

# **Producción y colaboración científica en Centroamérica**

## **Resultados del Diálogo Regional de Políticas (DRP) en Centroamérica y República Dominicana**

Preparado para el Banco Interamericano de  
Desarrollo por:

Ezequiel Tacsir  
Andrés Tacsir

**Sector de Instituciones para  
el Desarrollo**

**División de Competitividad,  
Tecnología e Innovación**

**DOCUMENTO PARA  
DISCUSIÓN N°  
IDB-DP-924**

# **Producción y colaboración científica en Centroamérica**

## **Resultados del Diálogo Regional de Políticas (DRP) en Centroamérica y República Dominicana**

Preparado para el Banco Interamericano de Desarrollo por:

Ezequiel Tacsir

Andrés Tacsir

Enero de 2022

<http://www.iadb.org>

Copyright © 2022 Banco Interamericano de Desarrollo. Esta obra se encuentra sujeta a una licencia Creative Commons IGO 3.0 Reconocimiento-NoComercial-SinObrasDerivadas (CC-IGO 3.0 BY-NC-ND) (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/igo/legalcode>) y puede ser reproducida para cualquier uso no-comercial otorgando el reconocimiento respectivo al BID. No se permiten obras derivadas.

Cualquier disputa relacionada con el uso de las obras del BID que no pueda resolverse amistosamente se someterá a arbitraje de conformidad con las reglas de la CNUDMI (UNCITRAL). El uso del nombre del BID para cualquier fin distinto al reconocimiento respectivo y el uso del logotipo del BID no están autorizados por esta licencia CC-IGO y requieren de un acuerdo de licencia adicional.

Nótese que el enlace URL incluye términos y condiciones adicionales de esta licencia.

Las opiniones expresadas en esta publicación son de los autores y no necesariamente reflejan el punto de vista del Banco Interamericano de Desarrollo, de su Directorio Ejecutivo ni de los países que representa.



# RESUMEN<sup>1</sup>

La situación provocada por la pandemia de COVID-19 revela la importancia que tienen el conocimiento y las capacidades científicas y tecnológicas. La evidencia empírica apunta a que la innovación es determinante en el crecimiento de la productividad a largo plazo. En este contexto, la producción científica mundial ha aumentado fuertemente en las últimas décadas. De acuerdo con las revistas indexadas en la base de datos Scopus, Centroamérica, aun con una cantidad baja de publicaciones, también ha mostrado un rápido incremento en los últimos 20 años: si bien partió de una base pequeña de 453 artículos en 2000, creció un 530% hasta alcanzar 2.862 documentos en

2020. Al mismo tiempo, se dio un aumento en el número de autores activos y se incrementó la producción con autores de otros países, lo cual amplió la calidad. Aunque Centroamérica es una región de alta colaboración internacional en su producción científica, la cooperación que incluye exclusivamente a países centroamericanos es casi inexistente, por tanto, es importante fomentar políticas para la integración regional en investigación y desarrollo (I+D). Tomando estos aspectos en cuenta, el informe presenta recomendaciones y propuestas resultantes del Diálogo Regional de Política (DRP) de Centroamérica y República Dominicana efectuado en 2020.

**Códigos:** O31, O38, O32

**Palabras clave:** Centroamérica, I+D, producción científica, colaboración, Scopus

---

<sup>1</sup> Este trabajo forma parte de las tareas realizadas y los productos confeccionados en el marco del Diálogo Regional de Política de Innovación, Ciencia y Tecnología en Centroamérica y República Dominicana, coordinado por la División de Competitividad, Tecnología e Innovación del Banco Interamericano de Desarrollo (BID). Los autores agradecen los comentarios y aportes de Galileo Solís, Karol Ruiz Vergara, Matteo Grazzi, Blanca Torrico, los de los participantes en las entrevistas y reuniones bilaterales y plenarias y los de los investigadores, científicos y funcionarios que fueron entrevistados. Asimismo, agradecen especialmente la colaboración y los comentarios de Rodolfo Barrere, de la Red de Indicadores de Ciencia y Tecnología (RICYT).



