, Península de Santa Elena, Provincia del Guayas. *Journal of Chemical Information and Modeling*, 53(9), 1689-1699. <https://bit.ly/3U9ArhO>
- Marcelo-Peña, J., Pennington, R., Reynel, C. y Zevallos, P. (2010). *Guía ilustrada de la flora lenhosa de los bosques estacionalmente secos de Jaén, Perú*. Royal Botanic Garden Edinburgh.
- Mateo, R., Felicísimo, Á. y Muñoz, J. (2012). Modelos de distribución de especies y su potencialidad como recurso educativo interdisciplinar. *Reduca (Biología) Serie Ecología*, 5(1), 137-153.
- Ministerio del Ambiente. (2015). *Presentación de Perú de un Nivel de Referencia de Emisiones Forestales (NREF) para reducir las emisiones por deforestación en la Amazonía Peruana*. Lima.

- Ministerio del Ambiente. (2018). *Listado de Especies de Fauna Silvestre CITES-PERÚ*. Lima. Dirección General de Diversidad Biológica.
- Ministerio del Ambiente del Ecuador (MAE) & Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). (2014). *Propiedades anatómicas, físicas y mecánicas de 93 especies forestales*. Ecuador. Quito, 105 p.
- National Geographic. (2010). Animales: *Boa constrictor*. <https://bit.ly/3BLsFEG>
- Organismo de Supervisión de los Recursos Forestales y de Fauna Silvestre (OSINFOR). (2018). *Aprovechamiento forestal maderable en bosques secos en el norte del Perú*. Presidencia del Consejo de Ministros y OSINFOR.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). (2010). *La FAO, los bosques y el cambio climático. Trabajando con los países para hacer frente al cambio climático por medio de la gestión forestal sostenible*. Departamento Forestal de la FAO, pp. 1-20.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) (2016). *Los bosques y el cambio climático en el Perú*. Documento de trabajo 14. Roma.
- Phillips, S., Anderson, R. y Schapire, R. (2006). Maximum entropy modeling of species geographic distributions. *Ecological Modelling*, 190, 231-259 <http://dx.doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2005.03.026>
- Pliscoff, P. y Fuentes-Castillo, T. (2011). Modelación de la distribución de especies y ecosistemas en el tiempo y en el espacio: una revisión de las nuevas herramientas y enfoques disponibles. *Revista de Geografía Norte Grande*, 61-79. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-34022011000100005>
- Regil, H., Maass, S., Ordóñez, J., Nava, G. y Mallén, C. (2014). Procesos de deforestación y reducción de densidad del arbolado del Parque Nacional Nevado de Toluca. *Rev. Mex. Cien. For.* 5(23), 42-63. <https://doi.org/10.29298/rmcf.v5i23.341> [Deforestation and tree density reduction of the Nevado de Toluca national park].
- Rivas, E. (2015). Ámbito de hogar, fidelidad al sitio y selección de recursos de la Cortarrama Peruana (*Phytotoma raimondii*) en el bosque seco de Talara, noroeste de Perú. *Ornitología Neotropical*, 26(2), 179-191. <https://doi.org/10.58843/ornneo.v26i2.25>
- Rodríguez-Cravero, J., Grossi, M., Fuentes-Castillo, T. y Gutiérrez, D. (2015). Cambio climático y modelado de distribución de especies de Stevia (Asteraceae) en el noroeste de la Argentina. *Ecología Austral*, 27(3), 462-473. <https://doi.org/10.25260/EA.17.27.3.0.588> [Climatic change and species modeling of Stevia (Asteraceae) in northwestern Argentina].



- Rojano, C, Miranda, L. y Ávila, R. (2014). *Manual de Rehabilitación de Hormigueros de Colombia*. Fundación Cunaguaro, Geopark Colombia S.A.S. El Yopal, Casanare, 155 pp.
- Romo, M., Rosina, M., Flanagan, J., Pollack, L. y Franke, I. (2015). Escasa presencia y grave amenaza para el cortarramas peruano, *Phytotoma raimondii*. *Revista peruana de biología*, 22(2), 213-224. <http://dx.doi.org/10.15381/rpb.v22i2.11355> [Scarce occurrence and high threat of the Peruvian Plantcutter, *Phytotoma raimondii*].
- Sánchez, M., Medina, P., Otivo, J., Lobatón, S., Molero, S. y Becerra, C. (2013). *Mejorando capacidades para elaborar proyectos REDD en Ecosistemas de Bosque Seco*. Ministerio de Asuntos Exteriores de Finlandia; Manejo Forestal Sostenible en la Región Andina, AIDER.
- Scheldemann, X. y van Zonneveld, M. (2010). *Training Manual on Spatial Analysis of Plant Diversity and Distribution*. Roma: Bioversity International. [Manual de Capacitación en Análisis Espacial de Diversidad y Distribución de Plantas].
- Shannon, C. (1948). A mathematical theory of communication. *The Bell System Technical Journal*, 379-423. <http://dx.doi.org/10.1002/j.1538-7305.1948.tb01338.x>
- Servicio Forestal. (2016). *Plan Nacional de Conservación de la pava aliblanca (Penelope albipennis)*. Lima: SERFOR.
- Task Force on Climate-Related Financial Disclosures (TCFD). (2017). *The use of scenario analysis in disclosure of climate-related risks and opportunities*. Technical Supplement. <https://bit.ly/489BvYX>
- Torres, R. y Jayast, P. (2010). Modelos predictivos de distribución para cuatro especies de mamíferos (cingulata, artiodactyla y rodentia) típicas del chaco en Argentina. *Mastozoología Neotropical*, 17(2), 335-352. [Predictive distribution models to four species of mammals (Cingulata, Artiodactyla and Rodentia) typical of the Argentinean Chaco].
- Uribe, E. (2015). *El cambio climático y sus efectos en la biodiversidad en América Latina*. Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).
- Vallejo, A. F. (2021). *Simosciurus neboxii*. En Brito, J., Camacho, M. A., Romero, V. y Vallejo, A. F. (eds.), *Mamíferos del Ecuador*. Versión 2018.0. Museo de Zoología, Pontificia Universidad Católica del Ecuador. <https://bit.ly/3YnS2oF>
- Vallejo, A. F. y Boada C. (2021). *Tamandua mexicana*. En Brito, J., Camacho, M. A., Romero, V. y Vallejo, A. F. (eds.), *Mamíferos del Ecuador*. Versión

- 2018.0. Museo de Zoología, Pontificia Universidad Católica del Ecuador. <https://bit.ly/4h2qFrD>
- Vallejo, C., Leverón, M. y Ramos, K. (2013). *Los bosques, aliados frente al cambio climático*. Honduras: Programa de Fomento al Manejo Sostenible de Recursos Naturales y Desarrollo Económico Local (PROFENA).
- Vásquez, D. (2015). *Anfibios y reptiles del bosque seco de Chililique Alto, Chulucanas-Piura*. Informe final. Consultoría: Ejecución de estudios biológicos en bosques secos de colina en el ámbito del PIP. Fortalecimiento de capacidades para la gestión del sistema regional de conservación de áreas naturales en la región Piura. Consorcio Naturaleza y Gestión Ambiental.
- Wild Conservation Society. (2021). Especies: Oso andino. <https://bit.ly/4077XsW>
- Vela, I., Vázquez, G., Galindo, J. y Pérez, J. (2011). El oso andino sudamericano, su importancia y conservación. *Ciencia*, 44-51.
- Venegas, P. (2005). Herpetofauna del bosque seco ecuatorial del Perú: taxonomía, ecología y biogeografía. *Zonas Áridas*, 9-26. <http://dx.doi.org/10.21704/za.v9i1.565> [Herpetofauna of the equatorial dry forest of Peru: taxonomy, ecology and biogeography].



Capítulo 4

**Dinámicas socioambientales  
en los Andes ecuatoriales: una visión  
actual mediada por el cambio climático  
y las transformaciones agrícolas**

---

Santiago López

University of Washington Bothell. Bothell, Washington, USA  
[cslopez@uw.edu](mailto:cslopez@uw.edu)

<https://orcid.org/0000-0003-3747-2135>

Jin-Kyu Jung

University of Washington Bothell. Bothell, Washington, USA  
[jkjung5@uw.edu](mailto:jkjung5@uw.edu)

<https://orcid.org/0000-0001-7222-2532>

## **Introducción**

El cambio climático global amenaza la capacidad de respuesta de las comunidades locales en todo el mundo. Sitios ubicados en latitudes y elevaciones altas y cerca del nivel del mar están sufriendo sus impactos más directa e inmediatamente que otros lugares (Bjurström y Polk 2011). Soluciones efectivas al problema del cambio climático requieren: 1) el reconocimiento de que las personas interpretan los cambios ambientales de manera diferente dependiendo de cómo se conceptualiza el medio físico y los cambios percibidos en él; 2) el apoyo de una serie de esfuerzos regionales, locales, e interdisciplinarios que permitan un diálogo entre

las ciencias sociales y biofísicas (Ostrom 2009; Burnham *et al.*, 2015; Jurt *et al.*, 2015).

Muchos han notado, sin embargo, que un diálogo completamente interdisciplinario sobre el cambio climático a menudo se inhibe por la estructura de las disciplinas y sus distintas epistemologías (Edwards, 2010). Tal vez sea por esta idea preconcebida que la mayoría de las investigaciones abordan el cambio climático desde una concepción limitada de la interdisciplinariedad, por lo general incrustada en las ciencias físicas y naturales, para ofrecer una visión descontextualizada del cambio climático y sus consecuencias (Bjurström y Polk, 2011).

Dada la discrepancia, tal vez no intencional, entre el conocimiento científico muchas veces etiquetado como “legítimo” y el conocimiento local sobre el clima, generalmente menospreciado, una epistemología híbrida nos permite considerar tanto los conocimientos locales y científicos simultáneamente como su proceso de producción. Podemos así explorar y complementar diferentes posiciones epistemológicas reconociendo que tanto el conocimiento local como el científico son contextuales, situados, e inherentemente políticos (López *et al.*, 2020).

La aplicación de una epistemología híbrida respeta los marcos de conocimiento paralelos que enriquecen los esfuerzos de investigación sobre el cambio climático. Este marco permite no solamente una mayor diversidad de diálogo sobre el clima y los cambios ambientales (Demeritt, 2001) sino una comprensión más holística del cambio climático y las soluciones relacionadas la adaptación y mitigación (Nielsen y D’Haen, 2014). Por consiguiente, en este estudio seguimos un enfoque epistemológico híbrido (López *et al.*, 2017) para llevar a cabo una investigación interdisciplinaria sobre cambio climático en los Andes centrales del Ecuador.

Los enfoques científicos convencionales al problema del cambio climático por lo general se basan en la identificación de las tendencias a largo plazo y “comportamientos” anormales de los indicadores clave del clima (por ejemplo, temperatura, precipitación, humedad, etc.) en relación

con un período de referencia (es decir, el período normal) junto con sus incertidumbres (Razavia *et al.*, 2016).

Para detectar las tendencias históricas y caracterizar espacialmente el cambio climático a través del tiempo, los investigadores generalmente dependen de análisis estadísticos de datos de instrumentos meteorológicos (Hulme, 2008), interpolados a diferentes resoluciones.

Sin embargo, esto no es siempre posible. En los Andes tropicales, por ejemplo, series de datos climatológicos longitudinales y de alta resolución han sido históricamente difíciles de generar debido a: 1) procesos topográficos y atmosféricos que conducen a respuestas climáticas complejas con diferentes grados de variabilidad y 2) la falta de datos homogenizados de estaciones meteorológicas con adecuadas resoluciones espaciales y temporales (Morán-Tejeda *et al.*, 2016). Sin embargo, recientes avances en el modelamiento del clima han ayudado a revelar ciertas tendencias climáticas importantes en la región (ver por ejemplo, Vuille *et al.*, 2003; Haylock *et al.*, 2006; Espinoza-Villar *et al.*, 2009; Urrutia y Vuille, 2009).

Estos estudios apuntan hacia el aumento de temperatura del aire en la región con algunas excepciones hacia la vertiente oriental (Vuille *et al.*, 2003). En cuanto a precipitación anual, se han observado tendencias débiles positivas en el norte de Perú y Ecuador (Haylock *et al.*, 2006) y negativas a lo largo de los flancos orientales de los Andes (Espinoza-Villar *et al.*, 2009). Basist *et al.* (1994) sugieren que la variabilidad espacial de la precipitación anual en el norte del Ecuador se debe, en parte, a la exposición y orientación de las pendientes en relación con el viento predominante que deriva particularmente en microclimas dentro de la misma cuenca. Otros autores sugieren que los picos máximos y mínimos esporádicos de precipitación parecen estar altamente correlacionados con eventos como El Niño Oscilación Sur (ENOS) y La Niña (La Frenierre y Mark, 2017). Aunque estos estudios han ayudado mucho a entender la variabilidad climática en la región, las caracterizaciones gruesas suelen pasar por alto la variabilidad local, lo que dificulta su utilidad en estudios a mediana o alta resolución.

En este estudio, seguimos un enfoque climatológico local para caracterizar las tendencias climáticas entre 1965 y 2013 en los Andes Centro-Norte del Ecuador. Contextualizamos el análisis cuantitativo con datos cualitativos sobre percepción basados en conversaciones con pequeños agricultores sobre el cambio climático.

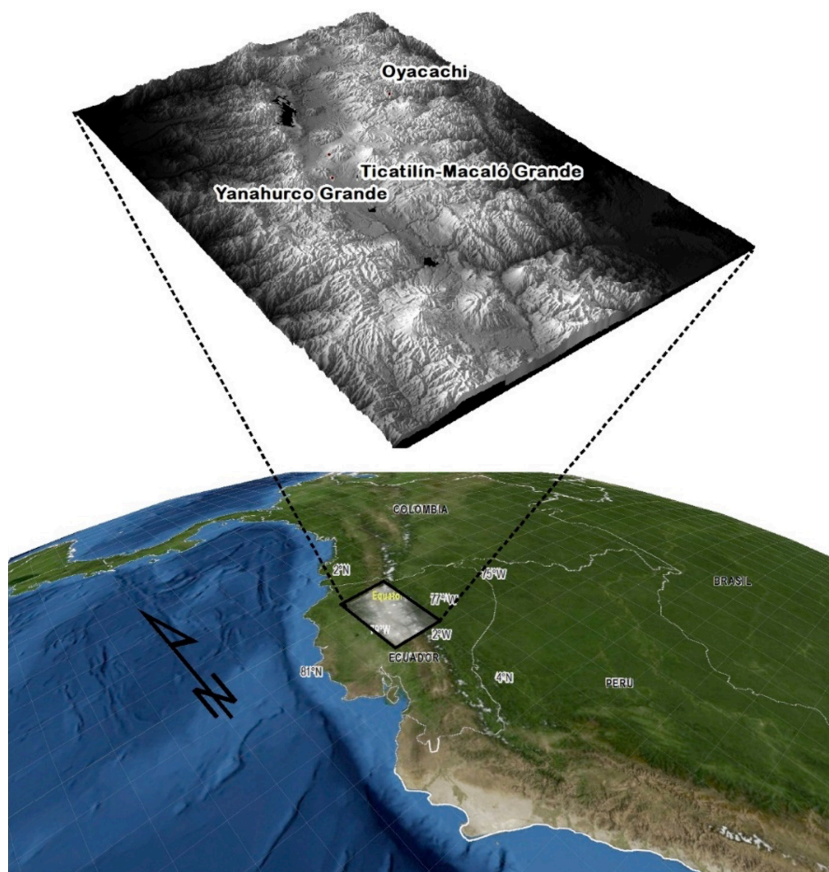
Este capítulo se centra en dos preguntas generales de investigación: 1) ¿Cómo ha cambiado el clima en la región Centro-Norte de los Andes ecuatorianos en las últimas décadas y cómo perciben esos cambios los pequeños agricultores? 2) ¿Cómo puede un marco epistemológico híbrido ayudar a valorar las dimensiones físicas y humanas del cambio climático a través de distintas escalas geográficas? Nos basamos en el análisis estadístico de indicadores clave del clima y métodos de investigación participativa para identificar los vínculos entre los sistemas de conocimiento local y científico.

### **Sitios de la zona de estudio y de investigación**

El estudio se realizó entre los años 2014 y 2018 en los Andes Centro-Norte del Ecuador con énfasis en tres lugares. Dos de ellos, Ticatilín-Macaló Grande y Yanahurco Grande, se encuentran ubicados en la provincia de Cotopaxi al ( $78^{\circ} 33' 22''$  O,  $0^{\circ} 45' 45''$  S) y ( $78^{\circ} 46' 43''$  O,  $0^{\circ} 47' 30''$  S), respectivamente. El tercer sitio, Oyacachi, se encuentra en las laderas externas superiores de la Cordillera Oriental de los Andes ( $78^{\circ} 5' 2''$  O,  $0^{\circ} 13' 8''$  S), en la provincia de Napo (figura 1). Mientras Ticatilín-Macaló Grande y Yanahurco Grande surgieron de las grandes propiedades rurales denominadas haciendas que desaparecieron en el siglo XX (Bebbington, 2000), Oyacachi es una comunidad indígena ancestral, fundada en 1906 (DIVA, 2000). Yanahurco Grande y Oyacachi están legalmente reconocidas como comunas (por ejemplo, grupos de tenencia de tierras basadas en parentesco con sus propias autoridades legales) (Korovkin, 2001). Los habitantes de Ticatilín-Macaló Grande se consideran mestizos, descendientes de españoles e indígenas, mientras

### Figura 1

### Sitios de investigación en los Andes Centro-Norte del Ecuador





## Métodos y datos

### *Tendencias del clima en los Andes centrales del Ecuador*

Para analizar las tendencias del cambio climático en las últimas cinco décadas, utilizamos datos climatológicos observados y “bajados de escala” (*downscaled*) de observaciones climáticas históricas regionales. Obtuvimos los datos meteorológicos de estaciones meteorológicas cercanas ( $n = 4$ ) a nuestras localidades del Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI 2014). Las estaciones tienen series de tiempo de rangos variables con el más largo desde 1931 al 2013 y el más corto entre 1980 y 2011. Mientras las cuatro estaciones tienen datos de precipitación, solo dos tienen datos sobre temperatura (M188-Papallacta y M120-Cotopaxi-Clirsén). Para el análisis climatológico nos concentramos en las estimaciones medias anuales de temperatura y precipitación. La investigación no aborda la variabilidad mensual o a ninguna otra escala temporal. Dado que el conjunto de datos de INAMHI son incompletos y, a menudo, hacen difícil la descripción de tendencias a largo plazo, también obtuvimos datos climáticos longitudinales y georreferenciados a escalas temporales (anual) y espaciales (tamaño de celda = 250 m) en consonancia con la escala de análisis. Utilizamos el software ClimateSA v1.10 para obtener series de datos climáticos homogéneos (Hamann et al. 2013). Este software reduce la escala de los datos históricos climáticos (1901-2013) del conjunto de datos regionales CRU TS-3.1 / 3.22 a una resolución espacial de  $0,5^\circ$  (Wang et al. 2012). Los descriptores climáticos derivados de ClimateSA incluyen: Temperatura media anual (TMA) en  $^\circ\text{C}$ , temperatura del mes más cálido (TMC) en  $^\circ\text{C}$ , temperatura del mes más frío (TMF) en  $^\circ\text{C}$ , precipitación media anual (PMA) en mm, y déficit de humedad atmosférica de Hargreaves (DHC) en mm que representa la diferencia entre la evaporación y la precipitación de referencia.

Analizamos las tendencias de temperatura y precipitación anual mediante regresión lineal y aplicando la prueba no paramétrica de Spearman-Rho ( $S\rho$ ). Además, los datos históricos reducidos de escala fueron con-

vertidos a formato raster dentro de un sistema de información geográfica (SIG) ArcGIS 10.3 (ESRI, 2014) para visualizar las tendencias espaciales. Se compararon dos períodos:  $k1 = 1961-1990$  (período normal) y  $k2 = 1991-2013$ . Obtuvimos diferencias de las estimaciones medias anuales para cada período. Por último, enlazamos los resultados cuantitativos con los resultados del análisis cualitativo de encuestas individuales y entrevistas personales con adultos mayores realizadas en los tres sitios de investigación.

### ***Investigación participativa cualitativa y percepciones sobre el cambio climático***

Nos basamos en el análisis de datos provenientes de una encuesta semiestructurada, de entrevistas de historia de vida, y de la observación participativa para recopilar datos sobre las percepciones sobre el cambio climático, con especial referencia a las variaciones de temperatura y precipitación y la asociación con los cambios en la agricultura a lo largo de la vida de los agricultores. La encuesta se realizó entre el 20 de junio y 15 de julio de 2015 directamente a los participantes en sus casas o casa comunal en sesiones que duraron entre 20-40 min.

La encuesta semiestructurada se basó en una serie de preguntas a 36 pequeños agricultores (tamaño medio de la propiedad = 5,8 ha;  $ds = \pm 8,8$  ha) de las tres comunidades previamente descritas. La mayoría de los participantes tienen ingresos muy bajos (39 %; <\$200 al mes) y bajos (53 %; entre \$200 y \$500 al mes), mientras que una pequeña minoría (8 %) obtuvo más de \$500 al mes. Los niveles de educación varían, pero la mayoría de los participantes no se graduaron de la escuela secundaria (67 %), algunos no tienen ningún tipo de educación formal y no sabían leer y/o escribir (17 %), y solo unos pocos tenían un título universitario (11 %). Se encuestó a 13 agricultores en Ticatilín-Macaló Grande (edad media = 62,2 años;  $ds = \pm 12,6$  años) y Oyacachi (edad media = 54,4 años;  $ds = \pm 14,2$  años), y 10 en Yanahurco Grande (edad media = 40,1 años;  $ds = \pm 10,1$  años).

Realizamos también ocho entrevistas de historia de vida en Ticatín-Macaló Grande y Oyacachi con adultos mayores (edad media = 58,8 años;  $ds = \pm 13,4$  años) que habían vivido en las comunidades durante al menos 40 años y que voluntariamente aceptaron participar en la investigación. Las entrevistas fueron hechas en español, documentadas por medios digitales utilizando cámaras de video y grabadoras de voz, a veces mezcladas con algo de Kichwa (especialmente en Oyacachi), y a continuación se transcribieron a texto. El conteo de palabras de las entrevistas transcritas para Ticatín-Macaló Grande y Oyacachi fueron 21 279 y 11 372 respectivamente. Utilizamos *Atlas Ti 6.0* (Scientific Software Development GmbH 2012) para organizar y analizar el contenido temático, y crear representaciones visuales de las relaciones entre los datos en bruto y códigos temáticos.

Realizamos el análisis de codificación de temas para representar y reflejar cómo la gente que reside en el campo percibe los cambios climáticos y ambientales. Utilizamos un enfoque de “teoría fundamentada” para crear una serie de códigos con el fin de organizar y evaluar el significado de los datos a través de la identificación de categorías y temas clave (Strauss y Corbin, 1997). Para realizar el análisis de codificación, no creamos códigos predefinidos sino más bien de acuerdo con cómo se leen en las transcripciones de las entrevistas. Seguimos dos pasos durante el procedimiento de codificación: 1) descriptivo o *in-vivo*, a través del cual aplicamos etiquetas de categorías a los datos, y 2) codificación analítica, a través del cual identificamos temas emergentes clave mediante la interpretación de los significados contextuales de datos.

También utilizamos “nubes de código” para analizar los resultados de la investigación cualitativa (Jung, 2015). Las nubes de código representan resúmenes de los códigos tanto descriptivos como analíticos mediante la creación de visualizaciones de texto de diferentes tamaños y colores proporcionales a su frecuencia.

## Resultados y discusión

### *Tendencias del clima en los Andes Centro-Norte del Ecuador*

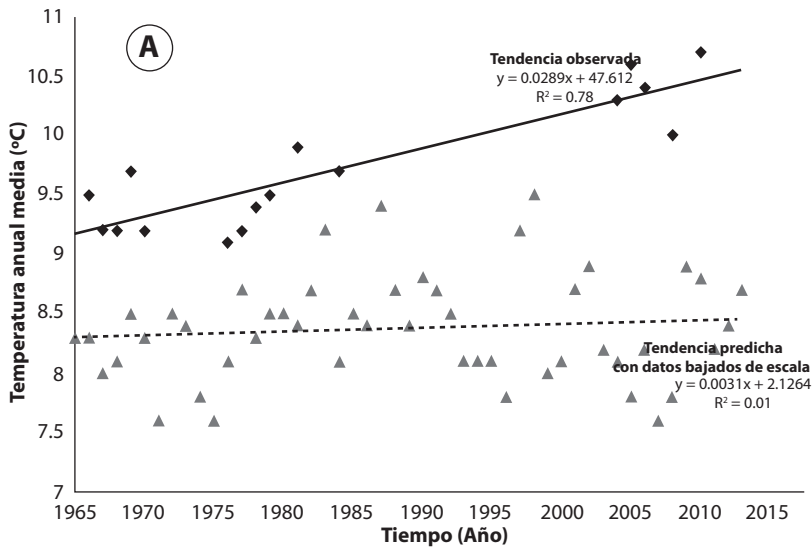
Debido a que la base de datos del INAMHI tienen vacíos de cobertura, se analizaron también datos históricos a escala reducida para identificar patrones subregionales de clima. Los resultados del análisis de regresión y las pruebas  $S$ - $p$  mostraron que las tendencias positivas de temperatura media anual (TMA) observado (OBS\_TMA) son estadísticamente significativas en las estaciones M188-Papallacta ( $r^2 = 0,78$ ,  $p < 0,01$ ;  $S$ - $p = 0,795$ ,  $p < 0,01$ ) y M120- Cotopaxi-CLIRSEN ( $r^2 = 0,2$ ,  $p < 0,05$ ;  $S$ - $p = 0,580$ ,  $p < 0,01$ ) (figura 2) (tabla 1), que son las estaciones más cercanas a nuestros sitios de estudio con datos de temperatura anuales longitudinales. Los datos de TMA a escala reducida (MOD\_TMA) también mostraron una variabilidad interanual similar ( $ds_{(a \text{ escala reducida})} = \pm 0,5^\circ \text{C}$ ;  $ds_{(observado)} = \pm 0,3^\circ \text{C}$ ) y están en general de acuerdo con la dirección de las tendencias observadas. Las tendencias MOD\_TMA no son, sin embargo, estadísticamente significativas (Tabla 1). Al comparar la media histórica a escala reducida para períodos  $k1$  y  $k2$ , algunos patrones de cambio TMA surgieron mostrando una diferencia regional distintiva, claramente marcada por la presencia de los Andes. Diferencias positivas de TMA en relación con el período normal  $k1$  aumentaron hacia la región de tierras bajas hacia el Pacífico, mientras que las diferencias negativas aumentaron hacia las estribaciones orientales de los Andes y Amazonía (figura 3a). De acuerdo con nuestros datos, no existen diferencias significativas en TMA entre los dos períodos de tiempo en Oyacachi, aunque si las hay en Ticatilín-Macaló Grande y Yanahurco Grande (tabla 2).

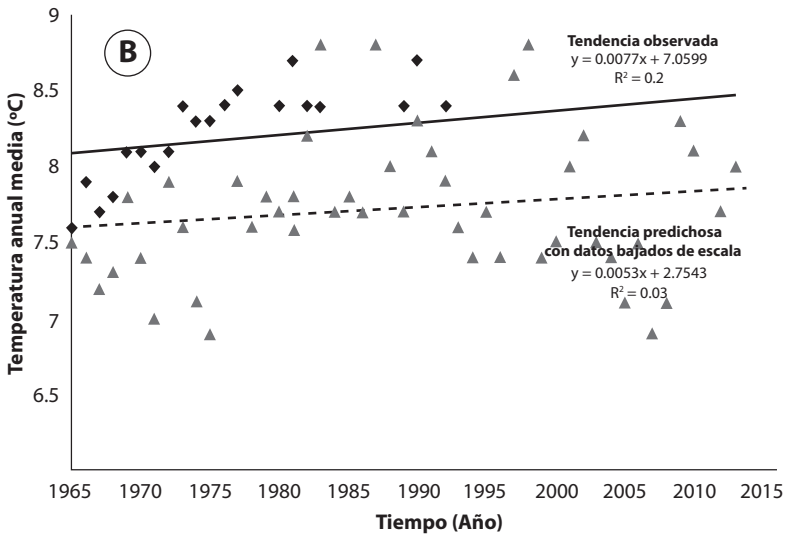
Las tendencias observadas para precipitación anual (OBS\_PMA) no fueron estadísticamente significativas en ninguna de las cuatro estaciones, pero presentan una pequeña tendencia de aumento en los últimos cincuenta años en M120-Cotopaxi-CLIRSEN, M371-Pastocalle, y M374-Saquisilí (tabla 1). Haylock *et al.* (2006) y Vuille *et al.* (2003; 2008) encontraron patrones regionales similares apuntando hacia un

leve aumento de la precipitación hacia el norte de 11 ° S y Morán-Tejeda *et al.* (2016) confirmaron esta tendencia en los valles interandinos de los Andes ecuatorianos. Ambas estimaciones de PMA tanto con los datos reducidos de escala y los observados en M188-Papallacta mostraron una débil tendencia hacia la disminución de la precipitación (figura 4a). Hubo, sin embargo, discrepancia entre la regresión lineal y resultados de las pruebas  $S$ - $\rho$  en M371-Pastocalle con respecto a la dirección de la tendencia (figura 4b), lo que complica aún más nuestra capacidad para detectar un patrón subregional robusto. Los datos de precipitación anual a escala reducida mostraron tendencias no significativas con una disminución global pequeña en las cuatro estaciones y en las tres comunidades.

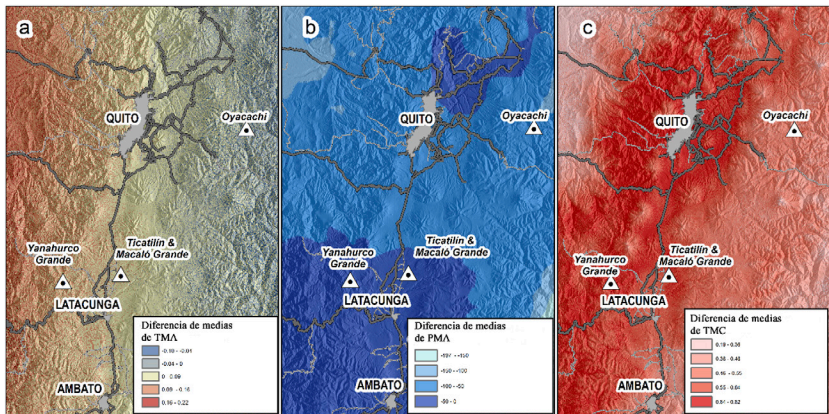
### Figura 2

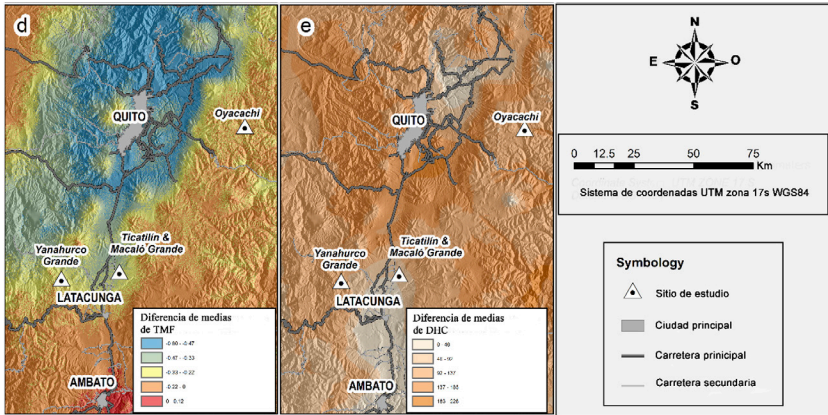
*Tendencias de temperatura anual media basadas en datos observados y reducidos de escala para las estaciones: a. M188-Papallacta y b. M120-Cotopaxi Clirsen*



**Figura 3**

*Diferencias entre los períodos k1 (1961-1990) y k2 (1991-2013) de indicadores climáticos clave*

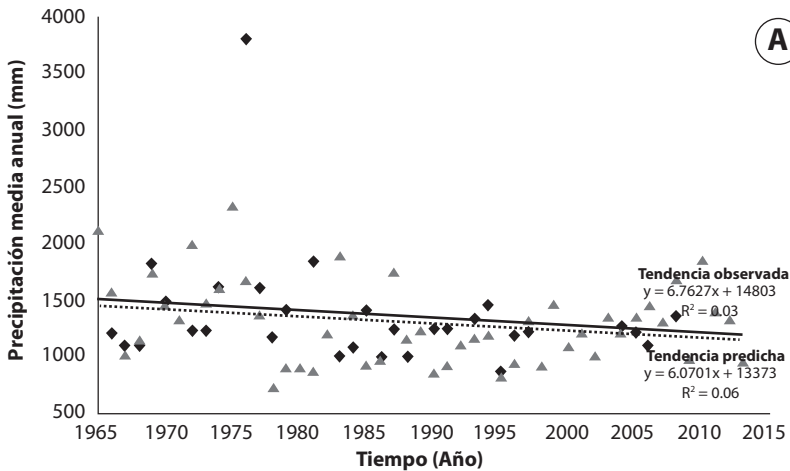


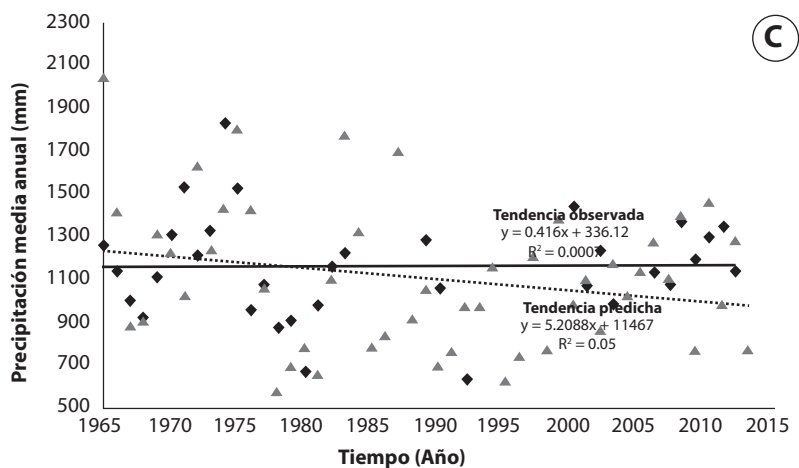
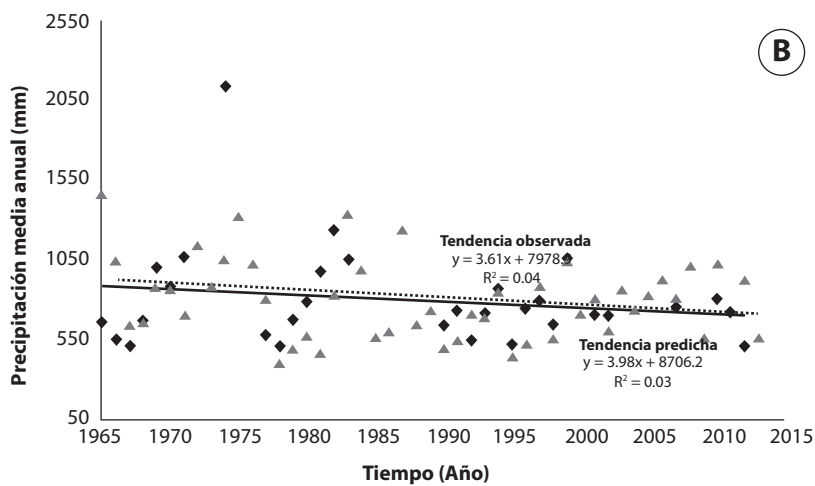


Nota. a. Temperatura media Anual (TMA), b. Precipitación media anual (PMA), c. Temperatura del mes más cálido (TMC), d. Temperatura del mes más frío (TMF), e. Deficiencia de humedad climática (DHC). Los datos a escala reducida fueron generados con el software ClimateSA (Hamman *et al.*, 2013).

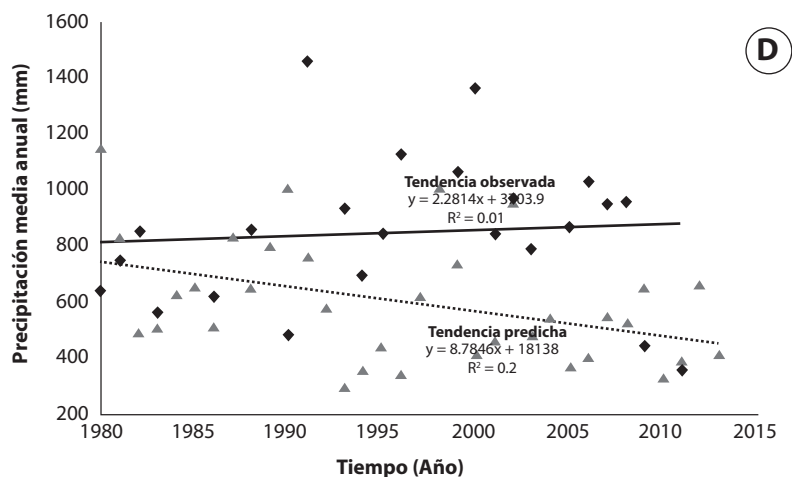
#### Figura 4

*Tendencias de precipitación anual basadas en datos observados y reducidos de escala para las estaciones: a. M188-Papallacta, b. M371-Pastocalle, c. M120-Cotopaxi/Clirsen, d. M374-Saquisilí*







**Tabla 1**

Resultados de la prueba Spearman's Rho ( $S-p$ ) para la caracterización de tendencias basadas en datos de estación (OBS\_XX) y a escala reducida (MOD\_XX) para temperatura media anual (TMA), precipitación media anual (PMA), temperatura del mes más cálido (TMC), temperatura del mes más frío (TMF), y deficiencia de humedad climática (DHC)

| Estacion o sitio      | Statística               | OBS_ TMA | OBS_ PMA | OBS_ TMC | OBS_ TMF | MOD_ TMA | MOD_ PMA | MOD_ TMC | MOD_ TMF | MOD_ DHC |
|-----------------------|--------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| M188 Papallacta       | Spearman's-Rho ( $S-p$ ) | 0.80**   | -0,09    | 0.60*    | 0.76**   | 0,09     | -0,18    | 0,22     | 0,06     | -0,13    |
|                       | p value                  | 0,00     | 0,62     | 0,01     | 0,00     | 0,53     | 0,21     | 0,14     | 0,70     | 0,38     |
|                       | N                        | 16       | 31       | 16       | 16       | 49       | 49       | 49       | 49       | 49       |
| M371 Pastocalle       | S-p                      | -        | 0,01     | -        | -        | 0,19     | -0,15    | 0.31*    | 0,07     | -0,12    |
|                       | p value                  | -        | 0,94     | -        | -        | 0,18     | 0,29     | 0,03     | 0,61     | 0,41     |
|                       | N                        | -        | 31       | -        | -        | 49       | 49       | 49       | 49       | 49       |
| M120 Cotopaxi-Clirsen | S-p                      | 0.58*    | 0,05     | 0.89**   | 0,37     | 0,17     | -0,16    | 0.29*    | 0,03     | -0,21    |
|                       | p value                  | 0,00     | 0,79     | 0,00     | 0,06     | 0,24     | 0,27     | 0,04     | 0,86     | 0,15     |
|                       | N                        | 27       | 33       | 27       | 27       | 49       | 49       | 49       | 49       | 49       |

| Estacion o sitio         | Statística | OBS_TMA | OBS_PMA | OBS_TMC | OBS_TMF | MOD_TMA | MOD_PMA | MOD_TMC | MOD_TMF | MOD_DHC |
|--------------------------|------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| M374 Saquisilí           | S-p        | -       | 0,16    | -       | -       | 0,20    | -0,14   | 0,29*   | 0,13    | -0,03   |
|                          | p value    | -       | 0,46    | -       | -       | 0,17    | 0,34    | 0,04    | 0,39    | 0,83    |
|                          | N          | -       | 23      | -       | -       | 49      | 49      | 49      | 49      | 49      |
| Oycacachi                | S-p        | -       | -       | -       | -       | 0,08    | -0,20   | 0,19    | 0,04    | -0,09   |
|                          | p value    | -       | -       | -       | -       | 0,60    | 0,16    | 0,20    | 0,78    | 0,55    |
|                          | N          | -       | -       | -       | -       | 49      | 49      | 49      | 49      | 49      |
| Ticatilín/ Macaló Grande | S-p        | -       | -       | -       | -       | 0,17    | -0,15   | .30*    | 0,08    | -0,11   |
|                          | p value    | -       | -       | -       | -       | 0,23    | 0,31    | 0,03    | 0,58    | 0,43    |
|                          | N          | -       | -       | -       | -       | 49      | 49      | 49      | 49      | 49      |
| Yanahurco                | S-p        | -       | -       | -       | -       | 0,22    | -0,14   | .28*    | 0,16    | -0,20   |
|                          | p value    | -       | -       | -       | -       | 0,13    | 0,35    | 0,05    | 0,26    | 0,16    |
|                          | N          | -       | -       | -       | -       | 49      | 49      | 49      | 49      | 49      |

\* Correlación es significativa al nivel 0.05

\*\* Correlación es significativa al nivel 0.01

**Tabla 2**

*Estimaciones medias para los k1 (1961-1990) y k2 (1991-2013)*

| SITIO                      | NORMAL TMA (°C) | MEDIA TMA (°C) | NORMAL PMA (mm) | MEDIA PMA (mm) | NORMAL TMC (°C) | MEDIA TMC (°C) | NORMAL TMF (°C) | MEDIA TMF (°C) | NORMAL DHC (mm) | MEDIA DHC (mm) |
|----------------------------|-----------------|----------------|-----------------|----------------|-----------------|----------------|-----------------|----------------|-----------------|----------------|
|                            | k1              | k2             | k1              | k2             | k1              | k2             | k1              | k2             | k1              | k2             |
| Oyacachi                   | 9,3             | 9,3            | 1385,0          | 1289,8         | 9,9             | 10,3           | 8,5             | 8,3            | 38,0            | 174,7          |
| Yana-hurco Grande          | 7,5             | 7,6            | 850,0           | 810,4          | 7,8             | 8,4            | 6,9             | 6,7            | 365,0           | 479,1          |
| Tica-tilín & Macaló Grande | 11,2            | 11,3           | 739,0           | 699,5          | 11,6            | 12,2           | 10,7            | 10,3           | 707,0           | 765,4          |

Aunque los datos históricos a escala reducida sugieren una disminución general de la precipitación anual, esta tendencia no es estadísticamente significativa y contradice las tendencias de al menos dos estaciones que

mostraron un aumento de la precipitación total anual en los valles interandinos. En general, hubo poca concordancia entre las cuatro estaciones y las tendencias de datos históricos a escala reducida y ningún patrón claro de aumento o disminución de la precipitación anual surgió a escala regional o subregional. Una débil tendencia hacia la disminución de las precipitaciones existe hacia el lado oriental de los Andes en estas latitudes, lo cual está de acuerdo con el trabajo de Espinoza-Villar *et al.* (2009). Un patrón débil de disminución de la precipitación anual surgió a lo largo del eje este-oeste, en el cual se observa un aumento de las diferencias negativas hacia la cuenca del Amazonas (figura 3b). Las diferencias de PMA son más pequeñas en Ticatilín-Macaló Grande y Yanahurco Grande que en Oyacachi (tabla 2).

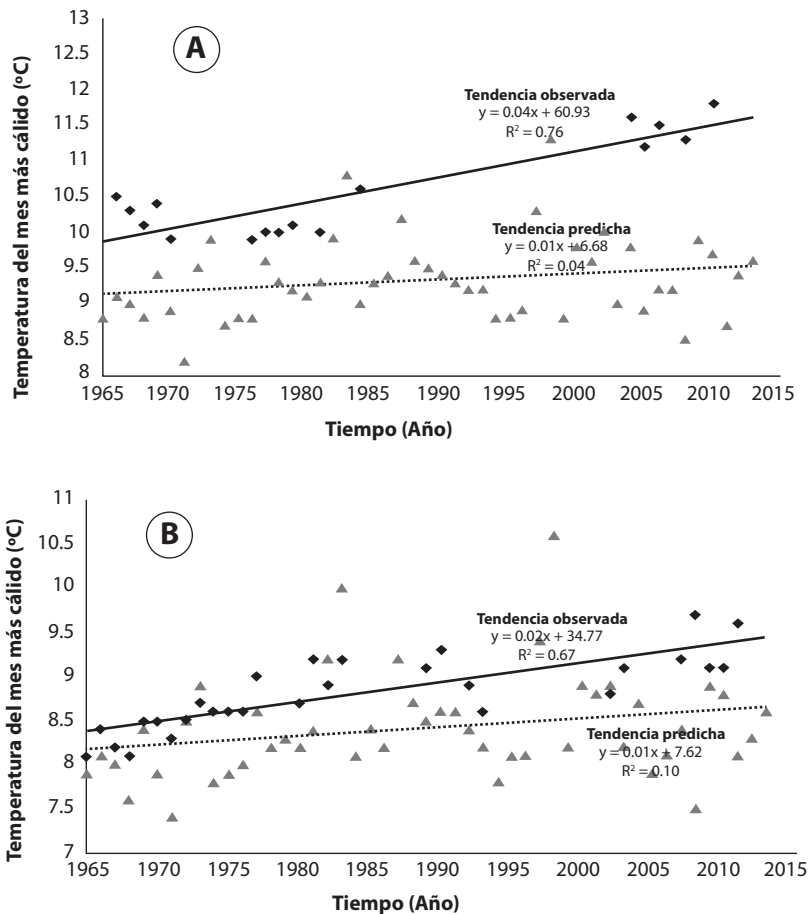
Estimaciones observadas respecto a temperatura del mes más cálido (OBS\_TMC), muestran tendencias significativas positivas en las estaciones M188 Papallacta ( $r^2 = 0,76$ ;  $p < 0,01$ ;  $S-p = 0,60$ ;  $p < 0,05$ ) y M120 Cotopaxi-CLIRSEN ( $r^2 = 0,67$ ;  $p < 0,01$ ;  $S-p = 0,89$ ;  $p < 0,01$ ) en las últimas cinco décadas (figura 5). Los datos a escala reducida (MOD\_TMC) también mostraron tendencias positivas en todos los lugares. De los tres sitios de investigación, solo la tendencia de Oyacachi no fue estadísticamente significativa (tabla 1). Las diferencias de temperatura del mes cálido entre los dos períodos fueron positivas en toda la región; los valores aumentaron hacia los valles interandinos y disminuyeron hacia los flancos occidental y oriental de los Andes (figura 3c).

Al comparar los tres sitios de investigación, la diferencia en Oyacachi fue aproximadamente 30 % menor que en Ticatilín-Macaló Grande y Yanahurco Grande (tabla 2), lo que sugiere una estacionalidad resaltada basada en la temperatura hacia el valle central. Los datos observados de las estaciones respecto a la temperatura del mes más frío (OBS\_TMF) mostraron una tendencia positiva significativa en M188 Papallacta ( $r^2 = 0,5$ ;  $p < 0,01$ ;  $S-p = 0,76$ ;  $p < 0,01$ ). Los datos de la TMC en la estación de Cotopaxi M120-CLIRSEN también muestran una tendencia positiva, pero esta no fue estadísticamente significativa (figura 6). El análisis con datos a escala reducida mostró tendencias positivas, pero estadísticamente insignificantes

en las cuatro estaciones y tres sitios de investigación. La temperatura del mes más frío entre los períodos  $k1$  y  $k2$  en los sitios de estudio ha disminuido (figura 3d), siendo la diferencia en Ticatilín-Macaló Grande la mayor.

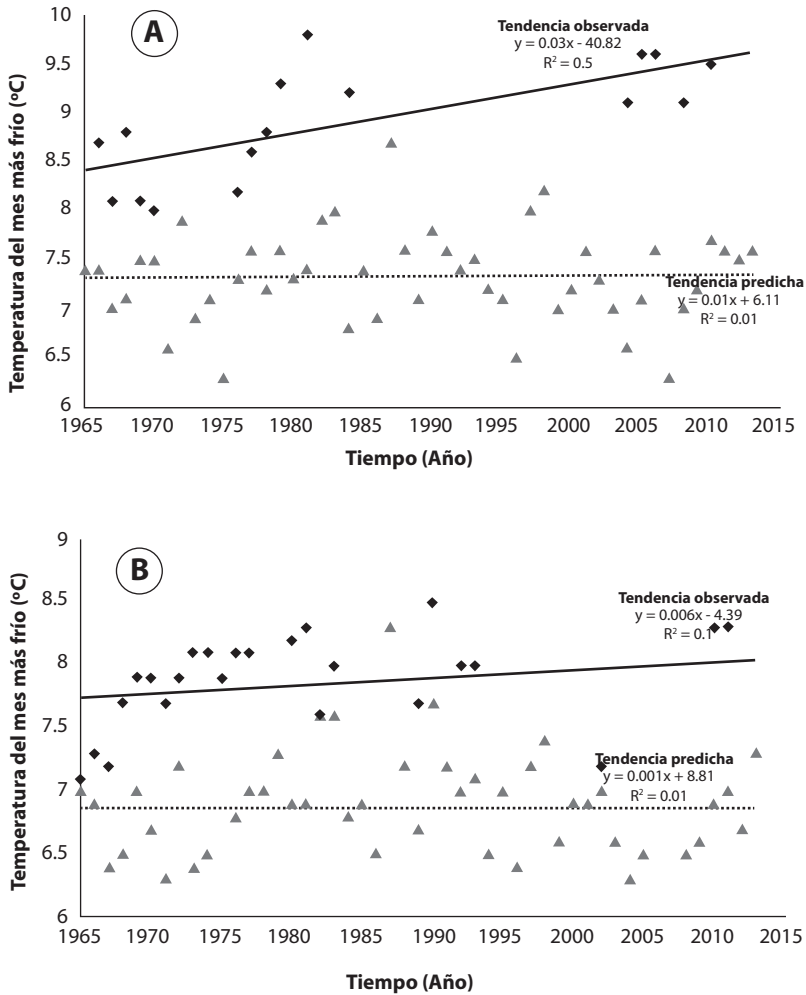
### Figura 5

*Tendencias de temperatura del mes más cálido (TMC) basadas en datos observados y reducidos de escala para las estaciones: a. M188-Papallacta; b. M120-Cotopaxi Clirsen*



**Figura 6**

*Tendencias de temperatura del mes más frío (TMF) basadas en datos observados y reducidos de escala para las estaciones: a. M188-Papallacta; b. M120-Cotopaxi Clirsen*



El análisis de TMC y TMF sugiere la aparición de una estacionalidad más marcada en relación con la temperatura, en donde los meses cálidos se están calentando y probablemente humedeciendo (Morán-Tejeda *et al.*, 2016), y los meses fríos se están volviendo más fríos, especialmente en las zonas a lo largo de los valles interandinos.

