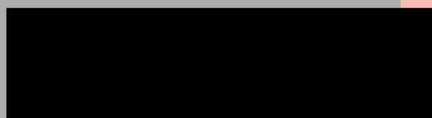
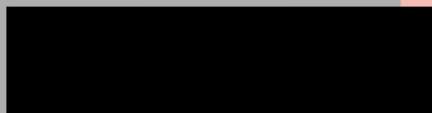


**Revista de Extensión Universidad en Diálogo**

*Universidad en Diálogo Extension Journal*

ISSN: 2215-2849 | e-ISSN: 2215-4752

Vol. 13(2), julio-diciembre, 2023



# Revista de Extensión **UNIVERSIDAD EN DIÁLOGO**

 <https://doi.org/10.15359/udre.13-2.5>

 ISSN: 2215-2849 | e-ISSN: 2215-4752

 <https://www.revistas.una.ac.cr/index.php/dialogo>

 [universidadendialogo@una.ac.cr](mailto:universidadendialogo@una.ac.cr)



Recibido • Received •  
Recebido: 25/11/2022  
Corregido • Revised •  
Revisado: 05/02/2023  
Aceptado • Accepted •  
Aprovado: 21/04/2023

**Citación:** Bautista Solís, P., Hidalgo, H. G., Alfaro, E. J., Sáenz-Segura, F., Suárez, A., Pérez-Briceño, P. M., Moreno, M. L., Golcher-Benavides, C., Ramírez Brenes, J. C. (2023). Metodología para el fortalecimiento de la resiliencia multisectorial a la variabilidad climática en el cantón fronterizo La Cruz, Guanacaste, Costa Rica. *Revista de Extensión Universidad en Diálogo*, 13(2), julio-diciembre 2023, 1-48. <https://doi.org/10.15359/udre.13-2.5>

## Revista de Extensión Universidad en Diálogo

Vol. 13(2), julio-diciembre, 2023: 1-48

Cierre de edición: 30 de junio del 2023

 ISSN: 2215-2849 | e-ISSN: 2215-4752

 <https://doi.org/10.15359/udre.13-2.5>

 <https://www.revistas.una.ac.cr/index.php/dialogo>

# Metodología para el fortalecimiento de la resiliencia multisectorial a la variabilidad climática en el cantón fronterizo La Cruz, Guanacaste, Costa Rica

Methodology for strengthening multisectoral resilience to climate variability in the frontier canton of La Cruz, Guanacaste, Costa Rica

Metodologia para fortalecer a resiliência multissetorial à variabilidade climática no cantão fronteiriço de La Cruz, Guanacaste, Costa Rica

### Pável Bautista Solís

Universidad Nacional, Costa Rica; Heredia

 <https://ror.org/01t466c14>

 [pavel.bautista.solis@una.ac.cr](mailto:pavel.bautista.solis@una.ac.cr)

 <https://orcid.org/0000-0002-9100-3009>

### Hugo G. Hidalgo

Universidad de Costa Rica

 <https://ror.org/02yzzgww51>

 [hugo.hidalgo@ucr.ac.cr](mailto:hugo.hidalgo@ucr.ac.cr)

 <https://orcid.org/0000-0002-8647-8288>

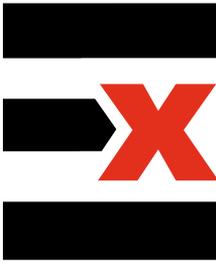
### Eric J. Alfaro

Universidad de Costa Rica

 <https://ror.org/02yzzgww51>

 [erick.alfaro@ucr.ac.cr](mailto:erick.alfaro@ucr.ac.cr)

 <https://orcid.org/0000-0001-9278-5017>



Recibido • Received •  
Recebido: 25/11/2022  
Corregido • Revised •  
Revisado: 05/02/2023  
Aceptado • Accepted •  
Aprovado: 21/04/2023

**Citación:** Bautista Solís, P., Hidalgo, H. G., Alfaro, E. J., Sáenz-Segura, F., Suárez, A., Pérez-Briceño, P. M., Moreno, M. L., Golcher-Benavides, C., Ramírez Brenes, J. C. (2023). Metodología para el fortalecimiento de la resiliencia multisectorial a la variabilidad climática en el cantón fronterizo La Cruz, Guanacaste, Costa Rica. *Revista de Extensión Universidad en Diálogo*, 13(2), julio-diciembre 2023, 1-48. <https://doi.org/10.15359/udre.13-2.5>

## Revista de Extensión Universidad en Diálogo

Vol. 13(2), julio-diciembre, 2023: 1-48

Cierre de edición: 30 de junio del 2023

 ISSN: 2215-2849 | e-ISSN: 2215-4752

 <https://doi.org/10.15359/udre.13-2.5>

 <https://www.revistas.una.ac.cr/index.php/dialogo>

### Fernando Sáenz-Segura

Universidad Nacional, Costa Rica; Heredia

 <https://ror.org/01t466c14>

 fernando.saenz.segura@una.ac.cr  
 <https://orcid.org/0000-0001-8260-7751>

### Andrea Suárez

Universidad Nacional, Costa Rica; Heredia

 <https://ror.org/01t466c14>

 andrea.suarez.serrano@una.ac.cr  
 <https://orcid.org/0000-0001-9368-8518>

### Paula M. Pérez-Briceño

Universidad de Costa Rica

 <https://ror.org/02yzgww51>

[paula.perez@ucr.ac.cr](mailto:paula.perez@ucr.ac.cr)  
 <https://orcid.org/0000-0002-7217-8495>

### Mary L. Moreno

Universidad Nacional, Costa Rica; Heredia

 <https://ror.org/01t466c14>

 mary.moreno.diaz@una.ac.cr  
 <https://orcid.org/0000-0002-1463-0447>

### Christian Golcher-Benavides

Universidad Nacional, Costa Rica; Heredia

 <https://ror.org/01t466c14>

 christian.golcher.benavides@una.ac.cr  
 <https://orcid.org/0000-0001-6738-9557>

### Juan Carlos Ramírez Brenes

Universidad Nacional, Costa Rica; Heredia

 <https://ror.org/01t466c14>

 juan.ramirez.brenes@una.ac.cr  
 <https://orcid.org/0000-0001-9283-4798>



VICERRECTORÍA  
DE EXTENSIÓN



DE LA PRODUCCIÓN ACADÉMICA  
E INNOVACIÓN TECNOLÓGICA

La **Revista de Extensión Universidad en Diálogo** de la Vicerrectoría de Extensión de la Universidad Nacional, Costa Rica, registra sus contribuciones bajo la licencia **Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivadas 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0)**; además, sigue los principios del movimiento internacional de **Acceso Abierto** para garantizar el derecho gratuito, irrevocable y mundial de acceder a la información. Cualquier autorización adicional se puede obtener a través del correo: [universidadendialogo@una.ac.cr](mailto:universidadendialogo@una.ac.cr)



## Resumen

Las zonas transfronterizas poseen un contexto muy particular que influye en los alcances del desarrollo rural de América Central. Por un lado, se cuenta progresivamente con más información sobre la influencia de aspectos biofísicos y climáticos en la variabilidad climática y los medios de vida locales; por otro, hay una necesidad constante de adaptar políticas y opciones de adaptación a los intereses de tomadores de decisiones y población, políticas internacionales, efectos de la globalización y el imaginario del territorio. Esto genera una dinámica de cambio constante que implica un fuerte reto para la gestión del territorio y sus recursos. En el presente artículo se aborda el caso de estudio del cantón La Cruz, Guanacaste, Costa Rica, dado que resalta algunos de los principales desafíos de territorios transfronterizos de América Central. A través del análisis transdisciplinario del caso de estudio se identifican los principales desafíos para el desarrollo rural en este territorio, con énfasis en dinámicas particulares de zonas transfronterizas que deben ser tomadas en cuenta para facilitar el desarrollo territorial rural. Se propone un marco integrado de abordaje de la complejidad de las dinámicas del territorio basado en el marco de medios de vida sostenibles y capitales de la comunidad. A partir de la consideración de este marco holístico e integrador se plantean tres estrategias para facilitar la adaptación a la variabilidad climática. Este trabajo demuestra la oportunidad de la integración de la extensión e investigación transdisciplinaria para la gestión del riesgo climático en comunidades rurales.

**Palabras clave:** Variabilidad climática, desarrollo territorial rural, zonas transfronterizas, adaptación, resiliencia, extensión

## Abstract

Cross-border areas have a very particular context that influences the scope of rural development in Central America. On one hand, there is progressively more information on the influence of biophysical and climatic aspects on climate variability and local livelihoods; on the other, there is a constant need to adapt policies and adaptation options to the interests of decision-makers and the population, international policies, the effects of globalization and the imaginary of the territory. This generates a dynamic of constant change that implies

## Resumo

As áreas transfronteiriças têm um contexto muito particular que influencia o âmbito do desenvolvimento rural na América Central. Por um lado, existe cada vez mais informação sobre a influência dos aspectos biofísicos e climáticos na variabilidade climática e nos meios de subsistência locais; Por outro lado, existe uma necessidade constante de adaptação das políticas e das opções de adaptação aos interesses dos decisores e da população, às políticas internacionais, aos efeitos da globalização e ao imaginário do território. Isto gera uma dinâmica



VICERRECTORÍA  
DE EXTENSIÓN



DE BE PRODUCCIÓN ACADÉMICA  
E INVESTIGACIÓN

La **Revista de Extensión Universidad en Diálogo** de la Vicerrectoría de Extensión de la Universidad Nacional, Costa Rica, registra sus contribuciones bajo la licencia **Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivadas 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0)**; además, sigue los principios del movimiento internacional de **Acceso Abierto** para garantizar el derecho gratuito, irrevocable y mundial de acceder a la información. Cualquier autorización adicional se puede obtener a través del correo: [universidadendialogo@una.ac.cr](mailto:universidadendialogo@una.ac.cr)



a strong challenge for the management of the territory and its resources. This paper addresses the case study of the canton La Cruz, Guanacaste, Costa Rica as it highlights some of the main challenges of cross-border territories in Central America. Through a transdisciplinary analysis of the case study, the main challenges for rural development in this territory are identified, with emphasis on the dynamics of cross-border zones that must be considered to facilitate rural territorial development. An integrated framework is proposed to address the complexity of the territory's dynamics based on the framework of sustainable livelihoods and community capitals. Based on the consideration of this holistic and integrative framework, three strategies are proposed to facilitate adaptation to climate variability. This work demonstrates the opportunity of integrating transdisciplinary extension and research for climate risk management in rural communities.

**Keywords:** climate variability, territorial rural development, cross-boundary zones, adaptation, resilience, extension

de constante mudança que implica um forte desafio para a gestão do território e dos seus recursos. Este artigo aborda o estudo de caso do cantão La Cruz, Guanacaste, Costa Rica, uma vez que destaca alguns dos principais desafios dos territórios transfronteiriços na América Central. Através da análise transdisciplinar do estudo de caso, são identificados os principais desafios para o desenvolvimento rural neste território, com destaque para dinâmicas particulares de áreas transfronteiriças que devem ser tidas em conta para facilitar o desenvolvimento territorial rural. É proposto um quadro integrado para abordar a complexidade da dinâmica do território com base no quadro de meios de subsistência sustentáveis e capitais comunitários. Com base na consideração deste quadro holístico e integrador, são propostas três estratégias para facilitar a adaptação à variabilidade climática. Este trabalho demonstra a oportunidade de integrar extensão e pesquisa transdisciplinar para a gestão de riscos climáticos em comunidades rurais.

**Palavras-chave:** Variabilidade climática, desenvolvimento territorial rural, áreas transfronteiriças, adaptação, resiliência, extensão

## Agradecimientos

A las organizaciones civiles y espacios de gobernanza de La Cruz y Guanacaste que apoyan el desarrollo del proyecto VarClim. A Cristhian Osegueda, estudiante de Ingeniería Hidrológica de la Sede Regional Chorotega de la Universidad Nacional, por su apoyo como enlace con las organizaciones locales. Al Consejo Nacional de Rectores (CONARE) de Costa Rica, por el apoyo financiero para el desarrollo del proyecto VarClim a través de la convocatoria de Fondos del Sistema 2020 (SIA 075-19). HH, EA y PP agradecen a los proyectos inscritos en la UCR: C0-471, B8-766, B9-454, B0-810, A4-906 y EC-497. PB, JR, CG, AS, PP, HH y EA agradecen a los proyectos RC4 CSUCA-IDRC (66-CR, SIA 0054-23), SIA 0019-23, SIA 0063-22 y SIA 0326-20.

## Introducción

### Procesos integrados de extensión universitaria para el desarrollo rural

La extensión y acción social universitarias forman parte del mandato de las universidades públicas latinoamericanas (Monge-Hernández et al., 2021; Ortiz-Riaga y Morales-Rubiano, 2011). Particularmente, la Universidad Nacional, la Universidad de Costa Rica y el sistema de universidades públicas de Costa Rica disponen de una planeación estratégica y recursos para apoyar esta noble e importante labor fundamental para el desarrollo rural. Por ejemplo, en la Universidad Nacional, la Vicerrectoría de Extensión cuenta con tres políticas atinentes, el mandato de extensión se especifica en el estatuto orgánico y anualmente se destinan fondos concursables para el desarrollo de programas, proyectos y actividades académicas (<https://www.extension.una.ac.cr/index.php/m-planificacion>, Zlateva, 2017). Esto facilita la práctica de la extensión y, por ende, la innovación de sus conceptos y metodologías. Particularmente, se ha criticado el enfoque clásico de extender el conocimiento hacia las comunidades que lo necesitan. Actualmente, se reconocen varios modelos o enfoques de extensión que incluyen abordajes

innovadores, interactivos, participativos y dialógicos para facilitar el desarrollo rural (Tommasino y Cano, 2016).