# 1. INTRODUCCIÓN

La evidencia empírica apunta a que la innovación es un determinante fundamental del crecimiento de la productividad a largo plazo debido a que mejora las formas de combinar capital y trabajo y, por tanto, los rendimientos obtenidos con un mismo nivel de factores productivos. Además, varios estudios han concluido que la investigación y el desarrollo (I+D) explican hasta en un 75% las diferencias en las tasas de crecimiento de la productividad total de los factores, una vez consideradas las externalidades (Griliches, 1995; Hall y Jones, 1999; Rouvinen, 2002). Asimismo, los datos de los países de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) sugieren que la inversión en I+D explica el crecimiento de la productividad, en lugar de lo contrario (Rouvinen, 2002).

La situación actual provocada por la pandemia de COVID-19 ha revelado el alto valor y la importancia que tienen el conocimiento, las capacidades científicas y tecnológicas y los ecosistemas de innovación local para ayudar a los países a transitar la crisis. La toma de decisiones de medidas y políticas públicas sobre la base de evidencia científica obliga a los gobier-

nos a respaldar tanto las capacidades nacionales como el acceso a las redes internacionales de conocimiento. En este último punto, las experiencias recientes de los países desarrollados parecen indicar que las políticas de innovación, ciencia y tecnología de cobertura regional podrían tener un mayor impacto debido a la presencia de economías de escala y de alcance, especialización y coordinación. Para lograr que los instrumentos de políticas de colaboración regional funcionen es importante aprender de los ejemplos internacionales: i) la implementación de estrategias debe traducirse en un trazado claro de objetivos, acciones, fuentes de financiamiento y sistemas de monitoreo y evaluación; ii) el desarrollo de una combinación de políticas regionales requiere coordinar y alinear diferentes instrumentos para cumplir con la estrategia abordando las fallas del sistema; iii) el diseño de políticas debe basarse en las necesidades y las lecciones aprendidas de proyectos y programas anteriores, y iv) es indispensable determinar oportunidades de financiamiento sostenibles. El éxito de las políticas regionales de colaboración depende de su contribución a estrategias más amplias. Los datos, los mapeos



de actores relevantes y otras formas de análisis ayudan a respaldar la estrategia y dar sustentos para abordar las fallas en los sistemas que justifican la intervención pública.

Los diálogos regionales constituyen uno de los instrumentos más importantes del Banco Interamericano de Desarrollo (BID) para promover el intercambio de experiencias y conocimiento entre funcionarios de alto nivel y expertos en áreas claves de desarrollo. En este espacio, los principales formuladores de políticas y encargados de la toma de decisiones de políticas públicas de innovación, ciencia y tecnología en Centroamérica pueden encontrar puntos de interés común, intercambiar ideas y experiencias, identificar mejores prácticas de políticas y, sobre todo, discutir potenciales iniciativas de cooperación mutua regional capaces de reforzar los recursos humanos, científicos, tecnológicos y financieros existentes para fortalecer las plataformas de innovación colaborativas. En ese sentido, este informe presenta los resultados de la discusión y las propuestas generados en el marco del Diálogo Regional de Política (DRP) en Centroamérica y República Dominicana efectuado en 2020. El DRP se alimentó de reuniones bilaterales en las que se debatieron los siguientes temas: el estado de la producción científica en la región (aspecto que se desarrolla en la sección 2 de este informe), la colaboración científica internacional (tema que se reseña en la sección 3) y las recomendaciones provenientes de una encuesta de investigadores destacados (que se analizan en la sección 4). Por último, los acuerdos y propuestas generados en la reunión plenaria del DRP en Centroamérica, Panamá y República Dominicana se resumen en la sección 5, mientras que las conclusiones se ofrecen en la sección 6.

## 1.1. OBJETIVO Y METODOLOGÍA

El objetivo general de este informe es presentar una agenda de trabajo consensuada en el DRP a fin de fortalecer las capacidades científicas y tecnológicas instaladas en la región centroamericana y la colaboración entre países.