Los datos a escala reducida sobre el déficit de humedad climática (DHC) mostraron tendencias negativas, pero estadísticamente insignificantes en todas las localidades en las últimas cinco décadas (tabla 1). La diferencia media respecto a DMH entre los períodos  $k1$  y  $k2$  muestran un incremento positivo en toda la región, con diferencias pequeñas a lo largo del valle de Latacunga-Ambato y noreste de Quito, y más grandes hacia el noroeste y este de la capital (figura 3e). Por lo tanto, nuestros resultados sugieren un déficit más grave de agua atmosférica hacia las cordilleras Noroccidentales y Nororientales que hacia los valles interandinos. Por consiguiente, las comunidades de Ticatilín-Macaló Grande y Yanahurco Grande podrían estar encarando un déficit de agua menos severo que en Oyacachi. Esto podría relacionarse a una situación de menos precipitación en Oyacachi y a un aumento en los otros dos sitios como lo revelan los datos de estación.

## **Análisis de los datos de encuesta**

Los resultados del análisis de la encuesta y de contenido de las entrevistas revelan que los agricultores del centro-norte de los Andes en Ecuador poseen un conocimiento sustancial de la variabilidad del clima, aunque su percepción de los cambios a largo plazo no siempre es compatible con la prueba estadística. Cuando hicimos la pregunta “¿cómo ha cambiado la temperatura en relación con los años de su juventud?”, el 64 % de la muestra respondió durante los meses de verano, el aire se sentía más caliente que en el pasado. A pesar del acuerdo general entre los entrevistados, hubo alguna variación de un sitio a otro. En Ticatilín y Macaló Grande, por ejemplo, el 54 % de los participantes comparten este punto de vista en relación con

el 60 % en Yanahurco Grande. En Oyacachi, el 77 % de las opiniones de los participantes coinciden con esta observación.

Por otra parte, el 75 % de los participantes estaban de acuerdo en que, durante la estación fría, el aire se sentía más frío que en el pasado. En Ticatilín-Macaló Grande y Yanahurco Grande aproximadamente el 70 % estuvo de acuerdo con esta percepción en comparación con el 84 % de las personas de Oyacachi (tabla 3). Estos resultados son consistentes con las tendencias actuales de calentamiento generales identificados en este y otros estudios (por ejemplo, Morán-Tejeda *et al.* 2016) y los cambios en las temperaturas más altas y bajas del mes en las últimas cinco décadas. Nuestros resultados indican un cambio significativo en las condiciones extremas de temperatura durante las estaciones seca y húmeda, el cual es percibido por las poblaciones locales que viven en áreas ecológica y culturalmente diferentes.

Cuando preguntamos ¿cuál es su percepción acerca de los cambios en la disponibilidad de agua para consumo y riego en relación con los años de su juventud?, el 28 % del grupo encuestado respondió que había más agua disponible en comparación con el 44 % que percibió menos, 25 % no percibió ningún cambio, y el 3 % que no estaba seguro. En Ticatilín-Macaló Grande, el 54 % de nuestros sujetos de estudio percibió más agua disponible que en el pasado y la mayoría de ellos (85 %) atribuye este cambio a factores no relacionados con la variación de precipitación. En Oyacachi, el 54 % de nuestro grupo encuestado no percibe ningún cambio en la disponibilidad de agua, el 23 % percibe más agua disponible, y el 23 % restante percibe una menor disponibilidad que en el pasado (tabla 3).

En general, solo el 31 % de encuestados asocia los cambios en la disponibilidad de agua con una disminución o un aumento de la precipitación. La mayoría de los agricultores (69 % de la muestra) reconocen otros factores no climáticos como la mejora de la infraestructura (por ejemplo, presas, canales o tuberías), la accesibilidad y la distribución de agua como las causas principales que afectan su disponibilidad. Sin embargo, las res-

puestas variaron significativamente dependiendo del sitio de investigación. En Yanahurco Grande, por ejemplo, el 90 % de los encuestados percibe una menor disponibilidad de agua y la mayoría de ellos (75 %) mencionó menos precipitación en los últimos años como la causa principal.

**Tabla 3**

*Porcentajes de las respuestas a preguntas relacionadas con cambios en el clima y agricultura en los tres sitios investigados en relación con el total de la muestra (n = 36)*

|                                                                                                               | Ticatilín &<br>Macaló Grande<br>De acuerdo (%) /<br>En desacuerdo (%) | Yanahurco Grande<br>De acuerdo (%) /<br>En desacuerdo (%) | Oyacachi<br>De acuerdo (%) /<br>En desacuerdo (%) |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|
| <b>1. Percepción de cambio de temperatura</b>                                                                 |                                                                       |                                                           |                                                   |
| En los meses más cálidos el aire se siente más caliente en relación a sus años de juventud                    | 54/38                                                                 | 60/20                                                     | 77/15                                             |
| En los meses mas fríos el aire se siente más frío en relación a sus años de juventud                          | 69/16                                                                 | 70/10                                                     | 84/8                                              |
| <b>2. Percepción de cambios en la disponibilidad de agua</b>                                                  |                                                                       |                                                           |                                                   |
| Hay más agua disponible ahora que en relación a sus años de juventud                                          | 54/31                                                                 | 0/90                                                      | 23/23                                             |
| <b>3. Percepción de cambios en las épocas de cosecha y siembra</b>                                            |                                                                       |                                                           |                                                   |
| El comienzo de la época de siembra de sus cultivos principales ha cambiado en relación a sus años de juventud | 77/15                                                                 | 100/0                                                     | 77/23                                             |
| El comienzo de la época de cosecha de sus cultivos principales ha cambiado en relación a sus años de juventud | 62/8                                                                  | 100/0                                                     | 77/23                                             |
| <b>4. Percepción de cambios en la agricultura</b>                                                             |                                                                       |                                                           |                                                   |
| La productividad agrícola de su tierra ha disminuido en relación a sus años de juventud                       | 77/23                                                                 | 80/10                                                     | 100                                               |
| La diversidad agrícola en su tierra ha disminuido en relación a sus años de juventud                          | 62/23                                                                 | 30/10                                                     | 92/8                                              |

Aunque los datos de las estaciones y estudios previos muestran una débil tendencia hacia el aumento de las precipitaciones en los



Andes norte del Ecuador (Haylock *et al.*, 2006; Morán-Tejeda *et al.*, 2016) y hacia una disminución leve a lo largo de los flancos orientales de los Andes (Espinoza-Villar *et al.*, 2009), es más preciso describir los cambios en la precipitación anual como una constante en el tiempo, sin ninguna tendencia significativa en particular. Este resultado se alinea bien con la percepción de un nivel de precipitación relativamente constante y disponibilidad de agua sin cambios de la mayoría de los agricultores de Ticatilín-Macaló Grande y Oyacachi, pero contradice las opiniones de la mayoría de los agricultores en Yanahurco Grande. Nuestros datos a escala reducida mostraron cambios negativos en la precipitación y humedad atmosférica entre períodos de  $k1$  y  $k2$  en las tres comunidades que apuntan a una reducción general, pero pequeña, de la disponibilidad de agua que podría respaldar la opinión de los agricultores en esta última comunidad. Sin embargo, no es posible identificar un patrón fuerte entre las respuestas de los agricultores en las tres comunidades con respecto a la percepción de cambios en la precipitación y la disponibilidad de agua.

En relación con la pregunta ¿Existen cambios en el inicio de las temporadas de siembra y cosecha en relación con los años de su juventud?, las respuestas en las tres comunidades fueron similares, con la tasa de respuesta positiva más alta de Yanahurco Grande (100 %) y la menor en Ticatilín-Macaló Grande (77 %). En general, el 83 % de los encuestados percibe los cambios en el inicio de la temporada de siembra de cultivos comunes, tales como papa y maíz. De este porcentaje, el 53 % atribuye este cambio a los cambios en el clima y la estacionalidad.

La mayoría de la gente se quejaba, por ejemplo, de que las estaciones seca y húmeda no comenzaron cuando se suponía, además que experimentaron eventos extremos y poco característicos con más frecuencia (por ejemplo, las heladas, altas temperaturas, aumento de la intensidad de las precipitaciones). En relación con la temporada de cosecha, el 78 % de nuestros sujetos de estudio percibe un cambio en el inicio de la temporada de cosecha (tabla 3). Sin embargo, solo el 40 % de ellos vincula

directamente los cambios climáticos con los cambios en el calendario de la temporada de cosecha. La mayoría de los agricultores asocian este cambio a otros factores tales como plagas y el mayor uso de pesticidas y fertilizantes químicos.

Por último, cuando hicimos la pregunta ¿Cómo han cambiado la cantidad de producción y los tipos de cultivos agrícolas en relación con los años de su juventud?, los pequeños agricultores en los tres sitios de investigación proporcionaron respuestas similares. En Ticatilín-Macaló Grande, el 77 % de la muestra respondió que el rendimiento de producción ha disminuido en comparación con el 100 % en el Oyacachi y el 80 % en el Yanahurco Grande (tabla 3). El 86 % de los encuestados percibieron una reducción de la productividad agrícola. Solo el 10 % de estos agricultores creía que aquellos factores relacionados con el clima fueron los responsables de este descenso.

La mayoría de los agricultores creía que factores tales como el uso actual de fertilizantes químicos, la falta de mano de obra, la degradación del suelo, plagas, tamaño de las parcelas, y el acceso a dinero en efectivo explican la disminución de la productividad agrícola. Del mismo modo, el 64 % de la muestra creía que la diversidad de cultivos ha disminuido, pero los resultados variaron entre los tres sitios de investigación.

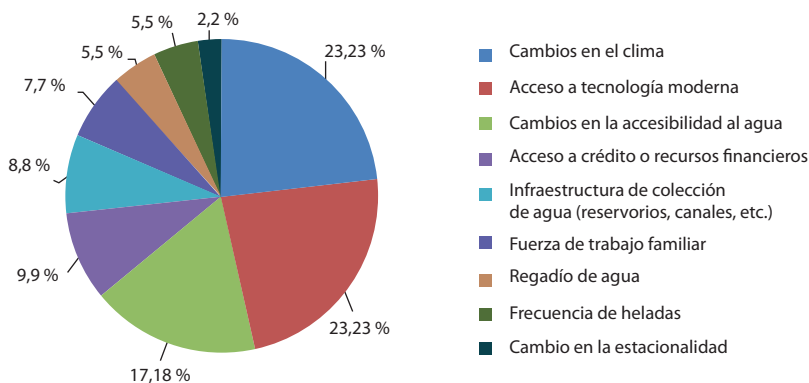
En Oyacachi, el 92 % de los agricultores encuestados percibió este cambio. En Yanahurco Grande, la mayoría de los agricultores (60 %) percibieron grandes cambios en los tipos de cultivos, mientras que el 62 % de los agricultores en Ticatilín-Macaló Grande observaron una reducción de la diversidad de cultivos (tabla 3). Solo el 17 % de los agricultores que percibieron una reducción de la diversidad de los cultivos asociaba esta disminución con cambios climáticos contemporáneos.

Otros factores, como los cambios en las estrategias de vida (por ejemplo, de agricultura a actividades de crianza de ganado, turismo y artesanía), el uso de fertilizantes químicos y pesticidas, la mala calidad de las semillas, los riesgos ambientales y la falta de tecnología parecían ser

factores más importantes que han afectado a la diversidad de los cultivos en los últimos años. Aunque la agricultura local depende en gran medida del clima, especialmente en áreas donde la tecnología moderna no es fácilmente disponible, la mayoría de los agricultores asociaba la disminución de productividad y diversidad con factores no climáticos. Aunque un enfoque socio-económico para medir con precisión la productividad agrícola y las relaciones causa-efecto está más allá del alcance de este estudio, se puede argumentar que el cambio climático aparece como un factor más (aunque no el único) que debería considerarse en el análisis de cambios en la agroproductividad y usos de la tierra. De hecho, cuando preguntamos ¿cuáles son los factores que influyen en las prácticas agro-pastoriles?, las dos respuestas más comunes fueron “los cambios en el clima” (23 %) y “el acceso a la tecnología moderna” (23 %). El 46 % de encuestados creía que factores relacionados con el clima (por ejemplo, la frecuencia de las heladas, cambios estacionales, regímenes de precipitación) influían más en las prácticas agrícolas (figura 7).

### Figura 7

*Factores que influyen practicas agro pastoriles de los pequeños agricultores en la muestra (n=36) desde la percepción local*



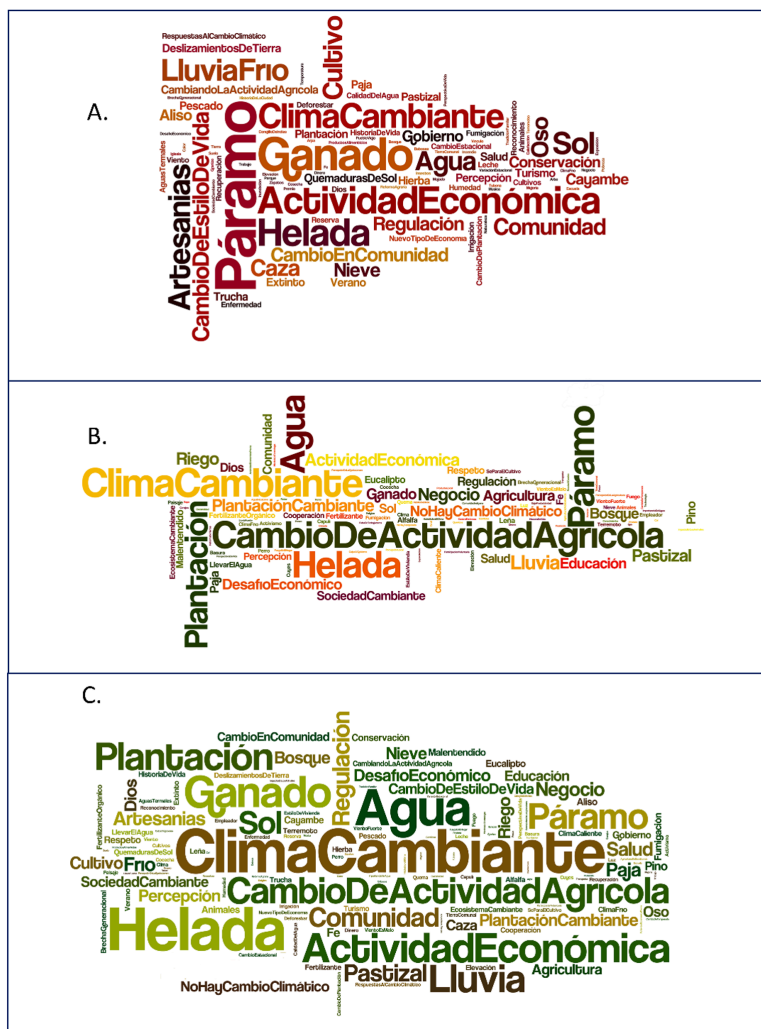
## Entrevistas sobre la historia de vida

Identificamos los códigos más comunes de los textos transcritos y visualizamos el contenido temático con nubes de código. Los resultados mostraron que los códigos más comunes fueron “cambio climático” en el Ticatilín-Macaló Grande, y “páramos” en el Oyacachi, generándose estos 16 y 15 veces respectivamente (figura 8) (tabla 4). Curiosamente, el tema “páramo” también fue frecuentemente mencionado en la comunidad de Cotopaxi, lo que sugiere que este elemento incluso más que “el cambio climático”, aparece como un importante vínculo entre los agricultores y el clima, y está situado en el centro de las preocupaciones de la gente.

Los problemas del cambio climático se entremezclan con otras cuestiones y estas relaciones son específicas para cada sitio. En Ticatilín-Macaló Grande, por ejemplo, los temas “heladas”, “cambio de la actividad agrícola”, y “agua” son preocupaciones comunes de los agricultores en relación con el cambio climático que apuntan a un impacto directo situado en la intersección entre los cambios en la agricultura y el cambio climático. En Oyacachi, sin embargo, a pesar de que “heladas” y “ganado” son temas recurrentes, la alta frecuencia relativa del código “actividad económica” sugiere que, en la actualidad, la diversificación de los medios de subsistencia familiar (por ejemplo, operaciones de las granjas de truchas, el turismo, la ganadería) ayudan a hacer frente a la variabilidad y la incertidumbre climática. Los resultados del análisis de las encuestas individuales corroboran algunas de las conclusiones de los resultados de la codificación y las nubes de código.

En cuanto a la percepción del cambio climático, las experiencias y las respuestas de los pequeños propietarios agrícolas variaron de sitio en sitio (por ejemplo, más caliente vs más frío; más seco vs. más húmedo). Sin embargo, un tema que oímos constantemente en las entrevistas fue que “el clima está cambiado”. La percepción del clima también está estrechamente relacionada con aspectos del cambio estacional, la intensificación de las temporadas, y los peligros climáticos. En Ticatilín-Macaló Grande, los agricultores enfatizaron los cambios estacionales. Un entrevistado dijo:

*Nubes de código las entrevistas de historias de vida*



*Nota.* A) Entrevistados de Oyacachi, B) Entrevistados de Ticatilín-Macaló Grande. C) Todos los entrevistados. El tamaño de la letra es proporcional a la frecuencia de aparición durante la entrevista.

Yo podría afirmar [que el clima era muy distinto en el pasado]. Había tres temporadas que llamábamos: invierno [la estación lluviosa], verano [la estación seca]... y el otoño [el período inter-estacional] Sin embargo, ahora no. Ahora llueve, y luego viene el sol como este. No tenemos así marcado ahora.

Respuestas en Oyacachi fueron similares, asintiendo que “el verano fue puntual [antes], pero no es así ahora. En 2014, durante todo el año hubo solo 15 días de sol, solo había lluvia... y ahora también ha llovido más... parece que algunos días hay demasiados milímetros”. Otro participante en Oyacachi estaba de acuerdo en que el clima parecía estar cambiado:

No hay verano... era un poco de invierno, pero era temporal, el invierno estaba en los meses de junio, julio y agosto. Estos fueron los meses de invierno y el resto de los meses eran de verano. Sin embargo, al comparar esto con el día de hoy, llueve más [ahora] y no tenemos más verano.

“No podemos decir cómo o cuando va a ser el verano”. Muchos comentaron que el clima era “normal” en el pasado. Algunos ejemplos incluyen: “El sol era normal. Parece que ahora es más fuerte o al menos el sol quema mucho”, “Es mucho frío [ahora]. El clima era normal, el frío era normal”, y “cuando sale el sol, quema... cuando estoy en el páramo, no era así como esto...”. El término ‘normal’ no está definido exactamente; sin embargo, estas respuestas demuestran la forma en que la gente conceptualiza la intensificación del clima y el cambio climático a lo largo de las últimas décadas basado en su experiencia cotidiana.

A pesar de que los cambios climáticos han tenido un fuerte impacto en muchos aspectos de los medios de vida de las poblaciones locales, la mayoría de la gente también los asocia con otras condiciones ambientales que han cambiado con los años. Un participante mencionó que los mismos cultivos que solía plantar cuando era joven eran casi imposibles de plantar ahora, no solo a causa del cambio climático, pero debido a la falta de semillas y a los recursos financieros que se necesitan para sostener la productividad de los cultivos. Cuando se hizo referencia al cambio climático, se quejó de que las plantas se pudren a menudo y se

tornan amarillas debido al aumento de las lluvias y al congelamiento por las temperaturas extremas de frío. Otro participante en Oyacachi creía que el cambio climático ha afectado a su salud y dijo que:

El frío ha causado un poco más de enfermedades como la artritis, por ejemplo, con la cría de ganado, se pone todo muy mojado y todos los días son húmedos y fríos, por lo que estos cambios están afectando a nuestra salud.

Particularmente en Ticatilín-Macaló Grande, la gente también percibió que, debido a los cambios climáticos, algunas especies de plantas y animales, tales como Achupalla (*Puya eryngioides*), mortiño (*Vaccinium meridionale*), capulí (*Prunus salicifolia*) o jambatos (*Atelopus ignescens*) han desaparecido.

Las preguntas sobre el clima y el cambio climático están a menudo imbuidas en aspectos de su contexto socio-ecológico. Por ejemplo, cuando preguntamos a la gente si percibían que los eventos climáticos eran más fuertes o más severos hoy que antes, los entrevistados hablaron de hecho de cuestiones climáticas (por ejemplo, el frío, la intensidad y duración de las precipitaciones), pero pasaron más tiempo discutiendo otros temas relacionados como la salud. Uno de los participantes respondió que, debido al intenso frío “una niña murió de la gripe cuando ella tenía seis meses de edad y con neumonía... otro murió al año siguiente [también] con neumonía”.

Además, la percepción del clima y el cambio climático está estrechamente relacionada con la religión, la fe y las creencias. Los agricultores señalaron que a menudo oraban antes de ir al campo para participar en las cosechas, pero lo hacen menos ahora. Algunos de los entrevistados describieron los desastres naturales como el resultado de un dios o un santo enojado (por ejemplo, “Al principio sí hubo una tremenda tormenta de granizo... estos santos están muy, muy enojados”). Por lo tanto, la respuesta sobre el evento climático severo presentaba un énfasis espiritual o religioso. Un agricultor de Ticatilín-Macaló Grande dijo: “Pusieron una

bandera blanca, en un palo como este [señalando con las manos arriba] Por lo tanto, el granizo se detendrá.” Como respuesta a la percepción del clima más frío y más húmedo, una mujer en Oyacachi insistió en que los agricultores deben orar más: “El taitita Dios ha llegado a castigar, él dirá y nosotros lo escucharemos”. Estos ejemplos demuestran claramente cómo la percepción del cambio climático de la gente se entrelaza con sus sistemas de creencias y su entorno socio-ecológico.

## Conclusiones

En este estudio partimos de dos preguntas generales de investigación. En lo relacionado a la primera: ¿Cómo ha cambiado el clima en la región Centro-Norte de los Andes ecuatorianos en las últimas décadas y cómo perciben esos cambios los pequeños agricultores?, nuestro análisis muestra que las respuestas proporcionadas dentro de los marcos de conocimiento científico y experiencial coinciden, pero también se contraponen. Desde la perspectiva de la ciencia del clima, nuestro estudio muestra tendencias importantes hacia una intensificación de TMA, TMC, TMF desde 1965 en las estaciones cercanas a nuestros sitios de investigación.

Este resultado corrobora los hallazgos de estudios recientes que apuntan a las tendencias significativas hacia mayores temperaturas media, mínimas y máximas en la mayor parte de los Andes desde mediados de la década de 1960 (Morán-Tejeda *et al.*, 2016; Vuille *et al.*, 2000). Este hallazgo está bien alineado con las percepciones locales de un ambiente más cálido. Sin embargo, en relación con la precipitación anual, no se encontraron tendencias significativas de disminución o aumento, aunque se determinó un ligero incremento y disminución absolutos a lo largo de los valles interandinos y hacia la cuenca del Amazonas, respectivamente.

Este hallazgo es corroborado por otros estudios nacionales y transnacionales (ver Morán-Tejeda *et al.*, 2016; Espinoza-Villar *et al.*, 2009). Nuestro análisis cuantitativo apunta a que la precipitación ha disminuido tanto en Napo y Cotopaxi en comparación con el período normal. Curio-



samente, la mayoría de los observadores locales en Oyacachi y Ticatilín-Macaló Grande no percibieron cambios significativos en PMA, mientras que la mayoría de los agricultores en Yanahurco Grande reportaron una tendencia negativa importante. La percepción local de disminución de la precipitación en los valles centrales interandinos y el aumento de las precipitaciones a lo largo de los flancos orientales contradice en cierta manera la evidencia científica. Tales contradicciones no son infrecuentes como otros estudios sobre percepción del cambio climático han demostrado (Burnham *et al.*, 2015). Por lo tanto, es crucial para los investigadores estar en sintonía con las formas en que los conocimientos científico y experiencial coevolucionan a través de sus interacciones. Esta es nuestra respuesta a las llamadas para generar una comprensión más amplia y equilibrada del cambio climático (Nielsen y D’Haen, 2014), lo que requiere un reencuadre epistemológico de la investigación sobre el cambio climático.

En cuanto a nuestra segunda pregunta: ¿Cómo puede un marco epistemológico híbrido ayudar a valorar las dimensiones físicas y humanas del cambio climático a través de distintas escalas geográficas?, un enfoque epistemológico híbrido sobre el cambio climático es prometedor, pero tiene desafíos. Este permite una mayor diversidad en el diálogo sobre el cambio climático con la identificación del límite, proceso, y alcance del conocimiento a través de una comprensión holística del clima y el cambio climático. Esto no solo se refiere a la inclusión del conocimiento de expertos y campesinos, sino también a su producción como un resultado de procesos socioculturales. Sin embargo, la aplicación empírica de un enfoque epistemológico híbrido es difícil como se demostró en este estudio. Las discrepancias entre el comúnmente legitimado conocimiento de expertos y el frecuentemente subrepresentado conocimiento local son difíciles de superar.

En este trabajo aplicamos un marco epistemológico híbrido para investigar el cambio climático y cómo es percibido y lidiado por pequeños agricultores de los Andes Centro-Norte del Ecuador. Argumentamos que dicho marco proporciona un mecanismo para estudiar el cambio climático desde múltiples perspectivas y escalas geográficas. A través de

este enfoque, se crean oportunidades para investigar los significados de clima y el cambio climático a través de los enfoques de los conocimientos científico y tradicional local. La valoración de las experiencias cotidianas de los miembros de la comunidad local sobre el cambio climático también proporciona nuevas posibilidades para que las comunidades se adapten al cambio climático a través de su conocimiento y experiencia acumulada.

En este estudio demostramos que los pequeños productores andinos reaccionan, hasta cierto punto, de acuerdo con la percepción de riesgo climático e incertidumbre a nivel regional como lo demuestran los resultados de la encuesta y el análisis de las entrevistas de vida. Las estrategias de vida de los agricultores, sin embargo, se enredan en arreglos tan complejos a escalas mayores que el cambio climático aparece como solo uno de los muchos problemas que los pequeños agricultores andinos deben manejar en su vida diaria. Nuestro estudio muestra que, aunque el cambio climático es un factor regional que influye en las prácticas locales agro-pastoriles de los agricultores, otras fuerzas no climáticas aparentan jugar un papel más importante en la determinación de su intensidad y adopción. Es evidente que estas comunidades en particular comprenden y responden al cambio climático a través de sus experiencias para generar espacios que no solamente son simultáneamente sociales, culturales, políticos y ambientales, sino también históricamente relevantes. El cambio climático está profundamente arraigado en el sistema socio-ecológico relacional (Rice *et al.*, 2015).

Además, nuestro estudio muestra que la percepción del cambio climático está atrapada en procesos locales y extra locales (Burnham *et al.*, 2015) que influyen en la forma en que los pequeños productores se relacionan con su entorno ambiental. Sin embargo, a pesar de la resiliencia ecológica de los pequeños agricultores de los Andes, el cambio climático puede exacerbar los efectos negativos de esos mismos procesos (por ejemplo, reducción de la productividad agrícola o de la diversidad agroecológica) en sus medios de vida, ya empobrecidos y afectados por procesos de urbanización, migración, proletarianización, aculturación, y globalización (Postigo *et al.*, 2012).

## Referencias bibliográficas

- Basist, A., Bell, G. y Meentemeyer, V. (1994). Statistical relationships between topography and precipitation patterns. *Journal of Climate*, 7, 1305-135.
- Bebbington, A. (2000). Reencountering Development: Livelihood Transitions and Place Transformations in the Andes. *Annals of the Association of American Geographers*, 90(3), 495-520. <http://dx.doi.org/10.1111/0004-5608.00206>
- Bjurström, A. y Polk, M. (2011). Physical and economic bias in climate change research: a scientometric study of IPCC Third Assessment Report. *Climate Change*, 108(1), 1-22.
- Burnham, M., Zhao, M. y Zhang, B. (2015). Making sense of climate change: hybrid epistemologies, socio-natural assemblages and smallholder knowledge. *Area*, 48, 18-26. doi:10.1111/area.12150
- Demeritt, D. (2001). The construction of global warming and the politics of science. *Annals of the Association of American Geographers*, 91(2), 307-337. <https://doi.org/10.1111/0004-5608.00245>
- Centro para la Investigación de la Diversidad Cultural y Biológica de los Bosques Pluviales y Andinos (DIVA). (2000). *Oyacachi-La gente y la biodiversidad*. Dinamarca, Ediciones Abya-Yala. <https://bit.ly/3Ny58JL>
- Edwards, P. N. (2010). *A vast machine: Computer-models, climate data, and the politics of global warming*. MIT Press.
- Espinoza-Villar, J. C., Ronchail, J., Guyot, J. L., Cochonneau, G., Naziano, F., Lavado, W., De Oliveira, E., Pombosa, R. y Vauchel, P. (2009). Spatio-temporal rainfall variability in the Amazon basin countries (Brasil, Peru, Bolivia, Colombia, and Ecuador). *International Journal of Climatology*, 29, 1574-1594. <https://doi.org/10.1002/joc.1791>
- ESRI. (2014). ArcGIS Desktop: Release 10.3. Redlands, CA.
- GAD Mulaló. (2011). *Plan de desarrollo y ordenamiento territorial. Parroquia San Francisco de Mulaló*. <https://bit.ly/3NphG6r>
- GAD Oyacachi. (2015). *Actualización del Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial*. <https://bit.ly/3Y5Fql2>
- Hamman, A., Wang, T., Spittlehouse, D. L. y Murdock, T. (2013). A comprehensive, high-resolution database of historical and projected climate surfaces for western North America. *Bulletin of the American Meteorological Society*, 94, 1307-1309. <https://doi.org/10.1175/BAMS-D-12-00145.1>
- Haylock, M. R., Peterson, T. C., Alves, L. M., Ambrizzi, T., Anunciacao, Y. M., Baez, J., Barros, V. R., Berlato, M. A., Bidegain M., Coronel, G., Corradi,

- V., Garcia, V. J., Grimm, A. M., Karoly, D., Marengo, J. A., Marino, M. B., Moncunill, D. F., Nechet, D., Quintana, J., Rebello, E., Rusticucci, M. Santos, J. L., Trebejo, I. y Vincent L. A. (2006). Trends in total and extreme South America rainfall in 1960-2000 and links with sea surface temperature. *Journal of Climate*, 19, 1490-1512.
- Hulme, M. (2008). Geographical work at the boundaries of climate change. *Transactions of the Institute of British Geographers NS*, 33(1), 5-11. <https://doi.org/10.1111/j.1475-5661.2007.00289.x>
- INAMHI. (2014). Base de datos meteorológica del Ecuador. Quito: INAMHI.
- INEC. (2010). *Censo de Población y Vivienda, Ecuador*. <https://bit.ly/48dFALQ>
- Jung, J.-K. (2015). Code clouds: qualitative geovisualization of geotweets. *The Canadian Geographer*, 59(1), 52-68. <https://doi.org/10.1111/cag.12133>
- Jurt, C., Burga, M. D., Vicuña, L., Huggel, C. y Orlove, B. (2015). Local perceptions in climate change debates: insights from case studies in the Alps and the Andes. *Climatic Change*, 133(3), 511-523. <https://doi.org/10.1007/s10584-015-1529-5>
- Korovkin, T. (2001). Reinventing the Communal Tradition: Indigenous Peoples, Civil Society, and Democratization in Andean Ecuador. *Latin America Research Review*, 36(3), 37-77.
- La Frenierre, J. y Mark, B. (2016). Detecting patterns of climate change at volcán Chimborazo, Ecuador, by integrating instrumental data, public observations, and glacier change analysis. *Annals of the American Association of Geographers*, 107, 979-997.
- López, S., López-Sandoval, M. F. y Jung, J.-K. (2020) New insights on land use, land cover, and climate change in human–environment dynamics of the Equatorial Andes. *Annals of the American Association of Geographers*, 111, 1110-1136.
- López, S, Jung, J.-K. y López, M.F (2017). A hybrid-epistemological approach to climate change research: Linking scientific and local knowledge systems in the Ecuadorian Andes. *Anthropocene*, 17, 30-45.
- Morán-Tejeda, E., Bazo, J., López-Moreno, J. I., Aguilar, E., Azorín-Molina, C., Sanchez-Lorenzo, A., Martínez, R., Nieto, J. J., Mejía, R., Martín-Hernández, N. y Vicente-Serrano, S. M. (2016). Climate trends and variability in Ecuador (1966-2011). *International Journal of Climatology*. <https://doi.org/10.1002/joc.4597>
- Nielsen, J. Ø. y D'Haen, S. A. (2014). Asking about climate change: Reflections on methodology in qualitative climate change research published in Global

- Environmental Change since 2000. *Global Environmental Change*, 402-409. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2013.10.006>
- Ostrom, E. (2009). *A polycentric approach for coping with climate change*. Washington DC: The World Bank.
- Postigo, J., Peralvo, M., López, S., Zapata-Caldas, E., Jarvis, A., Ramirez, J. y Lau, C. (2012). Adaptation and Vulnerability of Andean Productive Systems. En C. F. M. Bustamante, M. T. Becerra, J. Postigo y M. Peralvo (eds.), *Andean Panorama on Climate Change: Vulnerability and Adaptation in the Tropical Andes* (pp. 147-177). CONDESAN, SGCAN.
- Razavia, T. S., Arainc, A. y Coulibaly, P. (2016). Regional climate change trends and uncertainty analysis using extreme indices: A case study of Hamilton, Canada. *Climate Risk Management*. <https://doi.org/10.1016/j.crm.2016.06.002>
- Rice, J. L., Burke, B. J. y Heynen, N. (2015). Knowing climate change, embodying climate praxis: experiential knowledge in Southern Appalachia. *Annals of the Association of American Geographers*, 105(2), 253-262.
- Scientific Software Development GmbH. (2012). Atlas Ti. Berlin, Germany.
- Strauss, A. y Corbin, J. (1997). *Grounded theory in practice*. SAGE.
- Urrutia, R. y Vuille, M. (2009). Climate change projections for the tropical Andes using a regional climate model: Temperature and precipitation simulations for the end of the 21st century. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, 114, 1-15. <https://doi.org/10.1029/2008JD011021>
- Vuille, M., Bradley, R. S. y Keimig, F. (2000). Climate variability in the Andes of Ecuador and its relation to tropical Pacific and Atlantic sea surface temperature anomalies. *Journal of Climate*, 13, 2520-2535
- Vuille, M., Bradley, R. S., Werner, M. y Keimig, F. (2003). 20th century climate change in the tropical Andes: observations and model results. *Climate Change*, 59, 75-99.
- Vuille, M., Francou, B., Wagnon, P., Juen, I., Kaser, G., Mark, B. G. y Bradley, R. S. (2008). Climate change and tropical Andean glaciers: past, present and future. *Earth Science Reviews*, 89, 79-96. <https://doi.org/10.1016/j.earscirev.2008.04.002>
- Wang, T., Hamann, A., Spittlehouse, D. L. y Murdock, T. Q. (2012). ClimateW-NA-High-resolution spatial climate data for western North America. *Journal of Applied Meteorology and Climatology*, 51, 16-29. <https://doi.org/10.1175/JAMC-D-11-043.1>

Capítulo 5

## **Cambio climático y cambio de uso de suelo en el bosque Alexander von Humboldt, Pucallpa, Perú: migración o desarrollo**

---

Ana Sabogal Dunin Borkowski  
Pontificia Universidad Católica del Perú  
asabogal@pucp.pe  
<https://orcid.org/0000-0002-0816-2739>

### **Introducción**

Se calcula que en el 2017, 1/5 de la población peruana, algo más de 6 millones, eran migrantes internos (Bergman *et al.*, 2021, p. 3). En la selva peruana entre 1940 y 2017, el porcentaje de población de la selva creció del 7 al 14 % (Bergman *et al.*, 2021, p. 3). Al igual que en el resto del Perú la tasa de pobreza es tres veces mayor en las zonas rurales que en las zonas urbanas y las brechas de género y etnicidad subsisten (Bergman *et al.*, 2021, p. 5). Los poblados cercanos al bosque de Macuaya, ubicados en el departamento de Ucayali, no escapan a las características nacionales, aquí la población está conformada principalmente por población migrante proveniente de la sierra, especialmente de Huánuco; la población nativa es muy reducida. Los poblados están aún rodeados de bosque, si bien lentamente avanza el cambio de uso de suelo y las nuevas chacras, principalmente de cacao.

La zona de estudio se caracteriza por una población migrante, la gran mayoría de los pobladores huyeron de la guerra subversiva de los años 80 a 90, existiendo en el lugar hoy en día una segunda generación joven que se identifica con el espacio. Este espacio fue el punto de batalla entre los dos grupos subversivos Sendero Luminoso y Movimiento Revolucionario Túpac Amaru (MRTA). Si bien el conflicto ha sido superado hace tres décadas, los pobladores más antiguos recuerdan aún hoy la migración y los conflictos por el dominio del espacio. A este panorama se suma la presencia de la producción ilegal de coca en un inicio y el tráfico de madera actual. La zona de estudio está sometida a fuertes presiones de cambio de uso de suelo por deforestación y expansión de la frontera agrícola, situada en Ucayali, entre las regiones con mayor deforestación del Perú (MINAM, 2016, p. 53). Es indudable que esta compleja trama trae consecuencias y el desarrollo de nuevas estrategias de sobrevivencia. Como mencionan Bergman *et al.* (2021), la migración trae consigo consecuencias de estrés postraumático y depresión (p. 15). Más aún si la migración ha sido a causa de la guerra interna como lo es en este caso, la población ha transformado el espacio y se ha apropiado de este siendo partícipes y aportando al desarrollo local.

El espacio estudiado es resultado de la acción política de fomento de la colonización. En tal sentido, la construcción social del territorio tiene dos vertientes desde la visión de los pobladores locales, como migrantes hacia un espacio nuevo, con una cohesión social y diferenciación respecto a la población ajena al poblado, que habita otros espacios y culturas. La construcción de la visión del *territorio* está íntimamente ligada a la visión política nacional, más allá de la población local, la visión de la amazonia como territorio agreste y aislado es parte de la construcción de esta visión, que ha fomentado la migración hacia este espacio desde el Estado. Desde este imaginario, la selva se presenta como espacio agreste y despoblado con población salvaje. Sin embargo, como es sabido, desde mucho antes de la independencia existía conexión comercial entre la sierra y la selva (Uribe, 2019, p. 76). Conexión que trata de invisibilizarse hasta ahora. A esta visión se une la construcción y desarrollo de los primeros mapas y luego de las

carreteras desde inicios de la república (p. 78). En el Perú son principalmente las exploraciones botánicas y geológicas de Humboldt y Raimondi del siglo XIX las que dan las primeras visiones del espacio. Los *caminos* son también considerados parte de la defensa del territorio, tal es el caso del Territorio de Putumayo y Caquetá, de la selva colombiana (Uribe, 2019, p. 84).

En Latinoamérica gran parte de las primeras construcciones de caminos van de la mano con las misiones católicas, como misiones colonizadoras, como es el caso del camino hacia el río Putumayo, llamado por lo mismo “camino de los capuchinos” completado a inicios del siglo XX y cuyo interés político va unido a la explotación del caucho (p. 84). Es curioso observar que para los capuchinos los objetivos de la construcción del camino son permitir la evangelización y la entrada de colonos, este último objetivo compartido con el gobierno (p. 86). En la zona de estudio la construcción de la carretera Integración de la Infraestructura Regional Suramericana (IRSA) que se establece en el 2000 contando actualmente con gran cantidad de vías de conexión terrestre y fluvial, se sigue viendo desde la óptica social y de discurso político como una forma de disminuir desigualdades (Uribe, 2019, pp. 88-89). En tal sentido resulta interesante el espacio de estudio situado en la intersección de dos carreteras importantes: la marginal de la selva, también conocida como Belaunde Terry y que une la selva al resto del territorio, costa y sierra y la carretera Federico Basadre. La zona de estudio está cercana al VRAEM (Valle de los ríos Apurímac, Ene y Mantaro) donde existen gran cantidad de conflictos sociales unidos a la producción ilegal de coca y al tráfico de madera.

Los estudios sobre cambio climático en la selva son escasos y la mayoría no encuentra cambios en las precipitaciones. No se cuenta con datos sobre la previsión del cambio climático para la zona de estudio. Para la selva central se prevé un aumento de la sequía (Motta Paca *et al.*, 2020 en Bergman *et al.*, 2021, p. 129), mientras que la variación de temperatura global se calcula entre 0,75 a 1,5 °C para mediados del siglo XXI en comparación con la época preindustrial (Bergman *et al.*, 2021, pp. 6-7). La mezcla del cambio climático con la deforestación son un



riesgo importante (Adams *et al.*, 2014, p. 49 en Bergman *et al.*, 2021, p. 107). Se calcula que el umbral de la deforestación es del 40 % por encima de cual el bosque no sería viable (Nobre *et al.*, 2016 en Bergman *et al.*, 2021, p. 107). Sin embargo, si se combinan la deforestación al cambio climático y a los incendios forestales este umbral disminuye al 20-25 % (Bergman *et al.*, 2021, p. 15). Ello indudablemente podría desencadenar un aumento de los incendios forestales. Para la Amazonía, el aumento en el peor de los escenarios de 4 °C, produciría un estrés muy grande en la población, así como en la flora y la fauna, lo que provocaría grandes desplazamientos (Bergman *et al.*, 2021, p. 8). Bajo estas condiciones es necesario pensar en cultivos y técnicas de cultivo que se adapten a estas nuevas condiciones (Bergman *et al.*, 2021, p. 17). Así como en el futuro de los bosques, se requiere así aún el desarrollo de investigaciones sobre nichos ecológicos de las especies y de los ecosistemas y sobre los efectos de esta sobre las poblaciones. No olvidemos que el Perú es el 9° país con la mayor extensión de bosques a nivel mundial (CEPLAN, 2011 en Bergman *et al.*, 2021, p. 30). La zona de estudio resulta indudablemente muy frágil frente a este escenario.

## Objetivos del estudio

El objetivo de este estudio es el análisis de los cambios sobre el paisaje acontecidos en el último siglo y su repercusión en el paisaje de las localidades situadas alrededor de lo que fuera el Bosque Nacional Alexander von Humboldt

Como objetivos específicos se estudiarán los cambios históricos acontecidos en el último siglo; la migración y transformación de la población y su influencia en los cambios del paisaje; las causas del cambio de uso de suelo; el cambio climático y las posibles consecuencias en la agricultura; y finalmente reflexionar sobre el desarrollo del espacio y las modificaciones del paisaje.

## Área de estudio

El estudio analiza el área de influencia del bosque de Macuya, situado en el área de influencia de lo que fuera el Bosque Nacional Alexander von Humboldt a 86 km de la ciudad de Pucallpa. Se aboca a describir los procesos de cambio, examinar las causas y explorar el futuro desarrollo del espacio a la luz de las transformaciones locales enlazando este escenario con el Cambio Climático. Las poblaciones entrevistadas son de nueve poblados diferentes a lo largo de la carretera Marginal de la selva. Los poblados estudiados fueron: Alexander von Humboldt, Tambo Largo (Pueblo Libre), Santa Rosa de Pata, Puerto Zúngaro, Pueblo Nuevo, Macuya, Nuevo Venayal, Nuevo Porvenir, Alexander von Humboldt.

El Bosque Nacional Alexander von Humboldt está ubicado entre las coordenadas 80 25' a 90 36' de latitud Sur y de 740 59' a 750 30' de longitud Oeste, en altitudes que varían entre los 250 y los 500 m s. n. m. dentro de este bosque está ubicado el bosque Macuya. Está ubicado en el km 12 de la carretera marginal de la selva y es parte de la Estación Experimental de la Universidad Nacional de Ucayali.

El bosque Alto Macuya tenía una dimensión de 20 750 hectáreas de las cuales 14 000 eran bosque de producción y 6750 bosque de protección (INRENA, 1998). Este incluía la naciente de los ríos Macuya y Pata y colinda con el río San Alejandro (INRENA, 1998). La zona actualmente se ha reducido considerablemente debido a las recientes invasiones. El bosque de Macuya cuenta hoy con 2640 hectáreas. La vegetación corresponde al Bosque Muy Húmedo Premontano Tropical (bmh-PT) con una temperatura promedio de 25 °C con máximas de 35 °C y mínimas de 14 °C y precipitación que fluctúa entre 2000 y 4000 mm/año (INRENA, 1998). Según el mapa forestal corresponden a bosque de colina (INRENA, 1998).

La población de la zona es principalmente mestiza, las poblaciones nativas son de las etnias Pano y Arawak representando al 1998 el 5 % de la población local (INRENA, 1998), hoy está prácticamente ausente del espacio. La presión social sobre el bosque es elevada debido a la cercanía

de la carretera (INRENA, 1998). La zona de estudio ha pasado desde mediados de siglo XX por grandes transformaciones en cuanto al área de bosque y formación de poblados alrededor de este a consecuencia de las transformaciones políticas y locales.

El bosque de Humboldt se crea como Bosque Nacional en 1965 (INRENA, 1998), debido a su valiosa cantidad de madera con el objetivo de ser una reserva forestal, desarrollar una producción de madera sostenible, ser un modelo de manejo forestal y regular la oferta y demandade la forestaría (Dourojeanni, 2009). La gran diversidad del bosque y su conservación se debieron en parte al aislamiento, es recién en la década del 40 en que la zona se inicia a conectar con el resto del país mediante la construcción de la carretera Federico Basadre que conecta Huánuco con Pucallpa. Pero es recién en 1985 en que se construye la marginal de la Selva que modifica el espacio de manera definitiva facilitando el acceso al bosque y la expansión agrícola. En 2005, el Bosque Macuya deja de tener la categoría de bosque Nacional, persiste, sin embargo, como área de estudio de la Universidad Nacional de Ucayali. Luego de la invasión del área por traficantes de terreno en 2018, en que se inicia el estudio del bosque, el área es recuperada por la universidad, a pesar de ello, la zona sigue siendo sumamente conflictiva lo que dificulta la investigación local.

Los procesos electorales y las políticas de colonización de la selva utilizaron el espacio para fomentar la repartición de lotes y la consiguiente migración hacia este espacio. El poblado Alexander von Humboldt, el más extenso de los poblados donde se realizaron los estudios y las encuestas, está ubicado entre las coordenadas 8°81'91''44 y 75°05'75''44 y se ubica en la intercesión entre ambas carreteras.

El área de estudio se caracteriza por una agricultura de cacao incentivada por el Estado a la par que el fomento de cooperativas de transformación y venta de derivados de cacao. La zona de estudio se encuentra situada cerca del Valle de los ríos Apurímac, Ene y Mantaro (VRAEM) zona donde se localizó gran parte de la producción ilegal de coca, por ello actualmente recibe una atención especial con participación de Vida (Co-

misión Nacional para el Desarrollo y Vida sin Drogas) y del Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego con el fin de asegurar la sustitución de cultivos.

En la zona vemos la contradicción entre las diversas políticas nacionales que han modificado el espacio fomentando la construcción de carreteras, la migración lo que ha conllevado a la transformación del paisaje forestal. A pocos kilómetros del bosque de Macuya se sitúa un lote petrolero que viene funcionando desde el 2013, están situados en el km 11 de la carretera Federico Basadre.

**Tabla 1**

*Línea de tiempo de los principales cambios históricos que repercuten sobre el paisaje del área de influencia del bosque Nacional Alexander von Humboldt*

| Línea de tiempo de los principales cambios históricos que repercuten sobre el paisaje    | Décadas   | Fuente                       |
|------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|------------------------------|
| Construcción de la carretera Federico Basadre                                            | 1940      | INRENA, 1998                 |
| Creación del Bosque Nacional Alexander von Humboldt incluyendo lote 3 (Bosque de Macuya) | 1965      | INRENA, 1998                 |
| Producción de coca a gran escala                                                         | 1980-90   | Dourojeanni, 2009            |
| Inauguración de la carretera Marginal de la Selva                                        | 1980      | INRENA, 1998                 |
| Presencia de grupos armados Sendero Luminoso y Movimiento Revolucionario Túpac Amaru     | 1980-1990 | Dourojeanni, 2009            |
| El Bosque Macuya deja de tener la categoría de bosque Nacional                           | 2005      | El Peruano 2005              |
| Desarrollo del Lote Petrolero                                                            | 2013      | Entrevista y visita de campo |
| Invasión del bosque Macuya                                                               | 2018      | Autor                        |

## Metodología

La metodología utilizada es la del estudio del paisaje (Turner y Gardner, 2015), se analizan las transformaciones del paisaje desde una perspectiva histórica desde la geografía cultural analizando los cambios

históricos que definen las estructuras sociales y de poder. Los paisajes crean dinámicas e identifican roles, desde la construcción de la historia hasta las actividades productivas. Por ello se abordan, por un lado, los aspectos históricos del espacio combinando la investigación bibliográfica y, por otro, la recolección de datos mediante encuestas y entrevistas. Se realizaron encuestas a los agricultores y entrevistas a los pobladores de los 9 poblados estudiados.

La metodología del estudio del paisaje permite el análisis de sus componentes, en función de los hechos existentes y de lo que estos representan, en términos de lo político, social e histórico (Bravo, 2018, p. 599). Utilizando así la aproximación del paisaje, combinando el análisis del uso del suelo, con la política a partir de los sistemas de manejo, se analiza la interacción del desarrollo económico, social y su repercusión en la biodiversidad y la mitigación del cambio climático (Reed *et al.*, 2016 en Bravo, 2018, p. 611). En tal sentido, se recoge el enfoque de paisaje del Foro Global de Paisajes de la ONU que enlaza el estudio del paisaje a los acuerdos sobre clima y desarrollo sostenible integrando la visión del uso del suelo a su entorno natural y humano (Bravo, 2018, pp. 612-613). Los cambios de tenencia de la tierra, producto de la actividad política, han provocado transformaciones en el paisaje, como en el caso de la reforma Agraria del Perú (Eguren, 2006; Matos Mar y Mejía, 1980; Mayer, 2009 en Bravo, 2018, p. 616). Lo mismo se postula para este estudio en que las intervenciones políticas han tenido y siguen teniendo un rol primordial en el cambio del paisaje. En este estudio se utiliza el análisis del paisaje agrícola, descomponiendo el paisaje en los factores que lo caracterizan desde el componente agrícola del paisaje de cultivo de cacao, entrelazándolo con su dimensión política, económica, social e histórica.

