

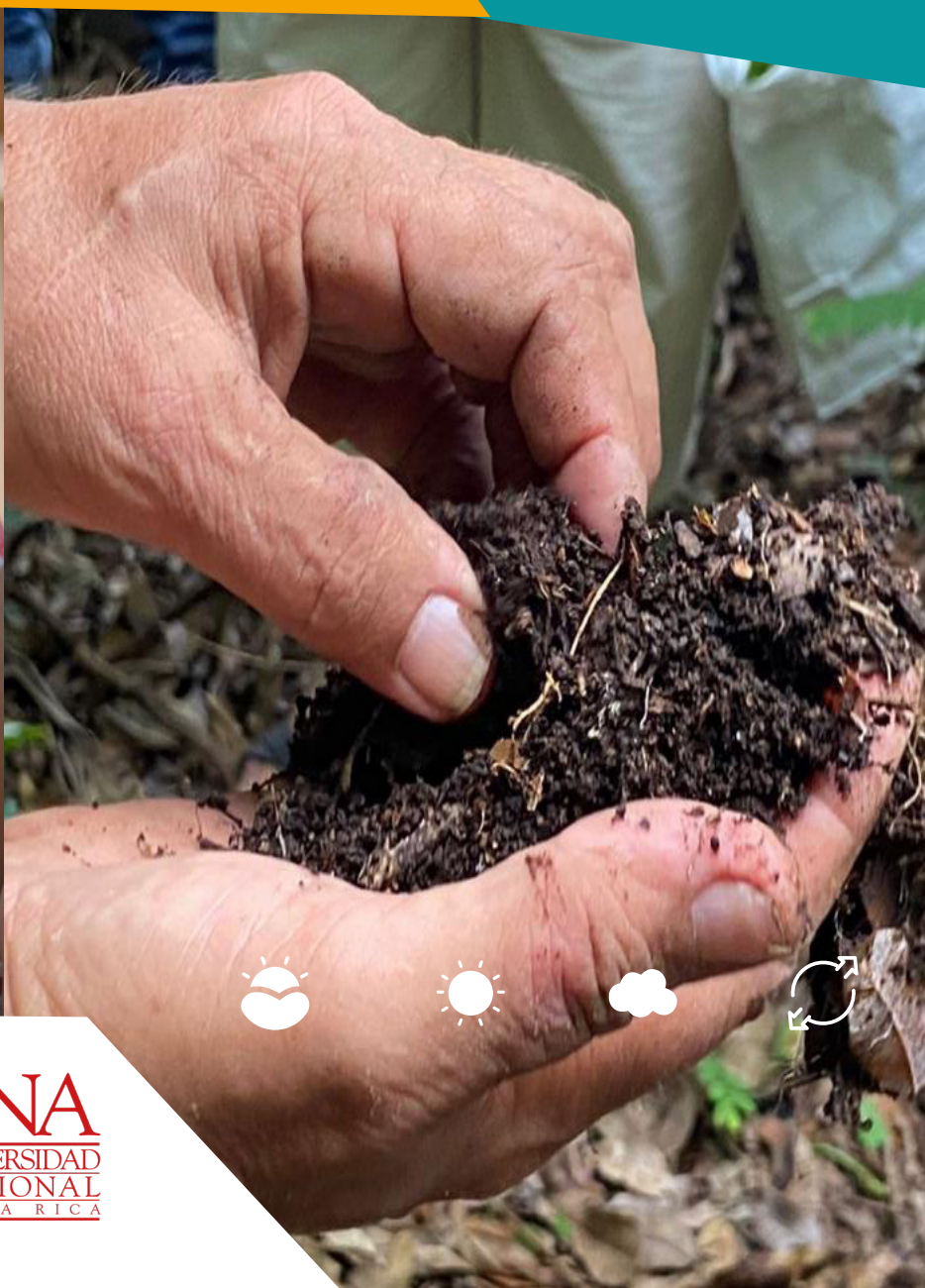
Experiencias para el fortalecimiento de la adaptación local a la variabilidad climática en poblaciones rurales transfronterizas

Editores:

Pável Bautista Solís
Juan Carlos Ramírez Brenes
Juan Carlos Arriaga Rodríguez



VarClim
ADAPTACIÓN AL CLIMA



Experiencias para el fortalecimiento de la adaptación local a la variabilidad climática en poblaciones rurales transfronterizas

Editores:

Pável Bautista Solís
Juan Carlos Ramírez Brenes
Juan Carlos Arríaga Rodríguez



2025

© Universidad Autónoma del Estado de Quintana Roo, UQRoo Chetumal, México, 2025, ROI: <https://ror.org/029w3ge75>

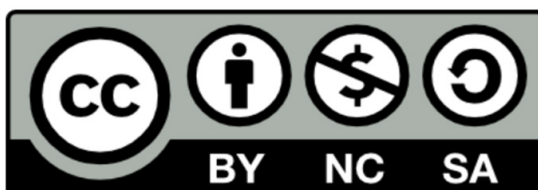
© Universidad Nacional, UNA, Heredia, Costa Rica, 2025,

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

© Universidad de Costa Rica, UCR, San Pedro, Costa Rica, 2025,

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

Este documento cuenta con una licencia de Creative Commons: Atribución – NoComercial – Compartir Igual 4.0 Internacional (CC BY-NC-SA 4.0)



Usted es libre de compartir, copiar y redistribuir el material en cualquier medio o formato. Además, puede adaptar, remezclar, transformar y construir a partir del material. Esto siempre y cuando se respeten los siguientes términos:

1. Atribución: Dando crédito de manera adecuada, brindando un enlace a la licencia e indicando si se han realizado cambios.
2. No comercial: No se puede hacer uso del material con propósitos comerciales.
3. Compartir igual: Si remezcla, transforma o crea a partir del material, debe distribuir su contribución bajo la misma licencia del original.

ISBN 978-607-8792-81-8

<http://dx.doi.org/10.22403/UQROOMX/2025/L02>

Bautista Solís, Pável, Ramírez Brenes, Juan Carlos, Arriaga Rodríguez, Juan Carlos (eds.).

Experiencias para el fortalecimiento de la adaptación local a la variabilidad climática en poblaciones rurales fronterizas.

– 1a ed. – Quintana Roo, México: UAEQRoo, 2025.

181 p: il.

363.73874

Variabilidad climática – Adaptación – Comunidades rurales – Fronteras – México - Costa Rica.

El texto en este documento es de responsabilidad exclusiva de los autores(as), al igual que las fotografías, figuras o ilustraciones y no representan necesariamente la posición de la Universidad Nacional, la Universidad de Costa Rica o la Universidad Autónoma de Quintana Roo.



Este libro fue evaluado por pares académicos en la modalidad de arbitraje “doble ciego” y cuenta con Comité Editorial. La obra se sometió a una revisión de plagio con el software Turnitin, obteniendo un promedio de similitud de 25.5%. La duplicidad identificada se relaciona con las afiliaciones, citas, referencias bibliográficas y normativa referida en la obra.