El primer paso de la investigación consistió en el desarrollo de un diagnóstico de la situación actual de la producción científica de Centroamérica,<sup>2</sup> orientado a ofrecer una caracterización en términos de niveles de producción, especialización y colaboración internacional con énfasis en la colaboración intrarregional. La fuente utilizada fue la base de datos Scopus, desarrollada por Elsevier, que actualmente reúne más de 36.000 publicaciones científicas, de las cuales el 95% corresponde a revistas de alta citación con evaluación de pares. Si bien la gran mayoría de los documentos recogidos son artículos académicos, la base de datos también reúne libros, resúmenes de congresos y reuniones científicas, entre otros textos. Para la producción de este informe se descargaron todos los registros que tuvieran al menos una institución de Centroamérica entre los firmantes para el período 2000-19. En total se tomaron en consideración 26.663 documentos. La extracción de información fue realizada el 5 de junio de 2020. Asimismo, para cada una de las revistas incluidas en Scopus se incorporaron datos procedentes de Scimago Journal & Country Rank, incluyendo clasificación por disciplinas y cuartiles de citación.<sup>3</sup>

<sup>2</sup> A los efectos de este informe, los países que se consideran como parte de la región son Costa Rica, El Salvador, Guatemala, Honduras, Panamá y República Dominicana.

<sup>3</sup> Véase <https://www.scimagojr.com/>.



A fin de optimizar la clasificación de instituciones y la identificación de autores en la base de datos construida se aplicaron algoritmos de normalización. Para los autores, se tomó como base el identificador único de autores, incluido en Scopus, y se mejoró mediante distintas técnicas de verificación manual, luego de haberse detectado casos de asignación incorrecta del país de los autores. Con respecto a la clasificación institucional, se ha utilizado una técnica basada en la búsqueda de expresiones regulares construidas a partir de la extracción de las primeras tres letras de las palabras de más de

tres letras en el nombre en español y en inglés. Para ello se partió de diferentes listados de instituciones, tanto ofrecidos por Scopus como surgidos de la revisión de los registros de cada país. Sobre la base de datos construida y normalizada se calcularon indicadores detallados a nivel de país, disciplina y autor, teniendo en cuenta los patrones de colaboración. Además, se definieron tres áreas estratégicas (Ciencias Médicas, Biotecnología y Ciencias de la Tierra)<sup>4</sup> que fueron analizadas en particular. Este análisis bibliométrico permitió avanzar sobre una caracterización de los siguientes temas:



**Evolución de la producción científica en las últimas dos décadas.**



**Evolución en la cantidad de autores con producción científica.**



**Investigadores claves en cada país en términos de producción científica y colaboración internacional e intrarregional.**



**Instituciones claves en cada país en términos de producción y promoción científicas y colaboración internacional e intrarregional.**



**Principales instituciones socias con colaboración científica de cada uno de los países.**



**Especialización científica y áreas de mayores capacidades tanto de investigadores como de instituciones claves.**

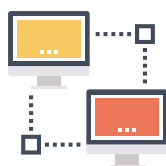
<sup>4</sup> A estos efectos se agruparon distintas categorías disciplinarias. Ciencias Médicas fue construida a partir de *Medicine* en Scopus. Por su parte, Biotecnología incluye las categorías *Biochemistry*, *Genetics and Molecular Biology* e *Immunology and Microbiology*. Finalmente, Ciencias de la Tierra comprende las disciplinas *Earth and Planetary Sciences* y *Environmental Science*.



A partir de la identificación de investigadores claves se seleccionó un recorte de 10 investigadores claves en cada una de las grandes áreas científicas para cada uno de los países. En este listado posible máximo de 240 investigadores se identificó a 150 investigadores unívocos a los cuales se invitó a participar en una encuesta *online* de 12 preguntas. La encuesta fue contestada por 42 investigadores y permitió reunir información sobre los siguientes aspectos:



**Principales barreras y motivaciones para la colaboración científica en Centroamérica.**



**Principales barreras y motivaciones para la transferencia de tecnología en Centroamérica.**



**Ejemplos de esfuerzos existentes de coordinación y cooperación regionales para mejorar o incrementar la capacidad científica y tecnológica.**



**Principales políticas y programas de apoyo para mejorar o incrementar la colaboración científica y tecnológica a nivel regional.**