En las encuestas se consideró parámetros para definir sistemas de producción agroecológica y se recolectaron datos ambientales y sociales. Las encuestas fueron realizadas en agosto de 2018. Para la selección de indicadores se consideró la metodología utilizada por Bravo-Medina *et al.* (2017, p. 23), tomando algunos de los indicadores semejantes como

las prácticas agroecológicas, la diversificación de cultivos, las actividades productivas, la mano de obra familiar, nivel de producción y la composición de los ingresos igualmente se realizó análisis de fertilidad del suelo. Se consideró también el uso de insumos agrícolas, se levantaron datos ambientales y sociales.

## Resultados

El resultado visual, aunque no cuantificado en este estudio del paisaje, nos lleva a observar un creciente aumento de mosaicos del paisaje entre agrícolas, pastizales y bosques, donde los bosques van disminuyendo, lo que se refuerza con las observaciones de campo y las invasiones observados durante el estudio, así como de las entrevistas realizadas.

En la tabla 2 se resumen los resultados de las 30 encuestas realizadas los productores de cacao. Todos los entrevistados poseían 40 o menos hectáreas pudiendo ser caracterizados como pequeños propietarios. La gran mayoría eran migrantes a los que se les había adjudicado las 40 hectáreas como colonos.

**Tabla 2**

*Caracterización de actores, resultados de encuesta a agricultores*

| Categorías                             | Especificación                                          | Porcentaje |
|----------------------------------------|---------------------------------------------------------|------------|
| <b>1. Uso de la tierra</b>             |                                                         |            |
| Propiedad de la tierra                 | Propietarios de tierras                                 | 88 %       |
| Distribución del trabajo en la parcela | Propietarios de la tierra                               | 50 %       |
|                                        | Hijos de los propietarios                               | 22 %       |
|                                        | Asalariados                                             | 16 %       |
| Migración                              | Migrantes con 10-20 años en el lugar                    | 42 %       |
|                                        | Familias con mestizaje entre población migrante y local | 3.33 %     |

| Categorías                                                      | Especificación                             | Porcentaje |
|-----------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|------------|
| <b>2. Distribución de ingresos y cultivos</b>                   |                                            |            |
| Cultivos                                                        | Cacao                                      | 45 %       |
|                                                                 | Plátano                                    | 41 %       |
| Distribución de los ingresos de la población entrevistada       | Agricultura                                | 55%        |
|                                                                 | Pastoreo                                   | 18 %       |
|                                                                 | Forestería                                 | 13 %       |
|                                                                 | Apicultura                                 | 5 %        |
|                                                                 | Comercio                                   | 2 %        |
| <b>3. Sistemas de producción</b>                                |                                            |            |
|                                                                 | Agropastoril                               | 89 %       |
|                                                                 | Pastan directamente sin mejora de pastizal | 77 %       |
|                                                                 | Siembran pasto                             | 33 %       |
| <b>4. Características agroecológicas</b>                        |                                            |            |
|                                                                 | Aplican control químico                    | 54 %       |
|                                                                 | Aplican guano u otro producto orgánico     | 13 %       |
|                                                                 | Incorporan restos de cosecha               | 82 %       |
| Tecnificación agrícola                                          | Conocen agroforestería pero no practican   | 56 %       |
|                                                                 | Utilizan plantones injertado               | 10 %       |
|                                                                 | Utilizan riego tecnificado                 | 0 %        |
| <b>5. Percepción de cultivos con mayores ingresos agrícolas</b> |                                            |            |
|                                                                 | Cacao                                      | 29 %       |
|                                                                 | Plátano                                    | 18 %       |
|                                                                 | Piña                                       | 10 %       |
|                                                                 | Papaya                                     | 6 %        |
|                                                                 | Palma aceitera                             | 6 %        |
|                                                                 | Naranja                                    | 2 %        |

Como resultados de la caracterización de los actores con base en las entrevistas podemos concluir que la agricultura que se practica es una agricultura extensiva con poca inversión y poca dedicación de parte de los agricultores. Como podemos apreciar la mayoría tiene ingresos fuera de la parcela agrícola y todos cultivan cacao, no existe agricultura tradicional.

A continuación, se resumen los resultados de las 42 entrevistas distribuidas de la siguiente manera: tres a socios de cooperativas cafetaleras, 18 agricultores, tres comerciantes, dos enfermeras de posta médica, seis negocios de madera, diez funcionarios públicos. Las poblaciones entrevistadas son de nueve poblados diferentes a lo largo de la carretera Marginal de la selva. Los poblados fueron: Alexander von Humboldt, Tambo Largo (Pueblo Libre), Santa Rosa de Pata, Puerto Zúngaro, Pueblo Nuevo, Macuya, Nuevo Venayal, Nuevo Porvenir, Alexander von Humboldt.

La historia del poblado Alexander von Humboldt, relatada por sus habitantes, se remonta a la década de 1940. El poblado se funda en lo que era el antiguo aserradero forestal, antes de los años 1980. Los primeros trabajadores del aserradero llegan a mediados de los años 40 y en 1964 se construye la carretera Federico Basadre, ya para entonces la madera es escasa. Con la segunda elección de Belaunde, a finales de los años 70, se reparte las tierras por lotización fomentando la migración de colonos. En 1980 se abre la carretera Marginal de la Selva construida con mano de obra de los colonos. El 4 de abril de 1980 se crea el caserío Alexander von Humboldt. En 1982 se crea el jardín de niños y la escuela primaria y al año siguiente la secundaria, hasta 3° de media y como colegio agropecuario. En el 2015 Alexander von Humboldt se convierte en distrito (Resolución Suprema 30310), actualmente tiene 7500 habitantes. En el espacio estudiado la población migrante que lleva ya casi 80 años en el lugar es la protagonista. Ellos se han apropiado del territorio desarrollando su forma de vida ajena y totalmente separada de la población nativa, que no está presente en absoluto en la zona ni tiene contacto con ellos, son en tal sentido dos mundos paralelos. Esta situación es consecuencia de la guerra interna que trajo como consecuencia la migración. Actualmente la



población de Alexander von Humboldt participa activamente del espacio y ha logrado que este se convierta en distrito.

En las zonas aledañas al bosque las condiciones de salud aún son deficientes. La enfermera de la posta de Santa Rosa de Pata informa que el 70 % de la población infantil tiene anemia debido a la mala alimentación. En general, no se cultivan verduras y los animales de monte son para la venta y no realizan pesca. El promedio de hijos por familia está entre seis y ocho hijos. Existe aún mucha reticencia de las mujeres de asistir a la posta. En Pueblo Nuevo la situación de salud es semejante, aquí en promedio existen entre dos y tres embarazos adolescentes al año. En ambos poblados las enfermedades más frecuentes son IRA, EDA y parasitosis.

La zona de estudio tiene bastante apoyo del Estado para organizar asociaciones productivas para la producción de cacao, así es como se funda “Esencia Ucayali” con apoyo del Estado para su formación y de la cooperación de EE. UU. (USAID) para la compra de la maquinaria. Esta empresa tiene actualmente 18 socios, y está abocada a conseguir la certificación de cacao. Por otro lado, en la zona está la cooperativa de cacao que produce cacao de la marca Piri Piri, que ha sido fomentada por el gobierno y actualmente tiene 250 socios. De estos 180 poseen certificación como productores orgánicos de cacao y de comercio justo, certificados por la certificadora CERES. Algunos socios pertenecen a ambas asociaciones. La gran mayoría de caco producido es para la venta, el consumo interno del cacao es solo del 1 %. La cooperativa exporta cacao en grano seco a Promatex e IncomItalia. La ventaja de pertenecer a la cooperativa es que el cacao tiene precio refugio de tal manera que asegura al agricultor recibir este precio.

En la zona de estudio a parte de la asociación está la Asociación de Mujeres Emprendedoras (ASPAMERU) creada en 2014 con el apoyo de las naciones unidas (PNUD, 2016), la ONG NAP y la DE Vida. La cooperativa prepara pasta y derivados. Sin embargo, como mencionan los entrevistados “las cooperativas no funcionan bien ya que solo la mitad paga”. Otras instituciones que apoyan la producción de caco son la ONG Alianza Cacao que apoya con charlas, y el Ministerio de Agricultura y Riego (MINAGRI) que apoya con charlas y pasantías.

Algunos productores participan de la Expo Amazónica, alianza público-privada, financiada por USAID que promueve la comercialización a través de ferias. Promueven también el acceso a créditos de productores de cacao bajos sistemas agroforestales, promueve la adopción de tecnología agrícola y el acceso a mercados, mediante la articulación de productores y acercándolos al mercado. Otra cooperativa muy exitosa, es la cooperativa Acatpa, esta se fundó con fondos de De Vida y fondo de Suiz-Contact (Cooperación Suiza). Actualmente cuenta con una tienda en la plaza de armas de Pucallpa: “Pasión chocolate”.

En cuanto a la producción de madera, existen varias empresas madereras en la zona como Cabrera, Villacorta, Mapresa (km 12), APROFU, entre otras. Entre las empresas productoras de madera están la asociación alrededor de la que se concentran los productores llamada APROFU (Asociación de Productores Forestales) y Bosques amazónicos que producen carbón. Una de las empresas más grandes y exitosas es Reforesta Perú, que viene cultivando eucalipto (*Eucalyptus sp.*), teca (*Tecona grandis*) y capirona (*Calycophyllum spruceanum*) con muy buenos resultados, en la zona. La empresa tiene financiación de Fondo Bosques del gobierno holandés. Recientemente ha entrado al mercado Purproject, empresa francesa que se dedica a la venta de Bonos de Carbono. Sin embargo, como informan los entrevistados “La triplayera más grande de la zona es Triplay amazónico de los hermanos Pozo”.

La producción y venta forestal es un negocio complejo, la mayoría de las empresas extractoras de madera tienen juicio, además, se requiere mucha seguridad para mantener la concesión y la madera está cada vez más lejos. Según relatan los empresarios de madera entrevistados: “OSINFOR (Organismo de Supervisión de los Recursos Forestales y de Fauna Silvestre), ha hecho quebrar a todas las madereras formales”. La burocracia es muy grande, lo que va en desmedro de las empresas formales. Exportar madera resulta aún más complicado ya que se requiere de la cadena de custodia de la madera. Una de las empresas de madereras más grandes es la Maderera Perutimber, cuya maderera está en Pucallpa, la empresa

actualmente compra madera. Su producción de madera se trasladó a Madre de Dios debido a la compleja problemática social. Esta empresa trabaja una nueva cadena de valor con bolaina (*Guazuma crinita*) y fomento de plantaciones forestales a gran escala. Lograr certificar la madera es un proceso largo y costoso.

Como se conoce, el cultivo de madera requiere tiempo hasta que pueda iniciarse la extracción, tanto Agrobanco como el banco ofrece tasas del 5 % y ocho años de gracia, COFIDE (Cooperación Financiera para el Desarrollo), ofrece la garantía y BCP (Banco de Crédito del Perú), otorga crédito con régimen agrario. Sin embargo, pocos son los que se animan a invertir en este sector debido a la inestabilidad del espacio.

Relatan los entrevistados que “De Vida” como programas de sustitución de cultivo fomenta el cultivo de teca (*Tecona grandis*) y bolaina (*Guazuma crinita*) la ventaja de estas dos especies es su corto tiempo hasta la primera cosecha, estas son complementadas por otras especies forestales de largo periodo vegetativo como la capirona (*Calycophyllum spruceanum*) juntamente con cacao y palma aceitera a gran escala, pero el problema con las plantaciones forestales es que son muy a largo plazo, por ello no hay interés de la gente.

Cuenta el mismo entrevistado que, antes de 1985, aún antes de que se construyera la carretera, había mucha extracción de madera en la zona. La mayoría de entrevistados son migrantes. Relatan los más antiguos que los primeros migrantes a la zona llegan desde Iquitos, para trabajar en la Estación Experimental del Instituto Nacional de Investigación Agraria (INIA), del Ministerios de Agricultura, la Estación experimental se funda en San Alejandro, a 20 km de von Humboldt, en 1972, de allí se traslada a von Humboldt, cuando aún no está el pueblo, luego llegan los migrantes de Huánuco. En la época del terrorismo INIA fue abandonado y las instalaciones quemadas por los terroristas. Entre los entrevistados hay población migrante de Huánuco, Tingo, Posuzo, entre otros huyendo de la guerra subversiva. Relatan los entrevistados que en el espacio Se fomentó la repartición de tierras a cambio de los votos golondrinos. Los

votantes golondrinos de Huánuco recibieron su DNI en von Humboldt, ello explica que gran parte de los migrantes sean de la zona de Huánuco.

Uno de los entrevistados de Pueblo Libre relata: “En esa época la subversión era fuerte. Había muchos terrenos abandonados y la gente venía de todas partes huyendo en camiones, sin nada. Luego, llegaron los terroristas a la zona, con la carretera”. Tambo Largo o Pueblo Libre es el lugar donde los pobladores se enfrentaron a Sendero Luminoso en 1992. El entrevistado cuenta que, cuando Sendero llegó al lugar, se encontró con una emboscada de la población. Después de una ardua batalla y con el apoyo de la Marina, lograron liberar el área.

Actualmente, uno de los problemas que aquejan a la zona son las invasiones. Por ejemplo, los entrevistados mencionan que el INIA, en un inicio, contaba con 2000 hectáreas, pero hoy solo tiene 163. Ha sufrido invasiones en el año 2000 y en 2008, cuando perdió 1500 hectáreas que fueron repartidas entre 500 invasores, y en 2013, cuando se redujo a 163 hectáreas. En el km 89, en 2002, llegaron los invasores de Huánuco. Señalan que el proceso de invasión tiene varias etapas: primero se realiza la roza, tumba y quema del bosque; luego, se practica la agricultura en el terreno; y, finalmente, se revenden los terrenos a particulares. Entre el 70 y 80 % de los productores de madera tienen constancia de posesión, pero no poseen título de propiedad, por lo que no pueden cosechar madera. Muchos se asocian a comunidades que tienen permisos de extracción. Existe un mercado negro debido a que no se reconoce a los pequeños productores, y los trámites de titulación son muy tediosos. Por todo esto, no pueden cosechar madera y terminan vendiéndola a terceros que la blanquean.

Los funcionarios que están implementando el Proyecto de Titulación de Tierras (PTR3) comentan que el bosque, como tal, no se puede titular. Es por ello que a menudo se procede al desbroce para luego solicitar la titulación. Esta compleja situación hace que los nuevos pobladores de Von Humboldt, como relatan los entrevistados, sean comerciantes que no se interesan por la madera.

## Discusión

Los resultados del estudio nos muestran un panorama complejo, donde la población local de la primera generación de migrantes se ha apropiado del espacio, ha desarrollado estrategias de vida adecuadas y ha participado en la política y el desarrollo local. Esta población se ha asimilado al lugar y ha dejado de ser vista como migrante. Sin embargo, las poblaciones aledañas aún la consideran como tal. La percepción sobre el cambio climático no está presente ni en la población ni en las decisiones de la política local. Esto puede deberse a que no tienen una tradición arraigada al territorio y no han presenciado los cambios del ambiente a largo plazo. Esta misma razón podría llevarnos a pensar que la población no tiene problemas en cambiar de lugar, combinando diversos espacios y oficios, desde el campo hasta la ciudad, entrelazando una compleja gama de actividades, como se deduce de las entrevistas semiestructuradas a los pobladores.

Una interesante observación de Pichón (1996, p. 358 en Anda *et al.* (2017, p. 182) sobre los *colonos* en la Amazonía ecuatoriana, que coincide con lo observado en el estudio, es que a los agricultores colonos les interesa más que la productividad de las parcelas, la seguridad económica. Por ello, los autores plantean el análisis del ciclo de vida familiar y su impacto en el uso de suelo y en la deforestación (Anda *et al.*, 2017, p. 182). Por otro lado, las comunidades rurales que no se encuentran cerca al río combinan la explotación del bosque con la agricultura y son una fuente de presión sobre el bosque (Zavaleta *et al.*, 2018 en Bergman *et al.*, 2021, p. 102). Lo que no es ideal ya que debiera desarrollarse una propuesta de manejo sostenible. Entre las estrategias de la población frente al cambio climático se encuentran los cambios del calendario agrícola, la diversificación de cultivos, actividades no agronómicas como búsqueda de puestos de trabajo o generación de ingresos monetarios (Crespeigne *et al.*, en Diez 2014, p. 62).

En este estudio estaríamos ante una agricultura extensiva en que la división y organización del trabajo no se basa en la agricultura, sino más

bien en otras actividades y la agricultura es un complemento de estas, aunque mantenimiento de la parcela parte importante de la seguridad familiar. En tal sentido se propone un cambio de paradigmas en que el agricultor migrante de la selva no es principalmente agricultor sino comerciante. Si esta reflexión se extiende hacia los pobladores nativos y sus formas de uso de la tierra utilizando la trashumancia como forma de vida, podría asociarse a la agricultura migratoria, que es complementada con las demás actividades como caza, pesca y madera.

Otros puntos resaltados que resultan semejantes entre esta investigación y la de Bravo-Medina *et al.*, son la falta de registros y de “estrategia de comercialización” (2017, p. 34). En el caso del bosque de Humboldt la estrategia de comercialización y el cultivo de cacao es desarrollada e implantada por el gobierno y se aplica la región en general. Los agricultores se unen a esta por las ventajas que ofrece el gobierno no habiéndose logrado aún la independencia del agricultor frente al cultivo y por ende la sostenibilidad a largo plazo, existiendo una dependencia del Estado para la comercialización y seguridad comercial. Se trata así de una lógica de seguridad económica múltiple donde más que la agricultura el terreno agrícola es parte de la seguridad económica y donde las múltiples intervenciones y estrategias del gobierno, en apoyo a la agricultura, son vistas por los pobladores como parte de ello según podemos observar de las entrevistas semiestructuradas realizadas.

Por otro lado, esta situación se enmarca en un contexto global en que como menciona Díez en el contexto actual peruano los productores combinan lo rural y lo urbano en su dinámica de producción (Díez, 2014, p. 23). De esta manera podemos hablar de pluriactividad en que los ingresos provienen de actividades agrícolas como no agrícolas y las transferencias privadas y públicas se tornan cada vez más crecientes, en un contexto de creciente movilidad de la población (p. 24). Las actividades productivas de las familias se amplían incluyendo además del mundo rural al urbano, son familias interconectadas con los espacios urbanos (2014, p. 45). Según Lozano (2006 en Díez, 2014, p. 58), las familias migrantes

de la sierra de Puna a la selva combinan tres estrategias: acumulación asociada a la producción de café, compensación combinando actividades con el altiplano en caso de necesidad y seguridad, combinando zonas de trabajo con diversificación de actividades. La acumulación de las familias productoras de café se da por la diversificación de cultivos y la migración (Barriga, 2009 en Diez, 2014, p. 59). Resulta interesante hacer una comparación con la zona de estudio en que existe una cercanía con la situación descrita por Diez, sin embargo, aquí más que con el lugar de origen, la población mantiene estrecha relación con la ciudad de Pucallpa, donde realiza actividades de comercio y trabajo asalariado y que sirve de amparo frente a las amenazas de actividades ilegales e invasiones de terreno.

En el Perú la población rural sigue siendo mucho más pobre que la *urbana*, para el 2014 el 46 % de la población rural era pobre, mientras que en las zonas urbanas este porcentaje era del 15 % (Banco Mundial 2019 en Bergman *et al.*, 2021, p. 154). El Índice de Gini, que mide la desigualdad, viene disminuyendo, este fue de 0.44 para el 2016 situándose en el número 42 de 177 países en cuanto a la desigualdad como país más pobre (Bergman *et al.*, 2021, p. 156). Ello provoca la migración de la población joven hacia la ciudad en busca de oportunidades (Vargas *et al.*, 2013 en Bravo-Medina *et al.*, 2017, p. 30). Resulta interesante tener en cuenta estos datos y analizarlos a la luz de los cambios de estrategias de empleo en que lo rural deja de estar separado de lo urbano entretejiéndose y formando una nueva trama que combina ambos espacios en las estrategias de ingresos y formas de vida. Cabe preguntarse si a esta situación se le puede atribuir la disminución del índice de Gini. Varios estudios apuntan a proponer como parte del desarrollo de la amazonia la combinación entre actividades agropecuarias y actividades productivas no agropecuarias (Nieto y Caicedo 2012; Grijalva *et al.*, 2013; Vargas *et al.*, 2013 en Bravo-Medina *et al.*, 2017, p. 31). No obstante, y aunque el ecosistema ha sido diezmado, la capacidad del uso de suelo del ecosistema corresponde al uso de suelo forestal.

Analizando los sistemas agroforestales podemos observar que en la zona no han tenido acogida. Estos están cercanos a las prácticas agrícolas de los pueblos locales que han sido desplazados por la colonización y que practican una agricultura itinerante más conocida como roza, tumba y quema. Existiendo dos formas de manejo: la roza tumba y quema y la roza, tumba y pudre, dependiendo de los grupos (Escárraga *et al.*, 2020, p. 18). En esta última, luego de limpiar el terreno se entierra los árboles para que estos al descomponerse alimenten el suelo. La agroforestería basa su sistema fundamentalmente en la combinación de especies diversos estratos, asemejándose a la agricultura temporal practicada localmente. Si bien sería ideal difundir el uso agroforestal, y tanto el gobierno a través de sus múltiples programas como la cooperación internacional ha tratado de introducirlo, no se ha abocado al análisis de los circuitos de producción arriba descritos. El sistema agroforestal es un sistema complejo que requiere mucha mayor inversión de mano de obra que la agricultura extensiva. Los agricultores de la zona de estudio optan por la diversificación de ingresos con la menor inversión de tiempo y dinero en la agricultura. Ello da como resultado sin proponérselo, cultivos agroecológicos no tanto por convicción como por la facilidad para llevar la chacra y la poca inversión económica en los cultivos. Indudablemente el uso de leguminosas como la alfalfa, sería una práctica simple que permitiría elevar la fertilidad del suelo de manera fácil y sin mayor inversión lo que conllevaría a elevar la fertilidad del suelo y por consiguiente de la cosecha.

En tal sentido, algunas especies forestales y que se han utilizado en selva alta y podrían funcionar en el espacio son la guaba (*Inga edulis*), cedrela (*Cedrela odorata*) (Bravo-Medina *et al.*, 2017, p. 32). O mejor aún, aquellas ya probadas en el lugar de periodo vegetativo corto como la teca (*Tecona grandis*) y bolaina (*Guazuma crinita*), complementadas por otras especies forestales de largo periodo vegetativo como la capirona (*Calyco-phyllum spruceanum*) juntamente con cacao. Peor como mencionan los entrevistados el problema con las plantaciones forestales es que son muy a largo plazo, por ello no hay interés de la gente unido a la distribución y organización del trabajo ya que un terreno agroforestal requiere de podas



y manejo periódico de los cultivos, mientras que el cultivo del cacao no requiere mucha mano de obra, pudiendo concentrarse esta en algunos momentos del año.

Los resultados obtenidos coinciden con Bravo-Medina *et al.* (2017), quienes también encuentran una correlación entre fertilidad y sustentabilidad de prácticas agropecuarias asociadas a las prácticas agroecológicas y una baja diversidad de actividades productivas con poco valor agregado. Los mismos autores encuentran algunas similitudes con otros estudios donde también se encuentra poco nivel tecnológico como Vargas *et al.*, 2014 (en Bravo-Medina *et al.*, 2017, p. 31). Cabe resaltar que en todas estas consideraciones no se han considerado los Servicios Ecosistémicos que al tratarse de un ecosistema con vocación forestal tendrían una importante labor en la absorción de Gases de Efecto Invernadero.

La ocupación del bosque y *las invasiones* observadas en el estudio traen como consecuencia la disminución del bosque y mosaicos de bosque en el paisaje cada vez más pequeños, lo que coincide con la tercera fase del proceso de deforestación luego del desbroce del bosque y la consiguiente agricultura (Angelsen y Rundel en Anda *et al.*, 2017, pp. 182-183). Las variables finales del proceso de deforestación que definen el periodo final del proceso de deforestación son el desarrollo económico y la migración rural urbana (Anda *et al.*, 2017, p. 183). En el caso específico del estudio realizado el poblado se constituye en un centro receptor de migración y un centro económico de comercio, que podría convertirse en un futuro cercano en polo económico importante, por su cercanía a la ciudad de Pucallpa y su relativa distancia al río, lo que asegura que el poblado no sufrirá directamente de inundaciones debidas al cambio climático. Modificando el mosaico del paisaje de manera definitiva. De esta manera las consecuencias derivadas de la deforestación más notables son fragmentación de hábitat y disminución de la biodiversidad.

Este cambio del paisaje tiene, sin embargo, consecuencias globales. La *deforestación* de la Amazonía trae consigo la disminución de absorción de dióxido de carbono. En el Perú las principales fuentes de emisiones

se deben a la deforestación y al cambio de uso del suelo uso de suelo, el cambio de uso de suelo y la silvicultura representan el 51 % de las emisiones de CO<sub>2</sub> eq. (MINAM, 2016, p. 79). Coincidiendo con la zona de estudio. Mientras que las principales fuentes de absorción de gases de efecto invernadero para el Perú son el incremento de biomasa forestal, a raíz de la formación de bosques secundarios, y cultivos permanentes y el abandono de tierras cultivadas que permiten la formación de bosques secundario (purmas) dando un total de 16224 Gg CO<sub>2</sub> eq. (MINAM, 2016, p. 21). Ello repercute indudablemente en el clima local y global. Si bien las consecuencias del cambio climático se mezclan con las del cambio de uso del suelo, podemos observar grandes cambios que han afectado la Amazonía.

Según lo observado en campo, desde lo ecológico la alteración del bosque a consecuencia de la deforestación modifica el paisaje, influencia a la vida silvestre en dos dimensiones diferentes: de manera localizada, dentro del ecosistema, afectando la biodiversidad, la distribución y la supervivencia de las especies y tiene un efecto de borde en el límite del área, donde el bosque colinda con otros ecosistemas como los poblados o los espacios urbanos. Los bosques al regenerarse producen ecosistemas de purma, esta regeneración no presenta las mismas condiciones de biodiversidad y su regeneración depende de la resiliencia del ecosistema, y de la extensión del daño pudiendo llegar al punto de no retorno cuando se daña o pierde el suelo. Frente a esta complejidad los sistemas agroforestales resultan interesantes al conservar la fertilidad del suelo, sin embargo, como se explicó líneas arriba no son de interés de la población frente a la compleja realidad. En tal sentido se requiere repensar los sistemas considerando la bioculturalidad de los mismos en las propuestas de manejo.

La deforestación modifica y repercute también en los ciclos hidrológicos. En las últimas décadas los incendios han aumentado alcanzando dimensiones muy elevadas entre 2015 y 2019 (Bergman, 2021, p. iii). También ha aumentado la frecuencia de estos (Fernández *et al.*, 2011 en MINAM, 2016, p. 150). Como causas principales de los incendios se

ha identificada la agricultura, la sequía, la emisión de Gases de Efecto Invernadero (MINAM, 2016). Todo ello modifica y repercute a nivel micro-primero y macro-climático después. En el futuro, se prevé un aumento de los incendios a raíz de las sequías (MINAM, 2016). Tal es el caso de la Amazonía donde el tema de incendios es un tema relativamente reciente. Los escenarios climáticos extremos para la selva del Perú prevén un aumento del 4 °C lo que produciría estrés por calor en la región amazónica y limitaría la vida, mientras que en el mejor escenario con un aumento de 2 °C podría ocurrir migración desde Lima hacia la selva, aumentando la deforestación y mayor presión sobre los recursos (Bergman *et al.*, 2021:2.-3). Frente al inminente cambio climático se requiere pensar en los factores o impulsores que definen la migración entre los que están sin duda la escasez de recursos (Bergman *et al.*, 2021, p. 19). Ello indudablemente dará lugar a nuevos cambios sociales y económicos, por ello se requiere pensar en este nuevo esquema social y económico.

En Ucayali y Loreto la población presenta un patrón estacional de migración en la época de lluvias (Bergman *et al.*, 2021, p. 13). Esta situación es recurrente en muchos espacios del Perú, costa, sierra y selva y tendrá que ser discutida a la luz del cambio climático. Sin embargo, cabe resaltar que en el Perú no existe una política migratoria interna (Bergman *et al.*, 2021, p. 177). La política migratoria se centra en la migración por conflictos internos, es recién en 2005 en que se incorpora la reglamentación sobre migración por desastres naturales (Bergman *et al.*, 2021, p. 179). El primer Plan Nacional de Gestión de Riesgos y Desastres (PLANAGERD) fue aprobado en el 2014 (SINAGERD *et al.*, 2014 en Bergman *et al.*, 2021: 182). Sin embargo, la financiación y la discusión está asociada al canon y regalías mineras lo que hace que no calce con los peligros naturales (Bergman *et al.*, 2021, p. 187).

Desde la óptica del cambio climático, se inicia recién la discusión, aunque se reconoce que existirán los escenarios climáticos producirán consecuencias catastróficas en los ecosistemas pudiendo llevarlos al colapso (Bergman *et al.*, 2021, pp. 2-3). Sin embargo, la Política Nacional

Forestal y de Fauna Silvestre del Perú (MINAM, 2013) no menciona la migración (Bergman *et al.*, 2021, p. 198). Por otro lado, la migración es vista siempre de manera negativa. Así es como el Ministerio del Ambiente considera que es una de las causas importantes de la deforestación (MINAM, 2016, p. 112).

Por otro lado, el Plan Nacional de Seguridad Alimentaria y Nutricional para el Perú 2015-2021 (MINAGRI, 2015) ignora la migración y su relación con la seguridad alimentaria (Bergman *et al.*, 2021, p. 196). Los niveles de anemia de los niños entre 6 y 36 meses en el Perú llegan a 45 %, ello se agudiza en las regiones de la selva del Perú presentan inseguridad alimentaria alta y muy alta (Bergman *et al.*, 2021, pp. 165-166). Vemos así que en la zona de estudio según las entrevistas a los centros de salud en las zonas aledañas al bosque las condiciones de salud aún dejan mucho que desear y en la posta de Santa Rosa de Pata se ha registrado que el 70 % de la población infantil tiene anemia.

Finalmente, el Plan Bicentenario: Perú hacia el 2021 (CEPLAN, 2011) presenta un panorama muy negativo de la migración interna como impulsor de la deforestación, la informalidad y el subempleo (Bergman *et al.*, 2021, p. 196). Entre las causas de la deforestación están la agricultura migratoria, la tala ilegal, entre otras (Bergman *et al.*, 2021, p. 30). La principal causa directa de la deforestación es la expansión agrícola mientras que entre las indirectas está la migración hacia la Amazonía (MINAM, 2016, p. 112). Vemos que desde lo político la migración es vista con lentes negativos, así también se ignora a la inmensa mayoría de población migrante de la selva viéndolos como usurpadores del territorio originario, que además representan una buena parte de la población actual.

En el espacio estudiado la mano de obra es una de las limitantes en el uso e intensificación del terreno. En el espacio estudiado se observa que los jóvenes tienen ocupación múltiple, muchas veces combinadas con actividades en la ciudad de Pucallpa, lo que no permite la ocupación en la charca, no existiendo una correlación con la deforestación para subsistencia. Quedan en campo los mayores y las familias jóvenes con niños.

Al igual que en el estudio de Anda *et al.* (2017, p. 196) para la Amazonía ecuatoriana, se observa de parte de la población joven la elección por disminuir el esfuerzo físico que implica la actividad agrícola orientándose a actividades de comercio u otras. En la zona de estudio el riesgo de los pobladores vinculado a las actividades de invasión de tierras y actividades de deforestación es muy grande, por lo que los agricultores prefieren combinar la actividad agrícola extensiva con trabajo remunerado en ciudad. Ello coincide con la interesante observación de Anda *et al.* (2017, p. 198) quien observa que la falta de mano de obra joven o su ocupación en actividades generadoras de ingresos en el campo, se debe a que los jóvenes prefieren trabajar en las ciudades, lo que conlleva a la disminución de la deforestación en la amazonia ecuatoriana. Existe así una correlación con el espacio estudiado donde los jóvenes prefieren condiciones de vida más seguras al combinar actividades de comercio y remuneradas complementando de esta manera los pocos ingresos de la agricultura extensiva. Sin embargo, a este fenómeno se suman otros complejos grupos sociales que si presionan sobre el bosque y que sin embargo no son objeto de estudios.

En las últimas décadas en el Perú, se ha avanzado con el desarrollo de cadenas de valor, en este sentido se ha promocionado el cultivo del cacao en la zona de estudios uniendo fuerzas desde diversos órganos del gobierno. Con el desarrollo de “cadenas de valor” se busca asegurar la venta acercando al productor con el consumidor, facilitando la conexión con los mercados globales (Kuramoto, 2008 en Huamán y Palacios, 2018, p. 187). Este acercamiento se torna complejo si tenemos en cuenta que los productos denominados “*commodities*”, como es el caso del cacao y sus precios dependen del mercado mundial en que los países productores minoritarios tienen poca capacidad de negociación. Se ha cuestionado así el cultivo y la expansión de la palma aceitera considerando que es sobre todo inversión de capital extranjero (Dammert, 2015 en Huamán y Palacios, 2018, p. 188).

También se ha reportado una conexión entre el cultivo de la palma y el tráfico de tierras, habiéndose encontrado indicios de ello en Loreto

y Ucayali (García *et al.*, 2017 en Huamán y Palacios, 2018, p. 188). Otra de las críticas que se hace al concepto de cadenas de valor es la falta de conexión con la historia de los cultivos en la zona (Huamán y Palacios, 2018, p. 191). Sin embargo, en muchas zonas de la selva, donde la población es principalmente migrante, como la estudiada, la población no ha realizado agricultura en el lugar, no existiendo ciclos agrícolas tradicionales. Finalmente, al igual que con el cultivo de la palma aceitera cabe preguntarse si se repetirán ciclos de *boom and bust* (Huamán y Palacios, 2018, p. 237). Lo mismo cabe preguntarse para la zona de estudio respecto a la producción de cacao, se trata entonces de asegurar que la historia no se repita a fin de que realmente pueda incidir en la mejora de la vida de la población local.

La zona de estudio corresponde a una zona donde se desarrollaron los programas de *sustitución de coca*. Estos mayormente van vinculados a cultivos que poseen mercado seguro, muchas veces disminuyendo la diversidad de la agrobiodiversidad. Ello se observa en la Amazonia de Colombia (Escárraga *et al.*, 2020, p. 25). En el Perú en la zona de estudio, los programas del Estado van vinculados fundamentalmente el cultivo de cacao y al fomento de la asociatividad. Con el fin de asegurar la comercialización el Estado ha promovido el desarrollo de asociaciones de productores. Las asociaciones promovidas por el Estado, en la zona, aún no han logrado la sostenibilidad a largo plazo. Sin embargo, ello resulta algo impuesto, ya que el cultivo de caco es para la venta externa y los pobladores no tienen costumbre de consumirlo. Los precios en el mercado no pueden ser negociados y el comercio es incipiente, aunque los programas de desarrollo intentan asegurar la venta mediante ferias agropecuarias y transformación del cacao, ello aún resulta incipientes. Cabe recordar lo mencionado por una de las entrevistadas que considera que “el cacao ya no es alternativa, ha regresado la coca”.

Existe una gran presión sobre el mercado de tierras, lo que puede observarse en la zona de estudio. Mucho se ha discutido la vinculación entre la titulación de la tierra y la deforestación, y actualmente el Banco Mundial

viene impulsando el proceso de titulación de tierras de las comunidades tanto en la sierra como en la selva a través del Programa de Titulación de Tierras conocido como PTR 3 (MIDAGRI, 2021). Este proceso indudablemente liberaliza el mercado de tierras. En el proceso surgen también a la luz injusticias inherentes como el que las mujeres no estén inscritas en los padrones comunales y por lo tanto no teniendo la titularidad consiguiente (Ruiz-Bravo y Castro, 2012, p. 19 en Díez, 2014, p. 36).

También hay que resaltar que la empresa privada tanto la agro-industria como la industria extractiva en el Perú tiene una importante presión sobre las tierras desde las últimas dos décadas que se combina con las demandas sobre los derechos de la propiedad de parte de la población (Díez, 2014, p. 37). Este parece tener un correlativo con el contexto global de *land grab* o aumento de presiones sobre el terreno de parte de corporaciones o del Estado (Coluta *et al.*, Díez, 2014, p. 32). Existe también un incremento en la venta de tierras de las de pequeños propietarios y comunidades a favor de grandes empresas (Díez, 2014, p. 40). De esta manera se han generado grandes complejos agroempresariales de gran extensión en la selva y en la costa del Perú, lo que ha modificado las relaciones sociales y modificado la distribución del empleo (p. 41).

Cabe preguntarnos cuáles serán los efectos en la zona donde vemos algunas inversiones moderadas de plantaciones como palma aceitera y de reforestación. Esta presión indudablemente seguirá aumentando y dependerá en gran medida de la población y de su organización el avance que pueda tener en la zona. La carretera tiene indudablemente una influencia directa en el proceso. Las carreteras traen consigo también la creación de nuevos puestos de trabajo y la diversificación de los ingresos, ello va unido al contexto de la economía nacional, existiendo menos deforestación cuando mejora la economía, bajo este contexto la deforestación es mayor en áreas más conectadas, sin embargo, la deforestación a nivel del país disminuye (Sierra en Anda *et al.*, 2017, p. 184). En el caso concreto del estudio la carretera está vinculada al aumento de la migración y a la diversificación económica como lo demuestran las encuestas realizadas,

y podemos ver que existe una correlación directa entre la deforestación y la migración directamente con la carretera.

## Referencias bibliográficas

- Anda, S., Gómez de la Torre, S., Bedoya, E. (2017). Estrategias productivas familiares, percepciones y deforestación en un contexto de transición forestal: el caso de Tena en la Amazonía ecuatoriana. *Antropológica*, XXXV (38), 177-209.
- Bergmann, J., K. Vinke, C. A. Fernández Palomino, C. Gornott, S. Gleixner, R. Laudien, A.
- Lobanova, J. Ludescher y H. J. Schellnhuber (2021). *Evaluación de la evidencia: Cambio climático y migración en el Perú*. Instituto Potsdam para la Investigación sobre el Impacto del Cambio Climático (PIK) y Organización Internacional para las Migraciones (OIM), Ginebra.
- Bravo, M. (2018). Paisajes rurales en el Perú: aproximaciones y perspectivas. En *Perú: el problema agrario en debate*. SEPIA XVII / Seminario Permanente de Investigación Agraria- Lima, SEPIA, 593-670.
- Bravo-Medina, C., Marín, H., Marrero-Labrador, P., Ruiz, M. E., Torres-Navarrete, B., Navarrete-Alvarado, H., Durazno-Alvarado, G., Changoluisa-Vargas, D. (2017). Evaluación de la sustentabilidad mediante indicadores en unidades de producción de la provincia de Napo, Amazonia Ecuatoriana. *Bioagro* 29(1), 23-36.
- Diez, A. (2014). Cambios en la ruralidad y en las estrategias de vida en el mundo rural. Una relectura de antiguas y nuevas definiciones. En *SEPIA XV: El problema agrario en debate* (pp.19-85).
- Dourojeanni, M. (2009) *Crónica forestal del Perú*. Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima.
- El Peruano. (2005). Resolución Suprema N°055-2005-AG. <https://bit.ly/3YbhjkN>
- Escárrega, L. J., Gutiérrez, I., Van Etten, J., Ramírez, F. y Sibelet, N. (2020). ¿Por qué se pierde la agrobiodiversidad?: caso de la chagra inga en la Amazonía colombiana. *Mundo Amazónico*, 11(1), 11-38.
- Huamán, A. y Palacios, D. (2018). Agroindustria en la Amazonía colonizada: una aproximación etnográfica a la cadena de valor de la palma aceitera en Tocache, San Martín. En *Perú: el problema agrario en debate*. SEPIA XVII / Seminario Permanente de Investigación Agraria. Lima, SEPIA.



- Instituto Nacional de Recursos Naturales. (INRENA) (1998). *Proyecto ITTO PD 95/90 (F) Manejo Forestal del Bosque Nacional Alexander Von Humboldt*. Plan de Manejo Forestal del Bosque Nacional Alexander Von Humboldt. INR-86-DGF. Lima-Perú. 98 pp. <https://bit.ly/3YCJZ7X>
- Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego. (MIDAGRI) (2021). PTRT3 (uegps. gob.pe)
- Ministerio del Ambiente. (MINAM) (2016). El Perú y el Cambio Climático. Tercera comunicación Nacional.
- Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. (PNUD). (2016) La Amazonía y la agenda 2030.
- Turner, M. y Gardner, R. (2015). *Landscape ecology: in theory and practice*. 2° ed. Springer.
- Uribe, S. (2019). Caminos de frontera: espacio y poder en la historia del piedemonte amazónico colombiano. *Historia Crítica*, 72, 69-92.

Capítulo 6

## **Perspectivas locales sobre cambios climáticos e (in)movilidades humanas en el Ecuador rural**

---

Julia Kieslinger

Universidad Friedrich-Alexander

[julia.kieslinger@fau.de](mailto:julia.kieslinger@fau.de)

<https://orcid.org/0000-0001-6584-6902>

### **Introducción y estado de la cuestión**

La migración es un fenómeno intensamente discutido en América Latina (OIM, 2019), ya que se relaciona con transformaciones socio-ambientales más amplias. En este contexto, especialmente las zonas rurales se consideran áreas de emigración, donde se producen profundas transformaciones (Bilsborrow, 2002; Grau y Aide, 2007; Gray, 2009). Mientras que en los estudios migratorios uno de los objetivos fundamentales es comprender las razones de estos movimientos, trabajos sobre las relaciones entre el ser humano y el medio ambiente ponen más atención en los rápidos cambios ambientales que se presentan en áreas rurales (Gray, 2009, p. 457).

Desde ambas perspectivas se indican ciertas interrelaciones entre el medio ambiente y procesos migratorios. El interdisciplinario campo de investigación del nexo medio ambiente-migración ha ganado cada vez más importancia hasta la actualidad (Felgentreff y Pott, 2016; Hunter

et al., 2015), lo que se visibiliza también en las múltiples publicaciones de organismos internacionales a nivel global (IFRC, 2016; IOM, 2018; IPCC, 2014a) y en América Latina (OIM, 2017, 2019).

Desde las consideraciones iniciales en el campo de investigación sobre el nexo medio ambiente-migración, se han realizado avances sustanciales con nociones cambiantes (Bilsborrow, 1992; Black *et al.*, 2011; Felgentreff y Pott, 2016; Hunter *et al.*, 2015; McLeman, 2014). Dada la gran diversidad de trabajos en este campo de investigación, en lo siguiente se detallan tres líneas grandes que influyeron en las perspectivas académicas. La primera de la causalidad ambiental de la migración se hizo más prominente después de la publicación del informe sobre los refugiados ambientales de Essam El-Hinnawi (1985). Esta perspectiva de la migración como resultado de condiciones y cambios ambientales se basó en un acercamiento de “push-pull”, según los cuales personas salieran de lugares con degradación ambiental a otros menos degradados (Lewin *et al.*, 2012; van der Geest, 2011).

En estos debates, el cambio climático y su relevancia para la migración se volvieron temas centrales con estimaciones de un aumento considerable de migrantes debido al cambio climático (IOM & RPG, 1992). Al cuestionar esta relación directa simplificada surgieron como segunda línea enfoques de la complejidad de las causas de migración donde se resaltan la multicausalidad y multidimensionalidad de la migración y la importancia de los contextos históricos, políticos, económicos y sociales (Black *et al.*, 2011; Doevenspeck, 2011). Con la creciente evidencia empírica de estudios de casos en diferentes contextos geográficos, se estableció la tercera línea que reconoce la migración como una forma de adaptación al cambio ambiental a largo plazo y como una estrategia de hogares de minimizar riesgos (p. ej. Afifi *et al.*, 2016; McLeman, 2014).

En resumen, se estableció cierto consenso científico (Foresight, 2011) donde la migración se considera una de las muchas formas de adaptación y las probabilidades de migración están determinadas por la interacción de las condiciones ambientales y otros factores contextuales

(Hunter *et al.*, 2015, p. 390). Sin embargo, se identificaron ciertos vacíos y limitaciones, como el enfoque centrado en migraciones externas dejando de lado migraciones internas que podrían desempeñar un papel más importante en el contexto de cambios ambientales (Foresight, 2011). Además, se recalcó que factores ambientales no solo podrían impulsar procesos migratorios sino también limitar las posibilidades de personas de movilizarse (Foresight, 2011, pp. 9-10). Aquí es donde se introdujo por primera vez la noción de “*trapped populations*” como poblaciones vulnerables que carecen de recursos (principalmente financieros) para escapar factores de estrés ambiental aunque quieran hacerlo (Ayeb-Karlsson *et al.*, 2020).

La noción inicial de los migrantes pasivos quienes se vieron obligados a emigrar cambió, pues ahora se ve a los migrantes cada vez más como agentes activos en la toma de decisiones. Sin embargo, las perspectivas de permanencia —salvo muy pocas excepciones (p. ej. Ayeb-Karlsson *et al.*, 2020)— no se incluyen en estos debates. En este sentido también hay una cuestión epistemológica y metodológica que representa una importante carencia: el campo ha estado y sigue dominado por visiones científicas externas donde las experiencias y saberes de las poblaciones que migran y que permanecen no se tienen suficientemente en cuenta (Kieslinger, 2021).

Este estudio pretende demostrar la diversidad de movimientos de las personas sin limitarse en categorías predefinidas y tomar en cuenta el fenómeno de la permanencia, que en lo siguiente se denomina y concibe como (in)movilidades humanas (Paradigma de las Nuevas Movilidades, p. ej., Sheller y Urry, 2006). Movilidades humanas no solo abarcan los movimientos físicos de personas sino también los significados sociales asignados (Massey *et al.*, 1993), lo que también aplica para inmovilidades. Para abordar la complejidad de las (in)movilidades humanas y sus interrelaciones con las transformaciones socio-ambientales, se optó por un caso de estudio en un lugar determinado.

El cantón serrano de Macará en el sur del Ecuador está ubicado en la escarpa occidental de los Andes y forma parte del ecosistema natural de bosque seco tropical semideciduo, que proporciona servicios ecosistémicos

cos vitales a la población rural (Aguirre *et al.*, 2006; Pucha-Cofrep *et al.*, 2015). Las condiciones climáticas son determinadas por una estación de lluvias (enero-abril), altas variaciones de las precipitaciones anuales de un año a otro y la aparición del fenómeno de El Niño-Oscilación del Sur con eventos extremos de lluvias fuertes y sequías (Kieslinger *et al.*, 2019; Morán-Tejeda *et al.*, 2016). A pesar de las condiciones climáticas desfavorables, la agricultura a pequeña escala para la subsistencia, y la venta en los mercados locales, es la fuente principal para generar los medios de vida (Aguirre *et al.*, 2015; GAD Macará, 2015).

El cantón Macará fue seleccionado como área de estudio porque varios autores habían observado históricamente una alta emigración en general (Bilsborrow *et al.*, 1987; Gray, 2009; Temme, 1972). Además, la región se vio afectada por el mayor acontecimiento climático en la historia más reciente del Ecuador: la sequía de los años sesenta, donde se observó una oleada de emigración sin precedentes (OAS, 1994; Temme, 1972). En la actualidad, el municipio de Macará ha destacado en su agenda de desarrollo local 2015-2019 la emigración de la población como un campo de acción urgente y señala los cambios climáticos, los eventos extremos recurrentes, así como la degradación de las tierras cultivables y de los bosques secos tropicales como principales desafíos para asegurar los medios de vida en el cantón (GAD Macará, 2015). Además, el área de estudio está ubicada en la escarpa occidental de los Andes Tropicales, una región altamente vulnerable al cambio climático donde se esperan los impactos más drásticos en Sudamérica (IPCC, 2014b; Kaenzig y Pigué, 2014; Peters *et al.*, 2013; Schoolmeester *et al.*, 2016). La interrogante central de esta investigación es: ¿Qué experiencias tiene la población local con cambios climáticos e (in)movilidades humanas en el área de estudio?

Como marco de análisis se determinó el periodo entre 1960 y 2017, año final de levantamiento de información. Se optó por un análisis multi-escalar considerando perspectivas con respecto al área de estudio, desde el hogar y a nivel individual. Para estructurar los resultados, se abordarán los siguientes sub-preguntas:

- ¿Qué cambios climáticos se dieron, qué impactos tenían y existen prácticas de adaptación?
- ¿Qué (in)movilidades se dieron en el área de estudio y por qué razones?
- ¿Qué motivaciones llevaron a movilidades e inmovilidades de personas?

Después de detallar la metodología aplicada y las experiencias de los participantes con respecto a las preguntas de investigación indicadas, se concluye con una discusión sobre las interrelaciones entre los cambios climáticos e (in)movilidades humanas en el área de estudio considerando las líneas principales en los debates sobre el nexo medioambiente y migración.

## Material y métodos

Para obtener una comprensión profunda de las perspectivas de la población local con respecto a las preguntas de investigación, se utilizó un acercamiento cualitativo y participativo (Kieslinger, 2021). El interés de este estudio se centró en conocimientos cotidianos de los participantes y en facilitar un proceso de investigación colaborativa (Paradigma de Investigación Participativa, p. ej., Bergold y Thomas, 2012; von Unger, 2014). Durante todos los procesos de investigación se colaboró con dos co-investigadores locales para generar un entendimiento profundo sobre los contextos de vida locales y reflexionar sobre las posicionalidades de los actores involucrados (Kieslinger *et al.*, 2021). Para la generación de información, se utilizaron métodos mixtos (Plano Clark e Ivankova, 2017) de herramientas visuales (Chambers, 1994; Kumar, 2002), entrevistas biográficas (Breckner y Massari, 2019) y discusiones de grupos focales (Crang y Cook, 2007). La elaboración metodológica y su aplicación en la investigación sobre (in)movilidades se detalla en Kieslinger *et al.* (2019), Kieslinger *et al.* (2020) y Kieslinger (2021).