En este contexto, el presente artículo documenta la práctica de un proceso integrado de extensión-investigación basado en la investigación-acción. El objetivo del presente trabajo es contribuir al desarrollo rural y la extensión universitaria por medio de la documentación de un proceso integrado de extensión en la zona fronteriza de La Cruz, Guanacaste, Costa Rica. El trabajo permite valorar la colaboración entre pobladores locales de estas zonas rurales, extensionistas, gobierno local, instituciones relacionadas e investigadores para atender las necesidades de información, organización, adaptación y desarrollo que tienen en pequeños poblados rurales transfronterizos como Cuajiniquil, El Jobo y Santa Cecilia, todos ellos en Guanacaste, Costa Rica. Este trabajo comprende cuatro argumentos principales: 1) El desarrollo de zonas rurales transfronterizas requiere considerar factores biofísicos del capital natural que frecuentemente no son tomados en cuenta actualmente por la población local, practicantes ni académicos del desarrollo rural. 2) Una metodología integrada y holística basada en el marco de capitales de la comunidad y medios de vida sostenible permite estructurar y analizar los resultados de los procesos de extensión universitaria. 3) Las metodologías participativas, interactivas, prácticas y de aprendizaje vivencial pueden combinarse con métodos convencionales de investigación para fortalecer los procesos de extensión universitaria. 4) La colaboración de la extensión, la investigación y la docencia potencia el alcance de los procesos de desarrollo rural. Por último, se solicita considerar que todas las herramientas y técnicas mencionadas se utilizan como parte de la construcción colaborativa del proceso de extensión universitaria en el contexto de la pandemia de COVID-19.

## Los desafíos de la gestión de territorios transfronterizos de América Central

Las condiciones socioambientales del istmo centroamericano generan una alta vulnerabilidad frente a la variabilidad climática, incluyendo los eventos extremos del clima. Esta situación se agrava por la falta de diálogo y colaboración entre pobladores locales, extensionistas e investigadores. A

continuación, la introducción consistirá en los siguientes momentos: i) se detallan los principales desafíos socioambientales que limitan el desarrollo rural en zonas rurales fronterizas, ii) se aborda el concepto de *variabilidad climática* y cómo este es importante para facilitar el desarrollo rural, y iii) se anotan los aspectos más relevantes para facilitar la adaptación a la variabilidad climática en zonas rurales fronterizas. Posteriormente, en los resultados se aportan: iv) algunas consideraciones para el trabajo en extensión en La Cruz, Guanacaste, v) la metodología implementada de extensión universitaria basada en la investigación-acción, y vi) los principales resultados obtenidos y lecciones aprendidas. Seguidamente, vii) el artículo finaliza con una sección de conclusiones y recomendaciones sobre toda la experiencia de extensión.

Dentro de los aspectos biofísicos más relevantes que limitan el desarrollo rural se encuentra la precipitación o lluvias. Considerando solo este factor, se ha encontrado que las variaciones interanuales (año a año) representan 84% de la variabilidad total; mientras que 14% de la variabilidad está relacionada con variaciones decenales, y solo un 2% con tendencias multianuales (Hidalgo et al., 2015).

Las sequías e inundaciones se observan recurrentemente en América Central, afectando severamente los esfuerzos de desarrollo y el bienestar de la sociedad. En esta región existe un área especialmente expuesta a la variabilidad climática: el Corredor Seco Centroamericano (CSC) (Guevara-Murua et al., 2018). Aunque esta zona era reconocida como un área continua ubicada principalmente sobre la vertiente pacífica de América Central (Díaz Bolaños, 2019), una caracterización reciente demostró que los límites del CSC son dinámicos, dependiendo de las condiciones generales de humedad observadas en un año específico (Quesada-Hernández et al., 2019). La mayor parte de la provincia Guanacaste, Costa Rica, está ubicada dentro del CSC, por lo que es particularmente vulnerable a la variabilidad climática. Por eso se requiere un arreglo institucional y tecnológico especial para la planeación del desarrollo regional. En este artículo, por arreglo institucional, se adopta la definición de UNDP (2009): “son las políticas, sistemas y procesos que permiten el funcionamiento efectivo de una organización o grupo” (pág. 13).

Estudios previos que delimitaron el corredor seco de Costa Rica indican que el período de recurrencia de sequías prolongadas (multianuales) para la región Pacífico Central (incluye a Guanacaste) varía entre 7.3 (Retana et al., 2012) a 10 años (Hidalgo et al., 2019), siendo esta región la que presenta los eventos más frecuentes, extensos y severos del país (Retana et al., 2012). Adicionalmente, se ha identificado la necesidad de contar con esfuerzos de investigación multidisciplinarios y multisectoriales para atender los diversos retos que enfrenta esta región, con peculiaridades del contexto local que suelen no considerarse en la política pública existente (Gotlieb et al., 2019). Los sectores más vulnerables de la población tienen dificultades para orientar la toma de decisiones en adaptación para recursos estratégicos como el agua, el suelo y los bosques con información científico-técnica, por lo que es necesario gestionar la información para que sea accesible para toda la población (Gotlieb y García-Girón, 2020). Por lo tanto, adaptarse a las variaciones interanuales es un paso fundamental para la resiliencia de las comunidades rurales y para facilitar los esfuerzos de desarrollo territorial rural.

La gobernanza de los recursos naturales y el desarrollo territorial rural presentan grandes limitaciones, y el caso del CSC no es la excepción. Por ejemplo, en Guanacaste la gobernanza de un recurso estratégico como el agua ha sido caracterizada como centralista, fragmentada y estática (Morataya-Montenegro y Bautista-Solís, 2020). Específicamente, la gobernanza presenta grandes retos para reconocer las necesidades de territorios con contextos especiales, como el CSC, que difieren de las condiciones de los polos de desarrollo político-económico regionales. Adicionalmente, en Costa Rica y el resto de la región se observan retos relacionados con una legislación desactualizada y su aplicación pertinente para el involucramiento de la sociedad en la toma de decisiones. En algunos casos esto es consecuencia de la falta de legislación atinente para regular y democratizar este proceso; sin embargo, Costa Rica cuenta con un marco legal moderno en cuanto a la gobernanza del desarrollo territorial rural. Por ejemplo, la creación de la Ley INDER número 9036 de 2012, que actualizó los objetivos y la estructura oficial de Costa Rica para facilitar el desarrollo territorial rural (Asamblea Legislativa, 2012). Es evidente que las condiciones ambientales y socioeconómicas de Guanacaste en Costa Rica y en muchas otras áreas rurales del CSC

han sido tomadas en cuenta limitadamente para la planeación de estrategias de adaptación, la gestión de los recursos naturales y facilitar el desarrollo territorial.

La naturaleza de las medidas de adaptación a la variabilidad climática de acuerdo con su escala temporal y gestión representa un segundo desafío para facilitar el desarrollo en el CSC. La escala temporal de las opciones de adaptación, en primer lugar, suele centrarse en medidas a corto plazo, que pueden ser consideradas como reactivas. No existe localmente una cultura de gestión del riesgo a largo plazo que se centre en desarrollar capacidades humanas e infraestructura en torno a una estrategia preventiva. Es así como, por ejemplo, en caso de un evento de sequía extrema o inundación provocada por tormenta tropical se conforman mesas de trabajo para abordar la crisis; sin embargo, estos arreglos institucionales dejan de funcionar conforme los impactos de los eventos extremos del clima son menos severos y evidentes. Al margen de que las lecciones aprendidas para reducir los impactos de eventos extremos puedan haber sido interiorizadas en cada comunidad, institución, negocio o persona, en Costa Rica no se generan todavía cambios tangibles en las políticas de gestión de eventos extremos a escala local. Esto a pesar de que las políticas de gestión del riesgo han venido renovándose para fomentar un enfoque más preventivo, empezando por el nombre de la Comisión Nacional de Prevención de Riesgos y Atención de Emergencias (CNE) y la Política Nacional de Gestión del Riesgo 2016-2030 (**Asamblea Legislativa, 2006**).

Asimismo, las inversiones en adaptación casi siempre se dirigen a tecnologías clásicas, basadas en la construcción de infraestructura (dura y gris); relegando la implementación de opciones basadas en la naturaleza, especialmente las que pueden apoyar la seguridad hídrica regional, como las soluciones basadas en la naturaleza y opciones de adaptación suaves (**Bautista-Solís et al., 2019**). Por ejemplo, usualmente en Costa Rica los proyectos de abastecimiento de agua incluyen la ampliación de las zonas irrigadas para el sector agrícola, y la construcción de tanques de almacenamiento, pozos profundos, acueductos, e inclusive obras para el trasvase de agua entre cuencas. No obstante, opciones basadas en la naturaleza como humedales artificiales, sistemas de captación de agua, reutilización de agua y recarga

gestionada de acuíferos se relegan a proyectos académicos establecidos en áreas limitadas del país como proyectos piloto; o peor aún, no forman parte de las estrategias de adaptación utilizadas. Igualmente, la información y los recursos disponibles para desarrollar la adaptación a la variabilidad climática son utilizados predominantemente por los sectores que cuentan con mayores recursos (conocimiento, financieros, técnicos, tierra y poder).

Estas limitaciones evidentemente ponen en riesgo al territorio y las personas que lo habitan; por ejemplo, la seguridad hídrica regional se encuentra amenazada. Paradójicamente, se desaprovecha el potencial hídrico local, ya que países como Panamá y Costa Rica cuentan con una precipitación anual promedio considerable (e.g., en áreas más áridas: Guanacaste 1800-2200 mm año<sup>-1</sup>; Arco Seco Panameño 1500 mm año<sup>-1</sup>). A pesar de que las precipitaciones en Guanacaste no son despreciables comparadas con otras latitudes, uno de los factores que afectan el abastecimiento de agua (además de las sequías esporádicas anuales o multianuales) es la estacionalidad de la precipitación, que se caracteriza por una estación seca muy bien definida de noviembre a abril (aridez estacional), en la cual llueve muy poco o no llueve del todo, y que hace que la distribución de agua en el tiempo esté lejos de ser uniforme. Por lo tanto, la falta de sistemas de captación artificiales o naturales forma parte del problema de escasez de recursos hídricos a través del año. La variabilidad climática regular del CSC presenta una precipitación con una distribución bimodal (Hidalgo et al., 2013; Maldonado et al., 2018), con dos periodos de lluvia definidos que se pueden aprovechar para almacenar el agua disponible, si se dispone de la capacidad para hacerlo. El cambio climático está provocando un incremento en la variabilidad temporal de la lluvia: aunque no se reportan tendencias significativas para Costa Rica de que se reduzca la precipitación, las proyecciones sí muestran un incremento en la variabilidad temporal que se manifiesta en una mayor varianza de las precipitaciones (Hidalgo et al., 2013). Además, un aumento en la demanda de agua de la atmósfera debido al calentamiento significativo de los últimos años ocasiona suelos más secos, impactos en la vegetación –que requiere mayor cantidad de agua para sobrevivir–, mayor aridez y reducciones en la escorrentía total. Hidalgo et al. (2013) también sugieren que el cambio

climático está generando un incremento en la temperatura regional que ocasionará mayor aridez y, por lo tanto, aún más demanda hídrica.

El uso de pronósticos climáticos para guiar los esfuerzos de adaptación se ha documentado en todo el mundo; principalmente existen aplicaciones de esta herramienta en el sector agropecuario (Ogallo et al., 2000). Por ejemplo, en África la Organización Meteorológica Mundial (OMM) ha facilitado la utilización de pronósticos consensuados para apoyar la toma de decisiones multisectorial a través del Foro Regional de Perspectivas Climáticas (Ogallo et al., 2008). Este proceso se basa en la interacción entre científicos climáticos y usuarios finales, lo que ha permitido desarrollar una visión de las necesidades de información para apoyar a diferentes sectores económicos. Existe entonces una dicotomía en el sistema de provisión de información climática: por un lado, se deben procurar más esfuerzos para implementar un enfoque basado en las necesidades de los usuarios, especialmente comunidades vulnerables (abajo-hacia-arriba) pero, al mismo tiempo, estos esfuerzos presentan retos epistemológicos, tecnológicos, organizacionales y administrativos que siguen provocando que el enfoque utilizado sea vertical y orientado a la oferta (Srinivasan et al., 2011). En América Central, el órgano encargado de realizar los foros climáticos y traducir sus resultados a los impactos en diferentes sectores socioeconómicos es el Comité Regional de Recursos Hidráulicos (CRRH), perteneciente al Sistema de Integración Centroamericana (SICA) (García-Solera y Ramírez, 2012).

Aunque existen experiencias interesantes con el uso de sistemas de alerta temprana para eventos hidrometeorológicos extremos y la incorporación de conocimiento local para facilitar la comprensión y utilización de pronósticos, el uso de estas herramientas en América Central permanece limitado, sobre todo para apoyar la adaptación de los sectores más vulnerables. Al buscar información sobre el uso de información meteorológica para los sectores económicos de interés del estudio de caso en La Cruz, se encuentran diferencias considerables. Por ejemplo, en Costa Rica el uso de pronósticos meteorológicos y sistemas de alerta temprana ha sido promovido principalmente para los sectores agropecuario (IMN, 2020a; MINAE, IMN y Conarroz, 2019; MINAE, IMN y LAICA, 2019; Retana, 2013) y pesquero (CIMAR, 2020;

Igoox, 2020; IMN, 2020b; OSPESCA y SICA, 2019); pero se encuentran menos ejemplos de aplicación directa en el sector hídrico (Retana, 2012). Asimismo, las aplicaciones en turismo han sido dirigidas principalmente al turismo de montaña de países templados, pero su aplicación en áreas tropicales y para pymes turísticas ubicadas en zonas rurales es limitada. Finalmente, la aplicación para apoyar la adaptación de comunidades rurales ha sido más reportada, pero especialmente para abordar retos relacionados con cambio climático. De hecho, una revisión global de estrategias de adaptación señala que las estrategias de adaptación comunitaria son más comunes en países en desarrollo, por las limitaciones para la inversión en infraestructura a mayor escala (Berrang-Ford et al., 2011). Además, siempre existe un riesgo relacionado con la incertidumbre de la información proporcionada en los pronósticos, ya que, en caso de error, las decisiones de adaptación podrían ocasionar grandes pérdidas económicas. Finalmente, la información disponible puede consignarse en un formato no apto para la escala de toma de decisiones regional, meso o local; entonces la información pierde utilidad.