Comité Editorial

Dra. Clara Sugedy Torres Uicab. Instituto Tecnológico de Chetumal, México.
Dra. Blanca Estela Marín Sánchez. Facultad de Estudios Superiores Acatlán, UNAM, México.
Dr. Juan Carlos Picón Cruz, UNA, Heredia, Costa Rica.
Dr. Víctor Julio Baltodano Zúñiga, UNA, Heredia, Costa Rica.

Créditos:

Edición: Pável Bautista Solís. Juan Carlos Ramírez Brenes. Juan Carlos Arriaga Rodríguez.

Ilustración: Jonathan Mariño.

Diagramación: Jonathan Mariño.

Revisión de estilo: Rolando Castillo Arias.

Autores:

Capítulo 1. Hugo G. Hidalgo. Eric J. Alfaro. Paula M. Pérez-Briceño. Maricruz Arias Ureña.

Capítulo 2. Pável Bautista Solís. Rolando C. Castillo Arias. Sebastián Beita Mora. Fabian Barrios Campos. Juan Carlos Ramírez Brenes.

Capítulo 3. Andrea Suárez Serrano. Christian Golcher Benavides. Christian Osegueda Meléndez. Mary Fe Mejicano Rodríguez.

Capítulo 4. Fernando Sáenz-Segura. Mary Luz Moreno Díaz. Giancarlo Vargas Vargas. Jean Marco Castro-Fallas. Javier Alejandro Núñez Víquez. Wendy Lucía Mora Salas.

Capítulo 5. Elsa Soto Orozco. María Fernanda Zúñiga Li. Erick Josué Rodríguez Montoya. Jorge Loáiciga Gutiérrez. Ronald Sánchez Brenes. Silvia Lorena Zúñiga Guerrero. Juan Carlos Brenes Ramírez. Adolfo Salinas Acosta, Ricardo Castro Blanco. Pável Bautista Solís.

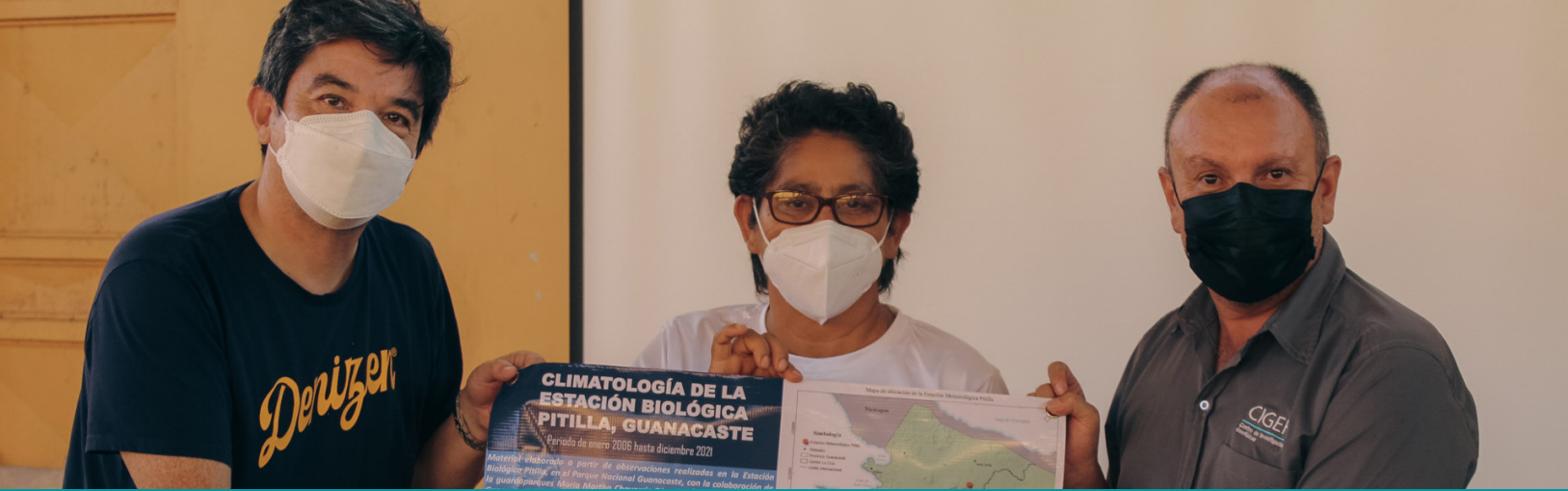
Capítulo 6. Tania Libertad Camal-Cheluja. Juan Carlos Arriaga-Rodríguez.

La presente obra es un trabajo interuniversitario editado a partir de la colaboración entre diversas unidades académicas de la Universidad Autónoma del Estado de Quintana Roo, la Universidad Nacional y la Universidad de Costa Rica.

<https://www.ugroo.mx>

<https://www.una.ac.cr>

<https://www.ucr.ac.cr>



Hablemos del Clima de La Cruz

CIGEFI-UCR



VarClim
ADAPTACIÓN AL CLIMA



Hugo G. Hidalgo

El Dr. Hugo Hidalgo es profesor e investigador de la Universidad de Costa Rica (UCR), con interés en la hidroclimatología. El Dr. Hidalgo obtuvo la Licenciatura en Ingeniería Civil en la UCR, así como su M.Sc. (1998) y Ph.D. (2001) en Ingeniería Civil y Ambiental de la Universidad de California, Los Ángeles.

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



Dr. Eric J. Alfaro

El doctor Eric J. Alfaro es profesor catedrático en la Escuela de Física e Investigador del CIGEFI y del CIMAR, Universidad de Costa Rica. Ha participado en más de 145 publicaciones científicas y sus áreas de interés incluyen la climatología regional, incluyendo su variabilidad y su cambio.

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



Paula Marcela Pérez-Briceño.

Es geógrafa y máster en gestión integrada en áreas costeras tropicales. Sus áreas de interés son los Sistemas de Información Geográfica, impactos por eventos hidrometeorológicos extremos y trabajo con comunidades.

<https://orcid.org/0000-0002-7217-8495>



Maricruz Arias Ureña

Bachiller en Ciencias de la Comunicación Colectiva con énfasis en Relaciones Públicas de la Universidad de Costa Rica (UCR). Cuenta con un técnico medio en Diseño Gráfico y le interesa la realización de estrategias de comunicación con impacto social.

<https://orcid.org/0009-0007-7761-2629>



Hablemos del Clima de La Cruz

Hugo G. Hidalgo^{1,2}; Eric J. Alfaro^{1,2,3};
Paula M. Pérez-Briceño^{1,4,5}; Maricruz Arias-Ureña^{1,6}.