**Foto 1**

*Taller con campesinos*



*Nota. Hualpa, 2017.*

**Foto 2**

*Entrevista de hogar*



*Nota. Kieslinger, 2017.*



En el anexo 1 se indican con más detalle los formatos y herramientas cuales se aplicaron con los diferentes participantes de este estudio durante tres fases de campo en el cantón de Macará entre 2015 y 2017. Se realizaron entrevistas con expertos, talleres participativos, entrevistas de hogares y encuestas individuales. Los enfoques temáticos incluían las (in)movilidades humanas, los contextos ecológicos, económicos, políticos y sociales, así como los medios de vida.

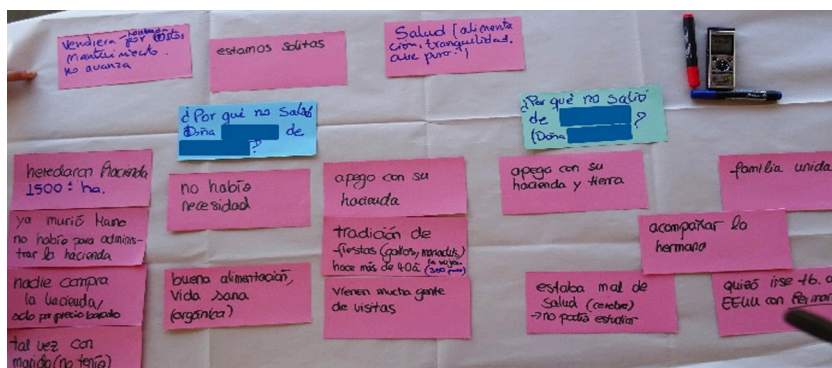
### Foto 3

*Condiciones estacional (Kieslinger, 2017)*



### Foto 4

*Lluvia de ideas (Kieslinger, 2016)*





En función de las herramientas elegidas, se utilizaron diferentes métodos de documentación, procesamiento y análisis. En el caso de los talleres participativos se elaboraron memorias técnicas y resúmenes de los resultados; las entrevistas se transcribieron literalmente y se codificaron de forma abierta utilizando “códigos in vivo” (Charmaz, 2006, pp. 53-57), y de forma axial y selectiva (Bernard, 2006; Charmaz, 2006). Los resultados de los datos, tanto textuales como visuales, se organizaron de acuerdo con las preguntas de investigación. Para analizar los acontecimientos históricos que afectaron a los procesos de (in)movilidad en el área de estudio, seleccionamos un período determinado entre 1960 y 2017, tomando en cuenta la edad y la duración de la vida de los participantes. Al final se complementaron las perspectivas resultantes de los participantes con un análisis de bibliografía y datos secundarios con respecto a acontecimientos históricos.

## **Análisis y resultados**

### ***Experiencias con cambios climáticos y prácticas para afrontarlos***

Antes las lluvias [temporadas de lluvia] eran fijas, (...) cambiadísimas están las estaciones. [Antes] en octubre ya daba sus garúas, (...) en noviembre ya se empezaba a preparar el terreno y los inviernos [estaciones de lluvia] eran en diciembre. [Ahora] en febrero se presenta el invierno (...). Hace más frío y en el mismo día en otro rato hace un calor tremendo. Diferente clima, variado. (Kieslinger *et al.*, 2019, HS2, M3 2016)

Aquí afectaban las dos cosas [lluvias fuertes y periodos secos]. Anteriormente unos 38 años atrás el verano [temporada seca] era el que más afectaba aquí pero actualmente más las lluvias. Ahora está lloviendo demasiado fuerte y las temperaturas locas, incluso hasta los animales se están enfermando de mucho calor. (Kieslinger *et al.*, 2019, HLV1b, M3 2016)

Las experiencias de los participantes con cambios climáticos se analizaron con respecto a observaciones de cambios climáticos e impactos locales relacionados, así como las prácticas de adaptación. En cuanto a las observaciones de cambios climáticos, los participantes (M1-4) indicaron un aumento de la temperatura y mayores amplitudes térmicas diarias (Kieslinger *et al.*, 2019). También se observó una mayor variación del inicio de la estación de lluvias, con un desplazamiento desde el final (octubre-diciembre) al principio del año siguiente (enero-febrero), así como un acortamiento de la estación. Según sus declaraciones, aumentaron las cantidades de lluvia y los episodios de lluvia intensa durante las estaciones lluviosas, y disminuyeron las sequías graves durante las estaciones secas (Kieslinger *et al.*, 2019). Comparando las observaciones de los participantes con la bibliografía se puede confirmar una tendencia continua del incremento de las temperaturas en Ecuador desde los años 60 (Bendix, 2004; Peters, 2016). Dado que no se habían encontrado tendencias de precipitación homogéneas (Morán-Tejeda *et al.*, 2016; Peters *et al.*, 2013; Urrutia y Vuille, 2009) realizamos análisis propios donde especialmente los datos de la estación climática de Sabiango confirmaron las observaciones de nuestros participantes en cuanto a los cambios en los patrones de lluvia (Kieslinger *et al.*, 2019).

Los entrevistados (M1-4) indicaron una gran cantidad de impactos de los cambios climáticos observados. El aumento de las temperaturas y mayores amplitudes térmicas diarias llevan al incremento de las plagas y enfermedades que afectan a los cultivos, a los animales y a las personas, así como a la pérdida de cosechas cuando las plantas se secan y el empeoramiento de la salud de los animales. La mayor variabilidad de las estaciones dificulta la previsibilidad del inicio de las estaciones por mayor variación de los indicadores naturales —por ejemplo, florecimiento de árboles, (des)aparición de especies), lo que reduce la capacidad de planificación en la producción agrícola y aumenta el riesgo de daños en las semillas y las pérdidas de cosechas (Kieslinger *et al.*, 2019).

Lo que pasa ahora es que los tiempos [estaciones] están más variados (...). Acá nos regimos por dos estaciones, invierno [temporada de lluvia] y verano [temporada seca] nada más y ya tenemos definido cuando empieza el invierno, hasta sabíamos por el canto del pajarito, por las hormigas que salen, por las flores que brotan cuando va a empezar el invierno (...). Antes la naturaleza era sabia, nos enseñaba cuando va a empezar el invierno y cuando el verano, ahora no (...). Entonces significa que todo está cambiado, por eso es que el campesino siembra en enero con las primeras lluvias pero resulta que las primeras lluvias llegan solo un ratito y se van, y después se secan las semillas en plena montaña o se aguanta el campesino y cosa que llovió de más e inundó las semillas, cosa que es difícil prever esto. (Kieslinger *et al.*, 2019, E1, M1 2016)

Además, el acortamiento de la temporada de lluvias resulta en periodos de cultivo más cortos, en menor productividad agrícola, en un periodo más corto de disponibilidad de agua en los ríos y las quebradas (para el riego y el sistema de agua), y en su desecación al final de las estaciones secas. El aumento de la cantidad de agua en las estaciones lluviosas lleva dependiendo de la intensidad al incremento del nivel del agua en los ríos y arroyos, a la mayor productividad agrícola o la pérdida de cosechas, al empeoramiento de la calidad del agua para el consumo debido a sedimentación, al colapso del sistema de agua, al aumento de las plagas y enfermedades que afectan los cultivos, los animales y a los seres humanos, así como el aumento de la densidad del dosel arbóreo (Kieslinger *et al.*, 2019). El incremento de las lluvias intensas en las estaciones lluviosas resulta en la subida masiva del nivel de los ríos y arroyos, en el desbordamiento de los ríos, en inundaciones (sobre todo en las zonas bajas), en desplazamientos masivos (sobre todo en pendientes empinadas), en la destrucción de las infraestructuras (casas, carreteras, vías, puentes, sistema de agua), en áreas incomunicadas, en el peligro para la vida, en daños en las semillas, en la pérdida de cosechas, y la imposibilidad de cultivar. En cuanto a la disminución de las fuertes sequías en las estaciones secas cabe resaltar que los efectos de sequías dependen de la duración con consecuencias como la desecación de ríos y arroyos con disminución progresiva de la disponibilidad de agua en las zonas altas, la escasez de

agua para la agricultura y el consumo, los daños en las semillas, la pérdida de cosechas, la imposibilidad de cultivar y, la desprotección del suelo por falta del dosel arbóreo (Kieslinger *et al.*, 2019).

Según los participantes del estudio (M1-4), los cambios en los patrones de precipitación estacional y los eventos extremos son los que más afectan a los medios de vida rurales (Kieslinger *et al.*, 2019). Sin embargo, con respecto a prácticas de adaptación, se enfocaron en afrontar los eventos extremos de sequías y lluvias fuertes (vea tabla 1). Mientras en ambos casos se establecieron estrategias para la generación de ingresos, la producción agropecuaria y la alimentación, las sequías, en particular, han dado lugar a prácticas para asegurar el suministro de agua para el consumo y las fuertes lluvias han llevado a prácticas de mantenimiento de la infraestructura (Kieslinger *et al.*, 2019).

**Tabla 1**

*Estrategias de supervivencia y adaptación a los eventos climáticos extremos*

|                         | Prácticas                                                    | Sequía | Lluvias fuertes |
|-------------------------|--------------------------------------------------------------|--------|-----------------|
| Generación de ingresos  | Ahorro de dinero                                             | X      | X               |
|                         | Trabajo remunerado in situ y ex situ (p. ej. salario diario) | X      | X               |
|                         | Extracción de oro artesanal en el Río Catamayo               | X      | X               |
| Producción agropecuaria | Cambio para cultivar en zonas altas y más húmedas            | X      |                 |
|                         | Abandono de la agricultura                                   | X      | X               |
|                         | Abandono de la ganadería                                     | X      |                 |
|                         | Crianza de animales menores                                  | X      | X               |
|                         | Almacenamiento de productos agrícolas y semillas             | X      | X               |

|                    | Prácticas                                                                                                                                                                                             | Sequía | Lluvias fuertes |
|--------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|-----------------|
| Suministro de agua | Consumo personal limitado de agua                                                                                                                                                                     | X      |                 |
|                    | Uso de mangueras para la conducción de agua de zonas más altas                                                                                                                                        | X      |                 |
|                    | Excavación de pozos en el lecho de ríos                                                                                                                                                               | X      |                 |
| Alimentación       | Mayor consumo de productos de origen animal                                                                                                                                                           | X      |                 |
|                    | Compra de comida en mercados locales                                                                                                                                                                  | X      | X               |
|                    | Intercambiar y compartir productos                                                                                                                                                                    | X      | X               |
|                    | Preparación de comidas tradicionales básicas                                                                                                                                                          | X      | X               |
|                    | Reducción en el número y tamaño de las comidas diarias                                                                                                                                                | X      |                 |
| Infraestructura    | Construcción de zanjas alrededor de las casas para canalizar aguas lluvias y evitar filtraciones y daños a las viviendas o movimientos en masa                                                        |        | X               |
|                    | Búsqueda y uso de otras rutas o caminos alternos                                                                                                                                                      |        | X               |
|                    | A cargo del Municipio del cantón de Macara: designación de áreas de riesgo, regulaciones más estrictas para la construcción, desarrollo de procedimientos de emergencia y trabajos de reconstrucción. |        | X               |

*Nota.* Kieslinger *et al.*, 2021 modificado según Kieslinger *et al.*, 2019; participantes M1-4 2015-2017.

Las prácticas indicadas muestran que por parte de la población local se desarrollaron estrategias in situ y ex situ para afrontar estas condiciones extremas. Las estrategias in situ muestran la importancia de las personas que permanecieron en el área de estudio. Movilidades humanas relacionadas con prácticas de adaptación se evidenciaron en el caso de búsqueda de trabajo remunerado. En ambos casos, durante periodos de sequías y lluvias fuertes los participantes indicaron salidas de personas para tiempos determinados —por ejemplo, para trabajar como jornaleros.

En cambio, las salidas de personas para vivir en otros lugares solo fueron nombradas en el caso de sequías.

La sequía [años 60] ha sido todo el problema para que la gente se vaya (...) todo el mundo se iba, solo nos quedamos 6 familias (...) por lo que allá decían que había terrenos baldíos y que llovía cualquier cantidad, entonces mucha gente se fue allá y cogieron buenas fincas, (...) y esa gente ya no volvió, vuelven sí a visitar a su familia (...) pero ya volver a vivir acá ya no, porque acá también la vida es difícil, no hay agua. (E2, M1 2015)

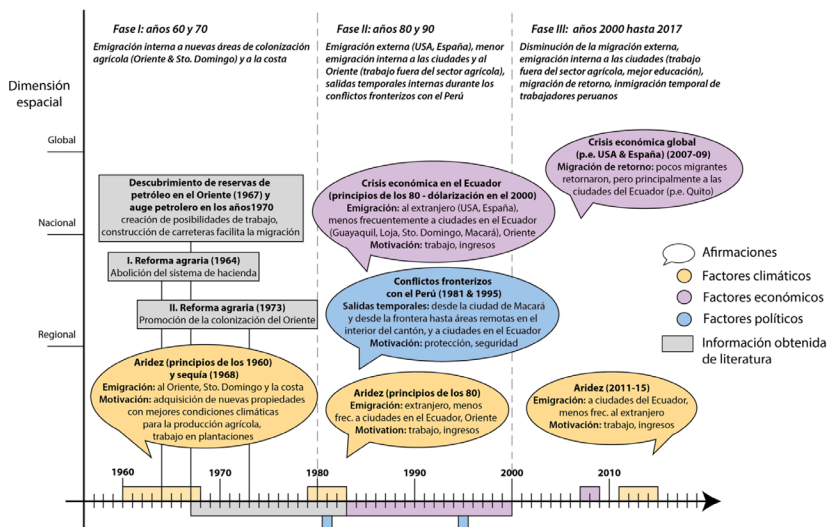
Históricamente en los fenómenos climáticos extremos de sequías y lluvias fuertes, se establecieron estrategias de supervivencia que se usan hasta la actualidad. Las prácticas de supervivencia están mediadas intergeneracionalmente vía historias orales. Por lo tanto, para entender las prácticas relacionadas con condiciones climáticas es esencial considerar los conocimientos locales en el contexto de la época.

### ***Experiencias con (in)movilidades humanas en el área de estudio***

Para entender las (in)movilidades de las personas en el cantón de Macará, se realizó un análisis histórico de los acontecimientos que provocaron movilidades humanas, así como las motivaciones y los destinos. Las experiencias de los participantes del estudio se exponen cronológicamente y se complementan con detalles seleccionados de la bibliografía y datos secundarios. Al final se resumen las perspectivas sobre inmovilidades de personas en el periodo investigado.

Desde 1960 hasta 2017, los participantes del estudio observaron una tendencia continua de emigración con patrones cambiantes de movimientos internos rurales-rurales, externos e internos rurales-urbanos (figura 1). Se pueden distinguir tres periodos en función de los procesos dominantes observados: los años 60 y 70, los años 80 y 90, así como la década de 2000 hasta 2017.

**Figura 1**  
*Movilidades históricas en el área de estudio desde la perspectiva de los participantes*



Nota. Kieslinger et al., 2021, p.13; participantes de M1 y M2 2015.

En cuanto al periodo de los años 60 y 70, los participantes del estudio destacaron la aridez y la fuerte sequía de los años 60 como un acontecimiento sin precedentes que desencadenó una emigración de la población de proporciones históricas. Un entrevistado afirma “que tristeza como se iba la gente, carros llenitos de gente ni siquiera eran busetas, eran camiones grandotes ahí los tiraban como vayan la gente (...) y esa gente ya no volvió” (E2, M1 2015). La fuerte sequía de la década de 1960 fue documentada exhaustivamente en la región por Mathilde Temme (1972). Entre 1964 y 1968 alrededor del 40 al 70 % de la población abandonó el territorio del actual cantón de Macará (Temme, 1972, p. 337). La autora resalta las precarias condiciones de vida en aquel tiempo (p. ej. mal estado de vivienda, alimentación deficiente, falta de trabajo) como condicionante principal para las salidas (pp. 322-333). “Pero fue la falta

de lluvias, que llevó a la población al límite de su capacidad de supervivencia, lo que desencadenó el éxodo; fue el factor decisivo, pero no la causa” (Temme 1972, p. 331f.). Los principales destinos fueron el Oriente (región amazónica) y Santo Domingo de los Colorados, con el fin de adquirir nuevas propiedades de tierra con condiciones más favorables para la producción agrícola.

Según Gerique (2011) y Temme (1972), esta emigración se vio favorecida por la falta de acceso a la tierra como resultado del sistema de haciendas que hasta entonces se había mantenido, las Reformas Agrarias de 1964 y 1973 y las políticas de colonización por parte del gobierno ecuatoriano. La colonización hacia el Oriente se promocionó por estar la región escasamente poblada (Borsdorf y Stadel, 1997) y para fortalecer estratégicamente la posición nacional en las disputas fronterizas con Perú (St John, 1996). La emigración hacia el norte con la colonización espontánea de Santo Domingo de los Colorados también se vio favorecida por los programas nacionales de colonización y por la construcción de carreteras entre Quito y los centros costeros (CIUDAD & ACJ, 1992).

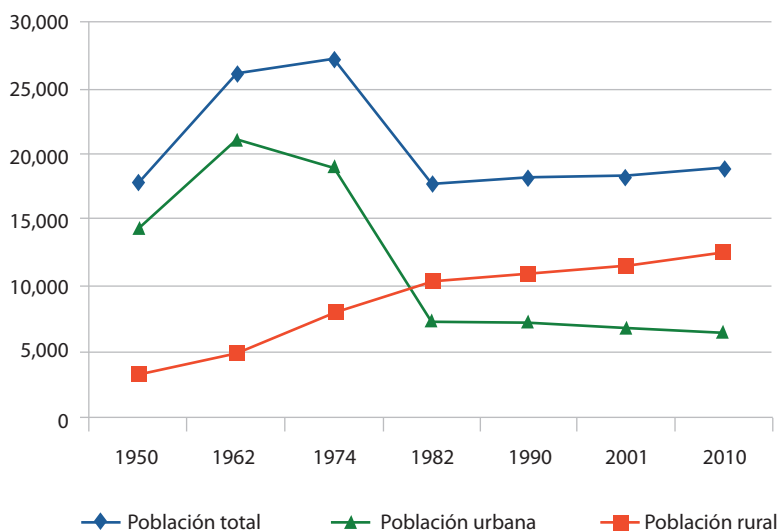
Además, la gente se trasladó a las zonas costeras de la provincia de El Oro para buscar trabajo en las plantaciones, por ejemplo, en la producción de plátanos. Estos movimientos se dieron por las oportunidades de trabajo en la producción agrícola para la exportación que fue el principal pilar del crecimiento económico del país en los años 60 hasta el boom petrolero en los años 70 (Bilsborrow *et al.*, 1987; Temme, 1972). El descubrimiento de reservas de petróleo en el norte de la Amazonía por parte de Texaco Gulf en 1967 con el establecimiento de infraestructuras y puestos de trabajo, atrajo a más personas (San Sebastián y Hurtig, 2004; Wunder, 2000). En la década de 1970, los entrevistados también indicaron salidas para trabajar en los campos petrolíferos. Por último, se mencionaron movimientos esporádicos a ciudades como Guayaquil y Quito así como a la cabecera provincial de Loja y cantonal de Macará. Guayaquil era en aquel momento el centro marítimo industrial y la ciudad más grande del país, y Quito la capital creciente, lo que atrajo a las personas que venían de áreas rurales



de la región Sierra (Bilsborrow *et al.*, 1987, p.3). Temme (1972, p. 76, p. 349ff.) indica salidas de áreas rurales del cantón Macará a centros urbanos como Loja y Macará porque se esperaba un mejor acceso a información y ayuda humanitaria en tiempos de crisis. Los datos estadísticos de los censos de población (vea figura 2) muestran que el patrón del desarrollo de la población total mantiene una similitud con el patrón de la población rural que registra una disminución grave en los años setenta. La población urbana en contrario muestra un aumento continuo. Los números de la población (GAD Macará, 2015 según INEC) indican que entre los dos censos de los años 1974 y 1982 hubo un descenso la población total de 27 282 a 17 753 personas en un 34,9 % y la población rural se disminuyó de 19 219 a 7243 personas en un 62,3 %. Mientras en 1974 un 70,5 % de la población total vivía en áreas rurales, en 1982 ya solo fue un 40,8 %

**Figura 2**

*Población urbana y rural del cantón de Macará-censos 1950-2010*



*Nota.* GAD Macará, 2015 según INEC 1950, 1962, 1974, 1982, 1990, 2001, 2010.

En el periodo de los años 80 y 90, los participantes del estudio destacaron la crisis económica de Ecuador que, por primera vez, inició una significativa emigración externa con los destinos principales de los Estados Unidos y posteriormente España. Para estas salidas, las personas tomaron créditos de prestamistas informales (chulcos) y pagaron a “facilitadores” (coyoteros) quienes organizaban los viajes y les ofrecían destinos determinados. La larga crisis económica fue el resultado de las caídas de los precios del petróleo en 1983 y 1986, de la disminución de los ingresos de las exportaciones, así como el endeudamiento externo con medidas de austeridad a mediados de la década de 1990, y terminó en la dolarización de la moneda ecuatoriana (Sucre) en el 2000 (Jokisch y Pribilsky, 2002; Wunder, 2000). La migración externa en este periodo se describe en varias fuentes (OIM, 2008, 2012).

Desde principios de la década de 1980 hasta finales de la década de 1990, la migración externa se originó en el sur del Ecuador y se dirigió principalmente a los Estados Unidos (Jokisch, 2014; Jokisch y Pribilsky, 2002). A finales de los 90 y principios de los 2000, la migración a España surgió debido al endurecimiento de la política de inmigración en los EE.UU. y al Acuerdo Hispano-Ecuatoriano 1963-2003, que permitía a los ecuatorianos la entrada a España sin visado como turistas (la ley cambió en el 2003, véase más abajo). A pesar de que la migración externa fue el proceso dominante en ese periodo, algunas personas seguían irse a la región amazónica y a los centros urbanos, por ejemplo, Quito, Guayaquil, Loja. En aquel tiempo, la gente se dirigió cada vez más a la generación de ingresos mediante trabajos fuera del sector agrícola.

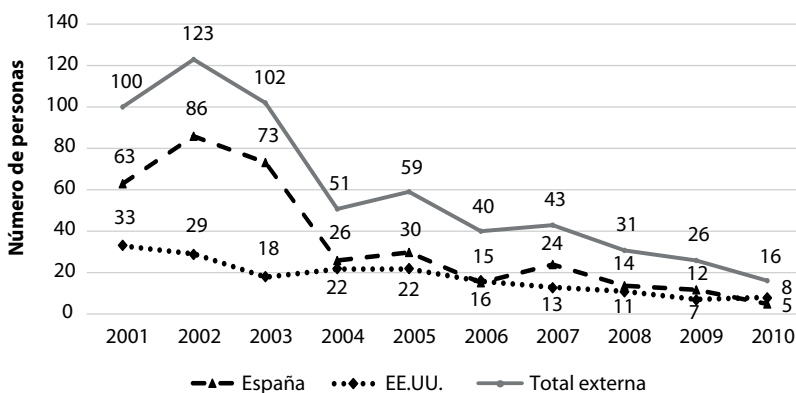
Los entrevistados corroboraron salidas también asociadas a la aridez de inicios de los años 80, donde la población seguía las mismas dinámicas de migración. En cambio, durante los años del fenómeno del Niño (1982-83, p. ej. Kieslinger *et al.*, 2019) con las lluvias fuertes no se dieron procesos de migración, sino salidas temporales en búsqueda de trabajo hacia otros lugares del Ecuador. Además, los conflictos fronterizos entre Ecuador y Perú en 1981 y 1995 provocaron movimientos temporales

internos de la población de la capital cantonal de Macará y de la zona fronteriza que se trasladó a áreas remotas del interior del cantón o a otros centros urbanos del Ecuador.

Desde 2000 hasta 2017 donde se llevaron a cabo las últimas encuestas del estudio, los participantes señalaron un descenso de la emigración externa, lo que está respaldado por los datos censales. Aunque las cifras oficiales muy probablemente están subestimadas debido a los procesos migratorios no declarados. Entre 2001 y 2010, un total de 591 personas (el 3,22 % de la población en 2001) emigraron del cantón de Macará al extranjero, 348 de ellas a España y 179 a Estados Unidos (INEC, 2010). La tendencia a la baja del total de las migraciones externas está influida principalmente por la disminución de los movimientos a España (figura 3). El importante descenso entre 2003 y 2004 coincide con el cambio de las políticas españolas de inmigración, donde el gobierno español estableció la exigencia de visado para los ecuatorianos en 2003 (según la normativa Schengen) (Jokisch, 2014).

**Figura 3**

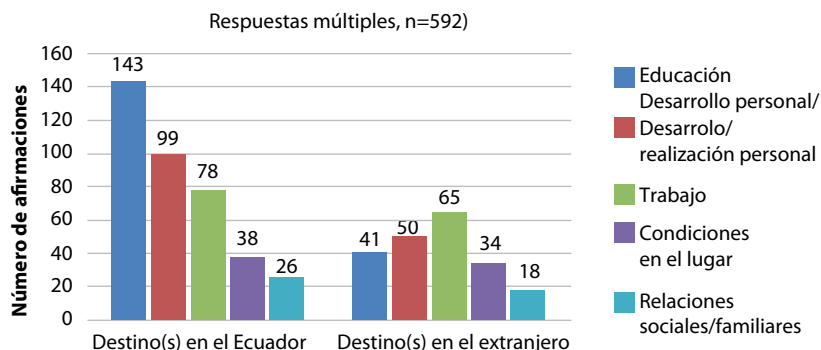
*Los dos destinos principales de la emigración externa del cantón de Macará (2001-2010)*



*Nota.* Kieslinger *et al.*, 2021 según datos del INEC 2010.

Los entrevistados también indicaron procesos de migración de retorno desde España y EE.UU. entre 2007 y 2009 debido a la crisis económica mundial, aunque la mayoría de los migrantes se fueron a ciudades como Quito. Brad Jokisch (2014) señala que, durante la crisis económica mundial, España emprendió esfuerzos para animar a los inmigrantes desempleados a regresar y tanto el gobierno ecuatoriano como el español desarrollaron programas de retorno. Por último, los entrevistados describieron el aumento de los movimientos internos entre áreas rurales y ciudades como el patrón migratorio dominante hasta la fecha de investigación. Esta observación también se hace visible en los datos censales (INEC, 2010), que muestran un saldo migratorio total negativo dentro del área de estudio entre 2005 y 2010, por lo que un total de 2029 personas salieron del cantón de Macará, principalmente a destinos en Ecuador ( $n=1814$ ) y en menor medida al extranjero ( $n=215$ ). Según los participantes del estudio, la aridez entre 2011 y 2015 también provocó movimientos hacia los centros urbanos, pero la emigración está impulsada principalmente por los jóvenes con aspiraciones a una forma de vida diferente.

Los resultados de los datos de la encuesta con los estudiantes ( $n=280$ , M6) sobre sus planes futuros de salida o permanencia recopilados en el 2017, muestran que la mayoría de ellos planifica salir del área de estudio (98 %) (De la Vega-Leinert *et al.*, 2021). Los principales destinos son ciudades de Ecuador (60 %), como Quito, Loja, Guayaquil, Cuenca y Machala, y en menor medida países extranjeros (32 %), predominantemente EE.UU. y España (De la Vega-Leinert *et al.*, 2021). Algunos estudiantes indicaron como destino tanto países extranjeros como ciudades (4 %) o no especificaron ninguno (4 %). Las motivaciones más importantes fueron la educación para los destinos en Ecuador y las oportunidades de trabajo para los destinos en el extranjero (figura 4). Aunque los resultados muestran las aspiraciones de los jóvenes, para la mayoría de ellos no está claro si podrán ponerlas en práctica.

**Figura 4***Motivaciones de los jóvenes para salir según destinos*

*Nota.* Kieslinger *et al.*, 2021, p. 18; participantes de M6 2017.

En cuanto a las inmovilidades de personas los participantes (M1-6) resaltaron que siempre hubo personas que se quedaron en el área de estudio (Kieslinger, 2021). En los años 60 y 70 salieron mayoritariamente familias enteras, mientras otras familias permanecieron y elaboraron estrategias para enfrentar las sequías y para acceder a tierra en el lugar. En las familias que se quedaron, se dieron movimientos temporales y circulares donde las mujeres permanecieron para manejar los recursos locales y cuidar a los familiares mientras los hombres salieron para generar ingresos económicos.

Durante los años 80 y 90 eran principalmente los hombres jóvenes en edad laboral que salieron al extranjero con el fin de sustentar a sus familias cuales se quedaron en el área de estudio; en pocos casos se reportó también de mujeres quienes seguían a sus esposos o a familiares en el transcurso de tiempo. Un efecto común observado de estas migraciones es la separación familiar, con implicaciones como divorcios y el crecimiento de niños y niñas con otros familiares (Kieslinger, 2021). En cuanto a movimientos internos también se observaron mujeres que salieron y formaron

propias familias en otros lugares. En el período más reciente de 2000 a 2017, se reportaron principalmente las salidas de la población joven en búsqueda de educación y trabajo mientras los mayores permanecen en el área de estudio dedicándose a la agricultura. De todas maneras, se reportó que los recursos económicos y ciertas responsabilidades de los miembros del hogar influyen en la salida y permanencia de los mismos (p. ej. cuidar a familiares, mantener la casa y los terrenos). Actualmente salen hombres y mujeres del área de estudio, sin embargo, debido a modelos de roles hay menos movilidad de las mujeres (Kieslinger, 2021).

Para entender mejor las inmovilidades de las personas en el área de estudio, era necesario analizar con más detalle las motivaciones para salir y/o quedarse en el área de estudio lo que implicaba poner más énfasis en las perspectivas individuales como parte de unidades familiares y de hogar (M3, M5).

### ***Motivaciones para quedarse y/o salir del área de estudio***

Según las afirmaciones de los entrevistados, las cuestiones de interés en la toma de decisiones sobre la permanencia y la salida fueron: vínculos sociales, ingresos financieros e inversiones, la producción agrícola, el riesgo y la seguridad así como experiencias y conocimientos (M1-6; Kieslinger, 2021, pp. 85-86). Los vínculos sociales influyen en la permanencia, en la salida y en la selección de destinos. Además, la salida o la permanencia implica (in)movilidades de otras personas, y se relaciona con responsabilidades y roles. Motivaciones para salir pueden ser apoyar a la familia, por ejemplo ingresos económicos; y/o independizarse (p. ej. formar propia familia, formación profesional); motivaciones para quedarse pueden ser asumir responsabilidades y deberes en el lugar (p. ej. cuidado de terrenos, producción agrícola) lo que puede posibilitar ascender posiciones en la organización local.

La permanencia puede reforzar lazos sociales y la cohesión de las personas en el lugar; la salida puede provocar fragmentación social en

las familias, lo que se relacionó especialmente con salidas al extranjero. Salidas de personas implican cambios de responsabilidades y roles, donde los/las que se quedan asumen obligaciones de los/las que salen y personas que salen prestan el apoyo financiero a los que se quedan. Ingresos financieros e inversiones dependen de la permanencia y salida de personas. Según los entrevistados existen muy pocas oportunidades en el cantón Macará para generar ingresos financieros, por ejemplo, mediante trabajos ocasionales. Puestos de trabajo remunerado solo existen en la cabecera cantonal, principalmente en tiendas o en instituciones estatales. Muchos habitantes dependen de la ayuda económica de familiares que viven en otros lugares, especialmente en situaciones de crisis (p. ej. enfermedades graves, pérdida de cosechas). Tener trabajo es un motivo para quedarse. Para los demás, la salida permite asegurar sus medios de vida, satisfacer necesidades básicas y apoyar a familiares.

La salida puede resultar en una mejora del nivel de vida para los que salen y para los que se quedan (p. ej. inversión en agricultura, independencia crediticia). La migración al extranjero puede traer mayores ingresos que la salida a ciudades, pero implica más riesgos de endeudamiento cuando los proyectos migratorios fracasan. Como comúnmente manifestado por los entrevistados (“aquí todos somos campesinos”), la producción agrícola es la principal fuente de asegurar los medios de vida para los habitantes. Motivaciones para quedarse son: tener propiedades de tierra (p. ej. apego a la tierra, responsabilidad de manejo, falta de herederos en el lugar, precios bajos de la tierra/no aptos para la venta), condiciones favorables para la producción agrícola (p. ej. clima, acceso a tierra y agua) así como, responsabilidades en la producción agrícola (p. ej. cultivos, cría de animales). Como la mayoría de los campesinos depende de créditos para los insumos, pérdidas en la producción causan endeudamiento.

Por esta razón, salir a otros lugares del Ecuador para trabajar hasta recuperar el dinero, es una estrategia común. Esto no implica una salida de familias enteras, sino de algunos miembros, mientras los demás se ocupan del manejo de los recursos locales y cuidado de familiares. Cuando

personas abandonan el lugar para vivir en otros lugares depende si son terratenientes o personas que tienen solo un derecho de uso de la tierra, por ejemplo, arriendo). Las propiedades de los terratenientes suelen ser gestionadas y utilizadas por familiares que aún viven en el lugar; en algunos casos se venden. La salida de agricultores, implica una disminución de mano de obra y de la productividad, ya que es necesaria la contratación de trabajadores peruanos (p. ej. en tiempos de cosecha). También se discutieron temas relacionadas al *riesgo y la seguridad*. La permanencia implica que las personas están acostumbradas a las condiciones de vida en el lugar: tienen sus prácticas de generar los medios de vida (“saben cómo vivir”) y se enfoca en la satisfacción de las necesidades básicas. Como riesgo se nombraron situaciones de crisis como, por ejemplo, pérdidas de cosechas y enfermedades graves. La salida fue asociada a la incertidumbre sobre las condiciones de vida en otros lugares. Especialmente la salida al extranjero se relacionó con altos riesgos y grandes inseguridades como, por ejemplo, una vida en ilegalidad, duras condiciones de trabajo, deudas y la pérdida de propiedades/bienes, la pérdida de lazos familiares, la fragmentación social y el sufrimiento emocional.

Otro tema importante según los entrevistados son las experiencias y conocimientos. Para quedarse es necesario saber cómo (sobre)vivir en el lugar, lo que implica prácticas cotidianas para generar los medios de vida, como agricultura, manejo del agua, conservación del bosque, movilización, estructuras organizativas) y estrategias en situaciones de crisis (p. ej. climáticas, económicas, políticas, sociales). La permanencia se relacionó por un lado con la conservación de tradiciones y por otro lado con el desarrollo de nuevas estrategias locales. Al mismo tiempo quedarse implica priorizar la educación básica existente (secundaria) con pocas oportunidades como la participación en campañas informativas de instituciones estatales o cursos de formación a distancia. En algunos casos personas van a cursos esporádicos en ciudades cuando se dispone de recursos económicos. La salida a ciudades se relaciona con oportunidades de educación superior y mejores oportunidades laborales en el futuro (“ser profesional porque trabajar en la agricultura es duro”). Como la educación superior requiere



medios económicos, muchos jóvenes salen a buscar trabajo para financiar sus estudios, objetivos que muchas veces quedan sin cumplir; la ayuda económica de los que salieron facilita la educación superior de los hijos. La salida al extranjero permite conocer lugares y personas diferentes, obtener el permiso de residencia o la nacionalidad en un país extranjero permite trasladarse a otros países. Sin embargo, la emigración a países extranjeros fue asociada a experiencias emocionales duras y traumáticas.

Como se visibiliza, no existe una relación simple de causa-efectos en las decisiones de quedarse o salir del área de estudio, sino es un proceso de negociación basado en significados relacionales según necesidades, aspiraciones, oportunidades y limitaciones. Por último, también se trata de si uno puede imaginarse otros planes de vida en otros lugares y ponerlos en práctica (ver anexo 2, Kieslinger, 2021, p. 87).

## Discusión y conclusiones

Los participantes de este estudio, observaron cambios climáticos como el aumento de temperaturas, la mayor variación de las estaciones, el aumento de cantidades de lluvia y de los episodios de lluvia intensa, así como la disminución de sequías graves. Mientras el incremento de temperaturas también fue descrito en fuentes bibliográficas (Bendix, 2004; Peters, 2016), no se habían encontrado tendencias de precipitación homogéneas (Morán-Tejeda *et al.*, 2016; Peters *et al.*, 2013; Urrutia y Vuille, 2009); el análisis comparativo con los datos de la estación climática de Sabiango, sin embargo, confirmó los cambios en los patrones de lluvias (Kieslinger *et al.*, 2019). Las experiencias de los participantes con respecto a los impactos de los cambios climáticos observados son diversos y abarcan temas como el abastecimiento de agua, la producción agrícola y el aseguramiento de medios de vida, la destrucción de infraestructuras, los cambios ecosistémicos así como la salud humana y de animales. Especialmente los cambios en los patrones de lluvia y los eventos extremos se consideraron relevantes para la población local. Las perspectivas locales indican que las observaciones climáticas y experien-

cias relacionadas no pueden interpretarse adecuadamente sin tomar en cuenta los contextos de los medios de vida rurales y transformaciones socio-ambientales más amplias.

Asimismo, los habitantes del cantón Macará desarrollaron estrategias in-situ y ex-situ para hacer frente a los eventos climáticos extremos. En el presente estudio, solo en el caso de las sequías fuertes de los años 1960 se pudo observar una relación directa entre factores climáticos y procesos de emigración principalmente a otras áreas rurales dentro del país. Estas movilidades, sin embargo, fueron favorecidas por otros factores políticos y económicos que influyeron también en los destinos de estas movilidades. Al mismo tiempo, hubo personas que permanecieron y desarrollaron estrategias que implicaron otros tipos de movilidades (Kieslinger, 2021). Además, desde la perspectiva de hogares hubo migraciones de ida, de vuelta y de retorno, así como diferentes fases de estancia en distintos lugares (Kieslinger, 2021).

Estos resultados destacan la importancia de una perspectiva más amplia sobre las (in)movilidades humanas, como se plantea en el Paradigma de las Nuevas Movilidades (por ejemplo, Sheller y Urry, 2006). El presente estudio representa un avance en esa dirección. Basándose en los debates científicos sobre el nexo medio ambiente-migración (por ejemplo, Hunter et al., 2015), se propone discutir la relevancia de los factores climáticos y otros factores contextuales en las (in)movilidades humanas observadas, y si estas pueden considerarse una forma de adaptación a las condiciones y cambios ambientales

En el área de estudio desde 1960 hasta 2017 hubo una tendencia continua de la emigración con patrones cambiantes de movimientos domésticos rurales-rurales, externos y domésticos rurales-urbanos. Los resultados muestran que las movilidades humanas deben ser vistos en el contexto histórico del periodo respectivo con los eventos y tendencias que ocurren en ellos, donde los patrones de movilidades cambian de acuerdo con las necesidades, posibilidades, motivaciones y estrategias de las personas del área de estudio. Los acontecimientos y las tendencias históricas

se desarrollan en diferentes dimensiones espaciales y temporales, así como en contextos políticos, económicos, ecológicos y sociales, mientras que los diferentes acontecimientos y tendencias pueden superponerse o interactuar. Desde una perspectiva histórica, las movilidades se han establecido, transformado y diversificado hasta la actualidad. Sin embargo, los participantes del estudio destacaron que siempre hubo personas que se quedaron, mientras que tanto la salida como la permanencia han tenido un impacto en el área de estudio y sus habitantes.

Según los resultados de este estudio, los factores contextuales en periodos históricos determinados tenían más influencia en las (in)movilidades de personas que acontecimientos específicos que ocurrieron en ellos, sequías. Debido a la importancia de los factores contextuales y su complejidad cabe resaltar la necesidad de impulsar el desarrollo conceptual para poder integrarlos en estudios futuros. Como punto de partida ejemplar podría servir el marco conceptual de impulsores de la migración en el contexto ambiental (Black *et al.*, 2011), que incluye factores ambientales, estructuras sociales, culturales, económicas y políticas, así como una perspectiva multi-escalar. Como se visibilizó no existe una relación simple de causa-efectos en las decisiones de quedarse o salir del área de estudio, sino es importante entender las motivaciones tomando en cuenta necesidades, aspiraciones, oportunidades y limitaciones. Según Kieslinger (2021) otro marco válido para el análisis podría ser combinar (in)movilidades humanas con los conceptos de condiciones de vida y mundos de vida (*life conditions and life worlds*) según Björn Kraus (2015).

En este sentido, las condiciones de vida se conciben como las circunstancias materiales e inmateriales de la vida de una persona y el mundo de la vida como la construcción subjetiva de la realidad por parte de una persona, que se forma bajo las condiciones de sus circunstancias (Kraus, 2015 p. 4). En el caso de estudio cuestiones importantes fueron relaciones sociales, ingresos financieros e inversiones, la producción agrícola, el riesgo y la seguridad así como experiencias y conocimientos así como, si uno puede imaginarse otros planes de vida en otros lugares y ponerlos en práctica (Kieslinger, 2021, pp. 85-87). La pregunta clave para

estudios futuros sería entonces: ¿Qué papel juegan factores climáticos en las decisiones de permanencia y salida?

Con el reconocimiento de la perspectiva de adaptación en estudios sobre el nexo migración-medioambiente, se integraron conceptos como el de la vulnerabilidad (Oliver-Smith y Xiaomeng, 2009; Warner y Affi, 2014). Comparando estas ideas con los debates teóricos sobre la vulnerabilidad en la investigación sobre el cambio climático, el concepto de la vulnerabilidad contextual- “context vulnerability” - (O’Brien *et al.*, 2007), basado en una visión procesal y multidimensional de la interacción entre el clima y la sociedad, resulta especialmente útil (Kieslinger *et al.*, 2019). No obstante, las perspectivas de los jóvenes que participaron en este estudio revelaron aspiraciones hacia una vida diferente en el futuro donde la emigración representa una opción para acceder a educación superior, trabajos profesionales, mejores servicios básicos y comodidades, así como un medio para su auto-realización (De la Vega-Leinert *et al.*, 2021). Considerando estas perspectivas, las (in)movilidades no solo son resultado de estrategias de adaptación a condiciones de vida cambiantes sino también de la elección de estilo de vida con interpretaciones superpuestas.

Estudios futuros deberían aplicar más enfoques transdisciplinarios con la integración de los conocimientos cotidianos de actores para captar las dimensiones físicas y sociales del cambio climático y para desarrollar medidas de acción. Asimismo, faltan más trabajos que incorporan la perspectiva de inmovilidad en estudios sobre interrelaciones entre movilidad humanas y medio ambiente. En este sentido, permanecer no solo se debería concebir como “quedar atrás” sino más como una decisión activa (Mata-Codesal, 2015) con implicaciones para prácticas locales de asegurar medios de vida y transformaciones socio-ambientales.

## Apoyos y agradecimientos

Un agradecimiento a los Gobiernos Autónomos y Descentralizados del cantón Macará y de las parroquias Larama, La Victoria y Sabiango, a

la Oficina Distrital del Ministerio de Educación Macará y las administraciones del Colegio de Bachillerato Camilo Gallegos Domínguez (Larama), Colegio de Bachillerato La Victoria (La Victoria), Colegio de Bachillerato Rvdo. Jorge Sánchez Moreno (Sabiango), Colegio de Bachillerato Macará (cd. Macará), Unidad Educativa Fiscomisional Marista de Macará (cd. Macará), Unidad Educativa Santa Mariana de Jesús (cd. Macará), Unidad Educativa del Milenio 5 de Junio (cd. Macará) por la apertura y el apoyo en la investigación. A todas las personas de las parroquias Larama, La Victoria y Sabiango que participaron en los talleres, entrevistas y encuestas, por la colaboración e interés que depositaron en la investigación. Mi especial agradecimiento a Ángel Hualpa Erazo y Paola Rengel Vega que formaron parte del equipo de investigación y me apoyaron durante todas las fases de este estudio.