Considerando el contexto descrito, un equipo transdisciplinario e interuniversitario de extensión e investigación en Costa Rica se ha conformado para proponer una metodología colaborativa y transdisciplinaria de extensión para facilitar la adaptación multisectorial a la variabilidad climática en el cantón La Cruz, Guanacaste, e implementarla como caso de estudio del proyecto “Fortalecimiento de la resiliencia multisectorial a la variabilidad climática en zonas vulnerables: el caso de La Cruz en la provincia Guanacaste, Costa Rica (VarClim)<sup>1</sup>”. El proyecto VarClim contribuyó a la práctica de la resiliencia a la variabilidad climática en sectores vulnerables de La Cruz; esto se logró utilizando un marco integrado de referencia y métodos participativos para facilitar que comunidades vulnerables mejoraran su organización, concientización y conocimiento sobre la necesidad de guiar los esfuerzos de adaptación usando información científico-técnica. A partir de insumos generados por proyectos anteriores en Guanacaste, se determinó la percepción de los principales usuarios del sector hídrico sobre la precisión y posibilidades del uso de pronósticos meteorológicos en esta provincia. Babcock et al. (2016) reportan que estos

1 <https://www.facebook.com/varclimcr>

actores tienen una percepción limitada de las causas de la variabilidad de la precipitación, así como diferencias importantes en cuanto a las opciones de manejo para adaptarse. Por lo tanto, VarClim organizó, colaborativamente con organizaciones rurales y gobierno local, un proceso de extensión basado en el aprendizaje horizontal de doble vía para la gestión del riesgo comunitario, abordando los vacíos y necesidades de conocimiento señalados.

## Variabilidad climática y su influencia en el desarrollo rural

La adaptación al clima es uno de los principales retos que enfrenta la humanidad en el Antropoceno. La gran actividad antrópica en la tierra ha generado un incremento desmedido de los gases de efecto invernadero que provocan impactos severos en los sistemas socioecológicos globales y de América Central (Erlandson y Braje, 2013). Asimismo, en algunas áreas de esta región la variabilidad climática representa un considerable reto para facilitar el desarrollo de las sociedades modernas y la sostenibilidad de los ecosistemas naturales. Costa Rica no es la excepción; específicamente la región Chorotega, que comprende los 11 cantones de la provincia Guanacaste y tres distritos de la provincia de Puntarenas ubicados en la Península de Nicoya, es un ejemplo de una región cuya sostenibilidad socioambiental es afectada recurrentemente por la variabilidad climática, el cambio climático y limitaciones en la gestión de recursos comunes.

Estudios recientes han logrado desarrollar una amplia base de datos e información que permiten comprender de mejor manera los mecanismos que determinan la variabilidad climática en esta región (Amador et al., 2016; Hidalgo et al., 2015; Maldonado et al., 2018). Además, de los factores relacionados con el flujo de energía (movimientos planetarios, tormentas solares y erupciones volcánicas), mecanismos naturales recurrentes como ENOS<sup>2</sup> pueden producir eventos extremos de importancia para la región, como sequías relacionadas a este fenómeno (Hidalgo et al., 2016; Pascale et al., 2021). Por otro lado, la interacción de factores como la temperatura oceánica, la intensidad de los vientos alisios, la intensidad de la corriente de chorro

2 Las siglas en inglés corresponden a ENSO: El Niño-Southern Oscillation. En español las siglas utilizadas son variables; en Costa Rica el Instituto Meteorológico Nacional ha adoptado ENOS (El Niño Oscilación del Sur).

del Caribe, la migración de la zona de interconvergencia tropical (ZCIT), la oscilación decenal del Pacífico (PDO), entre otros, explican los mecanismos de la variabilidad climática de Guanacaste (Maldonado et al., 2018).

A pesar de estos avances en el conocimiento, el uso de información científico-técnica para la toma de decisiones relacionadas con la adaptación a la variabilidad y el cambio climático permanece limitada. Por un lado, la interpretación de la información requiere de la familiarización con fenómenos atmosféricos que no son de dominio popular entre actores sociales, fuera de la academia. Pero, además, existe generalmente una percepción que las proyecciones y los pronósticos carecen de precisión. Incluso se ha identificado que los recursos de los que disponen los diferentes sectores productivos y sociales de la región Chorotega pueden limitar la capacidad de adaptación al clima (Babcock et al., 2016). Específicamente, sectores vulnerables y con menos recursos, como los pequeños productores agropecuarios y las asociaciones comunitarias administradoras de acueductos rurales (ASADAS), tienen una menor oportunidad de efectuar estrategias significativas de adaptación (Suárez et al., 2019). Asimismo, existen factores culturales y limitaciones en la gobernanza que restringen el uso de factores técnicos en la toma de decisiones de adaptación. Considerando el contexto descrito, un proyecto de extensión, colaborativo y transdisciplinario como VarClim tuvo por objetivo: “Fortalecer las capacidades multidimensionales locales para una mejor toma de decisiones de desarrollo local y la adaptación a la variabilidad climática en el cantón de La Cruz, Guanacaste, Costa Rica”.

En VarClim participaron activamente organizaciones de comunidades vulnerables, extensionistas, investigadores, representantes institucionales sectoriales, organizaciones civiles y representantes del sector privado, todos de La Cruz. El proyecto VarClim en concreto identificó las necesidades de información de los principales sectores vulnerables de la economía en La Cruz (i.e. pequeños y medianos empresarios del sector comunitario, turístico, pesquero, agropecuario e hídrico), para mejorar su comprensión de la variabilidad climática y la capacidad de implementar opciones de adaptación estratégicas de acuerdo con su contexto y recursos disponibles. A escala comunitaria, VarClim considera que la definición de “adaptación” comprende:

mantener –y preferiblemente mejorar– los estándares actuales de vida en consideración a los cambios en las tendencias del clima, la intensidad y frecuencia de los eventos hidrometeorológicos extremos que pueden afectar los modos de vida de las personas (van Aalst et al., 2008).

La Cruz no solamente es un cantón vulnerable en términos de desarrollo humano (Díaz Bolaños et al., 2019), sino también enfrenta una alta exposición a eventos hidrometeorológicos extremos como lo son las sequías y las inundaciones. La tormenta tropical Nate, en octubre de 2017, propició precipitaciones superiores a los 400 mm en La Cruz que saturaron el suelo y provocaron inundaciones que afectaron a 76 cantones del país (Alfaro et al., 2018). Los impactos de Nate golpearon severamente la zona costera, afectando viviendas, agricultura, pesca, centros educativos y sistemas de agua. La valoración del impacto económico de Nate es de \$3,449,685 dólares<sup>3</sup>, ante lo cual la Comisión Nacional de Prevención de Riesgos y Atención de Emergencias de Costa Rica (CNE) tuvo que presupuestar \$1,869,013 dólares para la reconstrucción de vías de comunicación terrestre (CNE, 2018).

Por otra parte, las sequías han propiciado la firma de decretos de emergencia para atender a poblaciones vulnerables, y una vez más es La Cruz el cantón recurrentemente identificado como parte de la población meta, en particular ante el reciente evento del 2014-2015 (CNE, 2015). Las comunidades costeras destacan entre las más afectadas por eventos extremos del clima. La capacidad de resiliencia es limitada, desde el punto de vista técnico para la gestión de emergencias, socioeconómico, organizativo e institucional. Ante los previsible eventos futuros se verán especialmente impactados los medios de vida de estas comunidades, dependientes en especial de las actividades pesquera, agrícola y turística (INDER, 2015; Moreno-Díaz y Alfaro, 2018; Moreno-Díaz et al., 2017). Por lo tanto, es necesario fortalecer las capacidades de la resiliencia multisectorial a la variabilidad climática en estas comunidades.

3 Se utiliza el tipo promedio de cambio del dólar a la venta del Banco Central de Costa Rica: 580.16 colones/dólar (<https://gee.bccr.fi.cr/indicadoreseconomicos/Cuadros/fmVerCatCuadro.aspx?idioma=1&CodCuadro=%20400>).

## Adaptación multisectorial a la variabilidad climática en contextos transfronterizos

La adaptación a la variabilidad climática se ha convertido en un tema frecuente de estudios académicos. Sin embargo, se ha abordado menormente en contextos transfronterizos, probablemente por el recurrente centralismo característico con que se conduce el desarrollo de los países de la región. Existen entonces diversos retos para el abordaje del tema en este contexto:

- i) La ubicación geográfica de los territorios transfronterizos influye negativamente en la cantidad de estudios dedicados a analizar la adaptación en estas regiones, principalmente por la enorme distancia de los centros de investigación ubicados casi siempre en zonas priorizadas por polos de desarrollo económico, como la Gran Área Metropolitana (GAM)<sup>4</sup> en Costa Rica. De hecho, los únicos dos centros de investigación y extensión del sistema nacional de universidades públicas de Costa Rica en Guanacaste pertenecen a la Universidad Nacional, y se encuentran ubicados en los cantones Liberia y Nicoya. Por su parte, La Cruz, cuyo municipio se ubica a 267 km de San José, capital de Costa Rica, cuenta con una menor disponibilidad de recintos de universidades públicas y, por tanto, con menos académicos que pueden desarrollar extensión o investigación en esta temática. De hecho, en La Cruz existe una escasa presencia de las universidades públicas y privadas, ya que en este territorio solamente se ha establecido un centro temporal y un recinto de la UNED (PEN, 2017).
- ii) La complejidad del abordaje de las temáticas transfronterizas, ya que se requiere una comprensión amplia de las dinámicas institucionales regionales, especialmente para definir los múltiples niveles de gobernanza y considerar sus interacciones (Morales Barragán, 2017). Por ejemplo, en el caso de estudio de La Cruz es necesario comprender la influencia de los actores sociales e institucionales nicaragüenses, así

4 Región de Costa Rica conformada por el área metropolitana central, donde convergen las provincias San José, Alajuela, Heredia y Cartago. Esta es la zona de Costa Rica con la mayor densidad demográfica del país y donde se ubican el poder Ejecutivo, Legislativo y Judicial, así como la industria y el mayor desarrollo económico.

como la cultura en el territorio costarricense y viceversa. La adaptación en el contexto transfronterizo, entonces, presenta también un reto relacionado con la falta de visión sobre las dinámicas transfronterizas.

- iii) La migración puede estar causada por un impacto ambiental relacionado a la variabilidad climática. Este tema se ha documentado ampliamente en todo el CSC, especialmente en relación con ENOS, sequías y tormentas tropicales. Por ejemplo, los resultados de la caracterización del CSC hacen evidente que una estrategia de adaptación ante la variabilidad puede constituirse por la circulación interna, específicamente desde áreas afectadas por sequía hacia áreas más húmedas del país, donde puede llevarse a cabo la actividad socioeconómica (Vega García, 2005). Las reubicaciones relacionadas con esta estrategia inclusive tienen como característica su recurrencia y periodicidad. Por ejemplo, en algunos países del CSC, como Guatemala, se presentan dinámicas de circulación hacia áreas con mayor resiliencia: cabezas de ganado que se trasladan del sur de Guatemala a fincas ganaderas del Petén, en el norte del país, para aprovechar la estacionalidad de las lluvias y la proximidad con el mercado de carne mexicano (Dittmar et al., 2022).

Asimismo, pueden gestarse procesos migratorios permanentes desde zonas recurrentemente afectadas por sequías o tormentas tropicales hacia otros países con menores afectaciones, o cuyas actividades económicas de alguna manera pueden desarrollarse rutinariamente a pesar de la variabilidad climática imperante. Esta migración permanente puede efectuarse dentro de los límites de los estados centroamericanos (interna) o de manera extrarregional (Vega García, 2005). Por ejemplo, el destino común migratorio de los países centroamericanos es Norteamérica, probablemente con la excepción de Nicaragua, que tiene como principal destino a Costa Rica (CEPAL, 2018). Además, Costa Rica es una ruta alternativa para el flujo de migrantes extrarregionales desde países del caribe como Cuba y Haití; pero también extracontinentales, con oleadas provenientes África y Asia que inician su travesía continental en Sudamérica.

- iv) Las políticas públicas regionales multisectoriales para el abordaje de la adaptación a la variabilidad climática y la facilitación del desarrollo territorial rural son limitadas. Los procesos de gestión de políticas públicas siguen elaborándose con un enfoque evidentemente nacional, con algunas excepciones impulsadas por el Sistema de Integración Centroamericana (SICA) a través de la Política Centroamericana de Gestión Integral de Riesgo de Desastres (PCGIR) y las estrategias sectoriales para la región en agroambiente y salud, cambio climático, desarrollo regional territorial y recurso hídrico (BIRF, 2019). Especialmente, al igual como se ha detallado en esfuerzos recientes que abordan el nexo energía-agua-seguridad alimentaria, es necesario un acoplamiento de estrategias que no sean contradictorias con políticas nacionales. Asimismo, se debe tener una visión de integralidad, en tanto que la gestión del riesgo es parte fundamental de los procesos de desarrollo territorial rural (BIRF, 2019).