1. Centro de Investigaciones Geofísicas, Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica; hugo.hidalgo@ucr.ac.cr, erick.alfaro@ucr.ac.cr, paula.perez@ucr.ac.cr, maricruz.ariasurena@ucr.ac.cr

2. Escuela de Física, Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica.

3. Centro de Investigación en Ciencias del Mar y Limnología, Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica.

4. Escuela de Geografía, Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica.

5. Ingeniería Hidrológica, Sede Regional Chorotega, Universidad Nacional de Costa Rica, Guanacaste, Costa Rica.

6. Escuela de Ciencias de la Comunicación Colectiva, Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica.

RESUMEN

Se presenta una caracterización general y especialmente una descripción del clima en dos comunidades del cantón La Cruz: Cuajiniquil y Santa Cecilia. Cuajiniquil es una comunidad costera; mientras que Santa Cecilia está un poco alejada de la costa en las inmediaciones del volcán Orosí. Por esa razón, el patrón de lluvias de Cuajiniquil es muy característico del régimen de precipitación del Pacífico con una estación seca de noviembre a abril, una estación lluviosa de mayo a octubre con una disminución de las lluvias durante el “veranillo de San Juan” y canícula en julio y agosto; mientras que las lluvias en Santa Cecilia siguen un patrón mixto de regímenes Pacífico y Caribe, por lo cual las lluvias tienden a ser más uniformes durante todo el año. Las temperaturas promedio en las zonas costeras (por ejemplo Cuajiniquil) suelen ser más altas que en las zonas interiores (por ejemplo Santa Cecilia). Según datos de la estación Santa Elena, los vientos más fuertes en el cantón La Cruz se presentan durante la época seca, siendo diciembre el mes con los vientos más fuertes. Los vientos en el mar pueden producir surgencia o afloramiento, que es cuando aguas de capas más profundas en el mar suben y llegan a la superficie, esto puede modificar los nutrientes presentes en el mar y afectar la pesca. Además de las características normales del clima, pueden ocurrir eventos extremos (sequías e inundaciones), como, por ejemplo, los causados por los efectos de los ciclones tropicales o por la misma aridez de la zona al ser parte del Corredor Seco Centroamericano.

Introducción

Como parte del proyecto de extensión y acción social de adaptación a la variabilidad climática (VarClim) se desarrolló el taller: **Hablemos del Clima de La Cruz**, para conocer con más detalle las características climáticas del cantón. Este primer paso es fundamental para comprender el comportamiento del clima en una zona determinada y poder adaptarnos al clima en el que vivimos.

A continuación, te contamos un poco sobre las características geográficas del cantón La Cruz y el clima en cuanto a lluvia, temperatura y viento.

Descripción geográfica de La Cruz



El cantón La Cruz se encuentra al noroeste de Costa Rica, en la zona limítrofe con Nicaragua (Departamento Rivas) y la zona costera con el Océano Pacífico. Al sur limita con Liberia y al este con Upala. De acuerdo con el Sistema Nacional de Información Territorial (SNIT), tiene una extensión de 1385.4 km² y posee cuatro distritos: Santa Elena, La Cruz, La Garita y Santa Cecilia.

El proyecto VarClim se desarrolló en este cantón, específicamente en las comunidades: Cuajiniquil y Santa Cecilia.

Cuajiniquil es el principal poblado del distrito Santa Elena, con una población de 2040 habitantes en el 2011. Se encuentra a 85° 40' 44" Oeste y 10° 56' 37" Norte a una altitud de 20 m s.n.m. (metros sobre el nivel del mar). Es una comunidad que se dedica a actividades relacionadas con el mar como la pesca y el turismo; y a la ganadería y agricultura por las condiciones ambientales. Sus habitantes tienen un fuerte arraigo a la zona.



Por otro lado, Santa Cecilia, comunidad que lleva el nombre del distrito al que pertenece, se localiza a $85^{\circ} 26' 17''$ Oeste y $10^{\circ} 3' 40''$ Norte a una altitud de 300 m s.n.m, y su actividad económica se enfoca más en la producción de cítricos. El distrito contaba con una población total de 6258 personas para el año 2011 (Figura 1).

Es importante señalar que el 52% del área del cantón La Cruz está protegida, ya que se encuentra el Corredor Fronterizo, el cual es un Refugio Nacional de Vida Silvestre y la Bahía Junquillal. También se ubica el Parque Nacional Santa Rosa y el Parque Nacional Guanacaste, que en total suman 718.8 km^2 y son un gran atractivo turístico para la región. En la zona podemos encontrar fauna como el Venado Cola Blanca, símbolo nacional de nuestro país, Costa Rica.

El cantón La Cruz se caracteriza por la presencia del Bosque Tropical Seco por las condiciones climáticas que veremos a continuación.



Figura 1. Ubicación de las comunidades que participaron de VarClim en La Cruz y estaciones meteorológicas para el estudio del clima. Fuente: elaboración propia

Descripción de clima de La Cruz



Ahora, vamos a hablar un poco sobre el clima. Para poder conocer el clima de una región, debemos contar con observaciones meteorológicas del tiempo atmosférico recolectadas durante varios años, lo ideal sería tener datos de alrededor de 30 años (Fallas y Oviedo, 2003).

Podemos llegar a conocer el clima de una región al estudiar los datos que se recolectan en las estaciones meteorológicas.

Una estación cercana a La Cruz es la estación Santa Elena, que se encuentra en 85° 36' 38.4" Oeste y 10° 55' 11.9" Norte (ver su ubicación en el mapa presentado en la Figura, 1, Ruíz et al. 2019).

Los datos de lluvia (Figura 2) de esta estación, nos dicen que en un año normal, llueven aproximadamente 1100 mm, pero varía año con año, por ejemplo, en el 2012 llovió solamente 482 mm y en el 2010 llovió 2642 mm.



Un milímetro (mm) de precipitación es la altura que tiene un litro de agua sobre una superficie de 1 m². Podemos comparar esto con la lluvia que cae anualmente en el Sahara que es entre 35 y 100 mm al año y con la región del Amazonas que es entre 2000 y 3000 mm al año.



La estación lluviosa en Santa Elena inicia alrededor del 17 de mayo y finaliza típicamente el 1 de noviembre. El veranillo o canícula, que es una disminución de las lluvias, se presenta normalmente alrededor del 23 de julio, entre el 30 de junio y el 4 de agosto. Por lo que los meses lluviosos van de mayo a noviembre y los secos de diciembre a abril.

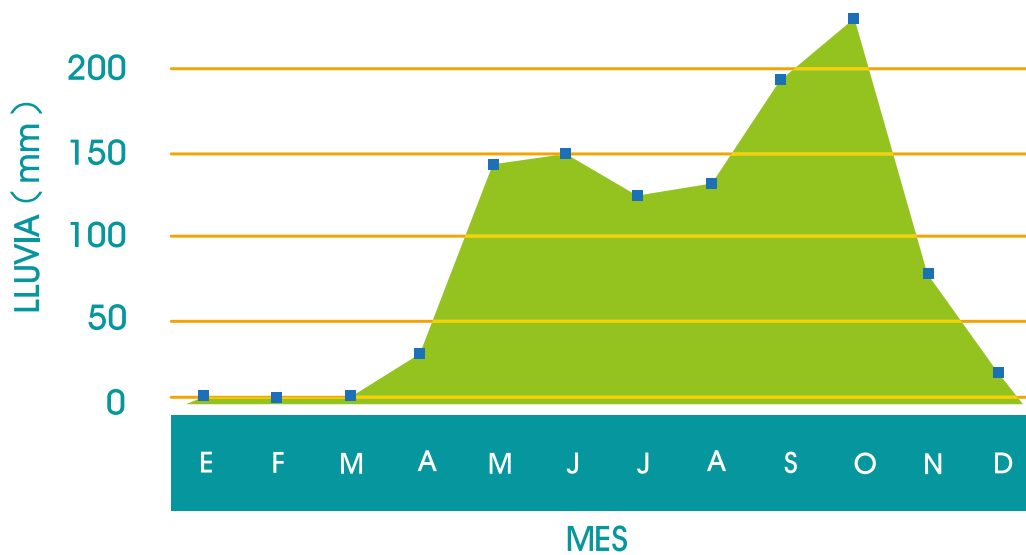


Figura 2. Promedio de los acumulados mensuales de lluvia en la estación Santa Elena (código 72153, IMN) en el periodo 2004-2019