## Referencias bibliográficas

- Afifi, T., Milan, A., Etzold, B., Schraven, B., Rademacher-Schulz, C., Sakdapolrak, P., Reif, A., van der Geest, K. y Warner, K. (2016). Human mobility in response to rainfall variability: opportunities for migration as a successful adaptation strategy in eight case studies. *Migration and Development*, 5(2), 254-274. <https://doi.org/10.1080/21632324.2015.1022974>
- Aguirre, N., Eguiguren, P., Maita, J., Coronel, V., Samaniego, N., Ojeda-Luna, T. y Aguirre-Mendoza, Z. (2015). *Vulnerabilidad al cambio climático en la Región Sur del Ecuador: Potenciales impactos en los ecosistemas, producción de biomasa y producción hídrica*. Universidad Nacional de Loja y Servicio Forestal de los Estados. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Aguirre, Z., Kvist, L. y Sánchez, T. (2006). Bosques secos en Ecuador y su diversidad. En M. Moraes R., B. Øllgaard, L. P. Kvist, F. Borchsenius y H. Balslev (eds.), *Botánica Económica de los Andes Centrales* (pp. 162-187). Universidad Mayor de San Andrés. <https://bit.ly/407CxT8>
- Ayeb-Karlsson, S., Kniveton, D. y Cannon, T. (2020). Trapped in the prison of the mind: Notions of climate-induced (im)mobility decision-making and wellbeing from an urban informal settlement in Bangladesh. *Palgrave Communications*, 6(1), 1-15. <https://doi.org/10.1057/s41599-020-0443-2>

- Bendix, J. (2004). Extremereignisse und Klimavariabilität in den Anden von Ecuador und Peru. *Geographische Rundschau*, 56(1), 10-16.
- Bergold, J. y Thomas, S. (2012). Participatory Research Methods: A Methodological Approach in Motion. *Forum: Qualitative Social Research*, 13(1), Art. 30. <https://doi.org/10.17169/fqs-13.1.1801>
- Bernard, R. H. (2006). *Research Methods in Anthropology: Qualitative and Quantitative Methods* (4th ed.). AltaMira Press.
- Bilsborrow, R. E. (1992). Population growth, internal migration, and environmental degradation in rural areas of developing countries. *European Journal of Population*, 8(2), 125-148. <https://doi.org/10.1007/BF01797549>
- Bilsborrow, R. E. (2002). Migration, population change, and the rural environment. En *Environmental Change and Security Program (ECSP) Report* (Issue 8).
- Bilsborrow, R. E., McDevitt, T. M., Kossoudji, S. y Fuller, R. (1987). The impact of origin community characteristics on rural-urban out-migration in a developing country. *Demography*, 24(2), 191-210. <https://doi.org/10.2307/2061629>
- Black, R., Adger, W. N., Arnell, N. W., Dercon, S., Geddes, A. y Thomas, D. (2011). The effect of environmental change on human migration. *Global Environmental Change*, 21(SUPPL. 1), S3-S11. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2011.10.001>
- Borsdorf, A. y Stadel, C. (1997). Ecuador in Profilen. Landeskundliche Beobachtungen auf einer geographischen Exkursion 1996. En *Innsbrucker Materialien zur Geographie* (pp. 145-148). Selbstverlag des Instituts für Geographie der Leopold-Franzens-Universität Innsbruck.
- Breckner, R. y Massari, M. (2019). Biography and society in transnational Europe and beyond. An Introduction. *Rassegna Italiana Di Sociologia*, 60(1), 3-17. <https://doi.org/10.1423/93557>
- Chambers, R. (1994). Participatory rural appraisal (PRA): Analysis of experience. *World Development*, 22(9), 1253-1268. [https://doi.org/10.1016/0305-750X\(94\)90003-5](https://doi.org/10.1016/0305-750X(94)90003-5)
- Charmaz, K. (2006). *Constructing Grounded Theory. A practical Guide through Qualitative Analysis*. SAGE Publications.
- CIUDAD (Centro de Investigaciones), & ACJ (Asociación Cristiana de Jóvenes). (1992). *Santo Domingo de los Colorados. Los desajustes del crecimiento*. Editorial Centro de Investigaciones CIUDAD.
- Crang, M. y Cook, I. (2007). *Doing Ethnographies*. SAGE Publications.
- De la Vega-Leinert, A.C., Kieslinger, J., Jiménez Moreno, M. y Steinhäuser, C. (2021). Young people's visions for life in the countryside in Latin Ame-

- rica. *Geographical Review*, 112(3), 371-395. <https://doi.org/10.1080/00167428.2021.1925897>
- Doevenspeck, M. (2011). The thin line between choice and flight: environment and migration in rural Benin. *International Migration*, 49(s1), e50-e68. <https://doi.org/10.1111/j.1468-2435.2010.00632.x>
- El-Hinnawi, E. (1985). *Environmental refugees*. UNEP. <https://bit.ly/4eLiA9b>
- Felgentreff, C. y Pott, A. (2016). Climatic turn in migration studies? Geographical perspectives on the relationship between climate and migration. *Die Erde*, 147(2), 73-80. <https://doi.org/10.12854/erde-147-5>
- Foresight. (2011). *Migration and global environmental change: future challenges and opportunities*. The Government Office for Science. <https://bit.ly/4hcCb3K>
- GAD Macará (Gobierno Descentralizado del Cantón Macará). (2015). *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del Cantón Macará 2015-2019*.
- Gerique, A. (2011). *Biodiversity as a resource: plant use and land use among the Shuar, Saraguros, and Mestizos in tropical rainforest areas of southern Ecuador*. Dissertation at the Institute of Geography. Friedrich-Alexander Universität Erlangen-Nürnberg.
- Grau, H. R. y Aide, T. M. (2007). Are rural-urban migration and sustainable development compatible in mountain systems? *Mountain Research and Development*, 27(2), 119-123. <https://doi.org/10.1659/mrd.0906>
- Gray, C. L. (2009). Environment, land, and rural out-migration in the Southern Ecuadorian Andes. *World Development*, 37(2), 457-468. <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2008.05.004>
- Hunter, L. M., Luna, J. K. y Norton, R. M. (2015). Environmental dimensions of migration. *Annual Review of Sociology*, 41, 377-397. <https://doi.org/10.1146/annurev-soc-073014-112223>
- IFRC (International Federation of Red Cross and Red Crescent Societies). (2016). *World Disasters Report 2016. Resilience: saving lives today, investing for tomorrow* (D. Sanderson y A. Sharma, eds.). International Federation of Red Cross and Red Crescent Societies. <https://bit.ly/4dRmWdy>
- INEC (Instituto Nacional de Estadística y Censos). (2010). *VII Censo de Población y VI de Vivienda - 2010*. <https://bit.ly/48dFALQ>
- IOM (International Organization for Migration). (2014). *Migration, Environment and Climate Change: Evidence for Policy (MECLEP). Glossary*. <https://bit.ly/3BM3eTn>
- IOM (International Organization for Migration). (2018). *Mapping Human Mobility and Climate Change in Relevant National Policies and Institutional Frameworks*. <https://bit.ly/4hbbj4b>

- IOM (International Organization for Migration), & RPG (Refugee Policy Group). (1992). *Migration and the Environment*. Geneva and Washington, DC.
- IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change). (2014a). *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability Part A: Global and Sectoral Aspects Working Group II Contribution to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. En C. B. Field, V. R. Barros, D. J. Dokken, K. J. Mach, M. D. Mastrandrea, T. E. Bilir, M. Chatterjee, K. L. Ebi, Y. O. Estrada, R. C. Genova, B. Girma, E. S. Kissel, A. N. Levy, S. MacCracken, P. R. Mastrandrea y L. L. White (eds.). Cambridge University Press.
- IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change). (2014b). *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part B: Regional Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. En V. R. Barros, C. B. Field, D. J. Dokken, M. D. Mastrandrea, K. J. Mach, T. E. Bilir, M. Chatterjee, K. L. Ebi, Y. O. Estrada, R. C. Genova, B. Girma, E. S. Kissel, A. N. Levy, S. MacCracken, P. R. Mastrandrea y L. L. White (eds.). Cambridge University Press.
- Jokisch, B. (2014, November). *Ecuador: From mass emigration to return migration*. Migration Policy Institute. <https://bit.ly/4hbIIIf>
- Jokisch, B. y Pribilsky, J. (2002). The panic to leave: economic crisis and the “New Emigration” from Ecuador. *International Migration*, 40(4), 75-102. <https://doi.org/10.1111/1468-2435.00206>
- Kaenzig, R. y Piguet, E. (2014). Migration and climate change in Latin America and the Caribbean. En E. Piguet y F. Laczko (eds.), *People on the Move in a Changing Climate. The Regional Impact of Environmental Change on Migration* (Vol. 2, pp. 155-176). Springer Netherlands. <https://doi.org/10.1007/978-94-007-6985-4>
- Kieslinger, J., Hualpa Erazo, A. y Rengel Vega, P. (2021). Perspectivas de la población local sobre las condiciones y transformaciones socio-ambientales en el cantón Macará (provincia de Loja, Ecuador). Caso de estudio Sabiango. *Zenodo*. <https://doi.org/10.5281/zenodo.5226785>
- Kieslinger, J., Kordel, S. y Weidinger, T. (2020). Capturing meanings of place, time and social interaction when analyzing human (Im)mobilities: Strengths and challenges of the application of (im)mobility biography. *Forum Qualitative Sozialforschung*, 21(2), Art. 7. <https://doi.org/10.17169/fqs-21.2.3347>
- Kieslinger, J., Pohle, P., Buitrón, V. y Peters, T. (2019). Encounters between experiences and measurements: The role of local knowledge in climate



- change research. *Mountain Research and Development*, 39(2). <https://doi.org/10.1659/MRD-JOURNAL-D-18-00063.1>
- Kraus, B. (2015). The life we live and the life we experience: Introducing the epistemological difference between “lifeworld” (Lebenswelt) and “life conditions” (Lebenslage). *Social Work and Society*, 13(2), 1-9.
- Kumar, S. (2002). *Methods for community participation. A complete guide for practitioners*. ITDG Publishing.
- Lewin, P. A., Fisher, M. y Weber, B. (2012). Do rainfall conditions push or pull rural migrants: evidence from Malawi. *Agricultural Economics*, 43(2), 191-204. <https://doi.org/10.1111/j.1574-0862.2011.00576.x>
- Massey, D. S., Arango, J., Hugo, G., Kouaouci, A., Pellegrino, A. y Taylor, J. E. (1993). Theories of international migration: a review and appraisal. *Population (English Edition)*, 19(3), 431-466. <https://bit.ly/4eKfP8n>
- Mata-Codesal, D. (2015). Ways of staying put in Ecuador: Social and embodied experiences of mobility-immobility interactions. *Journal of Ethnic and Migration Studies*, 41(14), 2274-2290. <https://doi.org/10.1080/1369183X.2015.1053850>
- McLeman, R. A. (2014). *Climate and human migration: past experiences, future challenges*. Cambridge University Press.
- Morán-Tejeda, E., Bazo, J., López-Moreno, J. I., Aguilar, E., Azorín-Molina, C., Sanchez-Lorenzo, A., Martínez, R., Nieto, J. J., Mejía, R., Martín-Hernández, N. y Vicente-Serrano, S. M. (2016). Climate trends and variability in Ecuador (1966-2011). *International Journal of Climatology*, 36(11), 3839-3855. <https://doi.org/10.1002/joc.4597>
- O'Brien, K., Eriksen, S., Nygaard, L. P. y Schjolden, A. (2007). Why different interpretations of vulnerability matter in climate change discourses. *Climate Policy*, 7(1), 73-88. <https://doi.org/10.1080/14693062.2007.9685639>
- OAS (Organization of American States). (1994). *Plan Integral de Desarrollo de los Recursos Hídricos de la Provincia de Loja*. <https://bit.ly/40gEFYK>
- OIM (Organización Internacional para las Migraciones). (2008). *Perfil Migratorio del Ecuador 2008*. <https://bit.ly/40bnPL0>
- OIM (Organización Internacional para las Migraciones). (2012). *Perfil Migratorio del Ecuador 2011*. <https://bit.ly/3YtjHEZ>
- OIM (Organización Internacional para las Migraciones). (2017). *Migraciones, ambiente y cambio climático. Estudios de Caso en América del Sur. Cuadernos Migratorios No. 8*. <https://bit.ly/3UaxNZl>

- OIM (Organización Internacional para las Migraciones). (2019). *La movilidad humana en la agenda climática de las Américas: Necesidades y oportunidades*. <https://bit.ly/3UaxQV1>
- Oliver-Smith, A. y Xiaomeng, S. (2009). *Linking Environmental Change, Migration & Social Vulnerability* (No. 12; Publication Series of UNU-EHS). <https://bit.ly/3YeuBwK>
- Peters, T. (2016). Climate change in the tropics. En L. Pancel y M. Köhl (eds.), *Tropical Forestry Handbook, Second Edition* (Vol. 1, pp. 429-444). Springer. [https://doi.org/10.1007/978-3-642-54601-3\\_42](https://doi.org/10.1007/978-3-642-54601-3_42)
- Peters, T., Drobnik, T., Meyer, H., Rankl, M., Richter, M., Rollenbeck, R., Thies, B. y Bendix, J. (2013). Environmental Changes Affecting the Andes of Ecuador. En E. Beck, A. Bräuning, F. Makeschin, R. Mosandl, S. Scheu y W. Wilcke (Eds.), *Ecosystem services, Biodiversity and Environmental Change in a Tropical Mountain Ecosystem of South Ecuador. Ecological Studies* (Issue April 2014, pp. 19,29). Springer. [https://doi.org/10.1007/978-3-642-38137-9\\_2](https://doi.org/10.1007/978-3-642-38137-9_2)
- Plano Clark, V. L. e Ivankova, N. V. (2017). *Mixed methods research. A guide to the field. Mixed methods research Series 3*. Sage Publications.
- Pucha-Cofrep, D., Peters, T. y Bräuning, A. (2015). Wet season precipitation during the past century reconstructed from tree-rings of a tropical dry forest in Southern Ecuador. *Global and Planetary Change*, 133, 65-78. <https://doi.org/10.1016/j.gloplacha.2015.08.003>
- San Sebastián, M. y Hurtig, A.-K. (2004). Oil exploitation in the Amazon basin of Ecuador: a public health emergency. *Revista Panamericana de Salud Pública*, 15(3), 205-211. <https://doi.org/10.1590/S1020-49892004000300014>
- Schoolmeester, T., Saravia, M., Andresen, M., Postigo, J., Valverde, A., Jurek, M., Althaus, B. y Giada, S. (2016). *Outlook on climate change adaptation in the Tropical Andes mountains. Mountain Adaptation Outlook Series*. United Nations Environment Programme, GRIDArendal and CONDESAN.
- Sheller, M. y Urry, J. (2006). The new mobilities paradigm. *Environment and Planning A*, 38(2), 207-226. <https://doi.org/10.1068/a37268>
- St John, R. B. (1996). Conflict in the Cordillera del Cóndor: The Ecuador-Peru Dispute. *Boundary and Security Bulletin*, 4(1), 78-85. <https://bit.ly/3BMEwCd>
- Temme, M. (1972). Wirtschaft und Bevölkerung in Südecuador. Eine sozio-ökonomische Analyse des Wirtschaftsraumes Loja. En T. Kraus y E. Ortemba (eds.), *Kölner Forschungen zur Wirtschafts- und Sozialgeographie: Vol. XIX*. Franz Steiner Verlag.

- Urrutia, R. y Vuille, M. (2009). Climate change projections for the tropical Andes using a regional climate model: Temperature and precipitation simulations for the end of the 21st century. *Journal of Geophysical Research*, 114(D2), D02108. <https://doi.org/10.1029/2008JD011021>
- van der Geest, K. (2011). North-South Migration in Ghana: What Role for the Environment? *International Migration*, 49(s1), e69-e94. <https://doi.org/10.1111/j.1468-2435.2010.00645.x>
- von Unger, H. (2014). Partizipative Forschung. In *Partizipative Forschung. Einführung in die Forschungspraxis*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-658-01290-8>
- Warner, K. y Afifi, T. (2014). Where the rain falls: Evidence from 8 countries on how vulnerable households use migration to manage the risk of rainfall variability and food insecurity. *Climate and Development*, 6(1), 1-17. <https://doi.org/10.1080/17565529.2013.835707>
- Wunder, S. (2000). *The Economics of Deforestation. The example of Ecuador* (1st ed.). Palgrave Macmillan UK. <https://doi.org/10.1057/9780230596696>

## Anexos

### *Anexo 1. Técnicas y herramientas aplicadas para la recopilación y el análisis de datos*

| Año, formato, tamaño de la muestra y duración                                              | Participantes y muestreo                                                                                                                                                                              | Herramientas aplicadas                                                                                                     | Documentación, procesamiento y análisis de datos                                                                                                                                                                    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Método 1 (M1): 2015<br>4 entrevistas con expertos, 2-3 h.                                  | Portavoces de las autoridades locales (GAD <sup>1</sup> cantonal y parroquiales)<br><br>Selección por funciones institucionales                                                                       | Entrevistas semi-estructuradas                                                                                             | Grabación de audio<br>Transcripción literal<br>Codificación y cualitativo análisis de contenido                                                                                                                     |
| Método 2 (M2): 2015<br>3 talleres participativos<br>(participantes en total: n=53), 3-4 h. | Miembros de asociaciones agrícolas y comunas<br><br>Anuncios oficiales de los GAD <sup>1</sup> parroquiales, participación voluntaria                                                                 | Grupos focales<br>PRA: línea de tiempo                                                                                     | Grabación de audio, documentación fotográfica<br>Memoria técnica PRA<br>Codificación y cualitativo análisis de contenido<br>Análisis conjunto de datos visuales y textuales                                         |
| Método 3 (M3): 2016/17<br>9 entrevistas de hogares, 3-4 h.                                 | Persona que se consideraba jefe de hogar y los miembros presentes<br><br>Selección de los sitios basada en M1 y M2 – selección de los hogares mediante informantes claves y muestreo de bola de nieve | Entrevista biográfica (historias de vida)<br>PRA: línea de tiempo, diagrama de causa-efecto, mapeo de movilidad y recursos | Grabación de audio, inventarios, documentación fotográfica<br>Transcripción literal<br>Codificación y cualitativo análisis de contenido<br>Memorias técnicas PRA<br>Análisis conjunto de datos visuales y textuales |
| Método 4 (M4): 2017<br>2 talleres participativos (participantes en total: n=13), 3-4 h.    | Campesinos<br><br>Selección mediante informantes claves y muestreo de bola de nieve                                                                                                                   | Grupos focales<br>PRA: calendario estacional, matrix ranking/scoring, análisis de FODA                                     | Grabación de audio, documentación fotográfica<br>Memoria técnica PRA<br>Codificación y cualitativo análisis de contenido<br>Análisis conjunto de datos visuales y textuales                                         |
| Método 5 (M5): 2017<br>3 talleres participativos<br>(participantes en total: n=40), 3 h    | Estudiantes de las clases de graduación (14-18 años)<br><br>Selección de los colegios de las parroquias rurales y de la cabecera cantonal – participación voluntaria                                  | Grupos focales<br>PARA: lluvia de ideas, diagrama de causas-efectos, análisis de FODA                                      | Grabación de audio, documentación fotográfica<br>Memoria técnica PRA<br>Codificación y cualitativo análisis de contenido<br>Análisis conjunto de datos visuales y textuales                                         |

| Año, formato, tamaño de la muestra y duración      | Participantes y muestreo                                                                                                                                             | Herramientas aplicadas                                                      | Documentación, procesamiento y análisis de datos                                                                                                                |
|----------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Método 6 (M6): 2017<br>Encuestas (n=282),<br>0,5h. | Estudiantes de las clases de graduación (14-20 años)<br><br>Selección de los colegios de las parroquias rurales y de la cabecera cantonal – participación voluntaria | Entrevistas presenciales estandarizadas y estructuradas, preguntas abiertas | Cuestionarios, tabulación de respuestas abiertas<br>Codificación inductiva y análisis cuantitativo mediante IBM SPSS Statistics 25<br>Estadísticas descriptivas |

1 GAD: Gobiernos Autónomos Descentralizados

*Nota.* Extraído de Kieslinger, 2021.

## **Anexo 2. Negociaciones en cuanto al lugar para vivir**

|                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|---------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Vida en el campo<br>“Aquí todos somos campesinos” | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fuertes lazos sociales (p. ej. hogar, familia, vecinos, organizaciones)</li> <li>• Vida con la naturaleza y rodeados de ella</li> <li>• Dependencia de la producción agrícola con incertidumbres económicas</li> <li>• Falta de oportunidades laborales; la agricultura es un trabajo duro</li> <li>• Privaciones (p. ej. vida sin comodidades)</li> <li>• Atraso (p. ej. infraestructuras, servicios públicos)</li> <li>• Falta de oportunidades para el desarrollo personal (p. ej. educación)</li> <li>• Ejemplos de asociaciones positivas y negativas de la vida: tranquila, relajada, segura, pacífica, saludable, alegre, feliz, honorable, sencilla, modesta, sacrificada, altruista, difícil, dura, agotadora, monótona</li> </ul>                     |
| Vida en la ciudad                                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Oportunidades de mejora (“progresar”, “superarse”) por ejemplo en temas de educación, trabajo, servicios básicos</li> <li>• Independencia y autorrealización</li> <li>• Aumento del costo de la vida (p. ej. vivienda, alimentación)</li> <li>• Dependencia de las oportunidades laborales (“buena vida mientras se tenga trabajo”)</li> <li>• Contaminación debida al tráfico</li> <li>• Inseguridades, peligros y riesgos (p. ej. no encontrar trabajo, violencia)</li> <li>• Ejemplos de asociaciones positivas y negativas de la vida: bonita, agradable, más útil, interesante, mala para la salud, fea, dura, complicada, difícil, insegura, peligrosa, estresante</li> <li>• Los principales destinos nombrados fueron Loja, Guayaquil, Quito</li> </ul> |
| Vida en el extranjero                             | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mejores condiciones de vida en general (p. ej. empleos mejor remunerados)</li> <li>• Penurias y dificultades para adaptarse a las nuevas condiciones (p. ej. encontrar un trabajo estable, tener un lugar para vivir, ser alguien en la vida)</li> <li>• Inseguridades, peligros y riesgos (p. ej. condiciones de trabajo, ilegalidad, estatus de residencia)</li> <li>• Las posibilidades y el éxito dependen del apoyo de familiares y amigos</li> <li>• Ejemplos de asociaciones positivas y negativas de la vida: maravillosa, agradable, algo experimental, complicada, dura, difícil, solitaria</li> <li>• Los principales destinos nombrados fueron Estados Unidos y España</li> </ul>                                                                   |

*Nota.* Modificado según Kieslinger, 2021 p. 87.

## Capítulo 7

# Capacidad adaptativa al cambio climático de la población agricultora del Ecuador

---

Natali Cáceres Arteaga

Universidad Central del Ecuador

University of New Mexico

[dncaceres@uce.edu.ec](mailto:dncaceres@uce.edu.ec)

<https://orcid.org/0000-0001-9537-5830>

K. Maria D. Lane

University of Nuevo México

[mdlane@unm.edu](mailto:mdlane@unm.edu)

<https://orcid.org/0000-0001-7646-7342>

## Introducción

El cambio climático es un problema global y heterogéneo que produce condiciones asimétricas y desiguales, cuyos efectos se diferencian a nivel local (Bárcen, *et al.*, 2018). El aumento del nivel del mar, los cambios en los patrones climáticos y los eventos extremos más frecuentes, la pérdida de especies y ecosistemas, y otros cambios relacionados con el clima tienen un impacto diferencial como resultado de varios factores como la geografía y los ingresos, y son también configurados por roles, responsabilidades y derechos asociados con determinantes de estatus social y expectativas, incluyendo sexo, clase y casta (Thomas *et al.*, 2019; Agostino y Lizarde, 2012; Carr y Thompson, 2014). Adicionalmente, el nivel de desarrollo, la pobreza, el acceso a la tecnología, el poder político y la representación en las negociaciones nacionales e internacionales son factores que se entremezclan para generar en la población afectada una mayor o menor capacidad adaptativa al cambio climático (Warner y Weitzman, 2015).

En términos sociales, el cambio climático exacerba las desigualdades existentes, ya que se espera que sus consecuencias “caigan de manera desproporcionada en los países en desarrollo y, por lo general, afecten muy duramente a sus comunidades más pobres” (Jones, *et al.*, 2010, p. 2). Según el Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC) (2019), los más afectados por el cambio climático serán los más pobres y desfavorecidos del planeta.

En términos económicos, los estudios muestran que el sector agrícola es uno de los más vulnerables y, probablemente, el más afectado por los cambios en la temperatura, los patrones de precipitación y el aumento de eventos extremos como sequías e inundaciones (Kokic *et al.*, 2005; Mendelsohn, 2009). Esto se ha visto reflejado en una disminución de la producción agrícola mundial entre un 1 % y un 5 % por década en los últimos 30 años (Porter *et al.*, 2014). El Sexto Informe de Evaluación del IPCC (2021) prevé que los umbrales de calor extremo de importancia para la agricultura y la salud se superarán con una mayor frecuencia y varias regiones de África, América del Sur y Europa experimentarán un aumento de la frecuencia o la gravedad de las sequías agrícolas y ecológicas. Para el 2080 se espera que la producción agrícola en los países en desarrollo disminuya en un 20 %, mientras que en los países industrializados en un 6 % (Cline, 2007; Nicholls, 2013).

En comunidades de América Latina, los medios de vida de los pequeños agricultores se han visto socavados por el cambio climático (Warner, 2016). Su ubicación geográfica, sus bajos niveles de ingresos, la alta dependencia de la agricultura y una capacidad limitada para asegurar alternativas de vida convierten a las poblaciones, especialmente en vulnerables (Altieri y Nicholls, 2013).

La Tercera Comunicación Nacional de Cambio Climático establece que el Ecuador es uno de los países más vulnerables al cambio climático. Las proyecciones climáticas muestran un aumento de la temperatura media para el período 2011-2040 entre 0.6 °C y 0.75 °C, cuyos mayores incrementos ocurren en la costa (0.7 °C - 0.9 °C), en la Amazonía (0.75 °C - 0.9 °C), y en

las Islas Galápagos (0.75 °C - 1 °C). Para el período 2041-2070, el aumento sería de 0.9 °C a 1.7 °C, donde los mayores cambios se dan en la Amazonía (1.3 °C - 2.1 °C) y en las Islas Galápagos (1.2 °C - 2.5 °C). Finalmente, para el 2071-2100, la temperatura promedio aumentaría entre 0.9 °C y 2.8 °C, para el país, sin embargo, la Amazonía y Galápagos tendrían incrementos mayores, del orden de 1.3 °C a 3.5 °C y de 1.2 °C a 4.4 °C, respectivamente.

Todos estos escenarios representan un gran desafío para la economía de Ecuador, pues la estructura económica productiva del país no es diversa y se ha centrado históricamente en actividades de extracción primaria, como el petróleo y la agricultura (Comisión Económica para América Latina y el Caribe, 2012; Yerovi, *et al.*, 2018).

La agricultura y la disponibilidad de agua se encuentran entre las repercusiones debido al retroceso acelerado de los glaciares tropicales, el aumento del nivel del mar y la intensificación de los fenómenos de variabilidad climática, principalmente asociados con El Niño y La Niña. Sequías, heladas y eventos climáticos extremos han provocado la reducción y pérdidas en la producción agrícola futura (Ministerio del Ambiente del Ecuador, 2017; Ministerio del Ambiente del Ecuador, 2019; Cadilhac *et al.*, 2017). Adicionalmente, el sector agropecuario contribuye a otras actividades económicas y constituye un eslabón importante en la cadena productiva para el comercio, transporte, servicios, agroindustria, turismo y otras áreas de empleo.

El volumen de literatura científica sobre la adaptación al cambio climático y la vulnerabilidad, en todo el mundo ha aumentado. Sin embargo, la que corresponde a los países en desarrollo todavía representa una pequeña fracción del total (Field y Barros, 2014). Según Cadilhac *et al.* (2017), una de las principales necesidades de investigación en Ecuador son las metodologías y los indicadores sobre adaptación. La Estrategia Nacional de Cambio Climático de Ecuador identifica la adaptación como una de las áreas estratégicas que persiguen la reducción de la vulnerabilidad social, económica y ambiental (Ministerio del Ambiente, 2012).



En esta investigación se ha trabajado bajo este marco conceptual y científico, buscando aportar información relacionada con la capacidad adaptativa al cambio climático en poblaciones dedicadas a la agricultura, y responde a las siguientes preguntas: ¿Qué elementos deben incluirse en un índice para medir la capacidad de adaptación al cambio climático de las poblaciones agrícolas en Ecuador? Y ¿Cuál fue la capacidad adaptativa de las poblaciones vinculadas al sector agrícola en Ecuador en 2014?

En este sentido, se ha adoptado determinantes de la capacidad adaptativa (recursos económicos, tecnología, información y habilidades, e infraestructura), como lo plantean Smit y Pilifosova (2001). Con el uso de estos determinantes se ha desarrollado un marco de indicadores basado en una revisión sistemática de la literatura científica, que considera enfoques que evalúan la capacidad de adaptación a nivel nacional y local en todo el mundo, centrados, particularmente, en la producción agrícola. Posteriormente, se ha elaborado un índice sectorial para evaluar la capacidad adaptativa de los agricultores en Ecuador, dentro de la disponibilidad de datos en la Encuesta Nacional de Condiciones de Vida 2013-2014. Finalmente, se analizan los resultados del índice por regiones geográficas en Ecuador, en espacios urbanos y rurales, utilizando un enfoque interseccional de identidades sociales como sexo y etnicidad.

## **Capacidad adaptativa**

Después de que el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC) —institución técnica mundial de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático— publicara su Primer Informe de Evaluación, en 1990, la investigación se centró en la vulnerabilidad de sectores y regiones particulares, pero los impulsores sociales o la distribución desigual del riesgo recibieron poca atención (Thomas *et al.*, 2018). Una década más tarde, en el año 2001, el Tercer Informe Técnico del IPCC identificó la capacidad adaptativa como uno de los tres componentes de la vulnerabilidad: exposición, sensibilidad y capacidad de adaptación (Smit y Wandel, 2006). Es así como los sistemas

se consideran más o menos vulnerables en función de dos factores: la gravedad del evento estresante específico y el grado de capacidad adaptativa (Wall y Marzall, 2006). Esto significa que el aumento de la capacidad adaptativa reduce la vulnerabilidad de un sistema y viceversa.

La capacidad adaptativa se definió, entonces, como “un medio práctico para hacer frente a los cambios y las incertidumbres en el clima, incluidos la variabilidad y los eventos extremos” (Smit y Pilifosova, 2001, p. 879). El Cuarto Informe Técnico afirma que “la capacidad de adaptación es dinámica y está influenciada por los recursos económicos y naturales, las redes sociales, los derechos, las instituciones y la gobernanza, los recursos humanos y la tecnología” (Adger *et al.*, 2004, p. 719). Finalmente, el Quinto Informe presenta la capacidad adaptativa como “la capacidad de los sistemas, instituciones, seres humanos y otros organismos para adaptarse al daño potencial, aprovechar las oportunidades o responder a las consecuencias” (Pachauri, 2014, p. 118). Todos estos informes vinculan el concepto de capacidad adaptativa con la evaluación de impulsores o determinantes (véase tabla 1).

**Tabla 1**

*Determinantes de la capacidad adaptativa*

| Determinantes             | Descripción                                                                                                                         |
|---------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Recursos económicos       | Activos, recursos de capital, medios financieros, medidas de riqueza o pobreza                                                      |
| Tecnología                | Disponibilidad, acceso y uso de tecnologías, nivel de tecnología utilizada, habilidades para desarrollar la capacidad de adaptación |
| Información y capacidades | Acceso a la información para la toma de decisiones del capital humano en los hogares                                                |
| Infraestructura           | Disponibilidad y acceso a la infraestructura, centros de salud, carreteras, servicios públicos                                      |
| Instituciones             | Eficacia y eficiencia institucional, capacidad para gestionar eventos asociados al cambio climático                                 |
| Equidad                   | Acceso y distribución equitativos de recursos en un grupo                                                                           |

*Nota.* Smith y Pilifosova (2001).

Desde entonces, el concepto de capacidad adaptativa se ha utilizado en diversos contextos y en distintas escalas espaciales. Esta es dinámica, ya que cambia con el tiempo, de un país a otro, de una comunidad a otra, de hogares e individuos (Smit y Wanderl, 2006), y se estudia en tres dimensiones: genérica, específica de impacto y específica del sector. La dimensión genérica estudia la capacidad de un sistema para responder a los estímulos generales del cambio climático; la dimensión de impacto específico estudia la capacidad del sistema para responder a un estímulo particular del cambio climático; y la dimensión del sector específico estudia la capacidad de un sector económico en particular, como la agricultura, para adaptarse a los impactos generales del cambio climático dentro de una región modelo (Abdul-Razak y Kruse, 2017).

Teniendo en cuenta la vulnerabilidad del sector agrícola en todo el mundo, los estudios han utilizado la dimensión sectorial para analizar y construir un índice de capacidad adaptativa de la agricultura a nivel nacional y local (véase tabla 2). Estos estudios están ubicados principalmente en África (3) y Australia (3), con un caso cada uno en América del Norte (1) y Asia (1). No hay registros que muestren estudios en Europa, América Central y América Latina. La mayoría de los estudios tienen una escala regional y algunos son nacionales.

**Tabla 2**

*Índice de capacidad adaptativa-Estudios de caso*

| Autor(es), año de publicación | Lugar / escala                    | Determinantes usados                                                                                                   |
|-------------------------------|-----------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Wall y Marzall (2006)         | Herrington, Canadá                | Recurso social, humano, institucional, natural, y recursos económicos                                                  |
| Sietchiping (2006)            | Victoria noroccidental, Australia | Sociocultural, económico, institucional e infraestructura                                                              |
| Swanson <i>et al.</i> (2007)  | Región Praine, Canadá             | Recursos económicos, tecnología, información y habilidades, infraestructura, instituciones y trabajo en redes, equidad |

| Autor(es), año de publicación | Lugar / escala                            | Determinantes usados                                                                                            |
|-------------------------------|-------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Sheng <i>et al.</i> (2008)    | Regiones, Australia                       | Recursos humanos, sociales, naturales, físicos y financieros.                                                   |
| Nelson <i>et al.</i> (2010)   | Comunidades rurales, Australia            | Recursos humanos, sociales, naturales, físico y financieros                                                     |
| Defiesta y Rapera (2014)      | Dumangas, Filipinas                       | Recursos humanos, físicos, financieros, información y diversidad de medios de vida                              |
| Ibrahim (2014)                | Distritos de Meatu e Iramba, Tanzania     | Capital humano, natural, financiero, físico y social                                                            |
| Abdul-Razak y Kruse (2017)    | Región norte de Ghana                     | Recursos económicos, sociales, concientización y capacitación, de tecnología, infraestructura e institucionales |
| Alhassan <i>et al.</i> (2018) | Distritos de Tolon y Gonja central, Ghana | Humano, natural, físico, financiero, social, información, accesibilidad y diversidad de medios de vida.         |

### ***Interseccionalidad***

A pesar de que un volumen importante de literatura muestra que el cambio climático no es neutral en cuanto al género (Dankelman, 2010; Reggers, 2019; MacGregor, 2010; Djoudi *et al.*, 2016; United Nations, 2016; Ravera y Arandia, 2017; Schwerhoff y Konte, 2020), la investigación sobre la capacidad adaptativa de hombres y mujeres sigue siendo limitada (Ibrahim, 2014; Norrington-Davies y Thornton, 2011). De los estudios detallados en la tabla 2, únicamente dos consideran el género como una categoría de análisis. Ninguno aborda la etnicidad. Tanto el género como la etnicidad son categorías importantes de identidad para el uso de la interseccionalidad como método de análisis, tal y como se presenta en este estudio.

Acuñado por Kimberle Crenshaw, en 1989, como una posición poscolonial y antirracista, la interseccionalidad es un concepto centrado

en comprender las relaciones interconectadas entre las identidades estructurales de raza, clase, género, etnia, cultura y sexo (Kaijser y Kronsell, 2014). Se define como la forma en que un individuo en particular se encuentra entrelazado en múltiples grupos (Minow, 1997); establece que las categorías sociales (por ejemplo, raza/etnia, género, clase, sexualidad) son construidas y dinámicas (Djoudi *et al.*, 2016), y parte de la premisa de que las personas viven identidades múltiples y estratificadas derivadas de las relaciones sociales, la historia y el funcionamiento de las estructuras de poder (Symington, 2004).

Kaijser y Kronsell (2014) presentan un fuerte argumento para usar la interseccionalidad en un análisis del cambio climático, al decir que el uso de este concepto: i) ofrece una crítica de las relaciones de poder existentes y las prácticas institucionales relevantes para los problemas climáticos, ii) puede generar conocimiento alternativo crucial en la formulación de estrategias climáticas más efectivas y legítimas, iii) destaca nuevos vínculos y posiciones que pueden facilitar alianzas entre voces que generalmente están marginadas en la agenda climática dominante, y iv) permite analizar qué categorías sociales están representadas o ausentes de la dinámica del cambio climático.

La interacción de género, desarrollo agrícola y cambio climático ha avanzado en los últimos años en la identificación de preguntas de investigación y el desarrollo de nuevos enfoques de investigación: ¿Cuáles son las opciones y estrategias de adaptación de hombres y mujeres? ¿Cuáles son las diferencias en su capacidad adaptativa? ¿Cuáles son las características y causas de las diferencias de género en la vulnerabilidad y la capacidad adaptativa al riesgo relacionado con el clima? ¿Por qué? ¿Dónde? ¿Cómo? (Kristjanson *et al.*, 2017).

## Metodología

Los datos base para el estudio se obtuvieron de la Encuesta de Condiciones de Vida-ECV 2013-2014, un sondeo multipropósito que recopiló

información sobre los diferentes aspectos y dimensiones del bienestar de los hogares, desarrollada por el Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC). El objetivo de la ECV fue “estudiar los impactos económicos y las condiciones de vida de la población ecuatoriana desde la perspectiva de las encuestas de hogares” (Instituto Ecuatoriano de Estadísticas y Censos, 2014a, p. 14). Para este estudio, el análisis poblacional representa a personas económicamente activas vinculadas al sector agrícola y que tienen quince años o más. Se utiliza como indicador al sexo, debido a que la ECV no incluye al género como un indicador.

Para el análisis estadístico de datos se utilizó el Análisis de Componentes Principales No Lineales, que permite el procesamiento de variables ordinales o nominales. Esta técnica garantiza i) compatibilidad con el marco conceptual, ii) interpretabilidad, y, iii) practicidad en la construcción del índice.

### ***Construcción del índice de capacidad adaptativa para la agricultura (ICAA)***

Para el cálculo del índice de capacidad adaptativa, este estudio toma cuatro de seis determinantes, según lo propuesto por Smit y Pilifosova (2001), como un marco para identificar los indicadores para este estudio. Instituciones e Igualdad no se utilizaron como determinantes debido a la falta de información disponible (véase tabla 3).

El desarrollo del índice tiene dos etapas. Primero, se construyen índices para cada uno de los cuatro determinantes. En segundo lugar, el ICAA se construye a partir de las cuatro métricas obtenidas. En ambos casos, se utiliza el análisis de componentes principales no lineales para asignar los puntajes correspondientes a cada categoría y en cada variable, de tal manera que el valor más alto representa una mayor capacidad adaptativa de un individuo.

Algebraicamente, el ICAA se obtiene mediante:

$$ICA = \sum_{i=1}^k p_i$$

donde pi es la puntuación asignada por el análisis de componentes principales al índice determinante k, con k = 1,2,3,4. El tamaño de la muestra para esa población es de 5002 registros, lo que permite hacer inferencias en varios niveles de desagregación. En todos los casos se utilizó una rotación Varimax con normalización de Kaiser.

**Tabla 3**

*Propuesta del modelo de determinantes de la capacidad adaptativa para poblaciones dedicadas a la agricultura*

| Determinante        | Descripción                                                                    | Indicadores                                                                                                | Fuente                                                                                    | Relevancia y justificación del indicador                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|---------------------|--------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Recursos económicos | Activos, recursos de capital, medios financieros, medidas de riqueza o pobreza | Pobreza por consumo, pobreza subjetiva y percepción de la calidad de vida y situación económica, bienestar | (Egyir <i>et al.</i> , 2015); (Abdul-Razak y Kruse, 2017); (Swanson <i>et al.</i> , 2007) | Mayores recursos económicos aumentan la capacidad de adaptación. La baja capacidad de adaptación se ha atribuido a la pobreza generalizada, ya que aquellos con pocos recursos son más vulnerables y menos capaces de cubrir todos los requisitos que pueden resultar de los eventos climáticos extremos. |
|                     |                                                                                | Acceso a la atención médica (privada y pública)                                                            | (Berry <i>et al.</i> , 2011)                                                              | La salud es un componente esencial de la capacidad de adaptación al cambio climático y la salud psicológica es un componente esencial de la resiliencia                                                                                                                                                   |
| Tecnología          | Disponibilidad, acceso y uso de tecnologías                                    | Uso de internet y equipos tecnológicos (computadoras, tabletas, teléfonos inteligentes)                    | (Borraz, 2012) (Ospina y Heeks, 2012)                                                     | Las TIC pueden colaborar en el monitoreo del cambio climático, involucrando la participación ciudadana y creando mecanismos de alerta temprana para eventos extremos y una mejor gestión de desastres naturales                                                                                           |

| Determinante              | Descripción                                                                                 | Indicadores                                                                           | Fuente                                          | Relevancia y justificación del indicador                                                                                                                                                                                                                                      |
|---------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Información y capacidades | Acceso a la información para la toma de decisiones, capital humano en los hogares           | Autoeficacia: capacidad para superar situaciones inesperadas y encontrar alternativas | (Grothmann y Patt, 2005)                        | La motivación y las habilidades percibidas son determinantes importantes en la acción humana y podrían aumentar la capacidad de adaptación a medida que las personas se concentran más en tomar acciones                                                                      |
|                           |                                                                                             | Participación en organizaciones comunitarias y/o de agricultores                      | (Deressa <i>et al.</i> , 2009)                  | La participación en organizaciones de agricultores influye positivamente en la adaptación al cambio, ya que actúan como conductos de información, permite iniciativas de colaboración para superar los desafíos colectivos y aumenta el poder de negociación de la comunidad. |
|                           |                                                                                             | Alfabetismo                                                                           | (Maddison, 2007); (Brooks <i>et al.</i> , 2005) | Las tasas de alfabetismo más altas aumentan la capacidad de adaptación al aumentar las capacidades, las habilidades, el acceso y la comprensión de la información de las personas y una mayor productividad                                                                   |
| Infraestructura           | Disponibilidad y acceso a infraestructura, centros de salud, carreteras, servicios públicos | Calidad de la vivienda y servicios básicos                                            | (Thathsarani y Gunaratne, 2018)                 | La calidad de la residencia y la propiedad de los activos físicos aumentan la capacidad de adaptación. La iluminación, especialmente la energía eléctrica como servicio público, tiene un impacto positivo en la capacidad de adaptación                                      |



| Determinante | Descripción | Indicadores                     | Fuente                                                       | Relevancia y justificación del indicador                                                                                                                                                                                          |
|--------------|-------------|---------------------------------|--------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|              |             | Acceso a la vivienda            | (Zhang <i>et al.</i> , 2007); (Adger <i>et al.</i> , 2004)   | La buena calidad de las carreteras aumenta la capacidad de las poblaciones rurales para acceder a los mercados y reducir los costos de transacción, facilitar la migración y las remesas y la evacuación efectiva si es necesario |
|              |             | Bomba de agua y equipo de riego | (Egyir <i>et al.</i> , 2015) (Alhassan <i>et al.</i> , 2018) | El acceso a la infraestructura de riego aumenta la capacidad de adaptación a eventos extremos como sequías                                                                                                                        |

## Análisis y resultados

### Recursos económicos

Una de las premisas más aceptadas sobre el cambio climático es su impacto en las poblaciones pobres. La pobreza, más que cualquier otro indicador, limita la capacidad de adaptación, ya que las personas dependen de actividades sensibles al clima como la agricultura. También limita su acceso a mejores condiciones del hogar, acceso a información y los TIC, a oportunidades para desarrollar habilidades y educación.

En Ecuador, los datos oficiales establecen que el 79 % de la población económicamente activa (PEA) vinculada a actividades agrícolas, en 2014, se encontraba en la zona rural del país. Si analizamos y comparamos la información de esta población dentro de cada determinante, y comparamos los indicadores con el comportamiento nacional en la dimensión económica, el 46 % de la población vinculada a la agricultura es pobre por consumo.<sup>1</sup> Esta proporción es más del doble que la del indicador nacional.

1 La Pobreza por Consumo, parte de la determinación de una canasta de bienes y servicios que permitiría, a un costo mínimo, la satisfacción de las necesidades básicas, y define como pobres a los hogares cuyo ingreso o consumo se ubique por debajo del costo de esta canasta.

La percepción de pobreza también es mayor en la población dedicada a actividades agrícolas. El 61% reside en hogares cuya jefatura de hogar se considera pobre o muy pobre. Esta proporción es 23 puntos superior al resto de la PEA. Una perspectiva positiva sobre la mejora del nivel de vida es mucho menor en la población dedicada a las actividades agrícolas, así como la percepción de vivir bien con respecto a la situación económica familiar.

En relación con el acceso a beneficios sociales, el 22 % en algún momento accedió al bono de desarrollo humano,<sup>2</sup> si bien más de la mitad de la PEA a nivel nacional no tiene cobertura de salud, en el caso de la población que realiza actividades agrícolas, seis de cada diez personas no tienen acceso a la seguridad social o privada.

En definitiva, la PEA agrícola tiene peores condiciones en el determinante económico en comparación con la caracterización nacional (véase tabla 4).

- 
- 2 En 1998 bajo el gobierno de Jamil Mahuad, surge el Bono de la Pobreza, como una medida de compensación a las familias en situación de pobreza. Se trataba de una transferencia no condicionada de dinero focalizada en madres, adultos mayores de 65 años y personas con discapacidad. En 2003 bajo el gobierno de Lucio Gutiérrez cambió su denominación a Bono de Desarrollo Humano. En la actualidad, el Ministerio de Inclusión Económica y Social es la entidad gubernamental encargada de evaluar y asignar la ayuda económica (de US\$ 55 a US\$150) al representante de la familia, preferiblemente a la mujer jefa de hogar. Para mantener la ayuda económica, la familia beneficiaria tiene que cumplir con las corresponsabilidades en los ámbitos de salud, educación, vivienda, erradicación del trabajo infantil y acompañamiento familiar.

**Tabla 4**

*Distribución descriptiva-Recursos económicos de la Población Económicamente Activa nacional vs. la Población Económicamente Activa dedicada a la agricultura*

| Indicadores                          |                               | PEA Nacional | PEA Agricultura |
|--------------------------------------|-------------------------------|--------------|-----------------|
| Pobreza por consumo                  | Pobre                         | 21.9 %       | 46.1 %          |
|                                      | No pobre                      | 78.1 %       | 53.9 %          |
| Pobreza subjetiva                    | Muy pobre                     | 4.0 %        | 7.9 %           |
|                                      | Pobre                         | 34.4 %       | 53.3 %          |
|                                      | Más o menos pobre             | 46.3 %       | 36.3 %          |
|                                      | No pobre                      | 15.4 %       | 2.5 %           |
| Percepción del estándar de vida      | Empeorada                     | 14.0 %       | 15.4 %          |
|                                      | Igual                         | 70.8 %       | 75.9 %          |
|                                      | Mejorada                      | 15.2 %       | 8.7 %           |
| Percepción de la situación económica | Vive pobremente               | 9.7 %        | 14.1 %          |
|                                      | Más o menos pobre             | 76.9 %       | 77.4 %          |
|                                      | Vive bien                     | 13.4 %       | 8.5 %           |
| Recibe asistencia                    | Sí                            | 15.4 %       | 21.5 %          |
|                                      | No                            | 84.6 %       | 78.5 %          |
| Acceso a seguro de salud             | Ninguno                       | 54.2 %       | 60.3 %          |
|                                      | IESS, Seguro voluntario rural | 10.1 %       | 20.2 %          |
|                                      | IESS, Seguro general          | 34.0 %       | 18.8 %          |
|                                      | Seguro de salud privado       | 1.7 %        | 0.7 %           |
| Total                                |                               | 100 %        | 100 %           |

*Nota.* INEC (2014b).

## ***Tecnología***

Las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) constituyen una herramienta importante para la adaptación climática. Se argumenta que el uso de las TIC podría reducir la falta de mecanismos

adecuados de intercambio de información y conocimiento entre las comunidades rurales, especialmente dedicadas a la agricultura (Borraz, 2012). Para la concientización y el monitoreo del cambio climático, Ospina y Heeks (2012) establecen que el uso de las TIC, como los teléfonos celulares, puede facilitar la difusión de mensajes sobre el cambio climático entre las personas vulnerables, lo que contribuye a la comprensión de los impactos climáticos y aumenta la capacidad adaptativa.

En 2014, el uso de bienes y servicios tecnológicos en la población vinculada a las actividades agrícolas en Ecuador es marginal. En el caso específico del internet, solo el 8 % utilizó este servicio, frente a la proporción nacional hay una diferencia de 30 puntos. Asimismo, el uso de teléfonos inteligentes se reduce a un 8 % de la población agrícola, en comparación con el 26 % a nivel nacional. Estas diferencias en el acceso a la tecnología presentadas en la tabla 5 ponen en evidencia una situación de desigualdad con impactos negativos no solo en la adaptación al cambio climático sino especialmente en las condiciones de vida (véase tabla 5).

**Tabla 5**

*Distribución descriptiva-Tecnología de la Población Económicamente Activa nacional vs. la Población Económicamente Activa dedicada a la agricultura*

| Indicadores |    | PEA Nacional | PEA Agricultura |
|-------------|----|--------------|-----------------|
| Smartphone  | No | 74.0 %       | 92.4 %          |
|             | Sí | 26.0 %       | 7.6 %           |
| Internet    | No | 62.4 %       | 92.1 %          |
|             | Sí | 37.6 %       | 7.9 %           |
| Computadora | No | 53.7 %       | 87.5 %          |
|             | Sí | 46.3 %       | 12.5 %          |
| Tableta     | No | 88.6 %       | 97.7 %          |
|             | Sí | 11.4 %       | 2.3 %           |
| Total       |    | 100 %        | 100 %           |

Nota. INEC (2014b).

## Información y habilidades

La literatura establece que las relaciones a través de redes y la vida comunitaria asociativa aumentan la capacidad de adaptación, ya que las personas actúan como conductos de información, lo que permite iniciativas colaborativas para superar desafíos colectivos y aumentar el poder de negociación de la comunidad (Deressa *et al.*, 2009).

Los datos oficiales presentados en la tabla 6 muestran que la participación en organizaciones comunitarias y/o organizaciones campesinas es marginal a nivel nacional y en la población dedicada a actividades agrícolas, lo que amenaza su capacidad de adaptación. A escala nacional, el nivel de educación del jefe de hogar presenta mayores tasas de asistencia a la escuela secundaria y superior, mientras que con respecto a la jefatura de hogar relacionado con la agricultura hay un 65% con educación primaria y 12 % sin educación. La tasa de analfabetismo de la población vinculada a las actividades agrícolas es casi tres veces mayor que la del indicador nacional. Esto es alarmante, considerando que la literatura estipula que cuanto mayor es el nivel de educación, mayor capacidad de adaptación, ya que aumenta el conocimiento y la capacidad para ser consciente y prepararse para futuros impactos climáticos (Brooks *et al.*, 2005; Madisson, 2007; Wall y Marzall, 2006).

**Tabla 6**

*Distribución descriptiva-Información y habilidades de la Población Económicamente Activa nacional vs. la Población Económicamente Activa dedicada a la agricultura*

| Indicadores                                                              |                | PEA<br>Nacional | PEA<br>Agricultura |
|--------------------------------------------------------------------------|----------------|-----------------|--------------------|
| Debido a sus cualidades ha sido capaz de superar situaciones imprevistas | Nunca          | 2.4 %           | 3.5 %              |
|                                                                          | Raramente      | 25.9 %          | 33.6 %             |
|                                                                          | Frecuentemente | 40.5 %          | 37.8 %             |
|                                                                          | Siempre        | 31.2 %          | 25.2 %             |

| Indicadores                                                                       |                | PEA<br>Nacional | PEA<br>Agricultura |
|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------|-----------------|--------------------|
| Pase lo que pase es capaz de manejar situaciones difíciles                        | Nunca          | 2.1 %           | 3.0 %              |
|                                                                                   | Raramente      | 24.5 %          | 31.3 %             |
|                                                                                   | Frecuentemente | 40.8 %          | 37.3 %             |
|                                                                                   | Siempre        | 32.6 %          | 28.5 %             |
| Frente a un problema, puede evaluar diferentes alternativas sobre cómo resolverlo | Nunca          | 1.7 %           | 2.3 %              |
|                                                                                   | Raramente      | 20.8 %          | 28.1 %             |
|                                                                                   | Frecuentemente | 40.3 %          | 38.0 %             |
|                                                                                   | Siempre        | 37.2 %          | 31.6 %             |
| Participa en organizaciones comunitarias y/o de agricultores                      | No             | 98.1 %          | 96.6 %             |
|                                                                                   | Sí             | 1.9 %           | 3.4 %              |
| Nivel de educación de la jefatura de hogar                                        | Ninguna        | 5.6 %           | 12.3 %             |
|                                                                                   | Primaria       | 42.9 %          | 65.0 %             |
|                                                                                   | Secundaria     | 33.6 %          | 20.6 %             |
|                                                                                   | Superior       | 17.9 %          | 2.1 %              |
| Alfabetismo                                                                       | No             | 4.6 %           | 12.6 %             |
|                                                                                   | Sí             | 95.4 %          | 87.4 %             |
| Total                                                                             |                | 100 %           | 100 %              |

Nota. INEC (2014b).

## Infraestructura

El 41 % de la PEA vinculada a actividades agrícolas reside en viviendas cuyos pisos presentan condiciones de baja calidad (tablas, madera sin tratar, caña, tierra u otro material). Esta proporción es más del doble si la comparamos con la PEA nacional. Asimismo, los materiales pobres de los muros de la casa son el doble en la población vinculada a la agricultura (caña sin revestir, madera y adobe o tapia, otro material).

En cuanto al tipo de iluminación, no existen diferencias relevantes en el comportamiento de la PEA nacional y agrícola, pero sí en el manejo de desechos. En este caso, la brecha en el acceso al servicio municipal de

recolección de basura es del 33 %. Lo que obliga al 39 % de los hogares, en los que reside la PEA agrícola, a quemar su basura.

El 59 % de la PEA a nivel general reside en viviendas con alcantari-llado. Esta proporción es casi tres veces mayor que la de la PEA agrícola. El acceso al servicio telefónico convencional es casi cuatro veces menor en la población agrícola; y al agua, a través de la red pública, es 30 puntos menor en los hogares agrícolas, mientras que una quinta parte accede al agua a través de un pozo.

El 11 % de la población vinculada al sector agrario paga agua para consumo o riego; esta proporción es algo menor que la de la población en general. Considerando que la infraestructura de riego es altamente relevante para la capacidad de adaptación de las comunidades agrícolas, especialmente frente a eventos extremos como las sequías, los resultados muestran que menos del 1% de la población tiene estos activos. Esto significa que las familias de agricultores dependen en gran medida de la lluvia para el crecimiento de sus productos (Egyir *et al.*, 2015).

El 78 % de la PEA relacionada con la agricultura reside en vivien-das cuyo acceso no es por un camino pavimentado o calle asfaltada; esta proporción a nivel nacional es del 45 % (véase tabla 7).