## Resultados y discusión

### Consideraciones para el abordaje del caso de estudio de La Cruz, Guanacaste

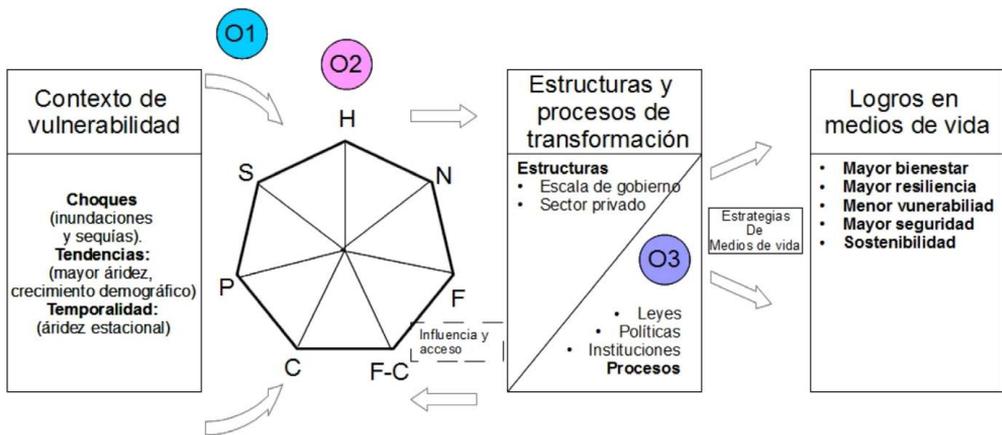
El proceso organizado por VarClim comprendió tres objetivos específicos que se sitúan en puntos clave de la interfaz del contexto de vulnerabilidad, la dotación de recursos de la comunidad y el marco de estructuras y procesos de gobernanza que determinan la resiliencia comunitaria a la variabilidad climática (figura 1). En este sentido, el abordaje transdisciplinario y multidimensional de VarClim pretende potenciar las oportunidades para fortalecer los procesos de desarrollo rural de La Cruz, así como potenciar medios de vida más sostenibles.

El abordaje se efectuó utilizando una combinación del marco de medios de vida sostenibles y capitales de la comunidad (Butler Flora y Flora, 2012; DFID, 2001). Ambos consideran que las comunidades y, por ende, los diferentes sectores que conforman el sistema socioecológico de los territorios

disponen de un conjunto de recursos para facilitar su desarrollo. Los recursos se clasifican en siete diferentes tipos, los cuales se agrupan en intangibles (i.e. humano, social, político y cultural) versus tangibles (i.e. natural, financiero, físico construido). La dotación de recursos, en conjunto con interacciones en un contexto de vulnerabilidad y las estructuras y procesos de la gobernanza de un determinado territorio, determina los resultados de un sistema socioecológico: en el caso de VarClim, la capacidad de adaptación a la vulnerabilidad climática (Nissan et al., 2019) (Figura 1).

**Figura 1.**

Marco teórico para la conceptualización de la línea base y los procesos de adaptación de pronósticos meteorológicos (O1), fortalecimiento de capacidades (O2) y fortalecimiento de la incidencia en políticas públicas y gobernanza (O3) en el proyecto VarClim



Nota: H: capital humano, N = capital natural, F = capital financiero, FC: capital físico construido, C = capital cultural, P = capital político, S = capital social.

Fuente: Basado en el marco de medios de vida sostenibles y capitales de la comunidad (Butler Flora y Flora, 2012; DFID, 2001).

El estado actual de las comunidades Cuajiniquil, El Jobo y Santa Cecilia es típico de zonas costeras y agropecuarias, fronterizas de la provincia Guanacaste. Estas enfrentan un contexto de vulnerabilidad importante que incluye afectaciones recurrentes por impactos de eventos extremos del clima (i.e.

sequías e inundaciones) (Alfaro y Pérez-Briceño, 2014; Hidalgo et al., 2019; Pérez-Briceño et al., 2016; Quesada-Hernández et al., 2019), afectaciones relacionadas con la temporalidad como la aridez estacional de al menos seis meses, típica de esta región, y tendencias como el incremento en la cantidad de recursos necesarios para combatir la aridez (Hidalgo et al., 2019; Hidalgo et al., 2013). Además, existen limitaciones en el marco político, institucional y de procesos que dificultan el establecimiento de una estrategia robusta para adaptarse al contexto ambiental descrito. Finalmente, el estado actual de los capitales comunitarios refleja un desbalance general, donde existen grandes dotaciones de capital natural; pero limitaciones importantes de capital físico construido y financiero. Más relevante, dentro de las comunidades existen inequidades intersectoriales entre la dotación de capitales que, aunadas a limitaciones en el capital social, restringen los recursos disponibles para la adaptación a la variabilidad climática.

En congruencia con la experiencia de los coautores de este artículo, recomendaciones para el fortalecimiento de capacidades y la filosofía de educación humanista de la Universidad Nacional y la Universidad de Costa Rica, se empleó un proceso participativo de educación vivencial, basado en principios de educación para adultos como estrategia de extensión universitaria. Esto permitió enfocar las dinámicas y esfuerzos de fortalecimiento de capacidades a las características y necesidades de los participantes locales. Además, se resalta que la metodología utilizó principios de investigación-acción participativa, al considerar la participación de la población local como indispensable para definir el problema a abordar. Se definió colaborativamente una currícula de aprendizaje contextualizada por los socios locales, misma que potenció su adaptación a la variabilidad climática y estructuró la organización del proceso en ciclos de aprendizaje donde se fomentaron la reflexión y adaptación de acuerdo con los resultados y necesidades experimentadas y compartidas. Esto implicó visualizar y priorizar que los resultados de VarClim, más allá de haber generado productos académicos (considerados complementarios), potenciaron las capacidades locales para adaptarse a la vulnerabilidad climática comunitaria que se evidencian en el fortalecimiento y organización de actividades colectivas de gestión del riesgo multisectorial (Nissan et al., 2019).

## Adaptación de pronósticos meteorológicos para la toma de decisiones de adaptación a la variabilidad climática

Esta labor consistió en dos tareas principales: i) un esfuerzo técnico para procesar los datos climatológicos y modelos existentes para ajustar la escala de los pronósticos meteorológicos y ii) un diálogo con los sectores beneficiarios del proyecto para comprender el uso actual de los pronósticos y oportunidades de mejora del formato y el contenido de estos para apoyar la toma de decisiones de adaptación a la variabilidad climática (Nissan et al., 2019).

Los pronósticos meteorológicos de tiempo atmosférico (*weather*) de menos de 10 días se adaptaron mediante el cambio de escala estadístico de los datos del modelo GFS (Global Forecasting System, <https://www.ncdc.noaa.gov/data-access/model-data/model-datasets/global-forecast-system-gfs>). Los 10 días corresponden a la limitación dada por la predictibilidad de la atmósfera, ya que los pronósticos de tiempo atmosférico, en contraste con los pronósticos subestacionales y estacionales, tienen la limitación de que al ser su implementación un problema de valor inicial, la predictibilidad decae rápidamente con el tiempo, debido a perturbaciones caóticas de la atmósfera. Los datos del GFS se transformaron de una escala gruesa a una fina mediante un método estadístico denominado Análogos Construidos Localizados (LOCA, siglas en inglés de Localized Constructed Analogs. Pierce y Cayan, 2016). Este método está basado en la idea original de los Análogos Construidos, de Hidalgo et al. (2008).

La fase de diálogo inició con un estudio de percepción sobre el uso actual de los pronósticos meteorológicos desarrollado mediante el uso de un sondeo basado en la metodología de diagnóstico rural participativo (Geilfus, 2002). El marco de muestreo se estableció en coordinación con los representantes comunales, teniendo en cuenta el interés local de reconocer las necesidades de información y dificultades para el uso de los pronósticos (Nissan et al., 2019). Se tomó en cuenta la participación de cada uno de los cuatro tipos de socios locales<sup>5</sup> en las comunidades Cuajiniquil, El Jobo y Santa Cecilia que conforman el estudio de caso: i) familias y organizacio-

5 Los cuatro tipos de actores considerados no necesariamente están presentes en todas las comunidades: las características del territorio obligan a que pymes pesqueras y turísticas se ubiquen en El Jobo y Cuajiniquil; mientras que las pymes agropecuarias se encuentran principalmente en Santa Cecilia.

nes comunitarias; ii) pymes turísticas; iii) pymes agropecuarias y pesqueras; y iv) organizaciones del sector hídrico. Cabe mencionar que el sondeo se desarrolló presencialmente en diciembre 2020, con restricciones sanitarias por la pandemia de COVID-19. Los resultados permitieron confirmar que las interacciones virtuales no eran viables por la falta de cobertura de internet y las limitaciones en alfabetización tecnológica. Además, se identificó a los Comités Comunales de Emergencias como organizaciones que estaban participando en procesos de gestión del riesgo que podían favorecer la sostenibilidad del proceso VarClim. Asimismo, el sondeo hizo evidente la necesidad de fortalecer elementos básicos sobre el clima en las comunidades. Esta información se utilizó para elaborar un primer taller de diálogo presencial en setiembre de 2021, sobre conceptos básicos del clima, llamado “Hablemos del clima en La Cruz” (Hidalgo et al., 2023). Este se llevó a cabo en Cuajiniquil con participación de habitantes de El Jobo y en Santa Cecilia. Posteriormente, en mayo de 2022 se realizó un segundo taller en el cual se conversó sobre los pronósticos del tiempo, clima y condiciones marinas y, cómo estos nos pueden ayudar a planear actividades durante el año. Este taller se basó en la retroalimentación recibida en las comunidades durante el primer taller para discutir información solicitada por la población local y practicar el acceso y la interpretación de diferentes pronósticos disponibles. Adicionalmente, se elaboró el curso “Clima en Guanacaste”, dentro de la iniciativa “Costa Rica aprende con la U Pública”, en mayo de 2022, con una duración de cuatro semanas y abierto a toda la población del país. Debido a la pandemia de COVID-19, se desarrolló también una estrategia de divulgación de estos resultados en redes sociales como Facebook, canal de YouTube y WhatsApp, para compartir información y experiencias referentes a iniciativas, talleres y demás actividades en el marco del proyecto VarClim. Dentro del material desarrollado hay videos divulgativos, pósteres, folletos, material educativo para los programas del ACG-SINAC e infografías. Este material está dirigido al público general e implicó un aprendizaje para los académicos y asistentes en cuanto al formato y lenguaje requeridos por las comunidades para utilizar la información científico-técnica.

## Fortalecimiento de las capacidades multisectoriales de adaptación

Se organizó colaborativamente un proceso participativo sobre gestión del riesgo con el fin de fortalecer las capacidades de adaptación de los sectores prioritarios de las comunidades (Nissan et al., 2019). La integración de información sobre variabilidad climática en los procesos de gestión comunitaria del riesgo implica un importante desafío, por cuanto la información científica agrega complejidad al proceso de gestión comunitaria. Sin embargo, el diagnóstico para definir la currícula de aprendizaje sobre gestión del riesgo utilizó técnicas de evaluación comunitaria del riesgo (CRA, por las siglas en inglés de Community Risk Assessment) (Davis et al., 2004). Este es un concepto genérico adoptado por el consorcio ProVention para abarcar métodos utilizados por diversas organizaciones que evalúan la vulnerabilidad y capacidad comunitaria de gestión del riesgo (van Aalst et al., 2008). Este enfoque permitió obtener mayor eficiencia e interés de los socios locales, ya que se construye participativamente desde el conocimiento y las necesidades locales. Se utilizó la información generada en el sondeo y técnicas participativas de aprendizaje y acción (i.e. mapas de gestión del riesgo, visitas de intercambio, reconstrucciones históricas y calendarios estacionales) para fortalecer las capacidades de gestión de información y organizacionales de los Comités Comunales de Emergencia de Cuajiniquil, El Jobo y Santa Cecilia (Bernard, 2011; van Aalst et al., 2008; Bautista-Solís et al., 2023b). El proceso inició con una fase de despliegue, donde el proceso de fortalecimiento se coordinó con actores locales como: Asociaciones de Desarrollo Integral, Comités Comunales de Emergencia, Líderes locales, Comité Cantonal de Emergencias La Cruz, Comité Cantonal de Coordinación Interinstitucional La Cruz (CCCI), Municipalidad de La Cruz, proyectos afines existentes y representantes de la CNE. El resultado de este esfuerzo evitó la duplicación de actividades, ya que existían otros dos proyectos trabajando en gestión del riesgo. Además, todas las personas consultadas manifestaron la necesidad de apoyar la organización local para que el proceso de gestión del riesgo fuera integrado e incluyera un abordaje más integral con actividades de educación, prevención y toma de decisiones de la población local. Los seis talleres relacionados con el fortalecimiento de la gestión comunitaria del riesgo iniciaron en septiembre

de 2021 y finalizaron en octubre de 2022; cabe mencionar que cada uno de estos talleres se efectuó en dos frentes: uno en Cuajiniquil y otro en Santa Cecilia (Bautista-Solís et al., 2023b). Los talleres permitieron fortalecer la organización y el cumplimiento de responsabilidades de los Comités Comunales de Emergencia; incluso, se apoyó la elaboración de los planes comunales de gestión del riesgo, logrando que visualizarán amenazas de variabilidad climática en el formato oficial de la CNE para estos documentos (Bautista-Solís et al., 2023b).