Dentro del cantón La Cruz, la lluvia también varía según el lugar, en donde por ejemplo, se presentan bajas precipitaciones en las zonas costeras (color café, Figura 3). Mientras que en las zonas altas, como cerros y volcanes se presentan las mayores precipitaciones (color verde, Figura 3).

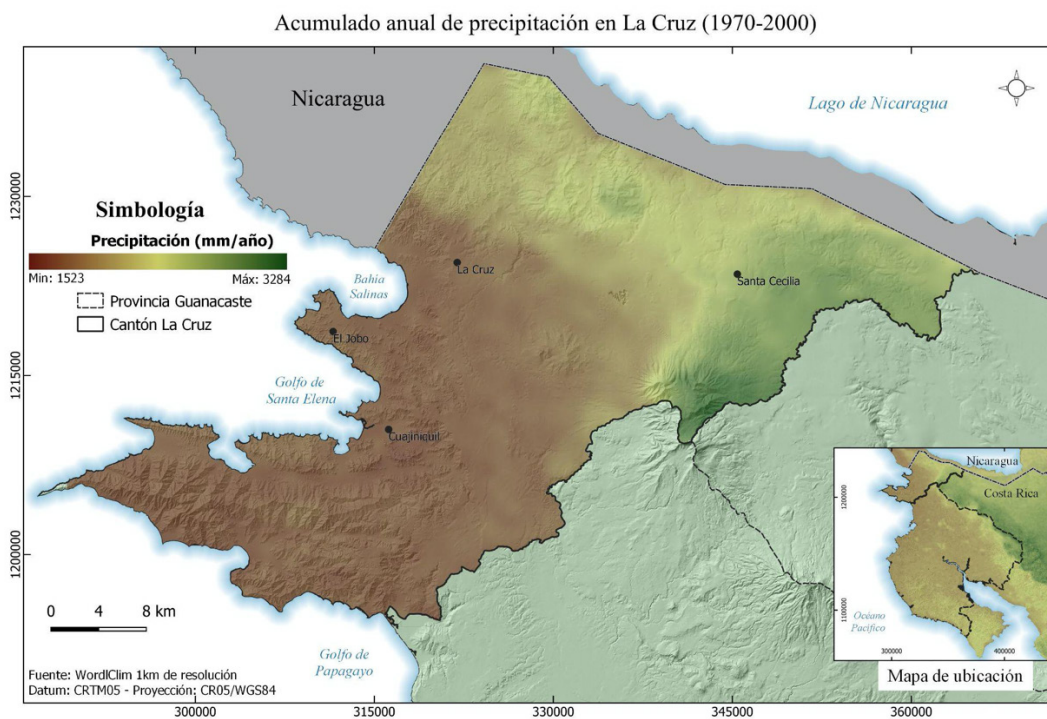


Figura. 3. Distribución espacial del acumulado anual de las lluvias en el cantón La Cruz (Fuente: WorldClim 1 x 1 km, <https://www.worldclim.org>)

Por ejemplo, si estudiamos los datos de la estación biológica Pitilla (Figura 4; Facey-Torres 2022), donde las temperaturas son más frescas, no podemos definir una estación seca marcada. Según los datos, en esa zona se presenta un máximo de lluvias durante el mes de julio, que es cuando en Santa Elena ocurre el veranillo.

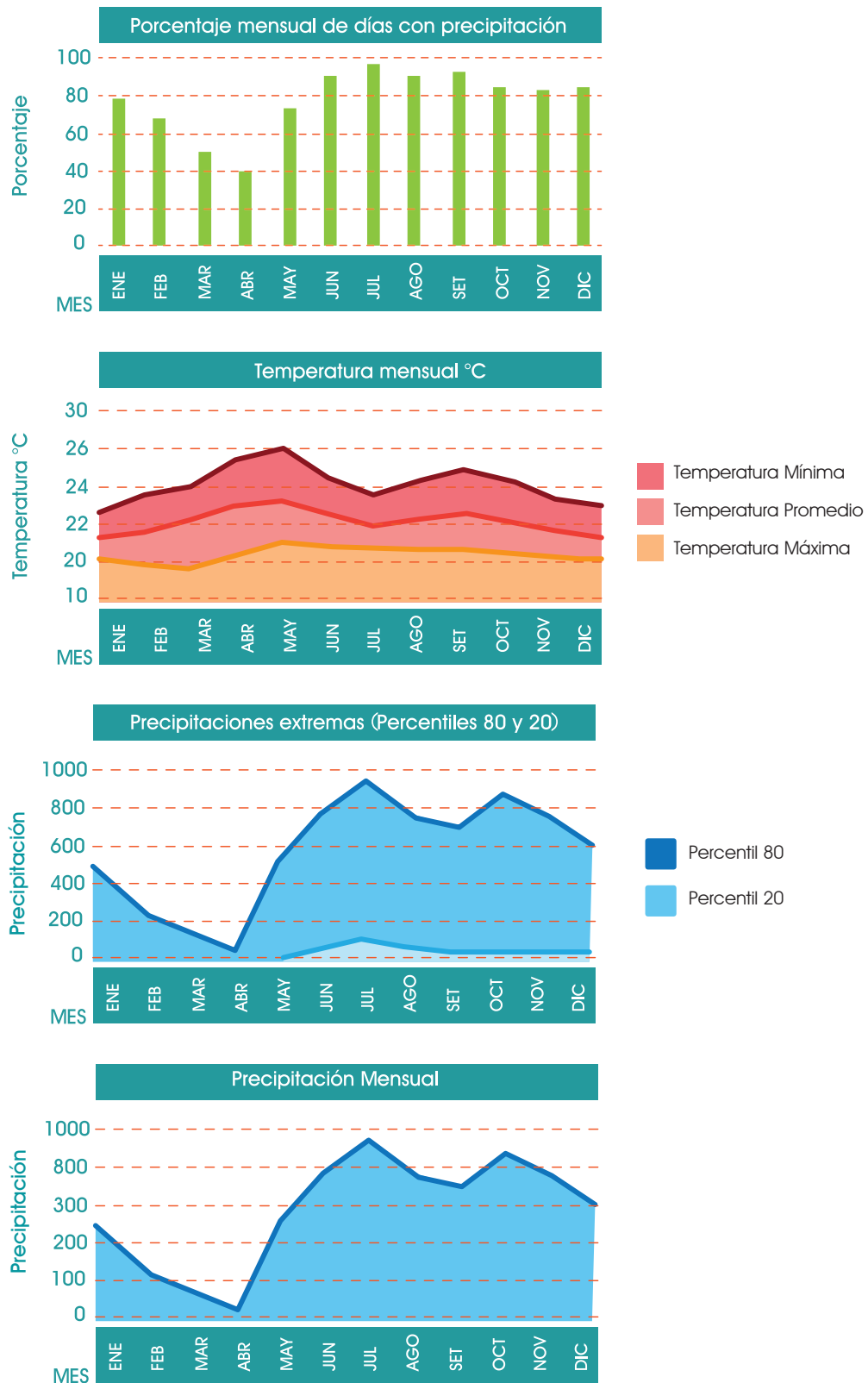


Figura 4. Principales características del clima de la estación Pitilla, La Cruz, Costa Rica