**Tabla 7**

*Distribución descriptiva-Infraestructura de la Población Económicamente Activa nacional vs. la Población Económicamente Activa dedicada a la agricultura*

| Indicadores            |                           | PEA<br>Nacional | PEA<br>Agricultura |
|------------------------|---------------------------|-----------------|--------------------|
| Piso de la<br>vivienda | Otro                      | 0.1 %           | 0.2 %              |
|                        | Tierra                    | 4.2 %           | 9.1 %              |
|                        | Caña                      | 0.4 %           | 1.1 %              |
|                        | Tabla / tablón sin tratar | 14.0 %          | 30.5 %             |
|                        | Cemento / ladrillo        | 41.2 %          | 47.5 %             |

| Indicadores                      |                                                                | PEA<br>Nacional | PEA<br>Agricultura |
|----------------------------------|----------------------------------------------------------------|-----------------|--------------------|
|                                  | Mármol / imitación de mármol                                   | 0.7 %           | 0.1 %              |
|                                  | Cerámica / baldosa / vinilo                                    | 31.2 %          | 9.3 %              |
|                                  | Duela / parquet / tabloncillo / tablón tratado / piso flotante | 8.2 %           | 2.2 %              |
| Paredes                          | Otro                                                           | 0.1 %           | 0.3 %              |
|                                  | Caña                                                           | 5.1 %           | 11.5 %             |
|                                  | Bahareque (caña y carrizo revestido)                           | 1.3 %           | 3.2 %              |
|                                  | Madera                                                         | 5.4 %           | 14.4 %             |
|                                  | Adobe/tapia                                                    | 4.0 %           | 7.3 %              |
|                                  | Asbestos/cemento                                               | 3.8 %           | 1.6 %              |
|                                  | Hormigón/bloque / ladrillo                                     | 72.8 %          | 59.0 %             |
| Tipo de<br>iluminación           | Concreto                                                       | 7.4 %           | 2.8 %              |
|                                  | Ninguna                                                        | 0.2 %           | 0.6 %              |
|                                  | Vela, candil/mechero/gas                                       | 1.0 %           | 3.3 %              |
|                                  | Empresa eléctrica pública                                      | 98.6 %          | 95.1 %             |
|                                  | Paneles solares                                                | 0.1 %           | 0.5 %              |
| Eliminación<br>de la basura      | Planta eléctrica privada                                       | 0.1 %           | 0.4 %              |
|                                  | Tirada en la calle/barranco/ terreno                           | 2.3 %           | 6.9 %              |
|                                  | Tirada a la calle, río o canal                                 | 0.3 %           | 1.0 %              |
|                                  | Queman                                                         | 13.4 %          | 39.0 %             |
|                                  | Reciclan/entierran                                             | 1.4 %           | 3.8 %              |
|                                  | Otro                                                           | 0.2 %           | 0.3 %              |
| Tipo de<br>servicio<br>higiénico | Servicio municipal                                             | 82.5 %          | 49.1 %             |
|                                  | No tiene                                                       | 5.6 %           | 15.9 %             |
|                                  | Letrina                                                        | 2.5 %           | 6.2 %              |
|                                  | Inodoro y pozo ciego                                           | 6.2 %           | 14.4 %             |
|                                  | Inodoro y fosa séptica                                         | 26.6 %          | 41.1 %             |
|                                  | Inodoro y alcantarillado                                       | 59.1 %          | 22.4 %             |



| Indicadores                        |                                          | PEA<br>Nacional | PEA<br>Agricultura |
|------------------------------------|------------------------------------------|-----------------|--------------------|
| Servicio de telefonía convencional | No                                       | 59.6 %          | 89.0 %             |
|                                    | Sí                                       | 40.4 %          | 11.0 %             |
| De dónde se obtiene el agua        | Otro                                     | 1.3 %           | 2.9 %              |
|                                    | Río / vertiente o acequia                | 2.9 %           | 10.0 %             |
|                                    | Pozo                                     | 6.6 %           | 19.8 %             |
|                                    | Carro repartidor / triciclo              | 2.7 %           | 2.7 %              |
|                                    | Otra fuente por tubería                  | 8.7 %           | 18.8 %             |
|                                    | Red pública                              | 77.8 %          | 45.8 %             |
| Gasto de agua / sistema de riego   | No                                       | 86.1 %          | 89.3 %             |
|                                    | Sí                                       | 13.9 %          | 10.7 %             |
| Acceso principal a la vivienda     | Otro                                     | 0.1 %           | 0.0 %              |
|                                    | Río / mar                                | 0.3 %           | 1.0 %              |
|                                    | Sendero                                  | 6.1 %           | 17.1 %             |
|                                    | Lastrado/calle de tierra                 | 33.4 %          | 52.8 %             |
|                                    | Empedrado                                | 5.4 %           | 7.3 %              |
|                                    | Carretera/calle pavimentada o adoquinada | 54.8 %          | 21.6 %             |
| Tiene bomba de agua                | No                                       | 99.0 %          | 97.2 %             |
|                                    | Sí                                       | 1.0 %           | 2.8 %              |
| Tiene equipo de riego              | No                                       | 99.8 %          | 99.5 %             |
|                                    | Sí                                       | 0.2 %           | 0.5 %              |
| Total                              |                                          | 100 %           | 100 %              |

Nota. INEC (2014b).

### ***Capacidad adaptativa por determinantes***

Con base en los datos oficiales presentados anteriormente, y la aplicación del análisis de componentes principales no lineales que asignó

puntajes correspondientes a cada categoría y en cada variable, en la tabla 8 se presentan los resultados para cada determinante. El cálculo de la capacidad adaptativa para el determinante del recurso económico alcanzó 2.25/5. La mejor capacidad adaptativa está presente en el área urbana, en hombres y mestizos, lo que significa que las mujeres y los pueblos indígenas, que viven en áreas rurales, enfrentan mayores desafíos para enfrentar el cambio climático. Por otra parte, el determinante Tecnología alcanzó un alarmante 0.32/5, lo que convierte a este determinante en el mayor desafío para la capacidad adaptativa en Ecuador. El área urbana tiene la mejor calificación en este sentido, pero se mantiene en niveles peligrosos. El determinante de Información y Habilidades alcanzó 2.49/5. Las categorías de área urbana, región costera y hombres presentan un mejor índice en este determinante. Los mestizos tienen la mejor calificación con respecto a los otros grupos étnicos, especialmente cuando se les compara con los indígenas.

Finalmente, el determinante de infraestructura alcanzó 1.77/5. La mayor diferencia aparece entre áreas urbanas y rurales y la autoidentificación étnica de mestizos e indígenas. Este es el único índice en el que las mujeres obtienen una puntuación más alta.

**Tabla 8**

*Índice de capacidad adaptativa de la Población Económicamente Activa dedicada a la agricultura por determinantes*

|        |          | Recursos económicos<br>0-5 |      | Tecnología<br>0-5 |      | Información<br>y capacidades<br>0-5 |      | Infraestructura<br>0-5 |      | Muestra |
|--------|----------|----------------------------|------|-------------------|------|-------------------------------------|------|------------------------|------|---------|
|        |          | Índice                     | VC   | Índice            | VC   | Índice                              | VC   | Índice                 | VC   |         |
| Total  |          | 2.25                       | 0.01 | 0.32              | 0.05 | 2.49                                | 0.01 | 1.77                   | 0    | 5002    |
| Área   | Urbano   | 2.53                       | 0.01 | 0.6               | 0.09 | 2.64                                | 0.01 | 2.08                   | 0.01 | 492     |
|        | Rural    | 2.18                       | 0.01 | 0.25              | 0.05 | 2.45                                | 0.01 | 1.69                   | 0    | 4510    |
| Región | Sierra   | 2.26                       | 0.01 | 0.35              | 0.07 | 2.43                                | 0.01 | 1.92                   | 0.01 | 2372    |
|        | Costa    | 2.3                        | 0.01 | 0.32              | 0.08 | 2.55                                | 0.01 | 1.71                   | 0.01 | 1367    |
|        | Amazonía | 2.02                       | 0.01 | 0.19              | 0.1  | 2.48                                | 0.01 | 1.38                   | 0.01 | 1254    |

|                        |                 | Recursos económicos 0-5 |      | Tecnología 0-5 |      | Información y capacidades 0-5 |      | Infraestructura 0-5 |      | Muestra |
|------------------------|-----------------|-------------------------|------|----------------|------|-------------------------------|------|---------------------|------|---------|
|                        |                 | Índice                  | VC   | Índice         | VC   | Índice                        | VC   | Índice              | VC   |         |
| Sexo                   | Masculino       | 2.33                    | 0.01 | 0.35           | 0.06 | 2.56                          | 0.01 | 1.73                | 0.01 | 3315    |
|                        | Femenino        | 2.08                    | 0.01 | 0.25           | 0.1  | 2.34                          | 0.01 | 1.86                | 0.01 | 1687    |
| Jefatura de Familia    | Masculina       | 2.29                    | 0.01 | 0.31           | 0.05 | 2.54                          | 0.01 | 1.76                | 0.01 | 4189    |
|                        | Femenina        | 2.05                    | 0.01 | 0.39           | 0.12 | 2.27                          | 0.02 | 1.81                | 0.01 | 813     |
| Auto-definición étnica | Indígena        | 2.02                    | 0.01 | 0.19           | 0.12 | 2.20                          | 0.01 | 1.58                | 0.01 | 1461    |
|                        | Afroecuatoriano | 2.24                    | 0.03 | 0.28           | 0.21 | 2.52                          | 0.03 | 1.72                | 0.02 | 176     |
|                        | Mestizo         | 2.32                    | 0.01 | 0.39           | 0.06 | 2.58                          | 0.01 | 1.86                | 0.01 | 2836    |
|                        | Otro            | 2.25                    | 0.01 | 0.23           | 0.14 | 2.48                          | 0.02 | 1.66                | 0.01 | 529     |
| Nivel de educación     | Ninguna         | 1.96                    | 0.02 | 0.01           | 0.54 | 1.30                          | 0.03 | 1.62                | 0.01 | 497     |
|                        | Primaria        | 2.22                    | 0.01 | 0.15           | 0.08 | 2.55                          | 0.01 | 1.75                | 0.01 | 3205    |
|                        | Secundaria      | 2.43                    | 0.01 | 0.82           | 0.06 | 2.79                          | 0.01 | 1.87                | 0.01 | 1200    |
|                        | Superior        | 2.71                    | 0.03 | 1.12           | 0.12 | 2.90                          | 0.03 | 2.11                | 0.03 | 100     |

Nota. INEC (2014b).

### ***Índice de capacidad adaptativa para la agricultura (ICAA)***

El índice de capacidad adaptativa para la agricultura en Ecuador es 1.43/5 a nivel nacional. Las diferencias entre lo urbano y lo rural son apreciables, entre indígenas y mestizos, y existe un sesgo a favor de los hombres (véase tabla 9).

A nivel nacional, la capacidad de adaptación es menor en las áreas rurales en comparación con las áreas urbanas. La menor capacidad adaptativa en la población relacionada con la agricultura se encuentra en la población sin ningún nivel de educación (1.0/5), indígena, que vive en el área rural (1.19/5); cuyo lugar de residencia es la Amazonía. Por el contrario, es decir, una mejor capacidad adaptativa se encuentra en la población urbana con nivel de estudios medio (1.86/5) y superior (2.16/5), mestizo urbano (1.72/5) y, de la región interandina. En cuanto

al sexo, los hombres superan ligeramente a las mujeres en su capacidad de adaptación, ligeramente superior en la zona rural. Similar situación se observa al analizar la jefatura de hogar.

A nivel regional, la Amazonía aparece con la menor capacidad adaptativa, tanto a nivel urbano como rural, mientras que la región andina registra una mejor capacidad adaptativa (por encima del promedio nacional), tanto en su parte urbana como rural. En las tres regiones, la capacidad de adaptación es menor en el área rural. Los indígenas tienen menor capacidad que los afroecuatorianos (1.40/5) y los mestizos. Estas diferencias se mantienen en la parte rural, mientras que en la parte urbana las diferencias son menores. Las personas con mayor nivel educativo (1.89/5) tienen una mayor capacidad de adaptación que las que no tienen ningún nivel educativo (1.0/5), con una diferencia marcada a nivel urbano en comparación con el nivel rural.

### Cuadro 9

*Índice de capacidad adaptativa para la agricultura (ICAA)*

|                        |                 | Total      |      |         | Urbano     |      |         | Rural      |      |         |
|------------------------|-----------------|------------|------|---------|------------|------|---------|------------|------|---------|
|                        |                 | Índice 0-5 | VC   | Muestra | Índice 0-5 | VC   | Muestra | Índice 0-5 | VC   | Muestra |
| Total                  |                 | 1.43       | 0.01 | 5002    | 1.69       | 0.01 | 492     | 1.37       | 0.01 | 4510    |
| Región                 | Sierra          | 1.48       | 0.01 | 2372    | 1.80       | 0.02 | 215     | 1.41       | 0.01 | 2157    |
|                        | Costa           | 1.43       | 0.01 | 1367    | 1.62       | 0.02 | 239     | 1.37       | 0.01 | 1128    |
|                        | Amazonía        | 1.20       | 0.01 | 1254    | 1.61       | 0.04 | 35      | 1.18       | 0.01 | 1219    |
| Sexo                   | Masculino       | 1.46       | 0.01 | 3315    | 1.68       | 0.02 | 366     | 1.40       | 0.01 | 2949    |
|                        | Femenino        | 1.36       | 0.11 | 1687    | 1.70       | 0.02 | 126     | 1.29       | 0.01 | 1561    |
| Jefatura de familia    | Masculina       | 1.45       | 0.01 | 4189    | 1.69       | 0.01 | 396     | 1.39       | 0.01 | 3793    |
|                        | Femenina        | 1.36       | 0.01 | 813     | 1.68       | 0.03 | 96      | 1.27       | 0.02 | 717     |
| Auto definición étnica | Indígena        | 1.22       | 0.01 | 1461    | 1.63       | 0.06 | 36      | 1.19       | 0.01 | 1425    |
|                        | Afroecuatoriano | 1.40       | 0.02 | 176     | 1.62       | 0.04 | 28      | 1.30       | 0.03 | 148     |
|                        | Mestizo         | 1.51       | 0.01 | 2836    | 1.72       | 0.02 | 374     | 1.44       | 0.01 | 2462    |
|                        | Otro            | 1.37       | 0.03 | 529     | 1.57       | 0.04 | 54      | 1.34       | 0.01 | 475     |

|                    |            | Total      |      |         | Urbano     |      |         | Rural      |      |         |
|--------------------|------------|------------|------|---------|------------|------|---------|------------|------|---------|
|                    |            | Índice 0-5 | VC   | Muestra | Índice 0-5 | VC   | Muestra | Índice 0-5 | VC   | Muestra |
| Nivel de educación | Ninguna    | 1.00       | 0.01 | 497     | 1.16       | 0.04 | 27      | 0.98       | 0.02 | 470     |
|                    | Primaria   | 1.40       | 0.01 | 3205    | 1.59       | 0.02 | 284     | 1.36       | 0.01 | 2921    |
|                    | Secundaria | 1.65       | 0.02 | 1200    | 1.89       | 0.02 | 158     | 1.56       | 0.01 | 1042    |
|                    | Superior   | 1.89       | 0.01 | 100     | 2,16       | 0.04 | 23      | 1.74       | 0.03 | 77      |

Nota. INEC (2014b).

## Conclusiones

Un marco de capacidad adaptativa es útil para analizar sistemas y variables de modo que se pueda lograr una comprensión más profunda de los componentes y la forma en que se relacionan entre sí (Smit y Wanderl, 2006; Williamson *et al.*, 2012). Siendo este el primer estudio sobre capacidad adaptativa al cambio climático en Ecuador, el aporte más valioso representa la posibilidad de utilizar la evidencia presentada, en el diseño de estrategias adaptativas y su impacto en la población agrícola. Los valores muestran una baja capacidad adaptativa al cambio climático de la población dedicada a la agricultura en Ecuador, con diferencias en el contexto de región, género, jefatura de hogar, autoidentidad étnica y nivel de educación.

El récord más alto corresponde a personas con un nivel de educación de bachillerato o superior, especialmente en áreas urbanas. Estos hallazgos han sido validados por autores como Maddison (2007) y Brooks *et al.* (2005), quienes determinaron que a mayores tasas de alfabetización aumenta la capacidad de adaptación al incrementarse las capacidades de las personas, la adopción de nuevas habilidades, un mejor acceso y comprensión de la información y, con eso, una mayor productividad

La falta de acceso a la educación, la tecnología y la información, ser mujer, ser indígena, tener una mujer jefa de hogar, vivir en zonas

rurales, en la región amazónica, son las variables constantes de la baja capacidad de adaptación al cambio climático. Estos resultados reflejan y son validados por la realidad de la agricultura en Ecuador.

La literatura relevante establece que los grupos indígenas y las mujeres son más vulnerables a los efectos del cambio climático (Caretta y Borjeson, 2015; Gómez y Moreno-Sánchez, 2015). Lo corroboran los resultados de este estudio, ya que los agricultores identificados como indígenas presentan los puntajes más bajos en cada uno de los determinantes utilizados (recursos económicos, tecnología, información y habilidades e infraestructura), y también en los resultados del ICAA. Los mismos resultados se encuentran para las mujeres, y las jefas de hogar, con una ligera diferencia en las zonas urbanas.

Estos hallazgos son de gran relevancia para el diseño de políticas públicas, al mostrar la utilidad de la interseccionalidad y corroborar su valor como enfoque de estudios de adaptación al cambio climático.

Dado que la planificación es un acto político, grupos más vulnerables como las mujeres, las familias con jefatura de hogar femenina, y las poblaciones indígenas, necesitan acciones afirmativas. Estas pueden ser becas para programas educativos, capacitaciones y pasantías, desarrolladas tanto en español como en lenguas indígenas. En el aspecto económico, se requiere acceso al crédito para actividades productivas, así como el apoyo financiero para pequeñas cooperativas y organizaciones de ahorro comunitario. En vista de que el determinante tecnológico tiene el puntaje más bajo, el Gobierno podría implementar el acceso a internet a través de las agencias estatales con planes accesibles, así como el equipamiento para las organizaciones comunitarias, acompañado de capacitación en *software* relevante. Para la infraestructura existe una gran necesidad de sistemas de riego que sean accesibles para las comunidades locales, lo que podría resolverse a través de proyectos por parte de las autoridades locales.

Para finalizar, se recomienda que los resultados de esta investigación se profundicen a escala local y comunitaria, considerando el marco

conceptual y el enfoque aquí presentados. Se recomienda que futuras investigaciones sobre este tema hagan uso de métodos mixtos que permitan complementar el enfoque cuantitativo con elementos cualitativos, que brinden una mejor comprensión de la realidad e involucren a las partes interesadas en la etapa formativa del proceso de investigación. Esto permitirá establecer medidas y estrategias más acordes con la realidad local, y con ello incrementar la capacidad de adaptación de las poblaciones agricultoras y la economía del país.

## Referencias bibliográficas

- Abdul-Razak, M. y Kruse, S. (2017). The adaptive capacity of smallholder farmers to climate change in the Northern Region of Ghana. *Climate Risk Management*, 104-122. <http://dx.doi.org/10.1016/j.crm.2017.06.001>
- Adger, W. N., Brooks, N., Bentham, G., Agnew, M. y Eriksen, S. (2004). New indicators of vulnerability and adaptive capacity. *Technical Report 7*. Norwich: Tyndall Centre for Climate Change Research. <https://bit.ly/3vn2tYA>
- Agostino, A. y Lizarde, R. (2012). Gender and climate justice. En *Women Reclaiming Sustainable Livelihoods* (pp. 257-265). Palgrave Macmillan. <http://dx.doi.org/10.1057/9781137022349.0026>
- Alhassan, S. I., Shaibu, M. T., Kuwornu, K. M. y Osman, T. D. (2018). Assessing smallholder women farmers' adaptive capacity to climate change and variability in the Northern Region of Ghana: A Composite Index Approach. *Journal of Energy and Natural Resource Management*, 1(1), 1-9. <https://doi.org/10.26796/jenrm.v1i1.119>
- Altieri, M., y Nicholls, C. I. (2013). Agroecología y resiliencia al cambio climático: principios y consideraciones metodológicas. *Agroecología*, 7-20. <https://bit.ly/3sYrRSG>
- Berry, H. I., Hogan, A., Ng, S. P. y Parkinson, A. (2011). Farmer health and adaptive capacity in the face of climate change and variability. Part 1: Health as a contributor to adaptive capacity and as an outcome from pressures coping with climate relate adversities. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 8(10), 4039-4054. <https://doi.org/10.3390/ijerph8104039>

- Borraz, F. (2012). Las tecnologías de la información y el cambio climático en los países en desarrollo. *Ensayos de Economía*, 22(41), 35-64. <https://bit.ly/32RAIAA>
- Brooks, N., Adger, W. N. y Kelly, P. M. (2005). The determinants of vulnerability and adaptive capacity at the national level and the implications for adaptation. *Global Environmental Change*, 15(2), 151-163. <http://dx.doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2004.12.006>
- Cadilhac, L., Torres, R., Calles, J., Vanacker, V. y Calderón, E. (2017). Desafíos para la investigación sobre el cambio climático en Ecuador. *Neotropical Biodiversity*, 3(1), 168-181.
- Caretta, M. A. y Borjeson, L. (2015). Local gender contract and adaptive capacity in smallholder irrigation farming: a case study from the Kenyan drylands. *Gender, Place & Culture*, 22(5), 644-661.
- Carr, E. R. y Thompson, M. C. (2014). Gender and climate change adaptation in agrarian settings: Current thinking, new directions, and research frontiers. *Geography Compass*, 8(3), 182-197.
- Cline, W. R. (2007). *Global warming and agriculture: Impact estimates by country*. Peterson Institute.
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe. (2012). *La economía del cambio climático en el Ecuador*. Santiago de Chile. (<https://bit.ly/3nGJDJn>) (2017-10-27).
- Crenshaw, K. (1989). Demarginalizing the intersection of race and sex: A black feminist critique of antidiscrimination doctrine, feminist theory and antiracist politics. *u. Chi. Legal f.*, 139. <https://bit.ly/3t1RT0e>
- Dankelman, I. (2010). Introduction: exploring gender, environment and climate change. En *Gender and climate change: an introduction* (pp. 1-21). Earthscan.
- Defiesta, G., y Rapera, C. L. (2014). Measuring adaptive capacity of farmers to climate change and variability: application of a composite index to agricultural community in the Philippines. *Journal of Environmental Science and Management*, 17(2), 48-62. <https://bit.ly/3ntOIEF>
- Deressa, T. T., Hassan, R. M., Ringler, C., Alemu, T., y Yesuf, M. (2009). Determinant's of farmer's choice of adaptation methods to climate change in the Nile Basin of Ethiopia. *Global Environmental Change*, 19(2), 248-255. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2009.01.002>
- Djoudi, H., Locatelli, B., Vaast, C., Asher, K., Brockhaus, M., y Sijapati, B. B. (2016). Beyond dichotomies: Gender and intersecting inequalities in climate



- te change studies. *Ambio*, 45(3), 248-262. <http://dx.doi.org/10.1007/s13280-016-0825-2>
- Egyir, I. S., Ofori, K., Antwi, G., y Ntiama-Baidu, Y. (2015). Adaptive capacity and coping strategies in the face of climate change: a comparative study of communities around two protected areas in the coastal savanna and transitional zones of Ghana. *Journal of Sustainable Development*, 8(1), 1-15.
- Field, C. B. y Barros, V. R. (eds.). (2014). *Climate change 2014-Impacts, adaptation and vulnerability: Regional aspects*. Cambridge University Press.
- Gómez y Moreno-Sánchez (2015) Capacidad de adaptación al cambio climático en comunidades indígenas de la Amazonía peruana. *Conservación Estratégica*, 36. <https://bit.ly/3aJ1nhK>
- Grothmann, T. y Patt, A. (2005). Adaptive capacity and human cognition: the process of individual adaptation to climate change. *Global environmental change*, 15(3), 199-213. <http://dx.doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2005.01.002>
- Ibrahim, A. (2014). *Gendered analysis of the determinants of adaptive capacity to climate change among smallholder farmers in Meatu and Iramba districts, Tanzania* (disertación doctoral, Sokoine University of Agriculture). <https://bit.ly/3xzzHWk>
- Instituto Ecuatoriano de Estadísticas y Censos. (2014a). *Metodología de la Encuesta de Condiciones de Vida 2013-2014*. <https://bit.ly/3e1nsu8>
- Instituto Ecuatoriano de Estadísticas y Censos. (2014b). *Encuesta de Condiciones de Vida 2013-2014*. <https://bit.ly/3t8DDtD>
- Intergovernmental Pannel on Climate Change (IPCC). (2019). *Resumen para responsables de políticas*, en: *Informe especial sobre los océanos y la criosfera en un clima cambiante del IPCC*. [bit.ly/3YENKbl](https://bit.ly/3YENKbl)
- Jones, L., Ludi, E. y Levine, S. (2010). *Towards a characterisation of adaptive capacity: a framework for analysing adaptive capacity at the local level*. Overseas Development Institut. <https://bit.ly/3e1o8Qc>
- Kaijser, A. y Kronsell, A. (2014). Climate change through the lens of intersectionality. *Environmental Politics*, 23(3), 417-433. <http://dx.doi.org/10.1080/09644016.2013.835203>
- Kokic, P., Heaney, A., Pechey, L., Crimp, S. y Fisher, B. S. (2005). Climate change: predicting the impacts on agriculture: a case study. *Australian Commodities: Forecasts and Issues*, 12(1), 161. <https://bit.ly/2Seyu6L>
- Kristjanson, P., Bryan, E., Bernier, Q., Twyman, J., Meinzen-Dick, R., Kieran, C., Ringler, C., Jost C. y Doss, C. (2017). Addressing gender in agricultural

- research for development in the face of a changing climate: where are we and where should we be going? *International Journal of Agricultural Sustainability*, 482-500. <https://doi.org/10.1080/14735903.2017.1336411>
- MacGregor, S. (2010). Gender and climate change: from impacts to discourses. *Journal of the Indian Ocean Region*, 6(2), 223-238. <http://dx.doi.org/10.1080/19480881.2010.536669>
- Maddison, D. (2007). The perception of and adaptation to climate change in Africa. *Discussion Paper* (10). University of Pretoria. <http://dx.doi.org/10.1596/1813-9450-4308>
- Ministerio del Ambiente. (2017). *Tercera comunicación nacional del Ecuador sobre cambio climático*. Quito: MAE. <https://bit.ly/3vrSrFn>
- Ministerio del Ambiente. (2019). *Primera contribución determinada a nivel nacional para el Acuerdo de París*. Quito: MAE. <https://bit.ly/32XiOXD>
- Minow, M. (1997). *Not only for myself: Identity, politics, and the law*. New Press. <https://bit.ly/3u0KdUo>
- Nelson, R., Kokic, P., Crimp, S., Martin, P., Meinke, H., Jowden, S., de Voil, P. y Nidumolu, U. (2010). The vulnerability of Australian rural communities to climate variability and change: Part II - Integrating impacts with adaptive capacity. *Environmental Science y Policy*, 18-27. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2009.09.007>
- Nicholls, C. I. (2013). Enfoques agroecológicos para incrementar la resiliencia de los sistemas agrícolas al cambio climático. En C. I. Estrada, L. A. Osorio, y M. A. Altieri (eds.), *Agroecología y resiliencia socioecológica: adaptándose al cambio climático* (pp. 18-29). Medellín.
- Norrington-Davies, G. y Thornton, N. (2011). *Climate change financing and aid effectiveness. Cameroon Case Study*. OCDE, CAD, BAfD. <https://bit.ly/3u1strX>
- Ospina, A. V. y Heeks, R. (2012). ICT-Enabled Responses to Climate Change in Rural Agricultural Communities. *Climate Change, Innovation & ICTs Project*, 2(5), 1-15. (<https://bit.ly/2QxrWji>)
- Pachauri, R. K., Allen, M. R., Barros, V. R., Broome, J., Cramer, W., Christ, R.,... y Dubash, N. K. (2014). *Climate change 2014: synthesis report. Contribution of Working Groups I, II and III to the fifth assessment report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. IPCC. <https://bit.ly/3vpATd6>
- Porter, J. R., Xie, L., Challinor, A. J., Cochrane, K., Howden, S. M., Iqbal, M. M. Lobell, D. B. y Travasso, M. I. (2014). Food security and food production systems. En *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability*. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working

- Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (CB Field *et al.*, eds.) <https://bit.ly/2Qyfm3g>
- Ravera, F. y Arandia, I. I. (2017). Perspectivas feministas para repensar la investigación en cambio climático y las políticas de adaptación. *Ecología política* (53), 41-44. <https://bit.ly/3aO571A>
- Reggers, A. (2019). Climate change is not gender neutral: gender inequality, rights and vulnerabilities in Bangladesh. En S. C. Huq, *Confronting Climate Change in Bangladesh* (pp. 103-118). Springer. [http://dx.doi.org/10.1007/978-3-030-05237-9\\_8](http://dx.doi.org/10.1007/978-3-030-05237-9_8)
- Schwerhoff, G. y Konte, M. (2020). Gender and climate change: towards comprehensive policy options. En Maty Konte y Nyasha Tirivayi (eds), *Women and Sustainable Human Development. Gender, Development and Social Change*. (pp. 51-67). Springer. <https://bit.ly/3u1211G>
- Sheng, E. Y., Nossal, K., Zhao, S., Kokic, P. y Nelson, R. (2008). *Exploring the feasibility of an adaptive capacity index using ABS data*. Canberra: ABARE and CSIRO Report for the National Land and Water Resources Audit. <https://bit.ly/2R8HZng>
- Sietchiping, R. (2006). Applying an index of adaptive capacity to climate change in north-western Victoria, Australia. *Applied GIS*, 2(3), 16.1-16.28. <http://dx.doi.org/10.2104/ag060016>
- Smit, B., y Pilifosova, O. (2001). *Adaptation and Vulnerability, contribution of working group II to the third assessment report of the intergovernmental panel on climate change: Adaptation to climate change in the context of sustainable development and equity*. Cambridge University Press. UK, Cambridge, 877-912. <https://bit.ly/2QxsB4g>
- Smit, B., y Wandel, J. (2006). Adaptation, adaptive capacity and vulnerability. *Global Environmental Change*, 16(3), 282-292. <http://dx.doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2006.03.008>
- Swanson, D., Hilley, H., Venema, H. D. y Grosshans, R. (2007). *Indicators of adaptive capacity to climate change for agriculture in the Prairie Region of Canada*. Manitoba, Canada: International Institute for Sustainable Development. <https://bit.ly/2SdpXkz>
- Symington, A. (2004). Intersectionality: A tool for gender and economic justice. *Women's Rights and Economic Change*, 9 (agosto), 1-8. <https://bit.ly/3t4PXLw>
- Thathsarani, U. S. y Gunaratne, L. (2018). Constructing and index to measure the adaptive capacity to climate change in Sri Lanka. *Procedia Engineering*, 212, 278-285. <http://dx.doi.org/10.1016/j.proeng.2018.01.036>

- Thomas, K., Hardy, R. D., Lazrus, H., Mendez, M., Orlove, B., Rivera-Collazo, I., Thimons, J., Rockman, M., Warner, B. y Winthrop, R. (2019). *Explaining differential vulnerability to climate change: a social science review*. WIREs Clim Change, 1-18. <http://dx.doi.org/10.1002/wcc.565>
- Thomas, T., Loboguerrero, A. M., Mason, D. y Martinez, D. (2018). *An overview of methods used to study the impact of climate change on agriculture in Central America and the Andean Region*. International Food Policy Research Institute. <https://bit.ly/3u4IEWy>
- United Nations Climate Change. (2016-03-088). *Why climate change is not gender neutral*. <https://bit.ly/3eCNDWY>
- Wall, E. y Marzall, K. (2006). Adaptive capacity for climate change in Canadian rural communities. *Local Environment*, 11(4), 373-397. <http://dx.doi.org/10.1080/13549830600785506>
- Warner, B. P. (2016). Understanding actor-centered adaptation limits in small-holder agriculture in the Central American dry tropics. *Agriculture and human values*, 785-797. <http://dx.doi.org/10.1007/s10460-015-9661-4>
- Warner, G. y Weitzman, M. L. (2015). *Climate shock. The economics consequences of a hotter planet*. Princeton University Press.
- Williamson, T., Hessel, H. y Johnston, M. (2012). Adaptive capacity deficits and adaptive capacity of economic systems in climate change vulnerability assessment. *Forest Policy and Economics*, 15, 160-166. <http://dx.doi.org/10.1016/j.forpol.2010.04.003>
- Yerovi, J. J. E., Shik, O., Inurritegui, M. y De Salvo, C. P. (2018). *Análisis de políticas agropecuarias en Ecuador* (Vol. 676). Inter-American Development Bank.
- Zhang, X., Rockmore, M., y Chamberlin, J. (2007). A typology for vulnerability and agriculture in Sub-Saharan Africa. *IFPRI Discussion Paper*. Development Strategy and Governance Division. <https://bit.ly/3xA2tWK>



Capítulo 8

## **Adaptación al cambio climático y democracia. El caso de La Paz-Bolivia**

---

Moirá Zuazo

Freie Universität Berlin, Alemania

[moira.zuazo@gmail.com](mailto:moira.zuazo@gmail.com)

<https://orcid.org/0000-0001-9630-8226>

### **Introducción**

A inicios del siglo XXI en un mundo de crecientes incertidumbres, una de las pocas certidumbres que se instala, es la de un futuro desafiado por la realidad del cambio climático como contexto.

El cambio climático ha dejado de ser un tema desplazable a los márgenes, para pasar al centro de la agenda política global, un factor que ha contribuido a este salto es que los efectos del cambio climático (CC) cada vez con mayor claridad, se perciben como parte de la vida cotidiana de la gente a lo largo y ancho del planeta.

Algunos signos de la evidencia del nuevo contexto, son la subida de las temperaturas promedio de la tierra, el derretimiento de los glaciares, la desaparición de lagos, ciudades arrasadas por inundaciones, sequías más prolongadas y más severas, olas de calor más intensas y de mayor duración e incendios más frecuentes y de mayor magnitud.

A fines de 2016 y principios de 2017 la ciudad de La Paz en Bolivia vivió una sequía prolongada e inesperada que detonó la “Crisis del

Agua” un proceso que quedó grabado en el imaginario, como el tiempo en que las y los paceños experimentaron una ciudad desconocida ante la extrema escasez de agua.

El objetivo de esta investigación es analizar la relación entre democracia como vigencia del estado de derecho y presencia de un espacio de debate abierto, sociedad civil y adaptación al CC. Las preguntas que guían la investigación son las siguientes: 1) ¿En qué circunstancias la sociedad civil está en la disponibilidad de sostener/acompañar un cambio de carácter transformativo? 2) ¿La crisis del Agua de La Paz tiene carácter sistémico, es decir es producto de la confluencia de factores ambientales, políticos, institucionales y sociales? 3) ¿Cuál es la relación entre debilidad/fortaleza de la democracia y el incremento del riesgo de desastre? ¿Cuál fue el encadenamiento causal del desastre y cual su detonante?; 4) ¿Cuál la relación entre adaptación al CC, cohesión de la sociedad y gobernabilidad? y 5) ¿Cuál es la relación entre fortaleza de la democracia, organizaciones no gubernamentales (ONG) y adaptación al CC?

## **Marco teórico**

En el pasado cuando se estudiaba el desastre era posible reconocer dos enfoques predominantes: por un lado, el enfoque pragmático de manejo del desastre y respuesta a la emergencia (Cuny, 1983), y por el otro lado, el enfoque de proceso explicativo basado en la reducción del riesgo de desastre White (1945).

En general, la literatura especializada en desastre y riesgo poco a poco llegó a la conclusión, por una parte, de la necesidad de superar una mirada pragmática del desastre, que entiende a este como un evento aislado en tiempo y espacio, por otra parte, se estableció la necesidad de una comprensión integral del riesgo, que piensa el desastre como parte del contexto social y ecológico y se pregunta sobre las conexiones sociales, espaciales y temporales del “desastre”.

Desde esta perspectiva se propone el concepto de construcción social del riesgo de desastre y se plantea tomar en cuenta cinco elementos

para su estudio. El primero es entender el riesgo de desastre y el desastre como construcción social, para ello observamos la presencia de eventos físicos con potencialidad de causar daño como base, la cual está condicionada por las decisiones políticas, percepciones, necesidades, demandas y prácticas sociales (Oliver-Smith *et al.*, 2017). Este elemento nos lleva a focalizar el estudio del proceso social y político del riesgo de desastre y del desastre.

Un segundo elemento es el desarrollo de una perspectiva de proceso que observa el pasado incluyendo una mirada de larga duración.

El tercer elemento es la reflexión estructurada y sistémica que nos lleva a preguntarnos por el entrelazamiento temporal, procesal y causal del fenómeno de desastre, que a primera vista se presenta como un evento físico descomunal que parecería aislado y atípico (Oliver-Smith *et al.*, 2017).

Un cuarto elemento plantea establecer cuál es el evento que detona el desastre, como se percibe y como se responde a este evento, cuál es la exposición al riesgo, la vulnerabilidad, adaptación y resiliencia: “No puede haber desastre si no hay un evento físico que detona el desastre” (Oliver-Smith *et al.*, 2017, p. 475). En el marco de esta investigación por vulnerabilidad entenderemos: “el grado en que sistemas geofísicos, biológicos y socioeconómicos son sensibles a, e incapaces de lidiar con impactos adversos del cambio climático” (IPCC, 2007, citado en Hirsch *et al.*, 2016, p. 8).

Un quinto elemento parte del planteamiento de que el CC es el nuevo contexto global, que intensifica y aumenta la frecuencia de peligros conocidos, por tanto, la pregunta relevante para esta investigación no es si el fenómeno climático extremo tiene relación, o en qué grado tiene relación con el CC, sino la comprensión de la cadena causal que lleva al incremento o disminución de la vulnerabilidad y resiliencia de la sociedad afectada.



## Prehistoria de la “Crisis del Agua” 2016-2017

*“Para mí es como un terremoto, [...] no calculamos, no estaba en nuestras previsiones que nos falte agua”*

*(Evo Morales, expresidente de Bolivia).1*

La Paz es una ciudad de montaña y valle semiárido, ubicada a una altura de 3600 m s. n. m., que se caracterizaba por tener dos estaciones. Una estación seca larga de abril a octubre y una estación de lluvias corta de noviembre a marzo.

En gran medida debido, a la migración de las zonas rurales del departamento al área urbana, La Paz ha tenido un crecimiento urbano acelerado, sin embargo, a pesar de ser la sede del gobierno de Bolivia, hasta antes de 2014<sup>2</sup> la ciudad no contaba con una planificación con visión de mediano y menos de largo plazo.

En la década del 60 del siglo pasado, el gobierno nacional desconcentró la administración y suministro del servicio de agua de la ciudad, al Municipio de La Paz, que a su vez en el 1966 fundó el Servicio Municipal de Agua Potable y Saneamiento (SAMAPA) creando así la primera empresa municipal semi autónoma de agua en Bolivia.

SAMAPA tenía como parámetro de funcionamiento la “universalidad del servicio”, que establece el derecho de toda la ciudadanía a acceder a saneamiento y agua potable por cañería en la vivienda, sin embargo, este principio devino en declarativo (Komives, 1999). Para el momento del retorno a la democracia en la década del 80, era claro que el acceso al agua

- 1 Afirmación del expresidente Evo Morales durante una reunión con la cúpula militar y varios de sus ministros para evaluar la distribución de agua en la ciudad de La Paz (CRHoy 2016).
- 2 En 2014 se aprueba en el Concejo Municipal de la Paz el “Plan Integral “La Paz 2040: La Paz que Queremos” (<https://bit.ly/4dR3i1w>) que es el primero que se plantea a partir de una visión de largo plazo (2040). Desde 1995 la ciudad contaba únicamente con los Planes de desarrollo municipal (PDM) que se elaboraban con una perspectiva temporal de cinco años.

era un privilegio y acceder a una conexión nueva, incluso en zonas donde llegaba la red, dependía más de relaciones clientelares y familiares que de normas. En general, la oferta de agua potable de SAMAPA no guardaba relación con el ritmo de crecimiento de la población y la empresa no tenía capacidad de inversión de largo ni de mediano plazo, adicionalmente SAMAPA mostraba serias deficiencias en el mantenimiento de la red.<sup>3</sup>

Siendo aún reciente la experiencia de consecutivos gobiernos autoritarios, en la década del 80, en las ciudades de Bolivia no había un espacio de debate abierto, la sociedad no tenía la vivencia del funcionamiento de instituciones regidas por normas, ni autoridades que se desempeñen bajo la certeza de que rendirán cuentas por sus actos en un futuro cercano. La sociedad paceña mostraba un panorama de resignación acumulada, solución privada del problema de los que podían y malestar colectivo creciente con el tema, de la mayoría.

En consonancia con la ola neoliberal que recorrió América Latina y preparando el marco institucional para la privatización del servicio de agua, en el 1994, se creó la Superintendencia de Aguas, que tenía como tarea la regulación y supervisión de los contratos de concesión y la determinación de las tarifas de agua y saneamiento.

Dada la perspectiva privatizadora que portaba el gobierno del MNR y la presión de los organismos internacionales para que se implementara la privatización de la empresa pública del agua, en 1997 se realizó la privatización de la empresa de agua de La Paz a la multinacional de origen francés Suez-Lyonnaise des Eaux —que en Bolivia operó bajo el nombre “Aguas del Illimani”. En los términos del contrato de privatización este preveía como elemento central la expansión del servicio de agua y saneamiento.

---

3    Extrabajadores de SAMAPA plantean que entre el 40 y el 60 % del agua se perdía ya, en los desperfectos de la red subterránea. Sin embargo, esta información no puede ser corroborada por estudios técnicos de acceso público.

Sin embargo de que durante los dos primeros años de funcionamiento de “Aguas del Illimani” hubo expansión del servicio, los usuarios podían observar una mejor administración y lo más importante, se constataba la implementación de criterios claros y generales para el acceso al servicio como nuevo usuario, lo cierto también es que la empresa funcionó en La Paz durante casi una década, su criterio fundamental fue obtener réditos y no se ocupó de las inversiones comprometidas y esenciales en perspectiva de mediano y largo plazo:

“Aguas del Illimani” operó en Bolivia durante ocho años y el año 2004, como parte de la crisis económica y estatal que vivió Bolivia entre el 2000 y el 2005, en parte como reflejo de la guerra del agua de Cochabamba (2003), la protesta demandó la expulsión de la multinacional francesa.

A la expulsión de “Aguas del Illimani”, siguió la creación de la nueva empresa estatal de agua: Empresa Pública y Social de Agua y Saneamiento Sociedad Anónima (EPSAS SA) ambos procesos fueron oscuros, por un lado, la multinacional francesa nunca rindió cuentas a la sociedad paceña por los compromisos asumidos, por el otro lado, la nueva empresa se creó “entre gallos y medianoche”, sin acceso a información de parte de la población e irregularidades.

El primer indicio de falta de transparencia es la contradicción inscrita en el nombre de la empresa, como pública y al mismo tiempo, como sociedad anónima.

EPSAS SA nunca fue empresa pública, quedó bajo la figura de empresa “intervenida” por el gobierno nacional, sin embargo que la norma establece que una intervención solo puede durar seis meses lo cierto es que la intervención bajo el nombre “EPSAS SA”, tiene ya más de una década de vigencia.

Marco Antonio Ramos Cruz, exasesor de EPSAS SA hasta la “Crisis del Agua” en el 2017 cuando fue despedido, presentó una demanda de inconstitucionalidad de la “Intervención” el año 2017 en que señalaba:

[...] una vez retirada del Estado la anterior concesionaria “Aguas del Illimani” (AISA), la Comisión Interinstitucional, creada mediante Resolución Ministerial 002/2007, de 5 de enero de 2007, emitida por el entonces Ministerio del Agua, debió crear una nueva empresa, disposición que hasta la fecha no se cumplió. Hecho que además constituye incumplimiento de deberes por los ministros cabeza de sector de turno. (El Diario Nacional 2017)

La Ley 2066 de 2000<sup>4</sup> establece que los municipios son los responsables de proveer los servicios de agua y alcantarillado a través de una EPSA (empresa pública y social del agua), sin embargo, como producto de la crisis estatal 2000-2005 al salir el concesionario privado AISA el municipio arbitrariamente es excluido de esta tarea, la cual es asumida de facto por EPSAS SA bajo “intervención” del gobierno nacional.

Desde la primera década del siglo XXI, en el debate público de La Paz, ya se conocía que, a partir de 2009, el agua que se podía acumular en los reservorios existentes (represas), era menor a la demanda de agua de las poblaciones de La Paz y El Alto. Ello debido, por un lado, al crecimiento demográfico, por otro lado, se sabe que el problema tendería a ser más grave con el derretimiento y desaparición de los glaciares producto del CC y, finalmente, por las pérdidas de agua en la red subterránea que constituían y constituyen un agravante de la situación (Ramírez, 2008; Hoffmann y Requena, 2012).

Los cambios en los patrones de precipitación, el retraso de la época de lluvias, la presencia de los fenómenos “El Niño” y “La Niña”, más frecuentes y de mayor intensidad, impactan en este escenario de vulnerabilidad y construcción social del riesgo ya existente en La Paz.

Una primera relación de los paceños con la sequía, es el recuerdo de la sequía producida por el fenómeno de “El Niño” de 1982-1983 en

---

4 República de Bolivia (2000): Ley 2066 del 11.04.2000. Ley modificatoria a la ley No. 2029 de servicios de agua potable y alcantarillado sanitario, disponible en: <https://bit.ly/3Udc6b3>

que no se experimentó sequía en la ciudad, pero la urbe fue el escenario de una migración rural-urbana masiva. Este fue el primer momento en que, como producto de la gravedad de la sequía, un pueblo indígena que antes no había llegado a la ciudad de La Paz, llega, y es un evento que todos recuerdan por la riqueza y particularidad de los tejidos de su vestimenta, que hace gráfica la presencia del desastre en el espacio urbano.

Ante la pregunta de un evento relacionado con el cambio climático, que en el pasado hubiera marcado el imaginario colectivo de los paceños María Rene Pinto, asesora de la ministra de Medio ambiente y agua durante la “Crisis del Agua” 2017, responde:

El evento climático del “Niño” de los ochenta ha sido pues fregado, porque tú has visto cientos de potosinos llegando a la ciudad de La Paz [...] ¿quién no recuerda eso? [...] quienes nos recordamos han venido por eso [...] porque ha habido un evento climático tan fuerte que hasta el día de hoy no se han recuperado y la gente se ha dedicado a mendigar, entonces para mí [son] lo que vos llamas los “migrantes climáticos”, para mí ese sería un evento que, si los paceños recuerdan, por ahí, hasta barata nos salió, lo que nos ha pasado el año pasado. (entrevista a María René Pinto)

Un segundo momento importante en la relación de la sociedad paceña con el medio ambiente, es la riada en que murieron sesenta personas en el centro de la ciudad de La Paz, que se conoce como “Febrero negro” de 2002 en que se articulan una granizada intensa y prologada y la ausencia de preparación de la infraestructura urbana para tal evento.

Por un lado, este evento climático extremo, constituyó un punto de quiebre para la gestión de la alcaldía municipal de La Paz, pues a partir de entonces comienza una gestión de prevención de riesgos de inundaciones y deslizamiento de la alcaldía, que ya empieza a dar frutos<sup>5</sup>, Carlos Portocarrero, analizando el cambio en el municipio, comenta:

---

5 El manejo preventivo y la reacción temprana al desastre en el “megadeslizamiento de Callapa” de 2011 nos muestra una buena gestión de riesgos de la alcaldía pues a pesar de que se trataba del deslizamiento más grande que experimento la urbe en su historia (Villalba 2015), la alcaldía pudo monitorear el evento y actuar preven-

A partir de Febrero negro del 2002 la alcaldía ha desarrollado un sofisticado sistema de alerta temprana y un sistema de drenaje pluvial que funciona... Febrero negro tuvimos una lluvia intensa no prevista unido a un sistema de drenaje pluvial inadecuado... Después de febrero negro se implementó un adecuado sistema de drenaje pluvial, pero como no se ve, nadie le da bola. Este proyecto no tuvo un componente de comunicación social, no supieron cómo hacerlo... El SAT [Sistema de alerta temprana] de hecho no es el proyecto estrella de la alcaldía. (entrevista a Carlos Portocarrero)

Teniendo en cuenta por una parte, que el escenario de Febrero negro fue el valle y lecho del río *Choqueyapu*, que es donde se asienta el centro de la ciudad y por otra parte que la tragedia fue vivida dos veces, una cuando ocurría y una segunda, de forma masiva en los noticieros centrales al final de la tarde del mismo día, entendemos que este evento es una experiencia que configura comunidad imaginada y por esta vía estructura identidad local. El ecologista Jörg Elbers plantea: “Febrero negro está en la memoria colectiva de los paceños [...] todos tenían a alguien que estaba en el centro cuando paso esta tragedia [...]” (entrevista a Jörg Elbers).

## Historia de la “Crisis del Agua”

En el período 2015-2016, la NOAA reportó la presencia de un fenómeno de “El Niño”, que comenzó a finales de 2014, se extendió durante todo el 2015 y hasta mediados de 2016. Este evento fue denominado “Niño Godzilla” debido a su inusual duración y a las altas temperaturas registradas en el Pacífico central. Tras este fenómeno, la NOAA detectó condiciones de “La Niña”, el evento opuesto asociado a sequías. María René Pinto, asesora del Ministerio de Medio Ambiente y Agua, comentó

---

tivamente, gracias a lo cual el momento del desastre todos los habitantes habían ya abandonado sus viviendas y a pesar de la magnitud del desastre material, no se lamentó ninguna pérdida humana.

que el gobierno preveía la ocurrencia de fenómenos tanto de “El Niño” como de “La Niña” en 2016.

El año 2016 había un plan de rehabilitación para eventos “Niña” / “Niño” [...] el manejo de riesgo de desastres está incorporado en la planificación... Pero está lejos de la realidad de la ciudad. (entrevista a María René Pinto).

Complementariamente la entrevistada comentaba:

Desde la planificación, el cambio climático y la sobrepoblación [...] la gran disyuntiva para el gobierno era que hacemos con esta plata, la llevamos al área rural o invertimos en las ciudades [...] el evento está ligado al tema de planificación rural-urbana [...] la situación en las ciudades va a empeorar [...]. (entrevista a María René Pinto).

En correlación con la alarma global, entre abril y mayo de 2016, la Autoridad Nacional del Agua, mandó notas oficiales a los gobiernos municipales, incluido el gobierno autónomo del municipio de La Paz, alertando para tomar recaudos ante la próxima época seca.