Posteriormente, entre las opciones de adaptación fueron tomadas en cuenta distintas opciones basadas en la naturaleza que han sido adaptadas en la Región Chorotega por el Centro Mesoamericano de Desarrollo Sostenible (CEMEDE-UNA) y el Centro de Recursos Hídricos para Centroamericano y el Caribe (Hidrocec-UNA), como la construcción de sistemas de captación y potabilización de agua (Bautista et al., 2020), biojardineras (humedales artificiales), la recarga gestionada de acuíferos; y otras promovidas por organizaciones regionales, como la restauración de manglares, biodigestores, uso de microorganismos eficientes e hidroponía, así como distintas obras de conservación de suelos y aguas. Asimismo, las opciones de adaptación incluyeron innovaciones sociales, principalmente el fortalecimiento de las capacidades organizacionales y de gestión de información de los Comités Comunales de Emergencia para favorecer alternativas sostenibles de las opciones tecnológicas tradicionales y fortalecer las capacidades socioorganizativas para la adecuada gestión del riesgo (Bautista-Solís et al., 2023b). Seguidamente, en junio de 2022 se organizaron dos talleres sobre opciones de adaptación basadas en la naturaleza que los socios locales priorizaron. Un taller fue efectuado en una gira de campo a la finca El Encanto, en Quebrada Grande, donde los participantes elaboraron biofermentos a partir de microorganismos de montaña para su utilización como biofertilizantes; y en noviembre de 2023 se desarrolló un taller práctico sobre hidroponía (Suárez Serrano et al., 2023). Los talleres fueron participativos e interactivos y lograron seguir construyendo con los insumos planteados en los talleres del clima y gestión del riesgo algunas capacidades para reconocer opciones de adaptación pertinentes para sus necesidades. Simultáneamente, se desarrolló en

el Liceo de Cuajiniquil un proceso de experimentación participativa basado en la construcción colaborativa de un sistema de captación y potabilización de agua de lluvia. Este inició en octubre de 2021 y finalizó en diciembre de 2022 (Bautista-Solís et al., 2023b). La experimentación participativa se llevó a cabo para atender una necesidad local: la seguridad hídrica de las personas evacuadas por eventos de inundación. Entre 300 y 600 personas se albergan en el gimnasio del Liceo de Cuajiniquil durante eventos severos de inundación; sin embargo, el servicio de agua potable usualmente se interrumpe por deslizamientos y otros problemas, complicando la salud de estas personas damnificadas. La construcción del sistema de captación de agua de lluvia fue posible por el apoyo incondicional de la junta administrativa y dirección del liceo, así como el trabajo de líderes locales como Manuel Alan y William Watson, que aportaron su tiempo, materiales y habilidades en construcción (Bautista-Solís et al., 2023b).

## **Fortalecimiento de la incidencia de políticas públicas regionales para el desarrollo local**

Los procesos de extensión anteriores se complementaron con la identificación de elementos de política pública, para incidir en los estilos de desarrollo locales y territoriales. En ese sentido, el trabajo con formas de acción colectiva, llámense asociaciones, cooperativas, cámaras empresariales, comités, consejos, etc., que funcionan a diferentes niveles locales, cantonales y regionales/territoriales, así como también instituciones públicas que ya han desarrollado mecanismos de incorporación de riesgo climático en los procesos de desarrollo local fue importante (Nissan et al., 2019). El cantón La Cruz se conceptualiza como una definición territorial que es parte de una región y está sujeto a políticas públicas de índole regional e índole nacional; por ello no se puede ver como un caso de estudio aislado de la dinámica de políticas externas a la zona de estudio.

El identificar estos espacios de organización a diferentes niveles (local, cantonal, regional y nacional), y socializar con ellos los componentes y productos del proyecto VarClim, permitió entonces pasar a una etapa de capacitación-acción, en la identificación de mecanismos de fortalecimiento

de las respectivas gobernanzas de cada nivel de acción. La gobernanza se entiende acá como un espacio que permite ordenar las relaciones entre diferentes actores, con intereses comúnmente contrapuestos pero que se ven afectados por la variabilidad y el cambio climático. Un buen sistema de gobernanza debe entonces “administrar” ese orden, solucionar o aminorar los conflictos, y promover una situación ganar-ganar para todos los actores sociales involucrados (Williamson, 2008). Adicionalmente, un buen sistema de gobernanza permite identificar aquellos elementos de políticas públicas, tanto económicas como sociales y ambientales, con el fin de incidir, desde diferentes niveles de acción colectiva, en el desarrollo de políticas públicas territoriales que incorporen la variabilidad climática.

El componente de políticas públicas de VarClim se desarrolló a una escala territorial, en comparación con los otros dos objetivos del proyecto que se organizaron a una escala local. Se generó una caja de herramientas compuesta por tres fases:

### **Fase 1. Se identificaron los elementos metodológicos del diseño de políticas públicas**

Se realizó una revisión y selección de políticas, programas, proyectos e instrumentos que tenían un enfoque hacia zonas rurales bajo vulnerabilidad climática. Esta primera clasificación se realizó de esta manera: a) Políticas productivas: agrícolas, turísticas y pesqueras, para un total de 19 políticas e instrumentos. b) Políticas climáticas: aquellas que tienen algún componente de cambio climático y/o variabilidad climática, para un total de 12 políticas e instrumentos. c) Políticas sociales: Además de revisar toda la política de desarrollo rural territorial, se revisaron las políticas de combate a la pobreza (7) y de salud (6). d) Otras políticas: Se revisaron las de enfoque educativo (3) y las de escala local (4).

Se construyeron tres bases de datos con el inventario de las políticas sociales, productivas y ambientales, y se prepararon tres borradores iniciales de sistematización analíticas del diseño de políticas públicas, separados en su dimensión social, ambiental y productiva. Posteriormente, se hizo una

nueva revisión y discriminación de políticas y se agregaron 17 políticas más a considerar.

Seguidamente, se seleccionaron las políticas públicas que realmente contenían suficiente información sobre los instrumentos, en cuanto a: vigencia, recursos y responsables. Finalmente, se cerró esta fase con la identificación de 63 formulaciones e instrumentos de políticas sobre ruralidad y vulnerabilidad climática (20 de enfoque social, 12 ambientales y 31 económicas). Sin embargo, al hacer un análisis sustantivo y procedimental de los instrumentos de políticas y sus recursos, se terminaron seleccionando 3 políticas con enfoque social, 9 ambientales y 4 de enfoque económico, para un total de 16 políticas públicas con algún nivel de funcionalidad.

## **Fase 2. Análisis de coherencia y pertinencia: entrevistas a gestores**

Para esta fase se analizó la coherencia y pertinencia entre lo que está escrito en los documentos seleccionados y la forma en que se ejecuta, se alcanzan logros y metas en las zonas de incidencia. Se realizó una primera base de datos de gestores de aquellos instrumentos que se seleccionaron en la fase 1, se realizaron algunas consultas exploratorias y se seleccionaron al final siete gestores de diferentes organismos públicos, quienes tienen a su cargo instrumentos funcionales de interés para el desarrollo rural. A todos se les entrevistó y se elaboró un primer documento de transcripción de entrevistas.

Posteriormente, se seleccionaron y se entrevistaron gestores de instituciones tales como Secretaría Ejecutiva de Planificación Sectorial Agropecuaria, Instituto de Desarrollo Rural, Servicio Nacional de Salud Animal, Instituto Meteorológico Nacional de Costa Rica, Dirección de Gestión de Calidad Ambiental, Dirección de Agua y Dirección de Cambio Climático de Costa Rica. A estas entrevistas se les aplicó un proceso de minería de texto sobre las respuestas que dieron los responsables de las políticas e instrumentos. El resultado de esta fase inicia con la siguiente nube de palabras generada (figura 2).



mecanismos pueden ser de origen social, ambiental y productivo; incluso, al mismo tiempo, algunos de ellos pueden estar relacionados con la finalidad de alcanzar un objetivo mutuo. En consecuencia, esta serie de mecanismos está impulsada y gestionada por instituciones públicas como el Ministerio de Ambiente y Energía (MINAE), ente rector de muchos de estos mecanismos, aunque otras instituciones cumplen también un rol importante para cumplir los objetivos de las políticas, como la CNE, Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG), Secretaría Ejecutiva de Planificación Sectorial Agropecuaria (SEPSA), Instituto de Desarrollo Rural (INDER), Ministerio de Planificación (Mideplan), entre otros. Un aspecto importante, resultado de las entrevistas, es que se ha priorizado la aplicación de algunas políticas debido a su importancia coyuntural, pero también para la maximización de recursos y resultados.

Las líneas de acción generadas por las políticas que más se reflejaron en las entrevistas a los gestores se relacionan con la variabilidad climática, y en la nube de palabras se muestran como “riesgo”, “emergencia”, “desastres”, “seguridad”, “salud”, entre otras. Otro aspecto que fue analizado por los gestores fue el de la importancia del manejo y gestión del recurso hídrico: un componente esencial para el desarrollo de múltiples usos humanos, y que genera vulnerabilidad e impactos ante el cambio climático, por lo que se proponen acciones de gestión y administración de estos recursos.

Es importante mencionar que los aspectos de disponibilidad de presupuesto y recursos humanos también surgieron como factores de dinamización en el desarrollo de políticas. Sin embargo, estos recursos han encarado ciertas limitaciones, debido a acciones como los recortes gubernamentales, ya sea por la regla fiscal u otras decisiones, que han reducido la capacidad financiera del Estado. También se resalta la importancia de aspectos como la “evaluación”, la “información” y los “resultados”, que son claves para la retroalimentación y modificación de las diferentes políticas analizadas.

### **Fase 3. Vínculo con actores sociales locales**

Para esta fase se organizaron dos talleres con dos grupos de actores sociales de las comunidades de Cuajiniquil y Santa Cecilia, ambas del cantón de La Cruz. Los talleres trataron sobre territorios, sus comunidades, su

desarrollo y políticas públicas, en un contexto de vulnerabilidad climática. Es importante indicar que en este taller se utilizó un lenguaje muy coloquial y en interacción con los participantes, para mantener su atención y no confundirlos con terminología muy técnica (Sáenz et al., 2023).

Cada taller se organizó en tres partes donde los participantes tuvieron interacción activa con el equipo de investigación y entre ellos. En la primera parte se realizó una presentación, interactiva con la audiencia, de los conceptos más importantes sobre los que se desarrolló este componente de políticas (Sáenz et al., 2023). En la segunda parte, los actores trabajaron en grupos para conversar sobre por qué ellos, o sus organizaciones, deberían interesarse en las políticas para su territorio, y posteriormente presentaron los resultados a los demás actores. En la tercera parte, dos de los estudiantes asistentes del proyecto buscaron con los participantes el documento titulado *Política de igualdad de género para el desarrollo inclusivo en el sector agropecuario, pesquero y rural costarricense 2020-2030*, utilizando sus celulares, con la finalidad de practicar la búsqueda y utilización de políticas relevantes para el desarrollo rural.

Finalmente, se abrió un espacio de consultas en el cual los participantes podían expresar sus dudas y retroalimentación sobre las temáticas o problemáticas que les gustaría ver incluidas dentro del proyecto. Los talleres tomaron aproximadamente de dos horas y media a tres horas, y en todo momento los académicos y estudiantes asistentes facilitaron el desarrollo de las actividades. Un resultado importante de estos talleres fue que una discusión de desarrollo, políticas y vulnerabilidad a nivel de comunidades en una zona rural es mejor entendida por los participantes si se facilita de una forma práctica y sencilla, en un contraste con su propia realidad. Llamó la atención que la mayoría de los participantes eran mujeres, las cuales identificaron retos en términos de seguridad, empleo, más presencia de un Estado efectivo y menos burocrático. Además, durante esta consulta los participantes del taller no identificaron a la vulnerabilidad climática como un problema.

## Principales logros y lecciones aprendidas

Los enfoques y estrategias utilizados para concebir el territorio e identificar los retos prioritarios para facilitar el desarrollo territorial rural y la extensión

universitaria están evolucionando. Cada vez es más importante contar con una visión multisectorial y multidimensional acorde con la complejidad de los territorios. Esto es evidente en comunidades situadas en zonas transfronterizas ubicadas en el Corredor Seco Centroamericano, incluyendo el cantón La Cruz, Guanacaste. Igualmente importante resulta la integración de equipos transdisciplinarios con la voluntad de asumir retos de importancia práctica para fortalecer la resiliencia comunitaria a la variabilidad climática.

La academia parece, poco a poco, comprender la urgencia de la sociedad para abordar retos particulares de los territorios que representan un desafío para el desarrollo rural. Este trabajo documentó la formulación de una iniciativa conjunta de la sociedad y la academia para abordar la complejidad de las zonas transfronterizas, incorporando información técnica a la toma de decisiones en la gestión del riesgo a la variabilidad climática. Se destaca el abordaje con una visión transfronteriza, la utilización de un marco referencial integrado-holístico y la priorización de métodos y técnicas de investigación participativas como tres elementos claves que potencian el éxito de esta iniciativa de extensión.

La investigación-acción fue el enfoque metodológico de referencia en VarClim (Bautista-Solís et al., 2023ab). Esto porque el conocimiento necesario para la adaptación multisectorial al clima tenía que ser organizado y contextualizado para utilizarse localmente. Además, cada proceso de VarClim se tomaba en cuenta para retroalimentar el siguiente evento, generando ciclos de aprendizaje que mejoraban la organización de los talleres y el proceso de extensión. El sondeo de línea base, la fase de despliegue del proyecto (coordinación con actores de campo y visitas a poblaciones y socios locales) y el mapeo de actores facilitaron la identificación de actores clave, la información climática de interés y las necesidades de fortalecimiento de capacidades. Se identificaron y desarrollaron cuatro ejes de fortalecimiento: 1) información climática, 2) gestión del riesgo, 3) soluciones basadas en la naturaleza y 4) políticas públicas. Cada unidad académica participante de VarClim se hizo responsable de un eje, y colaborativamente diseñó una estrategia de fortalecimiento (Bautista-Solís et al., 2023a).

El abordaje de VarClim priorizó la incorporación sustancial de los socios locales y sus necesidades (Bautista-Solís et al., 2023a). Si se toma como marco de referencia la escalera de participación de Geilfus (2002), iniciamos con un enfoque consultivo, pero a partir de la información proporcionada por los socios locales se construyeron colaborativamente nuevas agendas, actividades de aprendizaje, y experiencias. Por lo tanto, en ciertos momentos los socios locales planeaban y decidían actividades por ellos mismos, por lo que se garantizó una participación más autónoma, que en la literatura se describe como “interactiva” o “tendiente al autodesarrollo” (Geilfus, 2002).