Los datos de la estación biológica Pitilla nos permiten especificar que en Santa Cecilia la lluvia es máxima en el mes de julio, con más de 550 mm y mínima en el mes de abril, por debajo de los 100 mm. Es importante que tomemos en cuenta que durante estos meses también hay más y menos días lluviosos (Facey-Torres, 2022).

Temperatura



La variación espacial de la temperatura superficial en el cantón La Cruz está controlada principalmente por la altura. Esto quiere decir que la altura de la zona influye directamente en la temperatura del lugar.

En el mapa de la Figura 5 podemos ver cómo en las zonas costeras o bajas hay mayores temperaturas en color rojo (alrededor de los 27 °C) y en las zonas altas como cerros o volcanes hay menores temperaturas en color celeste (alrededor de los 19 °C).

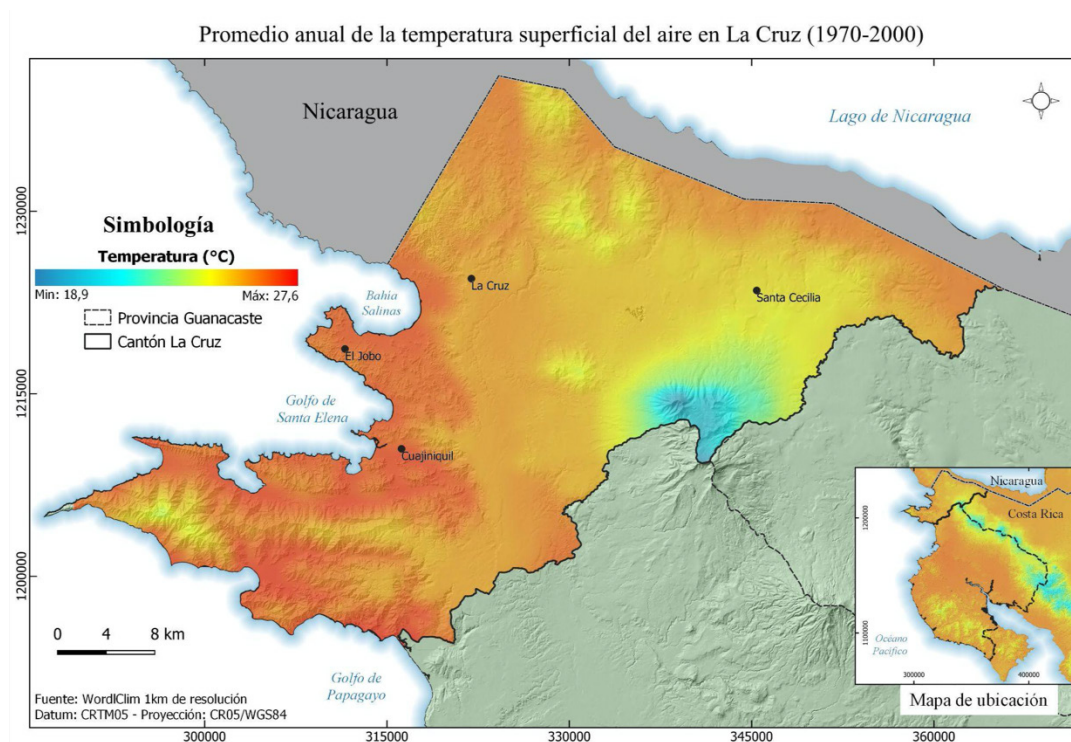


Figura 5. Distribución espacial del promedio anual de la temperatura superficial del aire en el cantón La Cruz (Fuente: WorldClim 1 x 1 km, <https://www.worldclim.org>)



Al estudiar los datos de la estación Santa Elena, encontramos que los meses más cálidos son de febrero a mayo, con una temperatura máxima en abril, antes del inicio de las lluvias. La temperatura promedio en el año es de aproximadamente 26 °C, pero puede variar entre 24 y 28 °C.

En cambio, en Pitilla, la temperatura del aire es máxima en el mes de mayo, cerca de los 28 °C y las mínimas son de los meses de diciembre y enero, alrededor de los 23 °C.

¿PARA QUÉ APRENDER SOBRE CÓMO VARÍA LA LLUVIA Y LA TEMPERATURA?

Conocer el comportamiento de la lluvia y la temperatura de una zona, nos permite planificar nuestras actividades de una manera más informada. También nos permite reconocer cuando el clima se está comportando de una manera anormal y nos ayuda a planificar actividades, además de prepararnos para alguna eventual emergencia.





Viento - Surgencia

La surgencia es cuando aguas de capas más profundas en el mar suben y llegan a la superficie, también se le conoce con el nombre de afloramiento.

Según datos de la estación Santa Elena, los vientos más fuertes en el cantón La Cruz se presentan durante la época seca, es decir de noviembre a abril, siendo diciembre el mes con los vientos más fuertes. Durante esta época suelen ocurrir también frentes fríos en el Mar Caribe, los cuales refuerzan la magnitud del viento y provocan algunas lluvias sobre el cantón, especialmente en las partes altas.

Estos vientos fuertes normalmente vienen del noreste, son conocidos como "alisios" y favorecen un enfriamiento de la temperatura del mar en las bahías del cantón (Alfaro y Cortés, 2021; Rodríguez et al. 2021), ya que el agua de la superficie del mar es desplazada hacia afuera y es luego reemplazada por aguas más frías provenientes de profundidades mayores. El agua también se enfría debido a que los vientos fuertes aumentan la mezcla entre capas del agua bajas y superficiales, además de que aumentan la evaporación. Los descensos de la temperatura del mar de estos eventos pueden llegar a ser de 8-9 °C.

Los vientos alisios están presentes durante todo el año pero son más débiles durante la estación lluviosa, es decir, entre mayo y octubre, aunque suelen reforzarse durante el veranillo, en julio y agosto. El Niño-Oscilación del Sur (ENOS) es un cambio en la temperatura superficial del mar del Océano Pacífico Ecuatorial y la presión superficial del aire entre la parte este y oeste del Pacífico. En América Central, durante los eventos de La Niña (eventos fríos del ENOS), los vientos alisios suelen ser más débiles, las lluvias más fuertes y las temperaturas más bajas (Figura 6, arriba). Por el contrario, durante los eventos de El Niño (eventos cálidos del ENOS), los vientos alisios en la región tienden a ser más fuertes y las lluvias más débiles. Esto también suele ser acompañado de temperaturas más altas (Figura 6, abajo).