A fines de 2016, EPSAS SA conocedora de un eventual problema, lo comunicó a la alcaldía de La Paz a través de una nota oficial. El funcionario del municipio de La Paz Jorge Sotez comenta:

A finales de la gestión 2016, aproximadamente en el mes de octubre, casi finales, habíamos recibido una nota por parte del operador (EPSAS SA) al respecto y obviamente a mucha insistencia también, [de saber] que es lo que realmente estaba pasando por que ya asumíamos que algo iba a suscitarse... Recibimos una información y un plan de contingencia donde nos comunicaban, que acciones habían tomado ya, desde anteriores oportunidades y que es lo que iban a tomar si se presentaba, o permanecía, o continuaba con ese régimen [de precipitaciones]. Hemos intentado reunirnos con el operador [EPSAS SA] para ver de cerca realmente que es lo que pasaba y tampoco hemos tenido receptibilidad por parte del operador, para que podamos tomar nosotros como municipio alguna acción con cierta anticipación, al evento que se ha presentado. Y claro como todos, hemos sido sorprendidos con medidas, pero ya bastante extremas de desabastecimiento, de corte, de racionamiento. En un principio no

asumíamos cual era la realidad de aquella situación, porque los anuncios que hicieron, [...] no fueron tan terribles como se ha presentado, incluso manifestaban, de que este racionamiento iba a durar un par de días y que se iba a normalizar próximamente, dos tres días normalizamos... Hemos hecho inspecciones y realmente hemos certificado que la situación estaba muy grave... La información que había dado la autoridad respecto a la normalización del servicio no se dio, al contrario, ha sido más crítico todavía y realmente ha afectado y ha golpeado fuerte, porque claro, no se han tomado los recaudos suficientes y necesarios con anticipación y se ha llegado al extremo de cortar el servicio y en muchos de los casos no ha habido servicio por días prolongados, a pesar de haber generado un rol de abastecimiento por zonas, no se ha cumplido porque la cantidad de agua disponible realmente era poquísima. (entrevista a Jorge Sotéz)

En octubre el Gobierno nacional sabía que las represas de agua ya no podían cumplir su rol de reservorios y tomando como cierta la predictibilidad de las lluvias que en condiciones normales comienzan en noviembre decidieron esperar la lluvia que no llegó.

El ecologista Jörg Elbers comenta:

Yo vi en octubre que la represa de Incachaca estaba vacía [...] el 8, 9 de noviembre se cortó el agua [...] en menos de una semana el programa de racionamiento cambió a algunas horas de agua y dos días sin agua [...]. Las autoridades a pesar de que por supuesto conocían de la situación de falta grave de agua en las represas, en octubre no hicieron nada... Salió a la luz que la política de previsión para el abastecimiento de agua, aparentemente habría sido la certeza, de que empezaría a llover en noviembre. (Entrevista a Jörg Elbers)

Ante la gravedad del problema EPSAS SA emitió mensajes contradictorios, por una parte, respecto a la razón de la carestía, por otra parte respecto a la dimensión del problema. Esta falta de transparencia trajo consigo la rápida pérdida de credibilidad de la institución y puso en cuestión la legitimidad del Gobierno nacional que hasta entonces contaba con un poder simbólico hegemónico en la ciudad de La Paz y en el conjunto de la sociedad boliviana.



Veamos un diagnóstico del clima social durante la crisis: “Había muchos rumores [...] había confusión, análisis poco precisos, un programa de racionamiento que nunca se cumplió, frente a una ciudadanía que se sentía indefensa, todo esto generó una histeria colectiva profunda” (entrevista a Carlos Portocarrero).

Al mismo tiempo que la sociedad experimentaba la importancia básica del agua y sufría la gravedad de la escasez, empezaba a emerger una conciencia colectiva compartida del valor del agua.

El gobierno nacional reportó, que al igual que el conjunto de la sociedad, fue sorprendido por el corte del servicio de agua. Cuando el corte del servicio de agua se convierte en “Crisis del Agua” con pérdida de legitimidad y apertura de un vacío político, el gobierno nacional tiene una reacción reactiva masiva ante el desastre:

Del 6 al 8 de noviembre tuvimos un corte intempestivo del agua y debíamos asumir el tema [...]. Tuvimos que hacer el trasvase de Palcoma a Hampaturi ... Para el trasvase necesitábamos transportar 1,5 toneladas de tubos en tres días [...] tuvimos que sacar agua de ocho pozos de aguas subterráneas. (entrevista a María René Pinto)

La “Crisis del Agua” generó momentos de vacío político por la pérdida de credibilidad, la que se hace evidente en el recurso del Estado a las fuerzas armadas para que la autoridad estatal no sea sobrepasada. “Los militares vinieron a ponernos en fila para entregarnos agua...” (entrevista a Lissete Dávalos).

El caso de La Paz nos muestra que las instituciones responsables del servicio del agua del gobierno nacional, hasta el momento del desastre se guiaban por las viejas certidumbres, confiaban en la predictibilidad del clima y la eventual llegada de la época de lluvias.

La “Crisis del Agua” de La Paz nos muestra que el CC como contexto del presente, significa cambios de las estaciones y consecuentemente la necesidad de instalar la incertidumbre como elemento central para

entender la realidad y los desafíos actuales. La incertidumbre, como elemento central, obliga a los tomadores de decisión a despedirse de las viejas certezas y observar atentamente el conjunto.

### **La “Crisis del Agua” y la apertura de una visión institucional integral**

Como producto de la experiencia de la “Crisis del Agua” en La Paz observamos la presencia de un punto de quiebre que se presenta como una disponibilidad social para una adaptación transformativa. La experiencia del punto de quiebre se observa también en el ámbito del gobierno municipal de La Paz, el cual se prepara para asumir su tarea en el futuro.<sup>6</sup>

En el ámbito del gobierno municipal vemos la emergencia de una nueva perspectiva integral que incorpora una mirada de largo plazo. El municipio formó una mesa situacional del agua que era un espacio de coordinación entre las diferentes áreas al interior del municipio, en la cual se diseñaron proyectos de apoyo que poco a poco, permitieron a los funcionarios municipales cambiar su propia perspectiva respecto a la problemática del servicio de agua, permitieron a la alcaldía ganar una percepción holista del problema, que ha llevado a la institución a dar importancia y enfocar el tema de las fuentes del agua, lo que le ha permitido pasar de una visión compartimentalizada de distribución eficiente del servicio, a una visión integral de la necesidad de cuidado de las fuentes del agua y de la necesidad de pensar también en la demanda del agua.

Jorge Sotez, experto en el tema del Gobierno municipal de La Paz GAMLP, comentaba:

Como municipio hay un antes y un después y en qué términos, lo que decíamos: Como administradores del territorio tenemos la obligación

---

6 Desde antes de la “Crisis del Agua” los gobiernos municipales de La Paz y El Alto están en conversaciones para asumir su rol legal de proveedores del servicio de agua y saneamiento sin embargo hasta el 2023 el tema sigue generando malestar pero ningún cambio institucional.

de cubrir todas las necesidades de la población salud, educación, servicio. Y en términos de servicios de agua y alcantarillado la obligación de garantizar que el servicio pueda contarse no solamente al año horizonte que ha previsto el municipio como el 2040, sino más adelante porque de hecho la pregunta es: ‘¿Y qué va a pasar [a partir] del 2040?’ y la respuesta que hemos estado dando: ‘Ah, no se preocupen porque nuestro plan de inversiones del 2040, el 2030 vamos a empezar a trabajar para ver más adelante.’ Pero esa no es la respuesta que hoy podemos dar, sino es una respuesta que [de cuenta] por ejemplo al año 2080, 2060 que haya un margen y que ahí realmente ya podamos identificar qué es lo que se tiene que hacer y no solamente en términos de oferta sino en términos de demanda y aquí sí se necesita aplicar políticas municipales donde esté identificada la modificación de ciertas costumbres o cultura para poder realmente cubrir, o sea cerrar la oferta y demanda y que el ciudadano sea parte de aquella responsabilidad. (entrevista a Jorge Sotez)

### **La “Crisis del Agua” como experiencia colectiva de dependencia del ser humano de la naturaleza**

La “Crisis del Agua” es un punto de quiebre que se graba en el imaginario de los paceños como un tiempo de experimentar la dependencia y vulnerabilidad del ser humano frente a la naturaleza, es el momento de la destrucción del mito del “Ser humano como centro” que impera sobre la naturaleza y momento en que emerge el ser vulnerable capaz de ser respetuoso. En este espacio de tiempo, tanto la idea de la naturaleza como soporte básico para la vida, como el CC como “discurso abstracto” se convierten en una experiencia concreta que produce dolor.

La crisis del agua ha sido un punto de inflexión para cambiar la perspectiva de la gente... La gente sufrió mucho... Hemos aprendido [...] hoy hay una conciencia del valor del agua que ha quedado grabada en la memoria colectiva de los paceños [...] la gente ha percibido que el agua es un recurso escaso y valioso [...] hoy hay una conciencia respecto al manejo y al valor del agua en los paceños (entrevista a Oscar Loayza)

Este evento marca un hito: hay un antes y un después, [...] no debe haber mejor campaña de concientización que esta... Es un hito respecto a la

responsabilidad que tiene el Estado y también cada ciudadano... Hoy hemos empezado a asumir que nos debemos adaptar. (Entrevista a María René Pinto)

En febrero de 2017 como cada año desde la época de la colonia, llegó el tiempo de celebrar el carnaval, que tradicionalmente se celebraba jugando con agua a lo largo y ancho de calles, plazas y en cada casa, el 2017 y 2018 los paceños no celebraron el carnaval con agua.

### **Evaluación de la gestión del desastre del gobierno nacional**

Cuando analizamos la gestión del desastre a través de las declaraciones del presidente Evo Morales y de Alexandra Moreira ministra de medio ambiente, agua y saneamiento<sup>7</sup>, observamos la ausencia de la certeza de la obligación de rendir cuentas, información compartimentada que no fluye en el aparato estatal y una institucionalidad débil que no dispone de información.

La ministra no percibe una relación de responsabilidad ante la ciudadanía paceña a través de la cual ella se sienta obligada a rendir cuentas por la “Crisis del Agua”.

Consultada respecto a las causas del problema la ministra señalaba: “Ha sido la falta de prevención, la falta de operatividad de quienes operan el servicio de dotación de agua potable”, aseguró Moreira (BBC 2017).

La “Crisis del Agua” develó la instalación de estructuras autoritarias cruzadas por el miedo y un flujo de información inexistente en el Gobierno nacional. Veamos las palabras del entonces presidente Evo Morales: “Lamentablemente desde la Autoridad de Fiscalización del Agua y desde la gerencia de EPSAS nunca nos han advertido, nunca nos han alertado... Pido disculpas al pueblo paceño [...] trabajamos tanto que algunos arruinan este proceso” (La Razón 2016).

---

7 A raíz de la “Crisis del Agua” la ministra Alexandra Moreira renunció al cargo.

Por su parte, la ministra Alexandra Moreira en un encuentro con la prensa aseveró:

La información que se nos daba hasta el último momento fue incorrecta. Todos han visto incluso las intervenciones del señor Quispe (director ejecutivo de la Autoridad de Fiscalización y Control Social de Agua Potable y Saneamiento Básico (AAPS) y del señor Rojas [gerente de EPSAS] diciendo que en tres días se iba a solucionar el problema de desabastecimiento en red. Se nos ha coartado la información y se nos ha impedido tomar medidas de prevención, aseguró... Con la voz quebrada por el llanto, cuestionó a los periodistas: “¿Ustedes creen que una autoridad sabiendo la magnitud del posible problema no hubiese tomado las acciones correspondientes; no hubiese dado la alerta a nuestra primera autoridad?”. Eso no debería haber pasado... La autoridad aseveró que en reiteradas oportunidades pidió informes a la AAPS y sólo obtuvo ‘cartas generales que no explican nada’, como dijo el Alcalde. Si la información hubiese llegado al Ejecutivo se hubiese prevenido porque una de las políticas sociales más valorables de este Gobierno es el agua. (Página Siete 2016)

“Hasta finales de septiembre nosotros recibimos informes de EPSAS que nos indicaban que la disponibilidad de agua era mayor al volumen demandado. Nos dijeron que estaba garantizado el suministro de agua para la ciudad de La Paz”, afirmó la ministra de Medio Ambiente Alexandra Moreira a BBC Mundo (BBC 2017).

Lo que quedó claro durante la “Crisis del Agua”, es que si no hay un trabajo previo de prevención, cuando la crisis está abierta, rápidamente sobreviene una pérdida de legitimidad y eventualmente una crisis de gobernabilidad.

A través de la perforación de pozos, que deterioran la capa freática, el Gobierno central si bien resolvió el problema en el corto plazo comprometió aún más la resiliencia de la ciudad en el mediano y largo plazo.

Después de la “Crisis del Agua” durante 2017, el gobierno aceleró y logró la terminación de la construcción de la represa de Hampaturi Alto, que llevaba un año de retraso y, en julio de 2017, el presidente Morales la

inauguró. Esta nueva represa tiene una capacidad de almacenamiento de seis millones de metros cúbicos de agua que aproximadamente adicionan un 14 % a la capacidad de almacenamiento de los sistemas que cubren a las ciudades de La Paz y El Alto (Radio FIDES 2018)<sup>8</sup>.

Al momento de escribir este documento (2023), la crisis institucional de EPSAS SA. continúa y hace evidente el carácter de botín político de la institución. Los últimos diez años, la empresa tuvo diez “interventores”<sup>9</sup> y en los primeros cinco meses de 2021 cambió cuatro veces de “interventor”.

## **Coordinación entre gobierno central y gobierno local**

La ausencia de coordinación y cooperación es una constante en la relación entre el gobierno nacional y el gobierno municipal de La Paz, sin embargo, cuando estalló la “Crisis del Agua” tanto el gobierno nacional como el gobierno municipal reportaban haber trabajado coordinadamente, en un primer momento.

En las dos primeras semanas del corte de agua, en que la sociedad estaba en estado de parálisis, el gobierno municipal construyó las plataformas para asentar los tanques de agua y el gobierno nacional colocó los tanques en todos los barrios afectados por el corte. El hecho de la existencia de un tanque de agua accesible al barrio a una distancia relativamente razonable, devolvió en alguna medida la credibilidad al poder.

- 
- 8 Las otras represas del sistema son Ajuankhota con una capacidad de almacenamiento de 3,0 Hampaturi Bajo con 3,4, la represa de Incachaca con una capacidad de 5,2, la represa de Milluni 10,9 y la represa de Tuni con 21,5 millones de metros cúbicos de agua (Radio FIDES 2018).
  - 9 El interventor/a es la persona nombrada por el poder ejecutivo (nivel nacional) para “intervenir” fiscalizar a EPSAS SA, la que de acuerdo con la ley, debería ser una empresa pública municipal (nivel local). El interventor actúa como cabeza de EPSAS SA mientras dure el tiempo de la intervención. Por ley la “intervención” no debe exceder los 6 meses de duración.

Sin embargo, de esta primera experiencia exitosa de coordinación y trabajo conjunto, pronto ambos actores institucionales, perciben que, ante la crisis desatada, el vacío de legitimidad generado y la alta atención del público, se abrió una ventana de oportunidad para la producción de capital político. Es por ello que cuando retorna alguna calma, gobierno nacional y municipio se cierran a la coordinación, cada uno desconfía del otro, de tener como interés único, el acumular capital político.

### **Sociedad civil, achicamiento de la democracia y desastre**

En Bolivia en la última década y media la prensa está acosada y se observa autocensura de los periodistas. Esta situación de dificultades para una prensa libre y ausencia de incentivos a la crítica, tiene como resultado que la calidad de la información que circula es deficiente e improvisada, lo cual no le permite al gobierno, desarrollar procesos de retroalimentación temprana: “En Bolivia siempre ha habido poca prensa y no muy buena, [...] pero con la represión a la prensa se ha acabado con el ámbito público” (entrevista a Jörg Elbers).

Dado que la información circula solo de manera fragmentaria y por redes subterráneas, el aparato burocrático gubernamental se entera de los problemas tardíamente y cuando ya son problemas de magnitud, que implican un alto costo en términos de legitimidad.

La Paz como centro político de Bolivia a partir del 1982 experimento la instalación lenta y paulatina de un ámbito de debate abierto y la emergencia de incentivos a la crítica, en tanto la crítica pública se convirtió en el camino para la construcción de capital político desde el llano.

Hoy, la sociedad paceña experimenta un achicamiento de la democracia y un recorte de los espacios de debate abierto, el resultado es que, si bien por un lado la sociedad está cambiando, y empieza a instalarse mayor desconfianza en el entorno, lo que empieza a minar el tejido social, por el otro lado, y como producto de la memoria de un ámbito abierto de

debate la sociedad paceña aún conversa y en situaciones límite como fue la “Crisis del Agua” el diálogo y la protesta se hicieron evidentes.

Con la imagen colectiva viva de “sociedad fuerte”, el movimiento ambiental en Bolivia, aunque no es fuerte, presenta diferentes nodos, cuya fortaleza radica en que conecta luchas sociales diversas por ejemplo de los pueblos indígenas en defensa de los parques nacionales y la del movimiento ambiental juvenil urbano.

El movimiento ambientalista de La Paz estaba institucionalizado en las ONG que hoy están muy golpeadas [...] las ONG los últimos diez años han sido acosadas y perseguidas. Hoy lo que tenemos es un movimiento ambientalista que no logra organizarse y está es su gran debilidad (entrevista a Carlos Portocarrero).

El caso de La Paz nos muestra la presencia de una sociedad en que la experiencia histórica del empoderamiento social retroalimenta la confianza en el diálogo y en la organización. La vigencia de democracia de tres décadas tuvo como resultado un movimiento ambiental que se fortalecía y que estaba en parte institucionalizado en organizaciones no gubernamentales (ONG). Desde hace una década las ONG están acosadas y empiezan a debilitarse y en muchos casos a cerrar sus puertas. Este panorama repercute en perspectiva de tiempo corto en el achicamiento del espacio de organización, calificación del debate y promoción de debate abierto de calidad respecto a temas ambientales y en perspectiva de tiempo largo se traduce en un proceso de desempoderamiento de la sociedad.

## Conclusiones

Un primer hallazgo de la investigación nos muestra que la adaptación al CC comenzó con un cambio de perspectiva de una parte cuantitativamente importante de la sociedad y como parte de esta, en tanto ciudadanos/as, de los tomadores de decisión. Este cambio de perspectiva fue producto del movimiento desde un horizonte que percibe a la realidad como lo conocido, lo cotidiano, lo que sabemos manejar, a una nueva



mirada que comienza, con la incertidumbre y con la convicción de que es imperativo buscar nuevos caminos, una mirada abierta a la transformación.

La “Crisis del Agua” de La Paz constituye un punto de quiebre colectivo e instala una búsqueda, que predispone a la sociedad a ser parte de un cambio transformativo. Sin embargo, esta mirada colectiva abierta, después de pasado el desastre, no ha sido acompañada por un debate en que las autoridades estatales sean parte de un dialogo abierto e informado y se sienten obligadas a rendir cuentas. Sin debate abierto el momento de oportunidad de innovación social, se diluyo. A la “Crisis del Agua”, siguieron diferentes ciclos de protesta por este sendero la sociedad paceña siguió acumulando malestares pero no observamos una conversación pública sobre estos desafíos estructurales.

Lo que vemos en La Paz es que sin libertad de prensa y sin contrapesos al poder del ejecutivo, el momento de quiebre que ha vivido la sociedad en la “Crisis del Agua” se convirtió en una ventana de visibilidad que es parte de la memoria colectiva, pero no el inicio de un cambio transformativo.

En La Paz, el carácter sistémico de la “Crisis del Agua” es evidente. La Paz ocupa un territorio semiárido y desde los años 90 cuenta con la información de que los reservorios de agua existentes no son suficientes, se sabía que 2009 era el punto de cruce entre la capacidad de almacenamiento de agua de los reservorios y el crecimiento de la población.

El grave retraso de la época de lluvias fue el evento disparador del desastre, que dejó al descubierto la profunda debilidad institucional del Estado boliviano que, sabiendo de esta vulnerabilidad, los últimos diez años de gestión de EPSAS SA no tomó medidas de adaptación, y contando con la alarma lanzada por la NOAA, en el corto plazo no reaccionó para evitar el desastre. Las instancias nacionales responsables no se ocuparon de la ciudad con los recursos que contaban para afrontar el fenómeno de El Niño y La Niña, confiaron en que llovería hasta que la represa de Hampaturi se vació y la “Crisis del Agua” tomó todo el escenario.

Un otro elemento sistémico es la debilidad del estado de derecho en Bolivia. De acuerdo con ley, la tarea de provisión de agua y saneamiento está bajo la responsabilidad de los gobiernos municipales. Dado el debilitamiento del estado de derecho de los últimos dieciseis años, en La Paz esta tarea ha sido asumida por el gobierno nacional bajo la figura de “intervención”, que se extiende de espaldas a la ley. Después de la “Crisis del Agua” (2016-2017), el gobierno nacional ha extendido la ilegal “intervención”.

Tomando en cuenta que la responsabilidad local para la adaptación incrementa la preparación para la misma, lo que nos muestra el caso de la Paz es que la usurpación de funciones de parte del gobierno nacional genera mayor vulnerabilidad, pues emerge una zona gris respecto a la responsabilidad institucional para proveer los bienes públicos: agua y saneamiento.

El gobierno del MAS entró en el imaginario global como heredero de la “Guerra del Agua” abanderando el derecho al agua como derecho humano. Es por ello, que la “Crisis del Agua” pone en entredicho no solamente la capacidad de gestión gubernamental, sino su credibilidad como gobierno que encabeza un “cambio” estructural.

Una tercera conclusión es que trabajar con el concepto del “riesgo socialmente construido” permite entender el desastre como producto de una cadena de hechos en el tiempo y en el espacio. Esta cadena causal a su vez pone en evidencia el rol fundamental que juega la ausencia de un espacio de debate abierto en la sociedad. El concepto del “riesgo de desastre socialmente construido” nos permite observar la interacción entre sistema político cerrado, en el que no circula información y como resultado el incremento del riesgo de desastre socialmente inducido.

En el caso de La Paz, por el hecho de ser aún reciente, la experiencia de un espacio de debate abierto y vigoroso (hasta el 2009), a pesar de que hoy existen restricciones crecientes a la libertad de información, desincentivos a la crítica y promoción de autocensura, sin embargo, se ha desarrollado un debate más o menos abierto a través de las nuevas

tecnologías de información y comunicación (TIC) con opiniones firmadas por sus autores, que transitaban de los TIC a la prensa formal.

Una cuarta conclusión es la íntima relación entre desastre y emergencia o fortalecimiento de desigualdades en la ciudad. El momento de la experiencia del evento climático extremo observamos que ocurre un primer momento de unificación en que emerge una identidad común, un nosotros conformado por las víctimas y el resto de la población abierta a expresiones de solidaridad.

Sin embargo de la conformación de unidad en la crisis, más allá del tiempo concentrado del desastre, en el corto, mediano y largo plazo tienden a profundizarse las desigualdades, dado que los ciudadanos tienen desiguales recursos para destinarlos a las medidas de adaptación de forma privada, el resultado de ello es que emergen nuevas y se profundizan viejas desigualdades de vulnerabilidad y también desigualdades en la posibilidad material de tomar medidas privadas de adaptación frente a estos eventos climáticos extremos.

Ante la “Crisis del Agua” en La Paz se observa la emergencia de nuevas desigualdades, pues algunas familias toman medidas de adaptación privadas: perforado de pozos de agua privados sin autorización, construcción de tanques subterráneos de agua, colocado de tanques en los techos, estas medidas por un lado mejoraron la capacidad de resiliencia de estas familias a un nuevo evento extremo, por el otro lado profundizan las desigualdades urbanas. En la “Crisis del Agua” en La Paz surgió un nuevo espacio del afuera, de familias que durante los dos meses que duró el corte, cambiaron sus hábitos, de vida, de comida y de aseo.

La emergencia de estas nuevas desigualdades y la profundización de las desigualdades conocidas, por un lado, afectan la cohesión social de la ciudad y, por otro lado, afectan la capacidad del gobierno nacional y municipal de definir a futuro políticas públicas de agua, es decir que el incremento de las desigualdades producto del desastre, afecta la gobernabilidad de la ciudad.

Tomando en cuenta que durante la “Crisis del Agua” como una medida reactiva frente al desastre se perforaron pozos que deterioran la capa freática. En La Paz observamos que el sistema ecológico y social está atravesando un punto de quiebre, a partir del cual o se desarrolla un círculo vicioso de “carestía intermitente de agua” como fuente de desigualdades urbanas y nuevo carácter de la ciudad, o el sistema social y ecológico se mueve con la implicación de la mayoría de sus actores a la implementación de un cambio transformativo.

Una quinta conclusión es la íntima relación entre democracia y sociedad civil con espacio para desarrollar fortaleza, en La Paz observamos que la fortaleza y politización del movimiento ambiental depende de la fortaleza de la democracia, especialmente de la presencia de un espacio de debate abierto. La respuesta a la pregunta de por qué el movimiento ambiental se debilita hoy en La Paz, no debemos buscarla en la sociedad, sino en el autoritarismo desplegado desde el Estado y en la debilidad del debate público que condicionan las estructuras no democráticas.

En La Paz como producto de tres décadas pasadas de empoderamiento social y debate abierto, observamos una sociedad que todavía actúa bajo el manto de su imaginario de “sociedad fuerte”. Esta sociedad estaba cobijada en parte en ONG pro derechos indígenas, pro derechos humanos y ambientalistas, que hoy están acosadas, debilitadas y en la mayoría de los casos empiezan a cerrar sus puertas.

Lo que nos enseña la crisis del agua de La Paz es la importancia nuclear de la democracia para afrontar el desafío de la adaptación al CC y la sostenibilidad en el presente, por un lado, porque la vitalidad de la democracia es un elemento central para la emergencia de una mirada colectiva abierta que es cuando puede comenzar la adaptación al CC como cambio transformativo, por otra parte, porque en ciudades con instituciones débiles la perspectiva de la construcción social del riesgo nos permite observar la íntima interacción entre sistema político autoritario e incremento del riesgo de desastre socialmente construido e incremento de las desigualdades.

## Apoyos y agradecimientos

Expreso mi agradecimiento al proyecto trAndeS de la Universidad libre de Berlín (FUB) y de la Universidad Católica del Perú (PUCP) por haber hecho posible esta investigación

## Referencias Bibliográficas

- BBC. (2015). “Las 3 razones por las que la NASA cree que El Niño será tan ‘poderoso’ como el peor de la historia”. BBC. <https://bbc.in/4eO4YKD>
- BBC. (2017). “‘No nos informaron de manera correcta’. Las explicaciones del gobierno de Bolivia ante la crisis del agua en La Paz”. <https://bbc.in/3Udks2w>
- Carrillo, C. (1892). Hidrografía oceánica”. *Boletín de la Sociedad Geográfica de Lima*, 2, 72-110.
- Cuny, F. (1983). *Disasters and Development*. Oxford University Press
- CRHoy. (2016). Escasez de agua es como un terremoto en Bolivia. <https://bit.ly/4fcuN6y>
- El Diario Nacional. (2017). Demandan inconstitucional la intervención a Epsas. *El Diario Nacional*, La Paz. <https://bit.ly/4eO0hAn>
- Hirsch, Th., Minninger, S., Wirsching, S., Kreft, S., Kuenzel, V., Schäfer, L., Chinoko, V., Chhetri, R., Kassa, E., Mandal, T., Shamsuddoha, M. y Khalid, S. (2016). Making Paris Work for Vulnerable Population. Closing the Climate Risk Gap. *Brot für die Welt Analysis* 65, Berlin.
- Hoffmann, D. y Requena, C. (2012). Bolivia en un mundo 4 grados más caliente. Escenarios sociopolíticos ante el cambio climático para los años 2030 y 2060 en el altiplano norte. PIEB, Instituto Boliviano de la Montaña (BMI). *T’inkazos. Revista Boliviana de Ciencias Sociales*, (33). <https://bit.ly/4hf6WVN>
- IPCC, Intergovernmental Panel on Climate Change. (2007). Climate Change 2007 Synthesis Report. New York: IPCC. <https://bit.ly/3AflEve>
- Komives, K. (1999). Designing pro-poor water and sewer concessions. Early lessons from Bolivia. *Policy Research Working Paper*, 2243, Washington D.C. The World Bank. <https://bit.ly/3Yw2Ukr>
- La Razón. (2016). Morales pide disculpas a La Paz y cambia al director de la AAPS y al gerente de EPSAS. *La Razón*, La Paz. <https://bit.ly/3A34j8V>
- Oliver-Smith, A., Alcántara-Ayala, I., Burton, I. y Lavell, A. (2017). The social construction of disaster risk. Seeking root causes. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 22, 469-474. <https://doi.org/10.1016/j.ijdrr.2016.10.006>

- Página Siete. (2016). Moreira. La crisis del agua pudo evitarse si se hubiese alertado. *Página Siete*, La Paz. <https://bit.ly/4eN0wd6>
- Radio FIDES. (2018). “EPSAS reporta que cuatro represas de La Paz alcanzaron su máxima capacidad y rebalsaron”. <https://bit.ly/3Y8RK3Q>
- Ramírez, E. (2008). Impactos del cambio climático y gestión del agua sobre la disponibilidad de recursos hídricos para las ciudades de La Paz y El Alto. *Revista Virtual REDESMA*, 2(3), 50-61. <https://bit.ly/4hh2CFM>
- República de Bolivia. (2000). Ley 2066 del 11.04.2000. Ley modificatoria a la ley No. 2029 de servicios de agua potable y alcantarillado sanitario. <https://bit.ly/3Udc6b3>
- White, G. (1945). *Human adjustment to floods. A geographical approach to the flood problem in the United States*. University of Chicago.

## Siglas

|            |                                                                                  |
|------------|----------------------------------------------------------------------------------|
| AAPS       | Autoridad de Fiscalización y Control Social de Agua Potable y Saneamiento Básico |
| AISA       | Aguas del Illimani Sociedad Anónima                                              |
| CC         | Cambio climático                                                                 |
| CIDES-UMSA | Posgrado en Ciencias del Desarrollo                                              |
| COP 20     | 20ª Conferencia de las Partes de las Naciones Unidas                             |
| EPSA       | Empresa Pública Social de Agua                                                   |
| EPSAS SA   | Empresa Pública Social del Agua Sociedad Anónima                                 |
| FU Berlin  | Freie Universität Berlin                                                         |
| FES        | Friedrich Ebert Stiftung                                                         |
| GAMLP      | Gobierno Autónomo Municipal de La Paz                                            |
| IPCC       | Intergovernmental Panel on Climate Change                                        |
| m s. n. m. | Metros sobre el nivel del mar                                                    |
| MNR        | Movimiento Nacionalista Revolucionario                                           |
| NOAA       | National Oceanic and Atmospheric Administration                                  |
| ONG        | Organización no Gubernamental                                                    |
| SAMAPA     | Servicio Municipal de Agua Potable                                               |
| TIC        | Tecnologías de Información y Comunicación                                        |
| UMSA       | Universidad Mayor de San Andrés                                                  |
| WCS        | Wildlife Conservation Society                                                    |



Capítulo 9

**El pescado como alimento en el Sur  
Global bajo la noción de seguridad  
alimentaria y cambio climático:  
el caso de Ecuador y la influencia  
de sus instrumentos normativos**

---

María José Barragán

Fundación Charles Darwin

[mariajose.barragan@fcdarwin.org.ec](mailto:mariajose.barragan@fcdarwin.org.ec)

<https://orcid.org/0009-0003-7114-5637>

Andrés Gerique Zipfel

Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg

[andres.gerique-zipfel@fau.de](mailto:andres.gerique-zipfel@fau.de)

<https://orcid.org/0000-0001-5869-2810>

## **Introducción**

La seguridad alimentaria existe “cuando todas las personas en todo momento tienen acceso físico y económico a suficientes alimentos para satisfacer sus necesidades nutricionales para tener una vida productiva y saludable” HLPE (2014, p. 23).

En las últimas décadas, con la excepción de las publicaciones específicas bianuales de la FAO sobre el estado de la pesca y la acuicultura (véase FAO 2022 y ediciones anteriores), la literatura sobre la seguridad alimentaria ha obviado generalmente al “pescado” como recurso nutricional.



Por ejemplo, el Informe Mundial sobre el estado de la inseguridad alimentaria en el mundo de la FAO (2006) no menciona la palabra “pescado” en absoluto. Algunas publicaciones se refieren al “pescado” solo en términos de “agotamiento de las poblaciones de peces” y en relación con los “acuerdos internacionales de pesca” (ONU, 2007). Otras referencias mencionan al “pescado” solo bajo la óptica de “exportaciones de pescado” y a través de los objetivos de la “industria del pescado/camarón” (FAO, 2009b).

Incluso más recientemente, los informes de la FAO (2015a) y FAO *et al.* (2015a, 2015b) siguen sin mencionar la palabra “pescado”. Así mismo, otros documentos sobre la alimentación y la (in)seguridad alimentaria (FAO, 2015a, 2015b) apenas mencionan el “pescado y la pesca” como dimensiones que podrían apuntalar el éxito en la lucha contra la malnutrición, el hambre y la inseguridad alimentaria en las comunidades costeras del Sur Global. Algunos se han referido al “pescado” tan solo desde la perspectiva de la “mejora [de] los recursos genéticos pesqueros” (FAO *et al.*, 2015b). Posteriormente, la FAO (2015c) y otros autores (Barrange *et al.*, 2018) que trabajan en esta línea, integran de manera clara la noción de “pescado-como-alimento” en su discusión teórica y política y reconocen que el pescado o los alimentos acuáticos son un elemento importante, pero a menudo poco reconocido en la seguridad alimentaria y la nutrición.

Adicionalmente, algo que resulta sorprendente y que equilibra principios aparentemente incompatibles entre la religión y la política, son las declaraciones explícitas de reconocimiento del “pescado” (refiriéndose a “pescado”, “pesca”, “pesquerías” y “pequeñas comunidades pesqueras” por al menos ocho veces) dentro de la Encíclica *Laudato Sí* (Papa Francisco, 2015).

Lo que vemos es que esta diversidad de discursos de seguridad alimentaria, incluso aquellos de liberación intelectual-religiosa, pone en evidencia la fuerte necesidad de negociar los diversos dominios ontológicos y epistemológicos que se alojan en el desafío global para lograr la seguridad alimentaria, y mitigar la pobreza, el hambre y la marginación, a nivel mundial.

En este sentido existe suficiente evidencia (Allison, 2011; Allison *et al.*, 2013, Béné, 2006; Béné *et al.*, 2007; Bennett *et al.*, 2018; FAO, 2022, 2020, 2018, 2016; Rice y Garcia, 2011; Tacón y Metian, 2009; UNHRC, 2012) de que el pescado desempeña un papel crucial para la seguridad alimentaria y la nutrición, como alimento básico en la lucha contra el hambre (Béné, 2015; FAO, 2022, 2014; Islam y Berkes, 2016; Kawarazuka y Béné, 2011; Kurien, 2005; Prein y Ahmed, 2000; Roeger *et al.*, 2016; Tacón *et al.*, 2009) y como una rica fuente de nutrientes, especialmente para algunos países menos desarrollados y para poblaciones vulnerables (FAO, 2018; HLPE, 2014). La importancia de la pesca artesanal, además, radica también en su contribución a las economías locales y regionales que se benefician, a través de la generación de puestos de trabajo e ingresos, especialmente a través de las varias instancias en la cadena de valor de la pesca a pequeña escala y la acuicultura en los países en desarrollo (CGIAR, 2020; FAO, 2012, World Bank, 2009). Por otro lado, se ha argumentado que las dificultades económicas están fuertemente asociadas a una mayor inseguridad alimentaria (Loopstra *et al.*, 2015, 2016), especialmente en los llamados países subdesarrollados (Béné *et al.*, 2015). Esta cuestión representa también en una amenaza para segmentos de la población en las naciones del llamado “primer mundo” (Loopstra *et al.*, 2015, 2016).

En este documento, tomando Ecuador como ejemplo, planteamos que existen argumentos razonables para afirmar que el rol de la pesca no está suficientemente posicionado en la noción de seguridad alimentaria, así como tampoco la crítica dependencia de las comunidades pesqueras y no pesqueras, del pescado, como alimento en todo el mundo en general y en la región Latinoamericana y del Caribe en particular (Samaniego, comunicación personal, 2015).

Junto con este razonamiento, sostenemos que no habrá alivio de la pobreza sin seguridad alimentaria, y que no hay seguridad alimentaria sin soberanía alimentaria, en nuestro caso, sobre los recursos marítimos. Para fines de este manuscrito, debemos poner en contexto que el rol, relevancia y alcance de la pesca, como fuente de alimentación de alto

valor nutritivo, como medio de subsistencia y como sector con grandes implicaciones económicas, sociales y culturales va más allá de regiones costeras e insulares. De hecho, la contribución de la pesca a todas estas dimensiones se produce también en áreas de influencia cercanas y otras lejanas a zonas costeras e insulares, alcanzando lugares de la Región Andina y Amazónica ecuatoriana, ya desde épocas prehispánicas (Norton, 1985; McEwan y Silva, 1998).

De especial relevancia en este planteamiento resulta el efecto climático en la capacidad de los sistemas naturales de los que dependen los recursos y comunidades pesqueras para su mantenimiento a largo plazo. Es sabido que varias de las consecuencias más críticas en los sistemas naturales y sociales por efectos del cambio climático a nivel global se ilustran en los cambios en los ciclos y patrones hidrológicos, temperatura del agua, contenido de oxígeno, cobertura de casquetes de hielo en los polos, nivel del mar, circulación oceánica, acidificación oceánica y producción primaria (Barange *et al.*, 2018). Y es aquí, en donde el ámbito de “cambio climático” toma un rol fundamental, al hablar de manejo, gobernanza, planificación y mercado de la pesca como alimento (Barange *et al.*, 2014; Cheung *et al.*, 2009, 2011).

En este contexto, de hecho, las implicaciones de la variabilidad climática en las especies marinas son importantes, no solo para entender la interacción de sistemas de alimentación y factores climáticos, sino además para informar las decisiones y la planificación ‘inteligente’ de acciones de conservación de especies marinas clave (Salinas de León *et al.*, 2019). Tomando el caso de especies marinas con características poiquilotérmicas, por ejemplo, a diferencia de la mayoría de los animales terrestres, los primeros son muy sensibles a las variaciones de la temperatura de hábitat acuáticos, factor que es determinante y que influencia grandemente en la distribución, la disponibilidad de presa, el metabolismo, crecimiento y reproducción, con un impacto importante en la distribución y disponibilidad de pesquerías (Cheung *et al.*, 2009). Así también, se sugiere que los efectos relacionados con ‘shocks’ climáticos pueden provocar

reorganización de los vínculos socio-ecológicos en comunidades en donde se cultivan alimentos, lo cual puede causar pérdidas inesperadas de productos clave en sistemas de alimentación local o regional (Fisher *et al.*, 2021), efectos que según Vinaya Kumar y Shivamurthy (2017) son más severos en países en vías de desarrollo, debido a la limitada disponibilidad de recursos para enfrentar la vulnerabilidad, en cuanto a los pilares fundamentales: acceso, disponibilidad, capacidad de adquisición y permanencia) de comunidades costeras y de zonas continentales. Por tanto, se puede calificar al cambio climático, como un concepto fundamental en el desarrollo e implementación de políticas de salud pública, de infraestructura, de demografía y de desarrollo económico (IPCC, 2007; Ericksen, 2008; Kalikoski *et al.*, 2018).

## Marco teórico y analítico

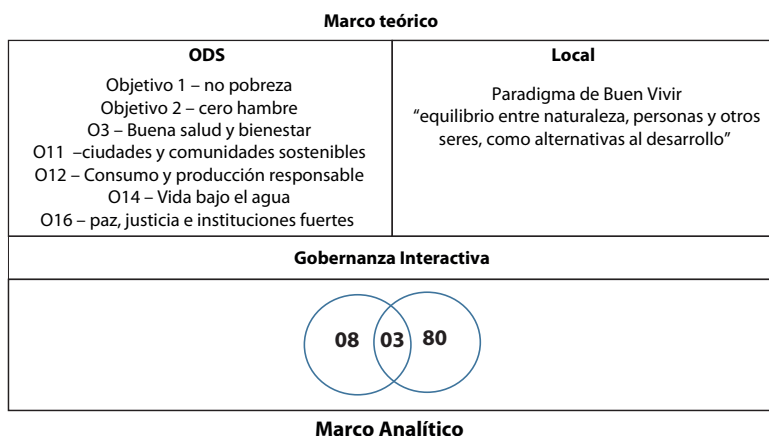
Este capítulo pretende mostrar que el papel que desempeñan el pescado como alimento y la pesca a pequeña escala en el discurso de la seguridad alimentaria ha sido subestimado en el discurso técnico sobre “alimentación”. Desde el punto de vista metodológico, este trabajo es de naturaleza conceptual y exploratoria. Su línea teórica se fundamenta en la noción de la gobernanza interactiva (Kooiman *et al.*, 2005, 2008; Bavinck *et al.*, 2013) que propone que la calidad de la gobernanza de los sistemas de alimentos depende, en primer lugar, de las características de los sistemas humanos (instituciones, leyes, normas, servidores públicos, asociaciones de productores, etc.) y naturales (ecosistemas, especies utilizadas con fines alimenticios, estados poblacionales, etc.) involucrados con la gestión, manejo, gobernanza de los sistemas de alimentos, así como del sistema que gobierna estos (sistema democrático, dictadura, manejo participativo, autocracia, etc.) y de las interacciones entre sistemas que gobiernan y que son gobernados (Chuenpagdee y Jentoft, 2009, 2013) (figura 1).

Las variables utilizadas para realizar el análisis fueron palabras clave que ilustran dimensiones críticas de la seguridad/inseguridad alimentaria/soberanía/pesca, rastreadas e identificadas. Estas palabras incluyeron

términos como: pez, pesca, pesquerías, mariscos, alimentos, nutrición, hambre, tanto en español como en inglés. La búsqueda se centró en la revisión de 379 documentos, incluyendo publicaciones científicas revisadas por pares, libros, informes técnicos, papeles blancos (*White Papers*), documentos, artículos de estudio (*Study Paper*), páginas web, periódicos digitales, etc. Tres motores de búsqueda (Web of Science, Scopus, and Science Direct) fueron utilizados para encontrar los documentos a ser revisados. Bibliotecas especializadas (Leibniz Centre for Tropical Marine Research, ZMT; Memorial University of Newfoundland, and Charles Darwin Foundation) también fueron consultadas.

**Figura 1**

*Marco teórico y analítico utilizado*



*Nota.* GS: Governing System, StbG: Social System to be Governed, NtbG: Natural System to be Governed, GI: Governing Interactions.

Para ello exploramos:

- a. ¿En qué medida los marcos normativos que abordaron la problemática del hambre y la malnutrición en Ecuador durante la última década (*el Buen Vivir y los ODS*), han tomado en consideración

aspectos críticos de la seguridad alimentaria —desde el punto de vista marino—?

- b. ¿Dónde se solapan (si es que se solapan) estos dos instrumentos a la hora de abordar la seguridad e inseguridad alimentaria, desde una perspectiva marina?
- c. ¿Qué se puede hacer, en el marco del cambio climático, para abordar mejor desde el punto de vista normativo, la seguridad/inseguridad alimentaria marina como medio para contribuir a paliar el hambre y la malnutrición en Ecuador?

## Principales encuentros

### *Exploración de la seguridad alimentaria y la noción del pescado como alimento —caso Ecuador*

A pesar de que existe suficiente evidencia empírica que sugiere que el contenido de nutrientes en las especies de peces pequeños es alto, estos atributos del pescado siguen siendo subestimados o incluso ignorados (Kawarazuka y Béné, 2011) por los discursos de seguridad alimentaria (Béné *et al.*, 2015). Aunque los ecosistemas marinos tienen gran relevancia como proveedores de fuentes de alimentos, los vínculos entre los productos alimenticios marinos y el acceso a ellos por parte de las comunidades costeras en Ecuador siguen estando limitados en uno o varios de los ámbitos sobre los que se describe la seguridad alimentaria: disponibilidad de pescado, capacidad de adquisición de pescado como alimento, permanencia de especies que se consumen durante todo el año y/o acceso físico a las zonas de pesca. Esto se visualiza después de analizar los instrumentos de política y las referencias relativas al Plan Nacional del Buen Vivir (PNBV). En este caso, los atributos más importantes, identificados como estrechamente vinculados a las dimensiones del “pescado como alimento” en el contexto ecuatoriano, se presentan en la tabla 1.

**Tabla 1**

*Factores que influyen en la contribución del pescado a la seguridad alimentaria*

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p><b>El uso del pescado como alimento y su vinculación con las sociedades, las economías, las historias, el ambiente en Ecuador costero, se ve afectado por diversos factores que median su contribución a la seguridad alimentaria, positiva o negativamente. He aquí algunos aspectos y cuestiones clave.</b></p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| <p><b>Contexto histórico</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Uso duradero del pescado en diversas dimensiones</li> <li>• Pruebas históricas del comercio (local y regional)</li> <li>• Pruebas históricas del consumo de pescado como alimento</li> </ul> <p><b>Actores</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Comunidades costeras</li> <li>• Comunidades no costeras</li> <li>• Comunidades en el extranjero (en función del pescado como alimento)</li> </ul> <p><b>Disponibilidad de oferta pesquera</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sitios de pesca disponibles</li> <li>• Poblaciones pesqueras vivas, funcionales</li> <li>• Técnicas de pesca (tecnologías) disponibles, funcionales</li> </ul> <p><b>Mecanismos comerciales</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Uso propio/autoabastecimiento, donación</li> <li>• Intercambio (por otros productos o mercancías)</li> <li>• Comercio (compra/venta)</li> </ul> <p><b>Riqueza y beneficios</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Subsistencia</li> <li>• Comercio comunitario/local</li> <li>• Mercados nacionales</li> <li>• Mercados regionales</li> <li>• Mercados internacionales</li> </ul> <p><b>Organismos reguladores-normativos</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Local</li> <li>• Nacional</li> <li>• Regional</li> <li>• Global</li> </ul> | <p><b>Riesgos</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Variabilidad climatológica y afectaciones a los estados de los recursos pesqueros con interés comercial y de alimentación.</li> <li>• Falta de acceso al pescado como alimento</li> <li>• Indisponibilidad de poblaciones de peces/zonas de pesca</li> </ul> <p><b>Política</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Costos de alimentación terrestre – más bajos</li> <li>• Estrecha/limitada visión integradora de ‘alimentación’</li> <li>• Percepción unidimensional de inseguridad alimentaria</li> <li>• Acciones corto plazo – cambios a largo plazo pasan desapercibidos</li> <li>• Ámbito difícil de influenciar</li> </ul> <p><b>Impactos</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aumento de los eventos climáticos extremos como consecuencia del cambio climático</li> <li>• Aumento del precio del pescado</li> <li>• Mercados globalizados</li> <li>• Envejecimiento de los pescadores</li> <li>• Hambre</li> <li>• Desnutrición</li> <li>• Inseguridad alimentaria y falta de soberanía alimentaria</li> </ul> |

### ***El pescado como alimento bajo una perspectiva histórica ancestral***

El mundo está dominado por el agua, especialmente por agua salada, por lo que la relación que mantienen las comunidades costeras con el mar ha sido larga y con dependencia de los medios de vida, de vínculos afectivos y de significados importantes. Así, la presencia y simbología del pescado en la memoria de la humanidad, como en la de los pueblos amerindios, se remonta a un período ancestral del desarrollo humano. De hecho, la evidencia arqueológica sugiere que uno de los registros más antiguos de asentamientos humanos en América, corresponde a aldeas situadas en la costa ecuatoriana (Las Vegas en Santa Elena), que tras ser rastreadas llegan hasta el 10 800 a. C. (Tabarev *et al.*, 2016), lo que da a estos asentamientos la posibilidad de ser considerados entre las civilizaciones más antiguas del mundo (Baumann, 1978).

Según este enfoque histórico, fue incluso antes del período de gobierno preincaico, cuando las comunidades locales ecuatorianas (por ejemplo, los Manteños) atribuían a los peces y otros mariscos una alta relevancia, no solo como fuente de alimento sino también como un bien para comerciar (Norton, 1985; McEwan y Silva, 1998) y para fines ceremoniales (Marcos y Álvarez, 2016). Se cree que, bajo el período de gobierno incaico, el comercio de alimentos marinos se realizaba con tanta eficacia, que el pescado fresco de la costa llegaba fresco a Cuzco, la capital del imperio incaico gracias a varios aspectos como son las prácticas ancestrales de conservación, la buena organización de los sistemas de transporte a lo largo del imperio (Baumann, 1978), y a las rutas establecidas para el comercio marítimo entre América del Sur y América Central (Norton, 1985). El amplio uso del pescado como alimento, así como de las técnicas y artes de pesca, también ha sido documentado como activos importantes de las comunidades costeras prehispánicas (De Madariaga, 1969), quienes después de estar expuestos a algunas prácticas agrícolas exitosas, experimentaron un cambio de las prácticas de caza y recolección puramente marítimas, a algunas actividades de cultivo a escala (Staller,



2002). Estas actividades han permanecido en gran medida como prácticas tradicionales en las comunidades pesqueras costeras ecuatorianas, que al mismo tiempo han mostrado una mayor dependencia del pescado como alimento, acompañada del consumo de cultivos que siguen siendo una importante fuente dietética de nutrientes (Staller 2002).

### ***El pescado como alimento: la seguridad alimentaria dentro del modelo de gobernanza en Ecuador***

#### *El principio del Buen Vivir*

El Buen Vivir es un principio que cuestiona la noción de desarrollo centrada en el crecimiento económico (Lind, 2012) y que propone que el desarrollo sostenible sea una forma y no un fin, en el camino hacia un cambio paradigmático en la noción de desarrollo, abarcando para ello, dimensiones como la felicidad, la libertad y la igualdad de derechos, además de la sostenibilidad (Acosta, 2012; Gudynas, 2011). El *Buen Vivir* se entiende como una construcción ontológica alternativa para entender la “vida”. También enreda las diversas formas de interacción con la *Pacha Mama* (es decir, la Madre Tierra) (y, por lo tanto, con la *Hatun qucha Mama* o “Madre Mar” también).

El paradigma *del Sumak Kawsay* (en lengua quechua), traducido como “Buen Vivir” (en español) no es una noción nueva. Ha estado presente en los discursos amerindios ancestrales y en las cosmovisiones indígenas andinas (también conocidas como “filosofías no dualistas” (Escobar, 2016) que ilustran una forma integral de entender la vida. Esta idea recupera y articula ontologías y epistemologías amplias sobre los seres humanos, los animales, otros seres y el medio ambiente, y opera como una interpretación alternativa de la vida. Estas visiones se alinean muy bien con las ideas de nuevo cuño que actualmente pertenecen a los campos de la ética ambiental y animal y que ya son fomentadas por el campo jurídico (Berros, 2015; Haidar y Berros, 2015). El discurso del *Sumak Kawsay* circula en torno al equilibrio y la convivencia armónica

de los seres —de los ámbitos social y natural, privilegiando lo colectivo sobre lo individual y la solidaridad sobre la competencia.