**Principales plataformas de diálogo y cooperación bilateral, multilateral o regional.**



**Sugerencias a fin de fortalecer la cooperación.**

Sobre la base de estas evidencias se mantuvieron entrevistas con informantes claves de cada país y reuniones bilaterales con las autoridades de Innovación, Ciencia y Tecnología (ICT) participantes en el DRP. Estas reuniones bilaterales se orientaron a generar discusión y preparar la temática de la reunión plenaria. En particular, se buscó establecer una agenda de trabajo colaborativo a nivel regional que permita apo-

yar el desarrollo de las capacidades regionales en ciencia, tecnología e innovación, tomando como fundamentales los aspectos de colaboración científica y transferencia de tecnología. En el DRP se fomentó la discusión y el intercambio de ideas a partir de un trabajo en grupos reducidos bajo la consigna de que los distintos participantes debían proponer hasta tres acciones para impulsar la colaboración en la región.





## 1.2.

### SOBRE LOS DATOS BIBLIOMÉTRICOS

Tradicionalmente, se consideran dos tipos de indicadores bibliométricos: i) los de actividad y ii) los de relación. Los indicadores de actividad o producción científica miden el volumen de los artículos generados, suponiendo distinciones disciplinares, temáticas o institucionales demarcadas de antemano y de carácter relativamente estable. Los indicadores de relación, en cambio, buscan rastrear y cuantificar los lazos entre investigadores, instituciones o países describiendo la dinámica de las actividades y su evolución. Este informe incluye ambos tipos de indicadores.

El indicador más simple es el cómputo directo de las publicaciones registradas para un país, una institución o un investigador. La capacidad de los indicadores bibliométricos de abordar estos heterogéneos niveles de agregación con una misma metodología es una de sus mayores fortalezas. Además, la posibilidad de contar con series históricas de hasta, incluso, varias décadas, como en este caso, le aporta una gran riqueza a la información permitiendo observar el dinamismo del país estudiado según si el número de publicaciones que registra a lo largo de los años crece, decrece o se estanca.

Una de las desagregaciones más frecuentes de los indicadores de producción científica es la de los distintos campos disciplinares. En este caso, sin embargo, las comparaciones entre los diversos campos deben ser analizadas con algunos reparos, ya que cada uno posee diferentes patrones de publicación y citación.

El otro grupo importante de indicadores bibliométricos de actividad es el relacionado con el cómputo de citas. En este caso se contabilizan las referencias que los investigadores hacen en

sus publicaciones a otros artículos ya publicados. La cantidad de citas recibidas por un artículo puede mostrar su visibilidad en un campo, desde el momento en que otros investigadores ven como necesario hacer referencia a él, así como el impacto que ha tenido su aparición en el terreno científico. Sin embargo, es necesario señalar que una gran cantidad de citas no da pautas de la calidad del artículo publicado, ya que las referencias a él pueden ser tanto para ponderarlo como para criticarlo.

En este estudio se han analizado las revistas en las que los autores de Centroamérica publican, según cuartiles de citas acumuladas. Los patrones de citación varían enormemente entre los distintos campos científicos, ya que, en algunas áreas, como Matemáticas, el proceso de citación a los artículos se prolonga en el tiempo mucho más que en el caso de Ciencias de la Vida, por lo cual los niveles de citación de las primeras serán, en general, más bajos.

Por otra parte, los indicadores de relaciones aprovechan la información aportada por los distintos autores que firman de manera conjunta un artículo y la pertenencia institucional que consignan (afiliación). De esta manera se puede observar si un artículo es el producto de la colaboración entre varias instituciones, sectores o países. La forma más habitual de construir estos indicadores es computar los artículos publicados en colaboración una vez para cada uno de los firmantes (un artículo firmado por A y B suma 1 al total de A y 1 al total de B), aunque en algunos casos se hacen conteos fraccionados (un artículo firmado por A y B suma  $\frac{1}{2}$  publicación al total de A y  $\frac{1}{2}$  publicación al total de B). En este informe se ha utilizado la técnica de asignación completa de artículos para autores,



instituciones, disciplinas y países. Al tratarse de un mismo artículo contabilizado, por ejemplo, para varias instituciones, hay casos en los que la suma de las categorías puede arrojar un valor mayor que el del total.