El principal aporte del proyecto VarClim fue lograr que localmente se reconozca la necesidad de prepararse de manera anticipada para evitar las afectaciones del clima; consecuentemente, se fortaleció el capital humano de los socios locales (Bautista-Solís et al., 2023a). Además, las personas que participaron en el proceso de fortalecimiento de capacidades cuentan con diversas herramientas para acceder la información climática deseada y han establecido un canal de comunicación y apoyo (capital social) con los académicos participantes del proyecto, con otros expertos que participaron de los talleres y con amistades que establecieron con otros participantes de VarClim, residentes de poblaciones vecinas. El aprendizaje de todos los participantes incluyó aspectos sobre la caracterización climática, su variabilidad y cambio en el cantón. Para los escenarios de cambio climático, por ejemplo, Hidalgo, Alfaro y Pérez-Briceño (2021) mostraron que un futuro más seco y caliente será característico del clima del siglo XXI. La escorrentía se espera que se reduzca significativamente, siguiendo las tendencias meteorológicas. Algunos de los impactos más recurrentes históricamente en este cantón son las inundaciones, daños a viviendas, calles y cultivos; incluso se han registrado algunas muertes en la zona. Se espera que una aridez mayor estará presente en el futuro, afectando sistemas humanos y ambientales, por lo que desde ahora la sociedad debe prepararse para convivir con estas condiciones.

La principal técnica de fortalecimiento de capacidades fueron los talleres participativos presenciales, que en el horizonte de ejecución del proyecto significaron un reto, por las restricciones sanitarias de la pandemia de COVID-19 (Bautista-Solís et al., 2023a). Adicionalmente, el monitoreo se efectuaba en los

mismos talleres, de manera que los aprendizajes se validaron y compartieron con todos los participantes. Una segunda estrategia de fortalecimiento fue la experimentación colaborativa en soluciones basadas en la naturaleza (SbN); los actores más vinculados en este caso fueron el Liceo de Cuajiniquil (junta directiva y estudiantes), Comité Comunal de Emergencias de Cuajiniquil (CCE Cuajiniquil), Asociación de Desarrollo Integral de Cuajiniquil (ADI Cuajiniquil), la Municipalidad de La Cruz y líderes locales de Cuajiniquil y El Jobo. Cabe resaltar que los talleres también se diseñaron para favorecer la educación vivencial en otros temas donde participaron representantes de El Jobo y Santa Cecilia, como los cursos sobre hidroponía, elaboración de microorganismos eficientes y alfabetización digital. La participación de los socios locales fue esencial para VarClim: además de las organizaciones ya mencionadas se contó con el apoyo de representantes de la CNE, CCCI La Cruz, Consejo Municipal de La Cruz, Asociación de Mujeres de Santa Cecilia, ADI Santa Cecilia, Asociación de Pescadores de Cuajiniquil, Cámara de Turismo de Cuajiniquil y líderes locales, como Manuel Alan de Cuajiniquil y William Watson de El Jobo. La participación de todas estas personas y representantes de organizaciones facilitó la implementación de VarClim y el aprendizaje para mejorar la adaptación local al clima (Bautista-Solís et al., 2023ab).

Sobre el análisis de políticas, se puede concluir que el componente climático dentro de los instrumentos de política, en muchos de los casos, no tiene procesos de planificación adecuados ni potenciadores (e.g. funcionarios a cargo y presupuestos) que lleven las políticas a buen fin, y en muchos de los casos revisados las políticas presentan retrasos en su implementación o esta se produce de manera parcial. Es importante resaltar que el espacio funcional de las políticas públicas en las áreas de interés representa apenas el 25% de lo que originalmente se formuló. Así, se cuestiona el propósito de formular políticas por formularlas, para luego no actuar con claridad en cuanto a los recursos disponibles, las obligaciones y vínculos entre los actores público/privados involucrados y los objetivos y alcances de estas. Con base en lo anterior, se devela la ausencia de planificación y prevención a los cambios del entorno emergentes a lo largo del periodo de ejecución de cada una de estas políticas.

Debido a la pandemia de COVID-19, se desarrolló también una estrategia de comunicación en redes sociales (público general) y a través de repositorios académicos (público especializado) como Kímul (CONARE), Kérwá (UCR), ResearchGate y Academia (Bautista-Solís et al., 2023a). De hecho, CONARE incluso solicitó que esta estrategia apoyara los mensajes del Ministerio de Salud para el evitar el contagio de COVID-19. Las principales lecciones aprendidas se compartieron y documentaron en diversos materiales impresos y digitales que utilizan un lenguaje coloquial, no solo para una audiencia académica o técnica, haciendo accesible el conocimiento para la población en general. Esto se logró a través de la implementación de la estrategia de comunicación de VarClim, que invirtió un esfuerzo considerable en la preparación de videos, afiches y notas de diseminación para el canal de Facebook *VarClim Costa Rica*. Dentro del material divulgado, además de las publicaciones científicas, hay alrededor de seis videos divulgativos, pósteres, folletos, material educativo para los programas del ACG-SINAC y más de 49 infografías dirigidas a los socios locales (<https://www.facebook.com/varclimcr>). Dentro de la difusión de resultados, en actividades científicas y abiertas al público general, hubo más de 38 participaciones por parte de los académicos y cerca de ocho notas periodísticas en diferentes medios de prensa nacionales. Las actividades desarrolladas permitieron también la vinculación con más de ocho proyectos de extensión e investigación (Bautista-Solís et al., 2023a).

Para la audiencia académica o técnica se creó además una bitácora del proyecto en ResearchGate, donde están disponibles los artículos científicos producidos, algunos materiales de diseminación y próximamente se publicará el libro digital sobre la estrategia de fortalecimiento utilizada por VarClim (Bautista-Solís et al., 2023a). Con respecto a la producción académica, siguiendo el lineamiento de acceso abierto, actualmente hay más de 34 publicaciones revisadas por pares disponibles vinculadas a VarClim.

Por otro lado, la metodología de VarClim además de la ya ampliamente descrita relación entre extensión-investigación, facilitó de manera explícita la relación entre extensión y docencia (Bautista-Solís et al., 2023a). Todos los participantes académicos del proyecto dedicaron al menos 10 horas del

nombramiento a la docencia, y el bagaje de experiencias, productos y conocimiento desarrollado en VarClim se incorporó a la acción sustantiva de docencia. Por ejemplo, en el desarrollo del curso de estadística aplicada de la carrera de hidrología en la UNA, se revisa el concepto de *incertidumbre*; aunque esto se puede explicar con ejemplos numéricos, ahora se cuenta con un video que facilita a través de una historia cotidiana la familiarización con dicho concepto (Bautista-Solís et al., 2023a). Adicionalmente, el equipo del Centro de Investigaciones Geofísicas (CIGEFI-UCR) generó e impartió un curso abierto en el marco del programa “Costa Rica Aprende con la U pública”. Otro ejemplo es que en los cursos de Geografía de América Central y Geografía de América Latina se han empleado los materiales de divulgación de VarClim para explicar la dinámica climática regional, ya que quienes matriculan estos cursos pertenecen a cualquier plan de estudios de la Universidad de Costa Rica y se pueden encontrar en cualquier nivel de académico, lo que ha facilitado la comprensión de dinámicas tan complejas para personas ajenas al plan de estudios de Geografía. Adicionalmente, el desarrollo de VarClim se logró incorporando como asistentes a 31 estudiantes de muy diversas disciplinas. Aparte del trabajo efectuado en el proyecto, los estudiantes asistentes desarrollaron un trabajo final de graduación de nivel de licenciatura y una práctica profesional supervisada de bachillerato (Bautista-Solís et al., 2023a).

El desarrollo colaborativo de VarClim permitió contribuir al objetivo planteado en el eje de extensión y acción social de PLANES 2016-2020 (Bautista-Solís et al., 2023a). Esto porque VarClim priorizó la construcción colaborativa de aprendizajes para la adaptación a la variabilidad climática. Específicamente, se articuló y construyó a partir de lo local, pero no solamente tomando en cuenta a las organizaciones que representaban a los sectores productivos de interés, sino también considerando la institucionalidad relacionada con el desarrollo rural y la gestión del riesgo a diversas escalas. Esto debe permitir que los impactos trasciendan la vigencia de VarClim y que más bien sean potenciados por otras iniciativas. Por otro lado, a lo interno VarClim permitió contar con presupuesto para facilitar el trabajo transdisciplinario de centros de investigación consolidados como el CIGEFI-UCR o el Centro Internacional de Política Económica (CINPE-UNA), con unidades

académicas con gran potencial de desarrollo como CEMEDE-UNA e Hidrocec-UNA. Solo el hecho de reconocer esta alianza y visualizar el trabajo efectuado en VarClim abre las puertas para identificar otros socios potenciales (incluso en el extranjero), y planear una segunda fase del proyecto a la cual se le está buscando financiamiento (Bautista-Solís et al., 2023a).

El principal reto de VarClim fue desarrollar un proyecto de extensión y acción social en un contexto de pandemia (Bautista-Solís et al., 2023a). Esto porque se impusieron numerosas restricciones a las actividades presenciales, y en las poblaciones rurales de VarClim no hay buena conectividad; además, la alfabetización tecnológica es baja. A lo interno del proyecto, en la planeación de actividades, este reto no afectó tanto, porque se desarrollaron talleres internos sin complicación y se pudieron desarrollar la metodología y coordinación de trabajo necesarias. Sin embargo, para desarrollar el fortalecimiento de capacidades la pandemia sí limitó inicialmente, ya que incluso se llegaron a prohibir completamente las reuniones grupales presenciales en La Cruz. Afortunadamente, poco a poco se elaboraron los protocolos sanitarios, se avanzó con la vacunación y se terminó con un excelente proceso de extensión. Además, la óptima disposición del equipo VarClim para ir a campo y desarrollar la encuesta, así como los talleres presenciales, en estas condiciones fueron la respuesta para poder cumplir con los objetivos planteados.

Otro reto técnico notable fue involucrar la participación de los diversos sectores socioproduktivos considerados en la formulación de VarClim (Bautista-Solís et al., 2023a). Algunos sectores –como el hídrico, por ejemplo– participaron más de las actividades de investigación, pero no se involucraron tanto en la extensión. Otros sectores, como el pesquero, participaron esporádicamente del proceso de extensión; esto porque los pescadores, especialmente los pequeños, requieren dedicar mayor tiempo a su oficio. De hecho, la pesca en muchas ocasiones se desarrolla durante semanas completas o por las noches, lo que cercena el tiempo disponible para otras actividades. Para atender esto, se insistió con mucha anticipación en la invitación a eventos, comunicando por diversas vías y siempre consultando con los socios locales fechas y horas para el desarrollo de actividades. Finalmente, un aprendizaje clave de VarClim es que facilitar la adaptación a la variabilidad climática

multisectorial es una tarea compleja, y requiere mucho más que pronósticos climáticos. Más bien se deben generar opciones de decisiones y respuestas probadas para cada sector, lo que conlleva una inversión considerable de recursos que no se tenían disponibles en VarClim. El equipo está intentando conseguir recursos adicionales para una segunda fase de VarClim en la que se atenderá esto.

## Conclusiones y recomendaciones

A pesar de las restricciones sanitarias por la pandemia de COVID-19, se logró desarrollar el proceso transdisciplinario de extensión universitaria de VarClim.

El trabajo interuniversitario y transdisciplinario requiere un esfuerzo considerable en la integración del equipo de trabajo y el análisis de la metodología de extensión-investigación. Esto representa un replanteamiento de las prioridades y alcances que los académicos depositan en los proyectos. En este caso, se evolucionó del paradigma tradicional académico para priorizar y trabajar en la atención de las necesidades locales.

El éxito en la facilidad para organizar los proyectos de extensión depende mucho del capital social de los participantes en el proyecto –aquí se incluye, por supuesto, a los socios locales, autoridades e institucionalidad local–. Es necesario invertir tiempo para presentar los proyectos ante autoridades, líderes comunales, ONG, proyectos existentes e instituciones, incluso antes de que inicie el proyecto, construyendo a partir de vínculos con experiencias previas en la región.

Los socios locales de zonas fronterizas rurales prefieren las actividades presenciales. La interacción de todos los actores interesados en VarClim, tan provechosa para su capital humano, se potencia en actividades presenciales. Asimismo, esto cambia la sensibilidad social de los participantes académicos y los hace más conscientes de los retos para el desarrollo rural y la adaptación a la variabilidad climática y el cambio climático.

La flexibilización de las medidas sanitarias y la aprobación de los protocolos sanitarios en las universidades facilitaron la organización de actividades

presenciales en el segundo semestre de 2021. Esto permitió avanzar en el fortalecimiento de capacidades y estrechar la relación de los socios locales con los académicos. En síntesis, la superación del gran choque que representó la pandemia de COVID-19 se facilitó por ajustes en procesos externos a una escala nacional, regional y local. Esto denota la importancia de las políticas públicas para el desarrollo rural en zonas fronterizas.

El esfuerzo de todo el equipo VarClim y la inversión en asistentes facilitó una buena producción comunicativa con la población local. VarClim incidió positivamente en la generación de información climática para los pobladores de La Cruz y su acceso para los diferentes sectores socioproductivos.

Llevar una discusión de desarrollo, políticas y vulnerabilidad a escala local, en una zona rural transfronteriza, dejó la experiencia de que estos temas son entendidos por los participantes si se presentan de una forma práctica y sencilla, en un contraste con su propia realidad.

El impacto en la adaptación local a la variabilidad climática requiere de procesos a mediano y largo plazo. Por lo tanto, se sugiere continuar el trabajo de VarClim en una segunda fase.