Figura 6. Durante los eventos de El Niño, los vientos alisios en la región tienden a ser más fuertes, las lluvias más débiles y las temperaturas más altas (Fig. 6, abajo). Durante los eventos La Niña, los vientos alisios suelen ser más débiles, las lluvias más fuertes y las temperaturas más bajas (Fig. 6, arriba)



¿PARA QUÉ APRENDER SOBRE EL VIENTO Y LA SURGENCIA?

Conocer el comportamiento del viento y la surgencia a lo largo del año nos permite planificar actividades como la pesca, el turismo y la navegación.





Corredor Seco Centroamericano

Es importante tomar en cuenta características particulares de la región en la cual queremos llevar a cabo un trabajo de adaptación al clima, en caso de La Cruz, esta pertenece a una región muy singular.

La Cruz pertenece al Corredor Seco Centroamericano (CSC), una subregión de América Central un poco más seca que el resto del territorio y que se extiende a lo largo del litoral pacífico desde el oeste de Guatemala hasta el norte de Costa Rica (Hidalgo et al., 2021). En muchos estudios, el Arco Seco en Panamá también se considera parte del CSC. El CSC es una región definida de manera imprecisa que incluye características climáticas que favorecen el desarrollo de ecosistemas de bosque seco tropical, con frecuentes períodos relativamente secos durante la temporada de lluvias (Hidalgo, Alfaro, Amador y Bastidas, 2019).

El término corredor seco no solo es representativo de los efectos de los fenómenos climáticos, sino también refleja la ecología de esta región. **El CSC es un área principalmente rural caracterizada por una marcada estacionalidad de las precipitaciones, vulnerabilidad al cambio climático, rica biodiversidad, pobreza arraigada, inseguridad alimentaria y emigración** (Gotlieb, Pérez-Briceño, Hidalgo, y Alfaro, 2019; Quesada-Hernández, Calvo-Solano, Hidalgo, Pérez-Briceño, y Alfaro, 2019).

Según Bautista-Solís et al. (2023), La Cruz es particularmente vulnerable a la variabilidad climática.

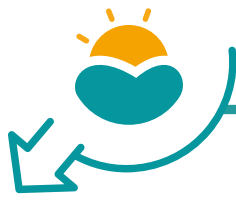


Figura 7.
Cauce del río
Cuajiniquíl en
condiciones de
aridez. Fotografía
propia tomada
en abril 2018





Eventos Extremos



Figura 8. Vista de la Tormenta Nate. Imagen capturada el 5 octubre 2017. Fuente: NOAA/ RAMMB <https://rammb2.cira.colostate.edu>

Una vez que hemos identificado las características normales del clima, debemos tomar en cuenta la posibilidad de que ocurran eventos extremos del clima, sobre todo si ya sabemos que han ocurrido en la zona. Los extremos del clima, son eventos raros en un lugar o época determinada, estos tienen características inusuales de magnitud, ubicación, época o extensión.

La aparición de algunos ciclones tropicales en el Mar Caribe o en el Océano Pacífico favorecen la aparición de vientos que vienen del oeste-suroeste, conocidos también como “oestes sinópticos” (Muñoz et al. 2002) sobre el cantón La Cruz. Estos vientos vienen del mar caliente, cargados de humedad y provocan la aparición de temporales, los cuales son periodos de lluvias continuas que se pueden extender incluso por varios días (Fallas y Oviedo, 2003).

Es muy importante la atención al comportamiento del clima, ya que estos temporales pueden provocar inundaciones y el desbordamiento de los ríos en el cantón, ocasionando muchos impactos en los diferentes sectores socioeconómicos, por pérdida en infraestructura pública y privada o afectación de cosechas, por ejemplo.

Los efectos asociados a estos temporales, son conocidos generalmente como “indirectos” (Hidalgo et al., 2020) y son los más frecuentes sobre la región, un ejemplo reciente son los daños provocados por la tormenta tropical Nate en 2017 (Carmona et al. 2017; Salazar 2017), sin embargo, recientemente hubo casos de afectaciones directas por ciclones tropicales como el Huracán Otto en 2016 y la Tormenta tropical Bonnie en 2022 (Alfaro et al., 2018; Maldonado et al. 2020).



Proyecciones de Cambio Climático para el cantón La Cruz

En nuestro camino por adaptarnos al clima, utilizamos una herramienta de mucha utilidad: las proyecciones de Cambio Climático. Estas proyecciones se generan con datos de modelos que simulan el posible comportamiento del clima en el futuro.

Los resultados mostraron que un futuro más seco y caliente será característico del clima del siglo XXI, especialmente después del 2040. La escorrentía se espera que se reduzca significativamente siguiendo las tendencias meteorológicas, lo que aumentaría la aridez (falta de agua en el suelo y de humedad en el aire que se halla en contacto con él) en la región (Hidalgo et al. 2021, ver también Figura 9).

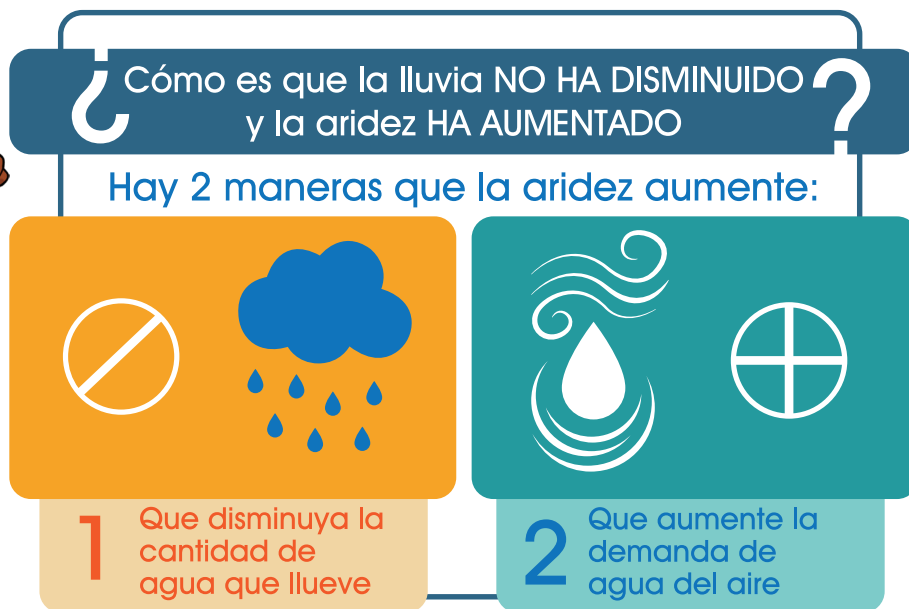


Figura 9. Aunque las lluvias han tenido pocos cambios en Guanacaste, el aumento en la temperatura causa que la demanda de agua en el aire aumente, produciendo más aridez, condición del clima que, cuando es muy grande, produce desertificación en las regiones



Pronósticos y proyecciones climáticas



La variabilidad climática de La Cruz se compone de las variaciones naturales del clima que se han descrito anteriormente. Una vez que conocimos las características del clima de La Cruz, realizamos un taller en el cual conversamos sobre los pronósticos del tiempo, clima y condiciones marinas y, cómo estos nos pueden ayudar a planear nuestras actividades durante el año.