En algunos de los indicadores incluidos en este informe se ha recurrido también a técnicas de Análisis de Redes Sociales (ARS). El objeto de estudio del ARS recae en las estructuras relacionales que surgen de la interacción entre los distintos actores y que tienen como resultado propiedades específicas que ayudan a comprender, por ejemplo, las formas de difusión de la información o la distribución de poder dentro del conjunto de actores estudiado. Asimismo, esta capacidad de análisis puede ser de gran utilidad para predecir y gestionar la aplicación de políticas determinadas en un sistema de relaciones preexistentes. Concretamente, el ARS pretende analizar las formas en que individuos u organizaciones se conectan o están vinculados, con el objetivo de establecer la estructura general de la red, sus grupos y la posición de los individuos o las organizaciones singulares en la misma, de modo de profundizar en las estructuras sociales que subyacen a los flujos de conocimiento o información. Para ello, pueden tomarse las herramientas básicas del ARS, que apuntan al estudio de las propiedades de las redes en general y de la posición ocupada por cada actor en particular. Se trata de diferentes

medidas de centralidad, cada una con su propia interpretación, pero que en líneas generales están siempre asociadas a la influencia o la relevancia que tiene ese actor para el conjunto de la estructura en el flujo de información. Si bien existe un extenso abanico de herramientas, en este informe se han utilizado dos medidas de centralidad: grado e intermediación.

El grado se define como el número de actores a los cuales un actor está directamente unido o es adyacente. Esta medida de centralidad, la más sencilla, organiza a los actores por el número efectivo de relaciones directas en el conjunto de la red. Esta medida trata de la centralidad local de un actor con respecto a los actores cercanos, pero dice poco sobre la importancia del actor en la red completa.

La intermediación se define como el nivel en que otros actores deben pasar a través de un actor focal para comunicarse con el resto de los miembros de la red. La mediación sintetiza, por su parte, el control que cada uno de los actores tiene de los flujos relacionales en el conjunto de la red. El valor de la mediación para un actor mide la proporción de las geodésicas, los caminos más cortos entre dos actores cualesquiera del grafo, que pasan por él como vértice. Suelen tener valores altos de mediación los actores más centrales de la red según su cercanía, o aquellos que vinculan subgrupos o bloques diferentes.<sup>5</sup>

5 Para estos indicadores se han utilizado los algoritmos disponibles en la herramienta de software Gephi ([www.gephi.org](http://www.gephi.org)).



# 2.

## PRODUCCIÓN CIENTÍFICA EN CENTROAMÉRICA: HECHOS ESTILIZADOS

La producción científica mundial ha aumentado fuertemente en las últimas décadas. Mientras en 2000 la cantidad de artículos publicados en bases indexadas llegó a 1,3 millones de artículos, en 2019 más que se duplicó hasta alcanzar los 3,3 millones de artículos. Así, entre 2000 y 2019 se publicaron casi 47 millones de artículos. En este mismo período se observa un crecimiento en la cantidad de autores y la cantidad de instituciones con autores con publicaciones, y un rápido incremento de la colaboración científica, sea medido por la cantidad de autores promedio por artículo como por el porcentaje de artículos que tienen autores de distintas instituciones y países.

### 2.1. RÁPIDO CRECIMIENTO EN PUBLICACIONES

En ese contexto de aumento de producción y colaboración, América Latina y el Caribe (ALC) pasó de publicar 33.000 artículos en 2000 a 164.000 artículos en 2019, exponiendo un incremento del 400% y totalizando poco más de 1,8 millones de artículos en estas dos décadas. En el caso de Centroamérica, si bien aún muestra una cantidad baja de publicaciones, ha manifestado un rápido crecimiento que le ha permitido acrecentar su participación regional y su participación mundial. Aunque ciertamente partía de una base baja, las revistas indexadas en Scopus reflejan que la producción científica de Centroamérica tuvo un acelerado crecimiento en los últimos 20 años: de 453 artículos totales en 2000 pasó a 2.862 documentos en 2020, lo cual implica un crecimiento del 530%.