Bajo el marco paradigmático del Plan Nacional del Buen Vivir o PNBV de los Gobiernos de Rafael Correa (2007-2017), en Ecuador se ha prestado la mayor atención no solo a las causas estructurales de los desafíos para alcanzar el Buen Vivir (por ejemplo, la escasez de alimentos, la crisis económica, la disponibilidad de energía, etc.), sino que también se ha identificado críticamente el modelo económico capitalista, como el principal motor que compromete la sostenibilidad de los recursos naturales (es decir, la pesca). Sin embargo, ni entonces ni ahora no se ha reconocido explícitamente la amenaza que este modelo económico representa para la viabilidad de las comunidades pesqueras. Las contradicciones surgen cuando, por ejemplo, el Buen Vivir se “traduce” como “bienestar”, que es una definición engañosa que ilustra mejor el objetivo capitalista global de un proceso de “mejora permanente”. Bajo esta luz, las comunidades de pescadores a pequeña escala que están expuestas a este mensaje confuso, siguen estando fuertemente influenciadas por la dimensión lucrativa de la pesca, dejando de lado el activo social del pescado y la pesca y descuidando, al mismo tiempo la alta vulnerabilidad a la que están expuestos, especialmente a las variaciones derivadas de los efectos del cambio climático, a otras dinámicas ambientales (Barange *et al.*, 2014) y por la gran dependencia de un modelo económico que reproduce el círculo de pobreza en el que los/as pescadores/as están atrapados en una “trampa de pobreza: ‘los pescadores son pescadores porque son pobres y son pobres porque son pescadores’” (Bené, 2006, p. 1).

Por otro, lado, se han logrado importantes avances en Ecuador en lo que respecta a las condiciones de trabajo (es decir, la legislación laboral) y el entorno laboral para los trabajadores (es decir, la mejora de las instalaciones de trabajo, incluidos los puertos pesqueros a lo largo del litoral ecuatoriano). En ese sentido, los pescadores artesanales, por primera vez, han sido incluidos dentro de las dimensiones estratégicas del PNBV para el desarrollo en el contexto nacional, al proporcionarles,

por ejemplo, el beneficio del seguro social. De hecho, según FAO (2013), Ecuador —entre otros países de América Latina y el Caribe— ha elaborado un amplio marco jurídico normativo sobre seguridad alimentaria y nutricional introduciendo explícitamente la noción de soberanía alimentaria con la respectiva Ley Orgánica de Soberanía Alimentaria.

## **Los Objetivos de Desarrollo Sostenible —ODS**

En 2015, las Naciones Unidas presentaron los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), 17 metas globales interconectadas diseñadas para “lograr un futuro mejor y más sostenible para todos” (UNO 2015). Nuevamente resulta incomprensible que, siendo el Objetivo 1 la erradicación de la pobreza y el Objetivo 2 reducir el hambre a cero para 2030, la pesca siga prácticamente ausente a nivel mundial en los documentos oficiales y las políticas para la erradicación del hambre, la malnutrición y la desnutrición, a excepción de los informes bianuales de la FAO sobre la pesca y la acuicultura. La evidencia sugiere que el ignorar las dimensiones geopolíticas, sociales y de gobernabilidad de la seguridad alimentaria en general y de la dimensión marina de los alimentos en particular se convierte en una limitante para alcanzar los ODS 1 y 2 en el Sur Global.

Los ODS se convirtieron en un hito dentro del paradigma del desarrollo sostenible. Los ODS se lanzaron como “los objetivos que deben [perseguirse para] transformar nuestro mundo” (UNO 2015), apuntando al “fin de la pobreza, la protección del planeta y la garantía de la prosperidad para todos” (UNO, 2015) como objetivos principales. La tabla 2 muestra cómo estos dos marcos normativos paradigmáticos (a escala mundial y nacional) están (si es que lo están) alineados para abordar los retos comunes en la consecución del bienestar humano a través del objetivo de la seguridad alimentaria.

**Tabla 2**

*Integración de los “Objetivos del PNBV” y de los “Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS)” con los atributos de la Teoría de la Gobernanza Interactiva (TIG)*

|                 |                                | Plan Nacional del Buen Vivir (PNBV)<br>de Ecuador                                                                                                       | Objetivos de Desarrollo<br>Sostenible (ODS)                                                                                                                              |
|-----------------|--------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                 |                                | Objetivos orientativos                                                                                                                                  | Objetivos                                                                                                                                                                |
| Dimensión (IGT) | Sistema de gobierno            | 1. La consolidación del Estado democrático y la construcción del poder popular                                                                          | G16 “Paz, justicia e instituciones fuertes”                                                                                                                              |
|                 |                                | 6. La consolidación de la transformación de la justicia y el fortalecimiento de la seguridad integral, atendiendo estrictamente a los derechos humanos. |                                                                                                                                                                          |
|                 |                                | 11. La <b>soberanía</b> y eficiencia de los <b>sectores estratégicos</b> para la transformación industrial y tecnológica                                |                                                                                                                                                                          |
|                 |                                | 3. La mejora de la calidad de vida de la población                                                                                                      | G1 “No a la pobreza”                                                                                                                                                     |
|                 |                                | 4. El fortalecimiento de las capacidades y potencialidades del ciudadano                                                                                | G2 “ <b>Hambre cero</b> ”: Acabar con el <b>hambre</b> , lograr la <b>seguridad alimentaria</b> y la mejora de la <b>nutrición</b> y promover la agricultura sostenible” |
|                 |                                | 5. La creación de espacios comunes, para fortalecer la identidad nacional, las diversas identidades, la plurinacionalidad y la interculturalidad        | G3 “Buena salud y bienestar”                                                                                                                                             |
|                 |                                | 8. La consolidación sostenible del sistema económico social y solidario                                                                                 | G4 “Educación de calidad”                                                                                                                                                |
|                 | Sistema social a ser gobernado | 9. La garantía de la existencia de todas las formas de trabajo con dignidad                                                                             | G5 “Igualdad de género”                                                                                                                                                  |
|                 |                                | 10. La transformación de la matriz productiva                                                                                                           | G6 “Agua limpia y saneamiento”                                                                                                                                           |
|                 |                                |                                                                                                                                                         | G7 “Energía asequible y limpia”                                                                                                                                          |
|                 |                                |                                                                                                                                                         | G8 “Trabajo decente y crecimiento económico”                                                                                                                             |
|                 |                                |                                                                                                                                                         | G9 “Industria, innovación e infraestructuras”                                                                                                                            |
|                 |                                |                                                                                                                                                         | G10 “Reducir las desigualdades”                                                                                                                                          |
|                 |                                |                                                                                                                                                         | G11 “Ciudades y comunidades sostenibles”                                                                                                                                 |
|                 |                                |                                                                                                                                                         | G12 “Consumo y producción responsables”                                                                                                                                  |

|  |                                 | Plan Nacional del Buen Vivir (PNBV)<br>de Ecuador                                                                                                                                                                                                 | Objetivos de Desarrollo<br>Sostenible (ODS)                                                                    |
|--|---------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  |                                 | Objetivos orientativos                                                                                                                                                                                                                            | Objetivos                                                                                                      |
|  | Sistema natural a ser gobernado | 7. La garantía de los derechos de la naturaleza y la promoción de la sostenibilidad ambiental territorial y global                                                                                                                                | G13 “Acción climática”                                                                                         |
|  |                                 |                                                                                                                                                                                                                                                   | G14 “Vida bajo el agua” Conservar y utilizar de forma sostenible los océanos, los mares y los recursos marinos |
|  |                                 |                                                                                                                                                                                                                                                   | G15 “La vida en la tierra”                                                                                     |
|  | Interacciones de gobierno       | 2. La igualdad, la cohesión, la inclusión, la equidad social y territorial, en un entorno diverso<br>12. La garantía de la soberanía y la paz, la profundidad en la integración estratégica en el sistema global y la integración latinoamericana | G17 “Asociación para los objetivos”                                                                            |

Nota. SENPLADES (2014) y Objetivos de Desarrollo Sostenible (UNO, 2015).

Leyenda: En **rojo**: aspectos que tratan explícitamente de la “alimentación” y que pueden incluir el pescado como alimento / En **verde**: aspectos que tratan de la “alimentación”, indirectamente/ En **azul**: aspectos que involucran el clima, y factores asociados a una condición climática adecuada.

Los objetivos rectores *del PNBV*, por un lado, se enmarcan en el principio *del Buen Vivir*, que reconoce la “soberanía que debe garantizarse al tratar con sectores estratégicos”. Sin embargo, no reconoce explícitamente la seguridad alimentaria como la dimensión que debe ser abordada para enfrentar los desafíos de la inseguridad alimentaria, el hambre y la desnutrición. Siguiendo el enfoque de la Teoría de la Gobernanza Interactiva, los tres sistemas (es decir, Sistema de Gobierno SG, Sistema Social a ser Gobernado SG y Gobernanza Interactiva GI) están vinculados y presentes dentro de los objetivos que se apuntan como los principales para el desarrollo nacional ecuatoriano en las próximas décadas. Al analizar los ODS bajo el mismo enfoque, se encontró que los elementos comunes que abordan la “alimentación”, ya sea directa o indirectamente, también están representados dentro de los objetivos de los ODS. Sin embargo, tras comparar ambos instrumentos normativos, descubrimos que ni en el PNBV ni en los ODS se reconoce la noción de pescado como alimento en la agenda de seguridad alimentaria, ni siquiera en los objetivos G2 “Hambre cero” o G14 “Vida bajo el agua”. Es intere-

sante ver que el PNBV omite la dimensión de la “seguridad alimentaria” mientras que, al mismo tiempo, reconoce explícitamente los “derechos de la naturaleza” y la “sostenibilidad medioambiental” que representan dominios que eventualmente fomentarían el pescado como alimento, desde el punto de vista de la comunidad pesquera.

### ***Abordando la inseguridad y la soberanía alimentaria desde el ámbito marino***

Un aspecto importante de la seguridad alimentaria ampliamente subestimado es la noción de soberanía alimentaria. Según diversos autores (Timmer, 2010; Jarosz, 2014, Edelman *et al.*, 2014; Clendenning *et al.*, 2016) este concepto está profundamente arraigado a argumentos éticos y morales, más allá de la cantidad de alimento que promueve la seguridad alimentaria. En este sentido, Timmer (2010, p. 1) argumenta que el problema de la inseguridad alimentaria no es solo la cantidad total de alimentos producidos, “sino el acceso de los hogares pobres a esos alimentos”. Así mismo, el mismo autor señala que “más alimentos no garantizan una mayor seguridad alimentaria”. De este modo se hace evidente que la descripción de seguridad alimentaria, basada en los datos de captura de pesca en países que dependen grandemente de esta fuente nutritiva y de los que no, solamente brindará una idea parcial de los volúmenes de pesca capturados, pues, como bien lo reconoce la FAO (2015), lo que al final no representa de manera adecuada las cantidades de pesca capturada con fines comerciales ni tampoco con fines alimenticios. Esto, debido a que los valores solo incluyen números de desembarco de pesca de aquellos países que han proporcionado datos fiables y/o existentes. Lo preocupante es, sin embargo, que un número de países que dependen en gran medida de la pesca como alimento no tienen datos oficiales y por tanto se desconoce la disponibilidad de pescado como alimento (FAO, 2015), lo que ante escenarios que predicen efectos del cambio climático para la pesca, incrementa la vulnerabilidad de estas comunidades a ser inseguros alimentariamente hablando.

## ***Abordando la (in)seguridad y la soberanía alimentaria ética y moralmente***

En los últimos sesenta años (desde finales de la década de 1950 y principios de la década de 1960) el discurso dominante que rige la pesca promovió la progresión natural de las pesquerías del mundo bajo un modo de desarrollo a gran escala (Carvalho *et al.*, 2011). Según estos autores, los Estados-nación de todo el mundo promovieron este formato de desarrollo pesquero con estrategias centradas casi exclusivamente en la pesca a gran escala y en la necesidad de aumentar el esfuerzo pesquero y la capacidad global de pesca. La consecuencia de ello fue el excesivo énfasis dado a las operaciones en alta mar a gran escala en detrimento de la pesca a pequeña escala, que, sin embargo, sobrevivió e incluso floreció a pesar de su larga marginación (Carvalho *et al.*, 2011). Esta tendencia, seguida por las pesquerías de pequeña escala, ha influido profundamente en la imagen de la pesca, que actualmente se sigue presentando, en primer lugar, como una actividad de último recurso (Jentoft, 2014) y, en segundo lugar, como un sector que ha sido representado puramente por números.

La lectura que podemos hacer de estas reflexiones es que la inseguridad alimentaria, el hambre y la malnutrición no son una cuestión exclusivamente relacionada con la pobreza, sino son variables con alto potencial de desencadenar violencia e inseguridad dado sus fuertes vínculos con la riqueza (pobreza), el poder (falta de) adquisitivo y el acceso (no acceso) a los alimentos. Y por ello, grupos humanos que experimentan inseguridad alimentaria consumen alimentos insuficientes y/o de mala calidad, pueden promover y participar en actividades socialmente indeseables para obtener alimentos” (Shedlin *et al.*, 2016). Por lo tanto, el entender la inseguridad alimentaria como “la disponibilidad limitada o incierta de alimentos nutricionalmente adecuados y seguros, o tener que adquirir alimentos de formas socialmente inaceptables” (Anderson, 1990) nos permitiría también enfrentar en muchos casos, la raíz del problema de la violencia en zonas deprimidas y alimentariamente inseguras. No se trata, pues, de una cuestión técnica, sino de una cuestión

política y moral. A su vez, se ha dicho que una perspectiva crítica de la noción de seguridad alimentaria es la comprensión de la “comida” no como un simple objeto. Según estos autores que abordan la dimensión antropológica de la alimentación (Cantero y Ruiz Ballesteros, 2012), nuestra peculiar relación con los alimentos determina que la apropiación de estos y su “patrimonialización” adquieran dimensiones específicas para nuestra propia construcción de sentido del alimento (*fish-as-food*) que se consume.

### ***Vulnerabilidad frente al cambio climático: el caso de Ecuador***

La dependencia del pescado, tanto como alimento como en función de su contribución a la alimentación, influye en gran medida en la capacidad de las comunidades costeras para ajustarse a los cambios y ser resilientes. El caso de Ecuador es especialmente preocupante pues hay varios números que ilustran bien la relevancia del sector pesquero, a la nutrición, economía, subsistencia y modo de vida de millones de personas en Ecuador. Se sabe que alrededor 45 % de la población ecuatoriana vive en la franja costera y Galápagos, es decir más de 6 millones de personas dependen directamente de un océano saludable; el territorio marino del Ecuador es 5,5 veces mayor que el terrestre; 95 % del comercio exterior del país se realiza por vía marítima y \$2000 millones se generan anualmente a partir de la exportación de productos pesqueros, primarios y procesados. Y estos valores, pese a no encontrarse entre los 25 principales países productores por capturas (FAO, 2022).

Como señala la tabla 3, los datos muestran que el país es “vulnerable” frente al cambio climático y riesgo de acidificación de los océanos y sus consecuencias para la seguridad alimentaria. De hecho, figura como el primer país sudamericano en este ranking (puesto 29), por delante de Perú (43).



**Tabla 3**

*Países más vulnerables al cambio climático y al riesgo de acidificación de los océanos para la seguridad alimentaria*

|                     |                           |                     |               |                            |
|---------------------|---------------------------|---------------------|---------------|----------------------------|
| <b>Comoras</b>      | 11. Argelia               | 21. Nueva Caledonia | 31. Senegal   | 41. Aruba                  |
| <b>Togo Sur</b>     | 12. Guyana                | 22. Angola          | 32. Liberia   | 42. Kenia                  |
| <b>Islas Cook</b>   | 13. Haití                 | 23. Indonesia       | 33. Dominica  | 43. Perú                   |
| <b>Kiribati</b>     | 14. Islas Turcas y Caicos | 24. Palau           | 34. Filipinas | 44. Emiratos Árabes Unidos |
| <b>Eritrea</b>      | 15. Libia                 | 25. Corea del Norte | 35. China     | 45. Camboya                |
| <b>Mozambique</b>   | 16. Croacia               | 26. Maldivas        | 36. Yibuti    | 46. Sudáfrica              |
| <b>Madagascar</b>   | 17. Tonga                 | 27. Irán            | 37. Camerún   | 47. Islas Feroe            |
| <b>Pakistán</b>     | 18. Mauritania            | 28. Gambia          | 38. Tanzania  | 48. Papúa Nueva Guinea     |
| <b>Sierra Leona</b> | 19. Guinea-Bissau         | <b>29. Ecuador</b>  | 39. Sta Lucía | 49. Samoa Americana        |
| <b>Tailandia</b>    | 20. Granada               | 30. Sudán           | 40. Guinea    | 50. Montserrat             |

*Nota.* Modificado de Muir, 2013, Huelsenbeck OCEANA 2012.

Más recientemente, Chinacalle-Martínez *et al.* (2021) han señalado que el calentamiento del Océano Pacífico es el principal impulsor de los cambios en el rendimiento fisiológico y la composición de las capturas de pesquería ecuatorianas. Además, la limitación de oxígeno puede estar causando un punto de ruptura significativo en la relación entre el oxígeno de la superficie del mar y el índice de vulnerabilidad de las capturas pelágicas en las aguas ecuatorianas. Esto no solo afecta directamente a la pesca industrial, sino también a los pescadores de las cerca de 12 000 embarcaciones de pesca artesanal contabilizadas (MPCEIP, 2023). Así mismo, si bien la acuicultura solo afecta tangencialmente a los pescadores artesanales, cabe destacar que Ecuador ha sido señalado como un

país especialmente vulnerable al cambio climático en sistemas de aguas salobres, es decir, en la producción de camarón (Handisyde *et al.*, 2017).

## Conclusiones

Concluimos afirmando, que la exploración del rol que tiene el pescado, dentro de la nutrición y la seguridad alimentaria de las comunidades costeras y no costeras en Ecuador, va más allá del enfoque puramente cuantitativo de la producción de alimentos. Planteamos que la noción del pescado como alimento puede ciertamente convertirse en una dimensión alternativa para entender y valorar el rol que cumplen la pesca artesanal también en las dimensiones sociales, culturales e históricas de las comunidades pesqueras costeras. Todo esto, con directas y grandes implicaciones en el uso y la gobernanza de los recursos marinos, en las comunidades pesqueras costeras de Ecuador y en su mayor o menor capacidad de respuesta y resiliencia a los cambios provocados por el cambio climático.

Podemos decir que la provisión de alimentos y los medios de vida a los/as pescadores/as de bajos ingresos en el futuro se compromete por la velocidad y escala de los cambios derivados del cambio climático, pero además de la incoherencia en la política, de la dinámica de los mercados y del estado de conservación de los recursos pesqueros. Adicionalmente, bajo el escenario actual en el que no se prevén cambios radicales en la política pesquera (Purcell y Pomeroy, 2015), concluimos que a menos que se tomen medidas correctivas urgentes en el corto plazo, en relación con las políticas pesqueras y con las prácticas relacionadas con la seguridad alimentaria, en un escenario de grandes afectaciones por el cambio climático, no se hará ningún avance real hacia el alivio del hambre y la desnutrición en las comunidades pesqueras de pequeña escala.

Proponemos que la seguridad alimentaria se ancle en una reconstrucción democrática de las agriculturas domésticas, para reducir la creciente dependencia de los “alimentos de ninguna parte” baratos promovidos por el marketing corporativo (McMichael, 2014). Ambos dis-

cursos (es decir, la seguridad y la soberanía alimentarias) son ciertamente diferentes, y la ley ecuatoriana reconoció las implicaciones del primero (al menos en teoría) y, por tanto, asignó al segundo el papel rector en la política alimentaria nacional. Entonces nos cuestionamos, al igual que Campbell (1991), si la seguridad alimentaria se ha abordado solo desde una dimensión nutricional. ¿Desde la cantidad de alimentos existentes para alimentar a la población humana? ¿O incluso como una condición para el llamado desarrollo?

La identificación de estructuras institucionales y marcos normativos creados desde las bases de la sociedad civil podría ayudar a aumentar la sostenibilidad de los recursos pesqueros, sin dejar de lado la contrapartida social. De hecho, parece obligatorio que el tratamiento de la seguridad alimentaria necesariamente se plantee desde un reconocimiento explícito de la interconexión de los ámbitos terrestre y marino en los sistemas de alimentación, y en el entendimiento de estas dimensiones a la hora de gobernar los recursos pesqueros (para los mercados) y del pescado como alimento (para la nutrición), especialmente debido a las implicaciones que el cambio climático tiene y tendrá en la producción, disponibilidad, permanencia y capacidad de adquisición de alimentos en general y de pescado.

Además, no es realista pretender que los retos de la seguridad alimentaria en relación con el acceso al pescado por parte de las comunidades pesqueras a pequeña escala se resuelvan únicamente con la creación de nuevos marcos normativos impuestos desde instancias superiores hacia abajo. Sugerimos en su lugar una encontrar una sincronía (o coherencia) entre la política (por ejemplo, las políticas pesqueras y otros instrumentos legales, a escala nacional y regional) y las prácticas implementadas para lograr la seguridad y la soberanía alimentaria (por ejemplo, la reducción, reajuste o eliminación de subsidios perversos a la industria avícola o pesquera como el que existe para los combustibles utilizados en la pesca artesanal), el invertir en campañas de concienciación sobre el papel que juega el pescado como alimento para lograr comunidades saludables, y defender los puertos, caladeros y sitios de desembarco como el espacio

dentro del imaginario a través del cual las comunidades pesqueras se definen a sí mismas (Diéguez, 1998) y sobre el que las comunidades pesqueras construyen su identidad. Estas estrategias probablemente se traducirán en una mejora de las estrategias de las comunidades pesqueras que aumentará su viabilidad y la sostenibilidad de los recursos pesqueros y sus estrategias de adaptación y resiliencia frente a los cambios en la distribución del recurso pesquero, a la disminución de la abundancia de este por el cambio climático y a la poca rentabilidad de una actividad comercial que depende de un recurso no saludable.

Lo que se sugiere es que se necesita entender a la pesca, no solo como peces que se pueden capturar, sino a través de políticas coherentes, integrales, fundamentos éticos y una retórica que diferencie: a) el precio del pescado y b) el valor del pescado, en el marco de los mercados y de la política alimentaria nacional. De este modo, el primer paso para mejorar nuestras prácticas de gobernanza para lograr seguridad y soberanía alimentaria será posible si primero se logra una gobernanza ética intergeneracional y mejorada de este recurso en las pesquerías a pequeña escala. Para ellas, el argumento de la seguridad alimentaria y nutricional es crucial. Demostrar su potencial para mejorarlas puede animar a los gobiernos y a las organizaciones internacionales de desarrollo a invertir donde no lo han hecho en el pasado (Bennet *et al.*, 2021).

Por último, los discursos sobre cómo tratar las interacciones entre el ser humano y la naturaleza han superado ampliamente el enfoque puramente tecnocrático. Un ejemplo es la integración de diversas epistemologías en el discurso medioambiental. En este escenario, los instrumentos jurídicos legales, como el material tradicional de base técnica y científica, junto con las fuentes proporcionadas por los dominios místico, religioso (*Laudato Si'* Encíclica del Papa Francisco, Cap. 5, No. 28) y espiritual (noción de *Sumak Kawsay*) pueden ser complementarios e inclusivos. Se trata pues de una reflexión que reconoce la existencia de múltiples “realidades” y “significados” para la noción de pescado-como-alimento, y se convierte en nuestro compromiso individual como investigadores/

as, para sentar las bases de un escenario inclusivo desde el que luchar con éxito contra la pobreza, el hambre y la malnutrición a nivel mundial y generar resiliencia frente al cambio climático.

## Referencias bibliográficas

- Acosta, A. (2012). El Buen Vivir: Una oportunidad para imaginar otro mundo. En Fundación Heinrich Böll (ed.), *Inside a champion an analysis of the brazilian development model publication series on democracy* (pp. 192-201). Berlín.
- Allison, E. (2011). *Acuicultura, pesca, pobreza y seguridad alimentaria*. Documento de trabajo 2011-065. Centro Mundial del Pescado. Penang.
- Allison, E. H., Delaporte, A. y Hellebrandt de Silva, D. (2013). *Integrating fisheries management and aquaculture development with food security and livelihoods for the poor*. Report submitted to the Rockefeller Foundation. School of International Development, University of East Anglia.
- Anderson, S.A. (1990). Core indicators of nutritional status for difficult-to-sample populations. *The Journal of Nutrition*, 120 (Suppl.), 1559-1600.
- Baumann, P. (1978). *Valdivia. El descubrimiento de la más Antigua cultura de América*. Hoffmann und Campe Verlag.
- Barange, M., Merino, G., Blanchard, J. L., Scholtens, J., Harle, J., Allison, E. H., Allen, J. I., Holt, J y Jennings, S. (2014). Impacts of climate change on marine ecosystem production in fisheries-dependent societies. *Nature Climate Change*, 4, 211-216.
- Barange, M., Bahri, T., Beveridge, M.C.M., Cochrane, K.L., Funge-Smith, S. y Poulain, F. (eds.) (2018). *Impacts of climate change on fisheries and aquaculture: synthesis of current knowledge, adaptation and mitigation options*. FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper No. 627. Rome, FAO. 628 pp.
- Béné, C. (2006). *Small-scale fisheries: assessing their contribution to rural livelihoods in developing countries*. FAO Fisheries Circular, No. 1008. Rome: Food and Agriculture Organization (FAO). FIPL/C1008 (En). ISSN 0429-9329.
- Béné, C., Macfadyen, G. y Allison, E. H. (2007). *Increasing the contribution of small-scale fisheries to poverty alleviation and food security*. FAO Fisheries Technical Paper, No. 481. Rome: FAO.
- Béné, C., Barange, M., Subasinghe, R., Pinstруп-Andersen, P., Merino, G. Ingunn Hemre, G. y Williams, M. (2015). Feeding 9 billion by 2050 - Putting

- fish back on the menu. *Food Sec.* 7, 261-274. <https://doi.org/10.1007/s12571-015-0427-z>
- Bennett, A., Basurto, X., Virdin, J., Xinyan L., Betances S., Smith, M...*et al.*, Zoubek, S. (2021). Recognize fish as food in policy discourse and development funding. *Ambio*, 50, 981-989. <https://doi.org/10.1007/s13280-020-01451-4>
- Bennett, A., Patil P., Kleisner K., Rader, D., Virdin, J. y Basurto X. (2018). Contribution of fisheries to food and nutrition security: current knowledge, policy, and research. *NI Report 18-02*. Duke.
- Berros, M. V. (2015). The Constitution of the Republic of Ecuador: Pachamama has Rights. *Environment & Society Portal*, Arcadia 11. Rachel Carson Center for Environment and Society. <https://doi.org/10.5282/rcc/7131>
- Campbell, C. C. (1991) División de Ciencias Nutricionales. *The Journal of Nutrition*, 21(3), 408-415. Universidad de Cornell.
- Cantero, P. A. y Ruiz-Ballesteros E. (2015) El alimento y su dimensión socio-ecológica. En torno al tomate “rosao” de la Sierra de Aracena. El alimento y su dimensión socio-ecológica. Sobre el tomate “rosao” de la Sierra de Aracena. *Revista de Dialectología y Tradiciones Populares*, LXVII(2), 385-408. <https://doi.org/10.3989/rntp.2012.14>
- Carta Encíclica *Laudato Si'* (19 de junio de 2015), del Wholy Padre Francisco Sobre el cuidado de nuestra casa común, 15: AAS 71 (2015), 184.
- Carvalho, N., Edwards-Jones, G. e Isidro, E. (2011). Definir la escala en la pesca: Operaciones de pesca a pequeña y gran escala en las Azores. *Fisheries Research*, 109, 360-369.
- CGIAR Research Program on Fish Agri-Food Systems. (2020). Annual Report 2019. Penang, Malaysia.
- CGIAR Research Program on Fish Agri-Food Systems. Annual Report: FISH-2020-14.
- CGIAR Research Program on Fish Agri-Food Systems. 2020. Annual Report 2019. Penang, Malaysia
- CGIAR Research Program on Fish Agri-Food Systems. Annual Report: FISH-2020-14.
- Clendenning, J., Dressler, W. H. y Richards, C. (2016) ¿Justicia o soberanía alimentaria? Entendiendo el auge de los movimientos alimentarios urbanos en EEUU. *Agric. Human Values*, 33, 165-177.
- Cheung, W. W. L., Lam, V., Sarmiento, J., Kearney, K., Watson, R., Zeller, D. y Pauly, D. (2009). Large-scale redistribution of maximum fisheries catch

- potential in the global ocean under climate change. *Global Change Biology*, 16, 24-35.
- Cheung, W. W. L., Dunne, J. y Sarmiento, J. L. P. D. (2011). Integrating ecophysiology and plankton dynamics into projected maximum fisheries catch potential under climate change in the Northeast Atlantic. *ICES Journal of Marine Science*, 68, 1008-1018.
- Chinacalle-Martínez, N., García-Rada E., López-Macías, J., Pinoargote, S., Loor, G., Zevallos-Rosado, J., Cruz, P., Pablo, D., Andrade, B., Robalino-Mejía, C., Añazco, S., Guerrero, J., Intriago, A., Veelenturf, C. y Peñaherrera-Palma C. (2021) Oceanic primary production trend patterns along coast of Ecuador, *Neotropical Biodiversity*, 7(1), 379-391. <https://doi.org/10.1080/23766808.2021.1964915>
- Chuenpagdee, R. y Jentoft, S. (2009). Evaluación de la gobernanza de los sistemas pesqueros y costeros: una revisión de la realidad. *Human Ecology*, 37, 109-120.
- Chuenpagdee, R. y Jentoft, S. (2013). La evaluación de la gobernabilidad: el futuro. En M. Bavinck, R. Chuenpagdee, S. Jentoft y J. Kooiman (eds.), *Governability of fisheries and aquaculture. Theory and applications* (MARE publications series 7, pp. 335-349). Springer.
- De Madariaga, J. J. (1969). *La caza y la pesca al descubrirse América*. Editorial Prensa española.
- Diégues, A. C. (1998). *Ilhas e mares: simbolismo e imaginario*. Editora Hucitec.
- Edelman, M., Weis, T., Baviskar, A., Borrás Jr., S., Holt-Giménez, M. E., Kandiyoti, D. y Wolford, W. (2016). Introducción: perspectivas críticas sobre la soberanía alimentaria. *The Journal of Peasant Studies*, 41(6), 911-931.
- Ericksen, Polly J. (2008) Conceptualizing food systems for global environmental change research. *Global Environmental Change*, 18(1), 234-245.
- Escobar A. (2016). Pensar-sentir con la Tierra: Las luchas territoriales y la dimensión ontológica de las epistemologías del Sur. *AIBR - Revista de Antropología Iberoamericana* 11(1), 11-32. enero-abril.
- FAO. (2006). *El derecho a la alimentación en la práctica. Aplicación a nivel nacional. Unidad del Derecho a la Alimentación*. Roma. 34 pp.
- FAO. (2009a). *Declaración de la Cumbre Mundial sobre la Seguridad Alimentaria*. WSFS 2009/2. Roma. 7 pp.
- FAO. (2009b). *El estado de la inseguridad alimentaria en el mundo. Crisis económicas - impactos y lecciones aprendidas*. Roma. 61 pp.
- FAO. (2012). *El estado mundial de la pesca y la acuicultura*. Roma. 231 pp.

- FAO. (2013). *Integración del derecho a una alimentación adecuada en las políticas y programas nacionales de seguridad alimentaria y nutricional. Enfoques prácticos para el análisis de políticas y programas*. FAO 2014. 100 pp.
- FAO. (2014). *El estado mundial de la pesca y la acuicultura. Oportunidades y desafíos*. Roma. 253 pp.
- FAO. (2015a). *Panorama regional de la inseguridad alimentaria. América Latina y el Caribe. La región ha alcanzado las metas internacionales de hambre*. 74 pp.
- FAO. (2015b). *El estado mundial de la agricultura y la alimentación. Protección social y agricultura: romper el ciclo de la pobreza rural*. FAO Roma. 151 pp.
- FAO. (2016). *El estado mundial de la pesca y la acuicultura. Contribución a la seguridad alimentaria y la nutrición para todos*. Roma. 253 pp.
- FAO. (2018). *El estado mundial de la pesca y la acuicultura. Cumplir los objetivos de desarrollo sostenible*. Roma. 253 pp.
- FAO. (2020). *El estado mundial de la pesca y la acuicultura. La sostenibilidad en acción*. Roma. 253 pp.
- FAO. (2022). *El estado mundial de la pesca y la acuicultura. Hacia la transformación azul*. Roma. 288 pp.
- FAO, PMA y FIDA. (2012). *El estado de la inseguridad alimentaria en el mundo 2012. El crecimiento económico es necesario pero no suficiente para acelerar la reducción del hambre y la malnutrición*. Roma, FAO. 65 pp.
- FAO, FIDA y PMA. (2015a) *El estado de la inseguridad alimentaria en el mundo 2015. Cumplimiento de los objetivos internacionales contra el hambre para 2015: balance de los progresos desiguales*. Roma, FAO. 62 pp. <https://bit.ly/4eXAqpF>
- FAO, FIDA y PMA (2015b). 2015. *Lograr el hambre cero: el papel fundamental de las inversiones en protección social y agricultura*. ROMA. 56 pp.
- Fisher, M. C., Moore, S. K., Jardine, S. L. Watson J. R. y Samhoury J.F. (2021). Climate shock effects and mediation in fisheries. *PNAS*, 118(2). <https://doi.org/10.1073/pnas.2014379117>
- Gudynas, E. (2011). Buen vivir: Germinando alternativas al desarrollo. *América Latina en Movimiento*, 462, 1-20.
- Haidar, V. y Berros, V. (2015). Entre el Sumak Kawsay y la “vida en armonía con la naturaleza”: Disputas en la circulación y traducción de perspectivas respecto de la regulación de la cuestión ecológica en el espacio global. *Revista Theomai Estudios Críticos sobre Sociedad y Desarrollo*, 15(32), 128.
- Handisyde, N., Telfer, T. C. y Ross, L.G. (2017) Vulnerability of aquaculture-related livelihoods to changing climate at the global scale. *Fish and Fisheries*, 18, 466-488. <https://doi.org/10.1111/faf.12186>



- HLPE (2014). *La pesca y la acuicultura sostenibles para la seguridad alimentaria y la nutrición*. Un informe del Grupo de Alto Nivel de Expertos en Seguridad Alimentaria y Nutrición del Comité de Seguridad Alimentaria Mundial, Roma 2014.
- IPCC. (2007). *Climate change 2007: impacts, adaptation and vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. M.L. Parry, O.F. Canziani, J.P. Palutikof, P.J. van der Linden y C.E. Hanson (eds.). Cambridge University Press, 976 pp. <https://bit.ly/3YvTwxc>
- Islam, D. y Berkes F. (2016) Indigenous peoples' fisheries and food security: a case from northern Canada. *Food Sec.* 8, 815-826. <https://doi.org/10.1007/s12571-016-0594-6>
- Jarosz, L. (2014). Comparando los discursos de seguridad y soberanía alimentaria. *Diálogos en Geografía Humana*, 4(2) 168-181.
- Jentoft S. (2014). Walking the talk: implementing the international voluntary guidelines for securing sustainable small-scale fisheries. *Maritime Studies*, 13(16), <https://bit.ly/4fflK5c>
- Kalikoski, D. C., Jentoft, S., Charles, A., Salazar Herrera, D., Cook, K., Béné, C. y Allison, E. H. (2021). Understanding the impacts of climate change for fisheries and aquaculture: applying a poverty lens. En Barange, M., Bahri, T., Beveridge, M.C.M., Cochrane, K.L., Funge-Smith, S. y Poulain, F., (eds.), *Impacts of climate change on fisheries and aquaculture: synthesis of current knowledge, adaptation and mitigation options*. FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper No. 627. Rome, FAO. 628 pp.
- Kawarazuka, N. y C. Béné (2011). El papel potencial de las especies de peces pequeños en la mejora de los micronutrientes deficiencias en los países en desarrollo: construyendo evidencia. *Public Health Nutrition*, 14(11), 1927-1938. <https://doi.org/10.1017/S1368980011000814>.
- Kurien, J. (2005). *Comercio pesquero responsable y seguridad alimentaria. Documento técnico de pesca de la FAO*. No. 456. Roma, FAO. 102p.
- Loopstra, R., Reeves, A., McKee, M. y Stuckler, D. (2015). Rising food insecurity in Europe. *The Lancet*, 385(9982). [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(15\)60983-7](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(15)60983-7)
- Loopstra, R., Reeves, A., McKee, M. y Stuckler, D. (2016). Inseguridad alimentaria y protección social en Europa: Experimento cuasi natural de las grandes recesiones europeas 2004-2012. *Medicina preventiva* 89, 44-50.

- Marcos, J. G. y Álvarez, S. G. (2016). Campos de camellones y jagüeyes en Ecuador: una visión integral desde la arqueología al presente socioambiental. *Intersecciones en antropología*, 17(1), 19-34.
- McEwan, C. y Silva, M. I. (1998). Arqueología y comunidad en el Parque Nacional Machalilla. En C. Josse y M. Iturralde (eds.), *Compendio de Investigaciones en el Parque Nacional Machalilla*. Fundación Natura/Centro de Datos para la Conservación, CDC-Ecuador. Editorial Nuevo Arte.
- MPCEIP. (2023) Registro Nacional de Embarcaciones Artesanales. <https://bit.ly/3C5dVQU>
- Muir, J. F. (2013) Fish, feeds, and food security. *Animal Frontiers*, 3(1). <https://doi.org/10.2527/af.2013-0005>
- Norton, P. (1985). Boletín de los museos del Banco Central N° 6. Simposio 45 Congreso Internacional de Americanistas. Universidad de los Andes, Bogotá.
- Prein, M. y Ahmed M. (2000) Integration of aquaculture into smallholder farming systems for improved food security and household nutrition. *Food and Nutrition Bulletin*, 21(4).
- Purcell, S. W. y Pomeroy, R. S. (2015). Impulsando la pesca a pequeña escala en los países en desarrollo. *Front. Mar. Sci.* 2(44). <https://doi.org/10.3389/fmars.2015.00044>
- Rice, J. C. y Garcia, S. M. (2011). Fisheries, food security, climate change, and biodiversity: characteristics of the sector and perspective on emerging issues. *ICES Journal of Marine Science*, 68(6), 1343-1353.
- Roeger, J., Foaleb, S. y Sheaves, M. (2016). When 'fishing down the food chain' results in improved food security: Evidence from a small pelagic fishery in Solomon Islands. *Fisheries Research*, 174, 250-259. <http://dx.doi.org/10.1016/j.fishres.2015.10.016>
- Salinas de León, P., Andrade, S., Arnés-Urgellés, C., Bermudez, J. R., Bucaram, S. Buglass, S., Cerutti, F., Cheung, W., De la Hoz, C., Hickey, V., Jiménez-Uzcátegui, G., Keith, I., Marín Jarrín, J. R., Martí-Puig, P., Medina, M., Moya, A., Pauly, D., Orellana, D., Ostergaard-Klem, R., Stock, C., Witman, J. y Worm, B. (2019). Evolution of the Galapagos in the Anthropocene. *Nature Climate Change*. <https://doi.org/10.1038/s41558-020-0761-9>
- Shedlin, M. G., Decena, C. U., Noboa, H., Betancourt, O, Birdsall, S. B. y Smith, K. M. (2016). The impact of food insecurity on the health of Colombian refugees in Ecuador. *Revista de seguridad alimentaria*, 4(2), 42-51. <https://doi.org/10.12691/jfs-4-2-3>

- Staller, J. E. (2002) A Multidisciplinary Approach to Understanding the Initial Introduction of Maize into Coastal Ecuador. *Journal of Archaeological Science*, 29, 33-50. <https://doi.org/10.1006/jasc.2001.0750>.
- Tabarev, A. V., Kanomata, Y., Marcos, J. G., Popov, A. N. y Lazin, B. V. (2016). Insights into the earliest Formative period of coastal Ecuador: new evidence and radiocarbon dates from the Real Alto site. *Radiocarbon*, 58(2), 323-330.
- Tacon, A. G. J. y Metian, T. M. (2009). Pescar para alimentarse o pescar para comer: la creciente competencia mundial por los pequeños peces pelágicos forrajeros. *AMBIO*, 38(6), 294-30.
- Timmer, C. P. (2010) Reflexiones sobre las crisis alimentarias del pasado. *Food Policy* 35, 1-11.
- UNHRC. (2012). The Rights to Fish for Food. United Nations Human Rights Commission. <https://bit.ly/4hbAVxZ>
- United Nations Organisation. (2007). Fortalecimiento de la labor para erradicar la pobreza y el hambre, entre otras cosas mediante la alianza mundial para el desarrollo. Examen ministerial anual: Informe del Secretario General. Consejo Económico y Social. E/2007/71. 25 pp.
- United Nations Organisation. (2015) Declaración de los Objetivos de Desarrollo del Milenio. <https://bit.ly/4dVjhLV>
- Vinaya Kumar, H. M. y Shivamurthy, M. (2021). Factor influencing fishery-based farmers' perception and their response to climate-induced crisis management. *Environment, Development and Sustainability* 23, 11766-11791, <https://doi.org/10.1007/s10668-020-01141-x>
- World Bank. (2009). The Sunken Billions. The economic justification for fisheries reform. The World Bank. pp. 130.

# Sobre los autores y las autoras

---

## **Sheila Serrano Vincenti PhD**

Física, Magister en Física por la Escuela Politécnica Nacional EPN, Doctora en Recursos Hídricos por la EPN, Universidad de Cuenca, y UTPL. Editora en Jefe de la Revista de Ciencias de la Vida, La Granja. Directora del Centro de Investigación en modelamiento Ambiental CIMA-UPS, y Coordinadora del Grupo de Investigación en Recursos Naturales GIERENA. Profesora a tiempo completo de la Universidad Politécnica Salesiana desde el 2002. Partícipe de varias redes de investigación como la Red Ecuatoriana de Cambio Climático RECC, y ClimaURB, REMCI, WIE-IEEE. Sus principales intereses científicos incluyen la física atmosférica, el Cambio Climático y eventos climáticos extremos, en especial cuando se abordan desde una enfoque de género y desigualdad.

## **Alejandra Cuentas**

Bachiller en Humanidades, Licenciada en Geografía y Medio Ambiente y Magíster en Desarrollo Ambiental de la Pontificia Universidad Católica del Perú (PUCP). Pre-docente en la PUCP desde 2015 hasta el 2019 y docente en PUCP desde 2020 hasta 2023 y en la Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas en el año 2020. Experiencia en consultorías ambientales y líder en proyectos de investigación. Publicaciones en revistas indexadas y presentaciones en congresos y conferencias nacionales e internacionales. Actualmente candidata a doctorado en el área de Ecología y gestión de la vida silvestre, en la facultad de Medio ambiente y recursos naturales, Albert-Ludwigs-Universität Freiburg (Alemania). Áreas de interés: ecología, biogeografía, ecología del movimiento, ecología del paisaje y conservación, sistemas de información geográfica, cambio global.

## **Santiago López**

Profesor Asociado en la Escuela de Artes y Ciencias Interdisciplinarias y director del Colaborativo para el Compromiso Socio-Ecológico de la Universidad

de Washington–Bothell, Bothell, WA. También es Profesor Asociado Adjunto en el Departamento de Geografía en la Universidad de Washington. Tiene un doctorado en Geografía y Medio Ambiente de la Universidad de Texas en Austin, una maestría en Geografía de la Universidad Estatal de Arizona y una licenciatura en Ingeniería Geográfica de la Universidad de las Fuerzas Armadas (ESPE) en Ecuador. Sus intereses de investigación incluyen la dinámica humano-ambiental, el uso de la tierra y las transformaciones de la cobertura terrestre, y el cambio climático con énfasis en las aplicaciones de las ciencias de la información geográfica.

### **Ana Bozena Sabogal Dunin Borkowski**

Doctor en Ciencias Naturales por la Universidad Técnica de Berlín. Master en Ciencias, postgrado en Desarrollo Agrario Internacional, especialidad en ecología vegetal por la Universidad Técnica de Berlín. Ingeniero en Ciencias Agronomía por la Universidad Nacional Agraria La Molina. Profesora principal de la Pontificia Universidad Católica del Perú (PUCP) en el área de conocimiento de Ciencias Naturales, Paisajismo, ecología vegetal e impacto ambiental, del Departamento de Humanidades, Sección Geografía de la Pontificia Universidad Católica del Perú. Actualmente es Profesora principal PUCP, directora de la Maestría en Desarrollo Ambiental PUCP y Comité directivo trAndeS en convenio entre la PUCP y la Universidad Libre de Berlín. Las publicaciones de Sabogal se orientan a la influencia antrópica sobre los ecosistemas habiendo desarrollado múltiples investigaciones sobre Ecosistemas del Bosques Seco y Páramo así como sobre Ecología Urbana.

### **Maria Lane**

Decana de Estudios de Posgrado y Profesora de Geografía en la Universidad de Nuevo México (EEUU), donde recientemente fue nombrada Presidential Teaching Fellow. La Dra. Lane y sus estudiantes investigan desde la geografía histórica la gestión de recursos naturales, a menudo centrándose en los orígenes y la persistencia de los enfoques de gestión científica. Es autora de *Fluid Geographies* y *Geographies of Mars* (University of Chicago Press, 2024 y 2011), así como de numerosos artículos y capítulos de libros. Fundó el Centro R.H. Mallory para la Geografía Comunitaria, que conecta a los investigadores y estudiantes de la Universidad de Nuevo México con las necesidades y prioridades de la comunidad. Editora del *Journal of Historical Geography*, expresidenta del comité de premios

del J.B. Jackson Book Prize y actual coordinadora del Comité Permanente de la Conferencia Internacional de Geógrafos Históricos

### **Natali Cáceres Arteaga**

Profesora Afiliada en la Universidad de Nuevo México (EEUU), docente investigadora en la Universidad Central del Ecuador, revisora metodológica en estudios cualitativos del Comité de Ética de Investigación en Seres Humanos y coordinadora del programa de maestría en Economía Circular y Producción Sostenible. Ha dirigido sus investigaciones hacia trabajos interdisciplinarios en estrategias y políticas de adaptación al cambio climático, el turismo, la agricultura y los recursos hídricos con poblaciones indígenas de la región andina y amazónica del Ecuador.

### **Andrés Gerique Zipfel**

Ingeniero agrónomo y medioambiental y doctor en ciencias naturales por la Universidad de Erlangen-Nürnberg, Alemania. Desde hace 20 años es profesor investigador del Instituto de Geografía de dicha universidad. Sus investigaciones se desarrollan principalmente en Europa y América Latina, especialmente en el campo del uso sostenible de los recursos naturales y los conflictos socioambientales, las distintas estrategias para la conservación de la biodiversidad y el impacto del cambio climático sobre estas áreas. Es senior fellow del Centro Maria Sibylla Merian de Estudios Latinoamericanos Avanzados en Humanidades y Ciencias Sociales (CALAS).

### **María José Barragán-Paladines**

Doctora en Geografía Humana, Memorial University of Newfoundland, Canadá) ha trabajado durante más de 25 años bajo un enfoque interdisciplinario con ecosistemas marino-costeros, interacciones humanas, fauna marina y pesquerías, y áreas marinas protegidas (AMPs). Ha abordado temas de gobernanza interactiva de los sistemas oceánicos, las AMP y su gobernabilidad y colabora con varias iniciativas globales en esta línea (TBTI). Durante su trabajo postdoctoral (Centro Leibniz de Investigación Marina Tropical, ZMT, Alemania) se enfocó en la gobernanza de la pesca en pequeña escala y la seguridad alimentaria desde el ámbito marino. Áreas de investigación de su interés, actualmente, son sostenibili-

dad de la pesca artesanal marina, la seguridad alimentaria y la gobernanza de las AMPs. Desde 2018 es Directora de Ciencias de la Fundación Charles Darwin para las Islas Galápagos, cargo que ocupa hasta la actualidad. Entre abril 2020 y marzo 2021 fue designada como Directora Ejecutiva Interina de la misma institución.

### **Pablo Ortiz Tirado**

Sociólogo (1989). Máster en Ciencias Políticas (1995). PhD en Estudios Culturales Latinoamericanos (2011). Larga trayectoria académica como profesor universitario. Actualmente es docente-investigador de la UPS-Sede Quito. Director de la Carrera de Gestión para el Desarrollo Local. Coordinador del Grupo de Investigación Estado y Desarrollo. Es profesor invitado en los Doctorados de Ciencias Sociales de la Universidad Pontificia Bolivariana (UPB) en Medellín, Colombia y de la Universidad Playa Ancha de Valparaíso, Chile y en la Maestría de Derechos Indígenas de la Universidad de Deusto, Bilbao-España. Miembro del Grupo Internacional de Trabajo sobre Asuntos Indígenas IWGIA con sede en Dinamarca. Ha laborado en FAO, PNUD y la GIZ por más de 20 años y para organizaciones indígenas como OPIP y CONFENIAE y ha asesorado a la Coordinadora Andina de Organizaciones Indígenas CAOI con sede en Lima-Perú. Sus publicaciones han girado en torno a temas de derechos de pueblos indígenas de América Latina, políticas públicas frente a pueblos indígenas, territorialidades, autodeterminación indígena y conflictos socioambientales.

### **Moirá Zuazo**

Profesora de la Universidad Mayor de San Andrés (UMSA) e investigadora asociada de la Universidad libre de Berlín (trAndes LAI-FUB). Entre sus obras más destacadas figuran: “Adaptación al cambio climático en ciudades. Los casos de Lima y La Paz”. trAndeS FUB 2019; “La Reconfiguración del Estado en Bolivia” 2017 FES y “Como nació el MAS. La ruralización de la Política en Bolivia” FES 2009.

### **Jin-Kyu Jung**

Profesor en la Escuela de Artes y Ciencias Interdisciplinarias de la Universidad de Washington Bothell y profesor adjunto del Departamento de Geografía de la Universidad de Washington. Recibió un Doctorado en Geografía

y un M.U.P. en Planificación Urbana de la Universidad Estatal de Nueva York en Buffalo (SUNY-Buffalo) y una licenciatura en Ingeniería Urbana de la Universidad Nacional de Pusan en Corea del Sur. Su programa de investigación interdisciplinario contribuye a las posibilidades críticas, cualitativas y creativas de los sistemas de información geográfica (SIG) y la visualización geográfica para comprender los procesos socio-espaciales y las políticas del espacio urbano de una manera comprometida.