## Referencias

- Alfaro, E. J., Hidalgo, H. G., Maldonado, T., Pérez-Briceño, P. M. y Mora, N. P. (2018). A tri-dimensional approach to climate sciences. *Caribbean Quarterly*, 64(1), 26-56. <https://doi.org/10.1080/00086495.2018.1435333>
- Alfaro, E. y Pérez-Briceño, P. M. (2014). Análisis del impacto de fenómenos meteorológicos en Costa Rica, América Central, originados en los mares circundantes. *Revista de Climatología*, 14, 1-11. <https://www.kerwa.ucr.ac.cr/handle/10669/13757>
- Amador, J. A., Rivera, E. R., Durán-Quesada, A. M., Mora, G., Sáenz, F., Calderón, B. y Mora, N. (2016). The easternmost tropical Pacific. Part I: A climate review. *Revista de Biología Tropical*, 64(1), 1. <https://doi.org/10.15517/rbt.v64i1.23407>
- Asamblea Legislativa. (2006). Ley Nacional de Emergencias y Prevención del Riesgo No. 8488. *La Gaceta* (8), 2-7. <https://www.cne.go.cr/acerca/normatica/Ley%20Nacional%20de%20Emergencias%20y%20Prevencion%20de%20Riesgo.pdf>

- Asamblea Legislativa (2012). Ley No. 9036 que Transforma el Instituto de Desarrollo Agrario (IDA) en el Instituto de Desarrollo Rural (INDER) y Crea Secretaría Técnica de Desarrollo Rural. *La Gaceta* (103), 2-19.  
[https://www.inder.go.cr/acerca\\_del\\_inder/leyes\\_reglamentos/doc/leyes/Ley9036-Transformacion-IDA-INDER.pdf](https://www.inder.go.cr/acerca_del_inder/leyes_reglamentos/doc/leyes/Ley9036-Transformacion-IDA-INDER.pdf)
- Babcock, M., Wong-Parodi, G., Small, M. J. y Grossmann, I. (2016). Stakeholder perceptions of water systems and hydro-climate information in Guanacaste, Costa Rica. *Earth Perspectives*, 3(1), 3.  
<https://doi.org/10.1186/s40322-016-0035-x>
- Bautista Solís, P., Ramírez, J. Cr., Hidalgo, H., Alfaro, E., Pérez, P., Arias, M., Suárez, A., Golcher, C., Moreno, M. y Sáenz, F. (2023a). *Informe final del proyecto VarClim*. Universidad Nacional - Universidad de Costa Rica.
- Bautista Solís, P., Castillo Arias, R. C., Beita Mora, S., Barrios Salas, F. y Ramírez Brenes, J. C. (2023b). Organización para la adaptación local a la variabilidad climática en poblados transfronterizos del cantón La Cruz, Guanacaste, Costa Rica [manuscrito en preparación]. Experiencias para facilitar la adaptación local a la variabilidad climática en poblaciones de la frontera Costa Rica-Nicaragua. Universidad Nacional - Universidad de Quintana Roo.
- Bautista-Solís, P., Gómez Solís, W., Salinas Acosta, A., ... Duarte Vallejos, J. (2020). Caracterización de los sistemas de captación de agua de los cantones de Hojancha y Nicoya, en Guanacaste, Costa Rica. En Picón-Cruz, J. C. (Coord.). *Clima, agua y producción sostenible: Aportes desde la acción académica CEMEDE-Hidrocec*.  
[https://www.researchgate.net/publication/344479627\\_Caracterizacion\\_de\\_los\\_sistemas\\_de\\_captacion\\_de\\_agua\\_de\\_los\\_cantones\\_de\\_Hojancha\\_y\\_Nicoya\\_en\\_Guanacaste\\_Costa\\_Rica](https://www.researchgate.net/publication/344479627_Caracterizacion_de_los_sistemas_de_captacion_de_agua_de_los_cantones_de_Hojancha_y_Nicoya_en_Guanacaste_Costa_Rica)
- Bautista-Solís, P., Stefan, C., Alfaro, C., Bonilla Valverde, J. y Suárez Serrano, A. (2019). Beyond demand-driven adaptation: A governance perspective for MAR implementation in Guanacaste, Costa Rica. *International Symposium on Managed Aquifer Recharge* (ISMAR 10), Madrid.
- Bernard, H. R. (2011). *Research methods in anthropology: Qualitative and quantitative approaches* (5th ed.). AltaMira Press.
- Berrang-Ford, L., Ford, J. D. y Paterson, J. (2011). Are we adapting to climate change? *Global Environmental Change*, 21(1), 25-33.  
<https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2010.09.012>
- Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento (BIRF). (2019). *Hacia una Centroamérica más resiliente: Pilares para la acción*. Banco Mundial.  
<http://pubdocs.worldbank.org/en/400661571072914189/pdf/Hacia-una-Centroamerica-mas-Resiliente.pdf#page=129>

- Butler Flora, C. y Flora, J. L. (2012). *Rural communities: Legacy and change* (4th ed.). Westview Press.
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). (2018). *Atlas de la migración en los países del norte de Centroamérica*. FAO.  
[https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/44292/S1801072\\_es.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/44292/S1801072_es.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Centro de Investigación en Ciencias del Mar y Limnología (CIMAR-UCR). (2020). Pronósticos locales de oleaje y viento. *Módulo de información oceanográfica*.  
<http://www.miocimar.ucr.ac.cr>
- Comisión Nacional de Prevención de Riesgos y Atención de Emergencias (CNE). (2015). *Plan general de la emergencia por sequía según decreto ejecutivo N° 38642-MP-MAG, publicado en La Gaceta N° 195, del viernes 10 de octubre del 2014*.
- Comisión Nacional de Prevención de Riesgos y Atención de Emergencias (CNE). (2018). *Plan General de Emergencia ante la Situación Provocada por la Tormenta Tropical Nate. Decreto de Emergencia n°40677, 23*.  
<https://www.cne.go.cr/recuperacion/declaratoria/planes/Plan%20General%20de%20la%20Emergencia%2040677.pdf>
- Davis, I., Haghebaert, B. y Peppiatt, D. (2004). Discussion paper and workshop report: Social vulnerability and capacity analysis workshop.  
<https://pdfs.semanticscholar.org/2641/1149e816d87827b34f1e411099a7e-9ceb38f.pdf>
- Department for International Development (DFID). (2001). *Sustainable livelihoods guidance sheets*. Reino Unido.  
<http://www.livelihoodscentre.org/documents/20720/100145/Sustainable+livelihoods+guidance+sheets/8f35b59f-8207-43fc-8b99-df75d3000e86>
- Díaz Bolaños, R. E. (2019). El Corredor Seco Centroamericano en perspectiva histórica. *Anuario de Estudios Centroamericanos*, 45, 297-322.  
<https://doi.org/https://doi.org/10.15517/aeca.v45i0.40697>
- Dittmar, V., Asmann, P., Soberanes, R., Montoya, H., Papadovassilakis, A., Previde, S., Aizpurua, A. y Radwin, M. (2022). *Contrabando de ganado en Centroamérica y México: Destrucción ambiental, crimen organizado y violencia*. InSight Crime.  
<https://insightcrime.org/wp-content/uploads/2022/05/Trafico-de-ganado-en-Centroamerica-y-Mexico-InSight-Crime-May-2022.pdf>
- Erlandson, J. M. y Braje, T. J. (2013). Archeology and the anthropocene. *Anthropocene*, 4, 1-7. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ancene.2014.05.003>

- García-Solera, I. y Ramírez, P. (2012). *Central America's seasonal climate outlook forum*. The climate services partnership.  
[http://www.climate-services.org/wp-content/uploads/2015/09/CRRH\\_Case\\_Study.pdf](http://www.climate-services.org/wp-content/uploads/2015/09/CRRH_Case_Study.pdf)
- Geilfus, F. (2002). *Ochenta herramientas para el desarrollo participativo: diagnóstico, planificación, monitoreo, evaluación*. IICA.  
<http://ejoventut.gencat.cat/permalink/aac2bb0c-2a0c-11e4-bcfe-005056924a59>
- Gottlieb, Y. y García-Girón, J. D. (2020). The role of land use conversion in shaping the land cover of the Central American Dry Corridor. *Land Use Policy*, 94, 104351.  
<https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2019.104351>
- Gottlieb, Y., Pérez-Briceño, P. M., Hidalgo, H. G. y Alfaro, E. J. (2019). The Central American Dry Corridor: A consensus statement and its background. *Revista Mesoamericana de Biodiversidad y Cambio Climático*, 3(5), 42-51.  
[https://www.researchgate.net/profile/Hugo\\_Hidalgo/publication/331607945\\_The\\_Central\\_American\\_Dry\\_Corridor\\_a\\_consensus\\_statement\\_and\\_its\\_background/links/5c82c532299bf1268d48601b/The-Central-American-Dry-Corridor-a-consensus-statement-and-its-background.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Hugo_Hidalgo/publication/331607945_The_Central_American_Dry_Corridor_a_consensus_statement_and_its_background/links/5c82c532299bf1268d48601b/The-Central-American-Dry-Corridor-a-consensus-statement-and-its-background.pdf)
- Guevara-Murua, A., Williams, C. A., Hendy, E. J. e Imbach, P. (2018). 300 years of hydrological records and societal responses to droughts and floods on the Pacific coast of Central America. *Climate of the Past*, 14(2), 175-191.  
<https://doi.org/10.5194/cp-14-175-2018>
- Hidalgo León, H., Alfaro Martínez, E., Pérez Briceño, P. M. y Arias-Ureña, M. Hablemos del clima en La Cruz (2023). Organización para la adaptación local a la variabilidad climática en poblados transfronterizos del cantón La Cruz, Guanacaste, Costa Rica [Manuscrito en preparación]. Experiencias para facilitar la adaptación local a la variabilidad climática en poblaciones de la frontera Costa Rica-Nicaragua. Universidad Nacional - Universidad de Quintana Roo.
- Hidalgo, H. G., Alfaro, E. J. y Pérez-Briceño, P. M. (2021). Cambios climáticos proyectados de modelos CMIP5 en La Cruz, Guanacaste, Costa Rica. *Revista de Biología Tropical*, 69(suppl. 2), S60-S73.  
<https://doi.org/10.15517/rbt.v69iS2.48307>
- Hidalgo, H. G., Alfaro, E. J., Amador, J. A. y Bastidas, Á. (2019). Precursors of quasi-decadal dry-spells in the Central America Dry Corridor. *Climate Dynamics*.  
<https://doi.org/10.1007/s00382-019-04638-y>
- Hidalgo, H. G., Alfaro, E. J. y Quesada-Montano, B. (2017). Observed (1970-1999) climate variability in Central America using a high-resolution meteorological dataset with implication to climate change studies. *Climatic Change*, 141(1), 13-28.  
<https://doi.org/10.1007/s10584-016-1786-y>

- Hidalgo, H. G., Alfaro, E. J., Mora, N. P., Durán Quesada, A. M., Amador, J. A. y Muñoz, A. G. (2016). La sequía en Guanacaste: ¿qué tan grande es?. *Ojo al Clima*.  
<https://ojoalclima.com/la-sequia-guanacaste-tan-grande/>
- Hidalgo, H. G., Amador, J. A., Alfaro, E. J. y Quesada, B. (2013). Hydrological climate change projections for Central America. *Journal of Hydrology*, 495, 94-112.  
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2013.05.004>
- Hidalgo, H. G., Dettinger, M. D. y Cayan, D. R. (2008). *Downscaling with constructed analogues: daily precipitation and temperature fields over the United States*.  
<http://www.kerwa.ucr.ac.cr/handle/10669/29838>
- Hidalgo, H. G., Durán-Quesada, A. M., Amador, J. A. y Alfaro, E. J. (2015). The Caribbean low-level jet, the inter-tropical convergence zone and precipitation patterns in the intra-Americas sea: a proposed dynamical mechanism. *Geografiska Annaler: Series A, Physical Geography*, 97(1), 41-59.  
<https://doi.org/10.1111/geoa.12085>
- Igox (2020). Nautide: tabla de mareas y predicción de pesca. Versión 2.4.98. España.  
<https://tablademareas.com/cr/costa-oceano-pacifico/guanacaste>
- Instituto Meteorológico Nacional (IMN). (2020a). Informe marzo 2020. Fase actual: neutra. *Boletín ENOS*, marzo 2020, 2.  
<https://www.imn.ac.cr/documents/10179/486374/%23129>
- Instituto Meteorológico Nacional (IMN). (2020b). Tablas de mareas. San José, CR.  
<https://www.imn.ac.cr/tablas-de-mareas>
- Instituto de Desarrollo Rural (INDER). (2015). *Plan de Desarrollo Rural Territorial Liberia-La Cruz 2015-2020*.  
<https://www.inder.go.cr/liberia-la-cruz/PTDR-Liberia-La-Cruz.pdf>
- Maldonado, T., Alfaro, E. J. e Hidalgo, H. G. (2018). A review of the main drivers and variability of Central America's climate and seasonal forecast systems. *Revista de Biología Tropical*, 66(1-1), 153.  
<https://doi.org/10.15517/rbt.v66i1.33294>
- Ministerio de Ambiente y Energía (MINAE), Instituto Meteorológico Nacional (IMN) y Corporación Nacional Arrocera (Conarroz). (2019). Período de las condiciones de la semana del 23 al 29 de setiembre [2019]. *Boletín Agroclimático Arroz*, 1(1), 6.  
<https://www.imn.ac.cr/documents/10179/480683/BAC+-+01-10-2019+-+Volumen+1+-+Nº%201>
- Ministerio de Ambiente y Energía (MINAE), Instituto Meteorológico Nacional (IMN) y Liga Agrícola Industrial de la Caña de Azúcar (LAICA). (2019). Perspectiva del inicio de la época lluviosa. *Boletín Agroclimático para Caña de Azúcar*, 1(1), 3.  
<https://www.imn.ac.cr/documents/10179/473622/BAC+-+01-04-2019+-+Volumen+1+-+Nº%201>