Ese incremento se dio en el marco de una región latinoamericana en fuerte expansión que, como se dijo, en el mismo período tuvo un crecimiento del 400% frente a una producción mundial que se expandió un 150%. El crecimiento de la producción científica de Centroamérica por encima del incremento en América Latina y el Caribe (ALC) llevó a que Centroamérica pasara de participar en el 1,35% de los artículos de ALC en 2000 al 1,74% en 2019.

Dentro de Centroamérica, los países presentan diferentes niveles de producción y tasas de crecimiento. Costa Rica es el país de la región con mayor producción registrada en Scopus, con 1.237 artículos en 2019. Le sigue Panamá, con 733 artículos. Estos dos países se despegan del resto en cuanto a su volumen de producción. Luego aparecen Guatemala (321 artículos), República Dominicana (258 artículos), Honduras (221 artículos) y El Salvador (113 artículos). República Dominicana es el país de mayor crecimiento de la región, con un 682%, seguido de Honduras con un 662% y de Panamá con un 656%. La producción de El Salvador y Guatemala tuvo un creci-

miento del 528% y del 517%, respectivamente. Costa Rica, teniendo el mayor volumen de producción de la región, incrementó sus publicaciones en un 475%. Estas trayectorias impactaron sobre la participación porcentual de cada país en la producción regional. Aunque con leves altibajos, Costa Rica disminuyó su peso porcentual en la región, pasando de participar en el 47% de los artículos en 2000 al 43% en 2019, con un pico del 53% en 2002. El principal crecimiento porcentual fue de Panamá, que pasó del 21% al 26% en el período analizado.

Al mismo tiempo, República Dominicana pasó del 7% al 9% y Honduras, del 6% al 8%. Guatemala y El Salvador se mantuvieron estables entre las puntas del período, con un 11% y un 4%, respectivamente. Este panorama muestra a Centroamérica como una región en rápida expansión, aunque partiendo de una base de producción científica muy escasa. Internamente se aprecian situaciones divergentes, tanto en volumen de producción como en su pendiente de crecimiento. El cuadro 1 resume los principales aspectos de esta dimensión.

### CUADRO 1. PRODUCCIÓN CIENTÍFICA EN PAÍSES DE CENTROAMÉRICA Y REPÚBLICA DOMINICANA, 2000 Y 2019

PAÍS	PUBLICACIONES (2000)	PARTICIPACIÓN EN LA REGIÓN (PORCENTAJE)	PUBLICACIONES (2019)	PARTICIPACIÓN EN LA REGIÓN (PORCENTAJE)	PUBLICACIONES (2000-19)	CRECIMIENTO (PORCENTAJE)
CR	215	47	1.237	43	12.143	475
PA	97	21	733	26	6.775	656
GT	52	11	321	11	3.155	517
RD	33	7	258	9	1.720	682
HN	29	6	221	8	1.486	662
SV	18	4	113	4	1.480	528
<b>Total</b>	<b>444</b>	<b>---</b>	<b>2.883</b>	<b>---</b>	<b>26.759</b>	<b>530</b>

Fuente: Elaboración propia con base en Scopus.



## 2.2.

### ACELERADO INCREMENTO EN AUTORES

La consolidación del sistema científico de Centroamérica en este período se puede ver también en el acelerado incremento de la cantidad de autores activos en la región. En 2000 se identificaron 629 autores distintos afiliados a instituciones radicadas en Centroamérica. Ese número se expandió hasta 4.306 autores en 2019, mostrando un crecimiento entre puntas del 585%, superior, incluso, al crecimiento del número total de artículos científicos de la región en Scopus.

Cuando se ordenan los países en cuanto a su cantidad de autores, el primer lugar lo ocupa Costa Rica donde se observa una rápida tendencia creciente que acumula un aumento del 525% entre 2000 y 2019. En el punto más alto, el último año de la serie, se detectaron 1.924 investigadores distintos con producción registrada en Scopus. El segundo lugar lo ocupa Panamá, con un crecimiento mayor -del 725%- y 1.056 autores en 2019, totalizando 3.796 autores activos en el período considerado. Con un volumen menor aparece en tercer lugar Guate-

mala, con 484 autores en 2019 y un crecimiento del 656% en el período analizado. Por su parte, República Dominicana y Honduras, con alrededor de 350 autores, acumulan un crecimiento del 573% y el 630%, respectivamente. El Salvador registra 163 autores distintos en 2019 y un aumento del 426% en los últimos 20 años.