Para tener más claridad sobre este tema, es importante que distingamos entre pronóstico y proyección o escenario.

PRONÓSTICO

Un pronóstico es una predicción con un cierto plazo de antelación de lo que podría ocurrir en el futuro, basado en las condiciones meteorológicas y/o climáticas actuales.

PROYECCIÓN O ESCENARIO

Las proyecciones o escenarios climáticos son simulaciones futuras del clima que se producen alimentando un modelo climático con factores externos, tanto naturales, como factores solares y volcánicos; así como aspectos causados por los humanos, como escenarios de emisiones o concentraciones de gases de efecto invernadero, producto de la industrialización, o qué pasaría si se usaran fuentes de energías limpias.

La utilización de pronósticos climáticos tiene que ir de la mano con la generación de condiciones para adaptarnos al tiempo atmosférico y el clima. En comunidad se deben identificar aquellas acciones que permitirán hacer frente a estos fenómenos, especialmente en aquellos casos de eventos extremos como sequías e inundaciones.



La prioridad siempre debe ser explorar las opciones de adaptación y voluntad política para conocer si existen posibilidades de realizar cambios en la comunidad, ya sea de organización, estructuras físicas o planificación de actividades. Una vez hecho esto, utilizamos los pronósticos como un complemento de nuestro trabajo.

Podemos identificar los plazos importantes para que se tomen decisiones por parte de las personas, grupos o instituciones interesados. No hay que prolongar las acciones, hay acciones a corto plazo que pueden tener efecto a largo plazo.

Predecir el clima:

Es más fácil predecir el clima en regiones relativamente más grandes a comparación con las predicciones de lugares muy específicos como por ejemplo, conocer cuánto va a llover en mi ciudad o barrio.

Debemos tomar en cuenta que algunas variables del clima como la lluvia, son más difíciles de predecir que otras, como la temperatura. Por otra parte, las causas de eventos extremos como sequías e inundaciones, pueden estar relacionadas con variaciones naturales del clima como el fenómeno de El Niño y La Niña, o por causa de la acción humana en el clima, como la producción de gases de efecto invernadero.

Los pronósticos sirven para determinar cuándo es mejor practicar distintas actividades como el turismo, la siembra, la pesca, para planificar la captura de agua potable, la generación eléctrica y otros.



Hay tres tipos de pronósticos:



1) De tiempo atmosférico que son los pronósticos con poco tiempo de anticipación (aproximadamente 10 días o menos), son de corto plazo, en general más confiables y su rango de acción es más inmediato.

2) Los pronósticos climáticos estacionales que tienen un tiempo de anticipación relativamente más largo (2 meses o más).

3) Los subestacionales que comprenden los pronósticos intermedios entre los de tiempo atmosférico y estacionales.



Incertidumbre y probabilidad

Los pronósticos deben ser confiables y precisos para no generar falsas esperanzas, sin embargo, no son perfectos y tienen incertidumbre ya que siempre habrá una posibilidad de que ocurra una situación poco probable (Nissan et al., 2019).

Primero, debemos comprender que las probabilidades son algo presente en nuestra vida diaria. Generalmente hay más probabilidad de que algo pase. Imaginémonos un partido de fútbol entre las selecciones mayores de Italia y Costa Rica, en donde tiene mayor probabilidad de ganar Italia por su trayectoria en el fútbol, pero puede que gane Costa Rica aunque tenga menor probabilidad, como pasó en el Mundial de Brasil, 2014 cuando Costa Rica le ganó a Italia y durante los Juegos Olímpicos de Estados Unidos en 1984.

Lo mismo ocurre con los pronósticos, lo que se predice que tiene mayor probabilidad puede que no ocurra. Sabiendo esto, es de esperar que los pronósticos se cumplan, entonces guiar las decisiones según los pronósticos da mejores resultados a largo plazo.



Herramientas de consultas

Es muy importante que las fuentes de información que utilicemos sean las oficiales, así nos aseguraremos de usar pronósticos confiables. A continuación un listado de diferentes pronósticos accesibles en internet.

Existen varios productos meteorológicos oficiales producidos por el Instituto Meteorológico Nacional (<http://www.imn.ac.cr>), que emite pronósticos regionales, de tendencia semanal y otros tipos de pronósticos y perspectivas climáticas. También, la Comisión Nacional de Prevención de Riesgos y Atención de Emergencias Costa Rica publica alertas sobre posibles eventos hidrológicos extremos. (https://www.cne.go.cr/preparativos_respuestas/alertas/historicoalertas.aspx).

A nivel regional, el Comité Regional de Recursos Hidráulicos, parte del Sistema de Integración Centroamericano genera un Pronóstico Climático Regional (disponible en http://centroclima.org/perspectiva_climática).

Entre otros tipos de pronósticos destacados están:

- Pronóstico Climático Global, del Instituto Internacional de Investigación en Clima y Sociedad (IRI). Universidad de Columbia, Nueva York, Estados Unidos (<https://iri.columbia.edu/our-expertise/climate/forecasts/seasonal-climate-forecasts/>).

Así también, el IRI genera pronósticos de El Niño-Oscilación del Sur (https://iri.columbia.edu/our-expertise/climate/forecasts/enso/current/?enso_tab=enso-iri_plume).



El Centro de Predicción Cismática de Estados Unidos (NCEP/NWS) produce un producto de Monitoreo y Predicción de El Niño – Oscilación del Sur, (https://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis_monitoring/ens0_advisory/ensodisc_Sp.shtml).

También hay un producto de Monitoreo y Predicción de El Niño – Oscilación del Sur, por el Centro Internacional para la Investigación del Fenómeno de El Niño (CIIFEN), (<https://ciifen.org/el-nino-la-nina-ciifen/>).

En el Centro de Investigaciones Geofísicas también se han producido pronósticos experimentales subestacionales y estacionales usando diferentes métodos, como el Método de Años Análogos, Análisis de Correlación Canónica y Componentes Principales.

Conclusiones

El proyecto de extensión y acción social “Fortalecimiento de la resiliencia multisectorial a la variabilidad climática en zonas vulnerables, el caso La Cruz en la provincia Guanacaste, Costa Rica (VarClim)” ha sido un éxito en su alcance, según lo demuestra la gran asistencia a los talleres y el interés demostrado por los y las asistentes en ambas comunidades. De parte del Centro de Investigaciones Geofísicas se presentaron los resultados en cuatro talleres presenciales (dos en Cuajiniquil y dos en Santa Cecilia) y en las redes sociales del proyecto, así como en publicaciones y diversas actividades de divulgación y de difusión. El material incluido comprende una caracterización general del clima en La Cruz, la introducción de las proyecciones climáticas mediante modelos de circulación general y una explicación sobre el tipo y uso de los pronósticos meteorológicos y climáticos disponibles para la región. Esta información puede ser de gran utilidad para la preparación ante los efectos de la variabilidad y cambio climático en la región, especialmente para la atenuación de impactos de eventos extremos (inundaciones y sequías).