- Morales Barragán, F. (2017). Escalas territoriales y gobernanza transfronteriza. En: Soto Acosta, W. y Ramírez Brenes, J. C. (eds.). *Territorios y espacios transfronterizos: una visión desde Centroamérica*. Escuela de Relaciones Internacionales, UNA.  
<https://www.repositorio.una.ac.cr/bitstream/handle/11056/13509/Territorios%20y%20espacios%20transfronterizos.pdf?sequence=2&isAllowed=y>
- Morataya-Montenegro, R. y Bautista-Solís, P. (2020). Water Governance and Adaptation to Drought in Guanacaste, Costa Rica. En: de Oliveira, E., Sandoval, S., de Albuquerque, V. y Ortiz, J. P. (eds.). *Integrated Water Resource Management. Cases from Africa, Asia, Australia, Latin America and USA*, 85-99.  
[https://doi.org/10.1007/978-3-030-16565-9\\_8](https://doi.org/10.1007/978-3-030-16565-9_8)
- Moreno-Díaz, M. L. y Alfaro, E. J. (2018). Valoración socioeconómica del impacto de la variabilidad climática sobre la pesca artesanal en Costa Rica. *Uniciencia*, 32, 18-31.  
[http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2215-34702018000100018&nrm=iso](http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2215-34702018000100018&nrm=iso)
- Moreno-Díaz, M. L., Moya, R. y Alfaro, E. J. (2017). Actividades socioeconómicas que emplean recursos naturales de la zona marítimo-terrestre y marina en Costa Rica y su relación con la variabilidad climática. *Revista de Política Económica de la Universidad Nacional*, 2(2), 1-23.  
<https://doi.org/http://dx.doi.org/10.15359/peds.2-2.1>
- Nissan, H., Goddard, L., de Pérez, E. C., Furlow, J., Baethgen, W., Thomson, M. C. y Mason, S. J. (2019). On the use and misuse of climate change projections in international development. *WIREs Climate Change*, 10(3), e579.  
<https://doi.org/10.1002/wcc.579>
- Ogallo, L., Bessemoulin, P., Ceron, J.-P., Mason, S. y Connor, S. J. (2008). Adapting to climate variability and change: the Climate Outlook Forum process. *Bulletin of the World Meteorological Organization*, 57(2), 93-102.  
<https://public.wmo.int/en/bulletin/adapting-climate-variability-and-change-climate-outlook-forum-process>
- Ogallo, L., Boulahya, M. S. y Keane, T. (2000). Applications of seasonal to interannual climate prediction in agricultural planning and operations. *Agricultural and Forest Meteorology*, 103(1), 159-166.  
[https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0168-1923\(00\)00109-X](https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0168-1923(00)00109-X)
- Organización del Sector Pesquero y Acuícola del Istmo Centroamericano (OSPESCA) y Sistema de Integración Centroamericana (SICA) (2019). *Clima Pesca. Nota informativa*, 6(17), 1-20.  
[https://www.sica.int/documentos/clima-pesca-nota-informativa-6-36\\_1\\_119806.html](https://www.sica.int/documentos/clima-pesca-nota-informativa-6-36_1_119806.html)

- Monge-Hernández, C., Méndez-Garita, N. I. y González-Moreno, M. (2021). Barreras para la institucionalización de la extensión universitaria: Experiencia de la Universidad Nacional, Costa Rica. *Educare*, 25(1), 393-416.  
<https://doi.org/10.15359/ree.25-1.21>
- Ortiz-Riaga, M. C. y Morales-Rubiano, M. E. (2011). La extensión universitaria en América Latina: Concepciones y tendencias. *Educación y Educadores*, 14(2), 349-366.  
<https://educacionyeducadores.unisabana.edu.co/index.php/eye/article/view/1928>
- Pascale, S., Kapnick, S. B., Delworth, T. L., Hidalgo, H. G. y Cooke, W. F. (2021). Natural variability vs forced signal in the 2015-2019 Central American drought. *Climatic Change*, 168(3), 16.  
<https://doi.org/10.1007/s10584-021-03228-4>
- Programa Estado de la Nación (PEN). (2017). *Sexto Informe Estado de la Educación Costarricense*. CONARE.  
<https://www.estadonacion.or.cr/educacion2017/assets/ee6-informe-completo.pdf>
- Pérez-Briceño, P. M., Alfaro, E. J., Hidalgo, H. G. y Jiménez, F. (2016). Distribución espacial de impactos de eventos hidrometeorológicos en América Central. *Revista de Climatología*, 16, 63-75.  
<http://hdl.handle.net/10669/74079>
- Pierce, D. W. y Cayan, D. R. (2016, 2016/07/01). Downscaling humidity with Localized Constructed Analogs (LOCA) over the conterminous United States. *Climate Dynamics*, 47(1), 411-431.  
<https://doi.org/10.1007/s00382-015-2845-1>
- Quesada-Hernández, L. E., Calvo-Solano, O. D., Hidalgo, H. G., Pérez-Briceño, P. M. y Alfaro, E. J. (2019). Dynamical delimitation of the Central American Dry Corridor (CADC) using drought indices and aridity values. *Progress in Physical Geography: Earth and Environment*, 0(0), 1-16.  
<https://doi.org/https://doi.org/10.1177/0309133319860224>
- Retana, J. A. (2012). *Análisis del riesgo futuro del sector hídrico de Costa Rica ante el cambio climático*. MINAET/IMN/PNUD.  
[https://www.climate-expert.org/fileadmin/user\\_upload/PDF/Costa\\_Rica/riesgo\\_futuro.pdf](https://www.climate-expert.org/fileadmin/user_upload/PDF/Costa_Rica/riesgo_futuro.pdf)
- Retana, J. A. (2013). Un sistema de alerta temprana de sequías basado en el fenómeno El Niño: en ruta hacia la adaptación del sector agropecuario ante el cambio climático. *Tópicos Meteorológicos y Oceanográficos*, 13(2), 5-17.
- Retana, J. A., Alvarado, L., Araya, C., Sanabria, N., Solano, J., Solera, M. y Alfaro, M. (2012). Caracterización del Corredor Seco en Costa Rica. *Tópicos Meteorológicos y Oceanográficos*, 11(1), 18-29.

- Srinivasan, G., Rafisura, K. M. y Subbiah, A. R. (2011). Climate information requirements for community-level risk management and adaptation. *Climate Research*, 47(1), 5-12.  
<https://doi.org/10.3354/cr00962>
- Sáenz Segura, F., Moreno Díaz, M. L., Castro-Fallas, J. M., Vargas Vargas, G., Mora Salas, W. L. y Núñez Víquez, J. A. Clima, territorio, comunidad, y políticas públicas [manuscrito en preparación] (2023). Experiencias para facilitar la adaptación local a la variabilidad climática en poblaciones de la frontera Costa Rica-Nicaragua. Universidad Nacional - Universidad de Quintana Roo.
- Suárez Serrano, A., Golcher Benavides, C., Osegueda Meléndez, C. y Mejicano, M. F. Soluciones basadas en la naturaleza (SbN) [manuscrito en preparación] (2023). Experiencias para facilitar la adaptación local a la variabilidad climática en poblaciones de la frontera Costa Rica-Nicaragua. Universidad Nacional - Universidad de Quintana Roo.
- Suárez-Serrano, A., Baldioceda-Garro, A., Durán-Sanabria, G., Rojas-Conejo, J., Rojas-Cantillano, D. y Guillén-Watson, A. (2019). Seguridad hídrica: gestión del agua en comunidades rurales del Pacífico Norte de Costa Rica. *Revista de Ciencias Ambientales*, 53(2), 25-46.  
<https://dx.doi.org/10.15359/rca.53-2.2>
- Tommasino, H. y Cano, A. (2016). Modelos de extensión universitaria en las universidades latinoamericanas en el siglo XXI: Tendencias y controversias. *Universidades*, 66(67). <https://doi.org/10.36888/udual.universidades.2016.67.395>
- United Nations Development Programme (UNDP). (2009). *Capacity Development: A UNDP primer*.  
[https://www.adaptation-undp.org/sites/default/files/downloads/cdg\\_capacity\\_development\\_primer.pdf](https://www.adaptation-undp.org/sites/default/files/downloads/cdg_capacity_development_primer.pdf)
- van Aalst, M. K., Cannon, T. y Burton, I. (2008). Community level adaptation to climate change: The potential role of participatory community risk assessment. *Global Environmental Change*, 18(1), 165-179.  
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2007.06.002>
- Vega García, H. (2005). *Migración ambiental inducida por variabilidad climática: El caso del Corredor Centroamericano de la Sequía*. CEMEDE.  
[https://www.academia.edu/7933141/MIGRACION\\_AMBIENTAL\\_INDUCIDA\\_POR\\_VARIABILIDAD\\_CLIMATICA\\_EL\\_CASO\\_DEL\\_CORREDOR\\_CENTROAMERICANO\\_DE\\_LA\\_SEQUIA](https://www.academia.edu/7933141/MIGRACION_AMBIENTAL_INDUCIDA_POR_VARIABILIDAD_CLIMATICA_EL_CASO_DEL_CORREDOR_CENTROAMERICANO_DE_LA_SEQUIA)
- Williamson, O. E. (2008). Transaction Cost Economics. En: Ménard, C. y Shirley, M. M. (eds.). *Handbook of New Institutional Economics*. Springer.

Zlateva Peneva, P. (2017). La contribución de la extensión universitaria al desarrollo humano y a la expansión de las capacidades. Análisis de proyectos de la Universidad Nacional de Costa Rica. *Universidad en diálogo: Revista de extensión*, 7(2).

<https://doi.org/10.15359/udre.7-2.3>

### **Declaración de autorías CRediT**

Conceptualización: Pável Bautista Solís, Hugo G. Hidalgo, Andrea Suárez, Eric J. Alfaro, Mary Luz Moreno Díaz, Juan Carlos Ramírez Brenes, Paula M. Pérez-Briceño, Fernando Sáenz-Segura, Christian Golcher-Benavides.

Metodología: Pável Bautista Solís, Hugo G. Hidalgo, Andrea Suárez, Eric J. Alfaro, Mary Luz Moreno Díaz, Juan Carlos Ramírez Brenes, Paula M. Pérez-Briceño, Fernando Sáenz-Segura, Christian Golcher-Benavides.

Validación: Pável Bautista Solís, Hugo G. Hidalgo, Andrea Suárez, Eric J. Alfaro, Mary Luz Moreno Díaz, Juan Carlos Ramírez Brenes, Paula M. Pérez-Briceño, Fernando Sáenz-Segura.

Análisis formal: Pável Bautista Solís, Hugo G. Hidalgo, Eric J. Alfaro, Mary Luz Moreno Díaz, Paula M. Pérez-Briceño, Fernando Sáenz-Segura, Christian Golcher-Benavides.

Investigación: Pável Bautista Solís, Hugo G. Hidalgo, Andrea Suárez, Eric J. Alfaro, Mary Luz Moreno Díaz, Juan Carlos Ramírez Brenes, Paula M. Pérez-Briceño, Fernando Sáenz-Segura, Christian Golcher-Benavides.

Fuentes: Pável Bautista Solís, Hugo G. Hidalgo, Eric J. Alfaro, Mary Luz Moreno Díaz, Paula M. Pérez-Briceño, Fernando Sáenz-Segura, Christian Golcher-Benavides.

Revisión de datos: Pável Bautista Solís, Hugo G. Hidalgo, Andrea Suárez, Eric J. Alfaro, Mary Luz Moreno Díaz, Juan Carlos Ramírez Brenes, Paula M. Pérez-Briceño, Fernando Sáenz-Segura.

Redacción del borrador original: Pável Bautista Solís, Hugo G. Hidalgo, Andrea Suárez, Eric J. Alfaro, Mary Luz Moreno Díaz, Juan Carlos Ramírez Brenes, Paula M. Pérez-Briceño, Fernando Sáenz-Segura, Christian Golcher-Benavides.

Redacción, revisión y edición: Pável Bautista Solís, Hugo G. Hidalgo, Andrea Suárez, Eric J. Alfaro, Mary Luz Moreno Díaz, Juan Carlos Ramírez Brenes, Paula M. Pérez-Briceño, Fernando Sáenz-Segura, Christian Golcher-Benavides.

Visualización: Pável Bautista Solís, Hugo G. Hidalgo, Eric J. Alfaro, Mary Luz Moreno Díaz, Juan Carlos Ramírez Brenes, Paula M. Pérez-Briceño.

Supervisión: Pável Bautista Solís, Hugo G. Hidalgo, Eric J. Alfaro, Paula M. Pérez-Briceño.

Administración: Pável Bautista Solís, Hugo G. Hidalgo, Eric J. Alfaro, Paula M. Pérez-Briceño.

Financiación: CONARE; Vicerrectoría de Extensión, Universidad Nacional; Vicerrectoría de Investigación, Universidad Nacional; Vicerrectoría de Acción Social, Universidad de Costa Rica; Vicerrectoría de Investigación, Universidad de Costa Rica.

### **Información de las personas autoras**

Pável Bautista Solís, PhD. Bangor University. Académico, Sede Regional Chorotega, Universidad Nacional; Centro Mesoamericano de Desarrollo Sostenible del Trópico Seco (CEMEDE).

Hugo G. Hidalgo, PhD. University of California, Los Angeles. Académico, investigador, Escuela de Física, Universidad de Costa Rica, Centro de Investigaciones Geofísicas.

Eric J. Alfaro, PhD. Universidad de Concepción, Chile. Académico, investigador, Escuela de Física, Universidad de Costa Rica, Centro de Investigaciones Geofísicas (CIGEFI), Centro de Investigación en Ciencias del Mar y Limnología (CIMAR).

Fernando Sáenz-Segura, PhD. Wageningen University. Académico, investigador, Facultad de Ciencias Sociales, Universidad Nacional, Centro Internacional de Política Económica para el Desarrollo Sostenible (CINPE).

Andrea Suárez, PhD. Universidad de Barcelona. Académica, Sede Regional Chorotega, Universidad Nacional, Centro de Recursos Hídricos para Centroamérica y el Caribe.

Paula M. Pérez-Briceño, M.Sc. Universidad de Costa Rica. Académica, investigadora, Escuela de Geografía, Universidad de Costa Rica, Centro de Investigaciones Geofísicas (CIGEFI).

Mary L. Moreno, PhD. Universidad Estatal a Distancia, Universidad Nacional, Instituto Tecnológico de Costa Rica. Académica, investigadora, Facultad de Ciencias Sociales, Universidad Nacional, Centro Internacional de Política Económica para el Desarrollo Sostenible (CINPE).

Christian Golcher-Benavides, PhD. AgroParisTech. Académico, Sede Regional Chorotega, Universidad Nacional, Centro de Recursos Hídricos para Centroamérica y el Caribe.

Juan Carlos Ramírez Brenes, M.Sc. Universidad Nacional. Académico, Sede Regional Chorotega, Campus Nicoya.