A lo largo del período analizado, la participación porcentual de los autores de los distintos países en el total de la región no manifiesta grandes variaciones. Costa Rica muestra un descenso de 4 puntos porcentuales, al pasar del 49% al 45%. Esto se explica casi totalmente por el incremento de la participación de los autores panameños, que subió del 20% al 25% entre 2000 y 2019. El resto de los países mantiene su participación porcentual casi sin cambios. Estos valores coinciden, a grandes rasgos, con la distribución regional de los artículos publicados por cada país. El cuadro 2 resume los principales aspectos de esta dimensión.

**CUADRO 2. AUTORES ACTIVOS EN SCOPUS DE PAÍSES DE CENTROAMÉRICA Y REPÚBLICA DOMINICANA, 2000 Y 2019**

PAÍS	AUTORES (2000)	PARTICIPACIÓN EN LA REGIÓN (PORCENTAJE)	AUTORES (2019)	PARTICIPACIÓN EN LA REGIÓN (PORCENTAJE)	AUTORES (2000-19)	CRECIMIENTO (PORCENTAJE)
CR	308	49	1.924	45	8.941	525
PA	128	20	1.056	25	3.796	725
GT	64	10	484	11	2.782	656
RD	51	8	343	8	1.655	573
HN	46	7	336	8	1.586	630
SV	31	5	163	4	1.811	426
<b>Total</b>	<b>628</b>	<b>---</b>	<b>4.306</b>	<b>---</b>	<b>20.571</b>	<b>585</b>

Fuente: Elaboración propia con base en Scopus.



## 2.3.

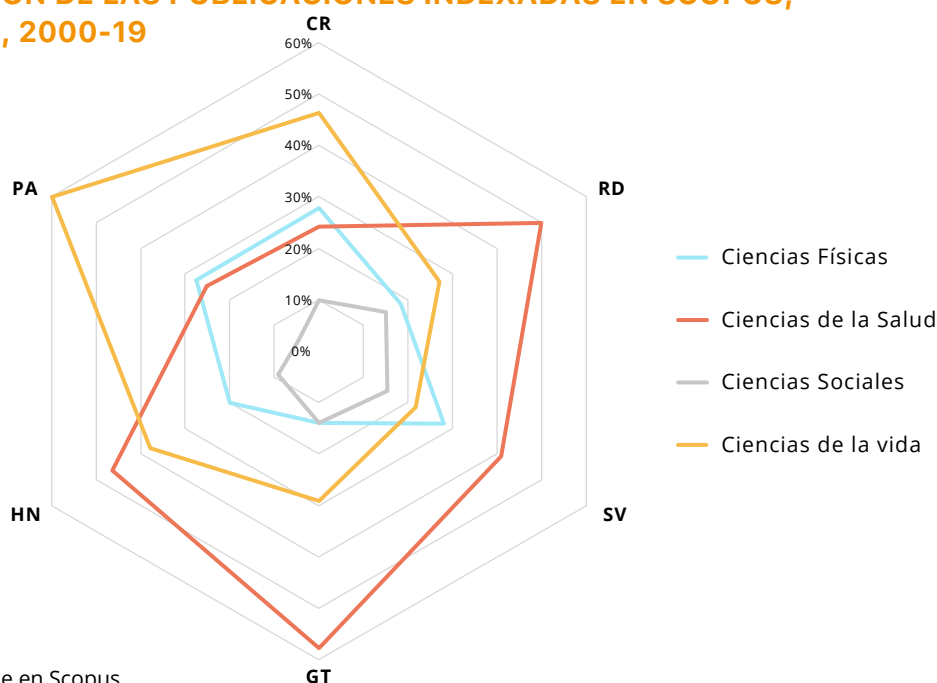
### ESPECIALIZACIÓN EN CIENCIAS DE LA VIDA<sup>6</sup>

La disciplina de mayor producción en la región es Ciencias de la Vida, seguida de Ciencias de la Salud y Ciencias Físicas, con valores similares en todo el período. Por último, aparecen las Ciencias Sociales, con un nivel de producción menor.