Agradecimientos. A la Escuela de Física de la UCR por darnos el tiempo de investigación para desarrollar este estudio y al Centro de Investigaciones Geofísicas-UCR por su apoyo logístico y tiempo de investigación durante las actividades desarrolladas, así como también al CEMEDE e HIDROCEC, UNA. Los autores agradecen el apoyo de los siguientes proyectos de la UCR: VAS EC-497 (VarClim, FEES-CONARE), VI C0-074, B9-454 (Fondo de Grupos), A4-906 (PESCTMA), C3-991 (UCREA), C4-226 (EcoSalud) y C0-610 (Fondo de Estímulo). También a la subvención concedida durante el proceso de revisión de este trabajo durante el año 2024 por el Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo (IDRC), Ottawa, Canadá y el Consejo Superior Universitario Centroamericano (CSUCA) al proyecto RC4 (CR-66, SIA 0054-23, C4-468). Las opiniones aquí expresadas no representan necesariamente las del IDRC, CSUCA o las de la Junta de Gobernadores. Asimismo, este trabajo fue financiado por el Centro Internacional Fogarty de los Institutos Nacionales de Salud con la subvención: D43TW011403, titulada: "Programa Internacional de Formación en Salud Ambiental a lo largo de la Vida" (Claudio, L., y van Wendel de J.B., IPs), fondos asignados a la Escuela de Medicina Icahn de Mount Sinai y a la Universidad Nacional de Costa Rica (SIA 0019-23 EcoSalud).

Referencias

- Alfaro, E.J., H.G. Hidalgo, T. Maldonado, Pérez-Briceño, P. M., y Mora, N. P. (2018). A tri-dimensional approach to climate sciences. Lessons from a Central American university. *Caribbean Quarterly*, 64(1), 26-56. <https://doi.org/10.1080/00086495.2018.1435333>
- Bautista Solís, P., Hidalgo, H., Alfaro, E., Saénz-Segura, F., Suárez, A., Pérez-Briceño, P., Moreno, M., Golcher-Benavides, C., y Ramírez Brenes, J. (2023). Metodología para el fortalecimiento de la resiliencia multisectorial a la variabilidad climática en el cantón fronterizo La Cruz, Guanacaste, Costa Rica. *Universidad En Diálogo: Revista De Extensión*, 13(2), 1-48. <https://doi.org/10.15359/udre.13-2.5>
- Carmona, T., Blanco, P., Jiménez, J., Madrigal, R., Marín, A., Mayorga, G., Méndez, A., y Salas, O. (2017, diciembre 15). Costa Rica no es un país sostenible. Tormenta Nate deja al descubierto debilidades estructurales que requieren atención. *Oficina de Información y Divulgación de la Universidad de Costa Rica*. <https://www.ucr.ac.cr/noticias/2017/12/15/costa-rica-no-es-un-pais-sostenible.html?platform=hootsuite>
- Fallas, J.C., y Oviedo, R. (Ed). (2003). *Fenómenos atmosféricos y cambio climático, visión centroamericana*. Instituto Meteorológico Nacional. <https://es.scribd.com/document/162978037/Fenomenos-Atmosfericos-y-Cambio-Climatico-Vision-Centroamerica>
- Facey-Torres, K. (2022). *Climatología de la Estación Biológica Pitilla, Guanacaste*. Documento Técnico. CIGEFI-UCR. <https://kerwa.ucr.ac.cr/handle/10669/86692>
- Gotlieb, Y., Pérez-Briceño, P. M., Hidalgo, H. G., y Alfaro, E. J. (2019). The Central American dry corridor: A consensus statement and its background. "Yu'am" *Revista Mesoamericana de Biodiversidad y Cambio Climático*, 3(5), 42-51. <https://revistayuam.com/the-central-american-dry-corridor-a-consensus-statement-and-its-background/>
- Hidalgo, H. G., Alfaro, E. J., Amador, J. A., y Bastidas, A. (2019). Precursors of quasi-decadal dry-spells in the Central America dry corridor. *Climate Dynamics*, 53(3-4), 1307-1322. <https://doi.org/10.1007/s00382-019-04638-y>
- Hidalgo, H.G., Alfaro, E.J., Hernández-Castro, F., y Pérez-Briceño, P.M. (2020) Identification of tropical cyclones' critical positions associated with extreme precipitation events in Central America. *Atmosphere*, 11(10), 1123. <https://doi.org/10.3390/atmos11101123>



- 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. <http://dx.doi.org/10.15517/rbt.v69is2.48307>
- Maldonado, T., Amador, J. A., Rivera, E., Hidalgo, H., y Alfaro, E.J. (2020). Examination of WRF-ARW experiments using different planetary boundary layer parameterizations to study the rapid intensification and trajectory of Hurricane Otto 2016. *Atmosphere*, 11(12), 1317; <https://doi.org/10.3390/atmos11121317>
- Muñoz, A.C., Fernández, W., Gutiérrez, J.A. y Zárata, E. (2002). Variación estacional del viento en Costa Rica y su relación con los regímenes de lluvia. *Tópicos Meteorológicos y Oceanográficos*. 9: 1-13. <https://www.kerwa.ucr.ac.cr/handle/10669/89749>
- Nissan, H., Goddard, L., de Perez, E. C., y Furlow, J. (2019). On the use and misuse of climate change projections in international development. *WIREs Climatic Change* 10, e579. <https://doi.org/10.1002/wcc.579>
- 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 America Dry Corridor (CADC) using drought indices and aridity values. *Progress in Physical Geography*, 43(5), 627-642. <https://doi.org/10.1177/0309133319860224>
- Rodríguez, A., Alfaro, E. J., y Cortés, J. (2021). Spatial and temporal dynamics of the hydrology at Salinas Bay, Costa Rica, Eastern Tropical Pacific. *Revista de Biología Tropical*, 69(Suppl. 2), S105-S126. <https://doi.org/10.15517/rbt.v69iSuppl.2.48314>
- Ruíz, S., Pérez-Briceño, P. M., Hidalgo, H. G., y Alfaro, E. J. (2019). *Aspectos climáticos del Parque Nacional Santa Rosa: periodo de enero de 2011 a enero de 2019*. Documento Técnico. CIGEFI-UCR. <http://hdl.handle.net/10669/81756>
- Salazar Murillo, D. (11 de octubre de 2017). Tormenta Nate: el problema está en la tierra, no en el cielo. *Semanario Universidad*, Suplemento de Cambio Climático Ojo al Clima. <https://semanariouniversidad.com/pais/tormenta-nate-problema-esta-la-tierra-no-cielo/>