Mientras en el total de la producción de ALC en Scopus, las Ciencias Físicas, de la Salud y de la Vida tienen volúmenes similares, cercanos al 30% (el 10% restante proviene de las Ciencias Sociales), en Centroamérica la disciplina de mayor volumen es Ciencias de la Vida, con el 45%, lo cual evidencia un cierto nivel de especialización temática de la región. Las Ciencias de la Salud abarcan

un 30% de la producción, un volumen similar al que ocupan en ALC, al igual que las Ciencias Sociales, con el 10%. Las Ciencias Físicas comprenden el 26% de la producción en Centroamérica, una proporción algo más baja de la que tienen en ALC. Esta especialización de la región es el resultado, una vez más, de panoramas divergentes en cada uno de los países que la componen. La intensidad de la investigación de Centroamérica en Ciencias de la Vida es el reflejo del volumen que tiene esta disciplina en Panamá, donde concentra el 60% de la producción, y en Costa Rica, donde alcanza el 46% (véase el gráfico 1).

**GRÁFICO 1. DISTRIBUCIÓN DE LAS PUBLICACIONES INDEXADAS EN SCOPUS, POR DISCIPLINA Y PAÍS, 2000-19 (EN PORCENTAJE)**



Fuente: Elaboración propia con base en Scopus.

Nota: La suma de las disciplinas supera el 100% porque existen revistas clasificadas en más de una disciplina.

<sup>6</sup> Las revistas indexadas en Scopus son asignadas a uno o más campos disciplinarios, de un total de 28 categorías posibles. Para este informe se han agrupado esos campos en cuatro disciplinas principales: Ciencias Físicas, Ciencias de la Salud, Ciencias Sociales y Ciencias de la Vida. En esta sección se detalla la distribución de la producción científica centroamericana con base en estas cuatro categorías. Es importante aclarar que las disciplinas de los artículos son asignadas en función de las revistas en los que fueron publicados, y no según cada artículo en particular. También es preciso señalar que existe un conjunto menor de documentos que no son clasificados por disciplina en Scopus, principalmente libros y resúmenes de congresos. Por último, las revistas (y, por herencia, todos los artículos publicados en ellas) pueden ser clasificadas en más de una disciplina. Por estos motivos, la suma de los artículos de las disciplinas aquí presentadas puede diferir del número total de artículos de la región. Es esencial tener en cuenta que cada disciplina cuenta con ritmos particulares de producción y formas de trabajo distintas, por lo cual su productividad general no es comparable.



El resto de los países de Centroamérica tiene una mayor especialización en las Ciencias de la Salud. Los casos de mayor presencia de esta disciplina son Guatemala (el 58%) y República Dominicana (el 50%). En El Salvador se observa una mayor presencia de las Ciencias Físicas que en el resto de los países (alcanzan el 28% de su producción), y una baja presencia de las Ciencias de la Vida.

## 2.4. PUBLICACIÓN EN REVISTAS DE CALIDAD<sup>7</sup>

Centroamérica muestra una fuerte presencia de publicaciones en el primer cuartil de citación, hecho que se explica principalmente por las publicaciones panameñas. Costa Rica y República Dominicana exhiben patrones estables, con la mitad de sus artículos en Q1. Guatemala evidencia un mejoramiento de los niveles de citación en el período, mientras que Honduras y El Salvador registran altibajos. En todos los casos las Ciencias de la Vida y las de la Salud tienen un mayor porcentaje de publicaciones en Q1 que el resto de las disciplinas. Así, entre 2015 y 2019, cerca del 60% de los artículos de la región fue publicado en revistas del primer cuartil. Alrededor del 23% se ha ubicado en el segundo cuartil, manteniéndose estable durante todo el período; el 14% en el tercer cuartil y tan solo el 4% en el cuarto cuartil, el de menor citación.

Cada uno de los países de la región muestra patrones diferentes en la clasificación de sus artículos por cuartiles de citación. Costa Rica, el país de mayor producción de la región, terminó el período con el 51% de sus artículos en Q1, un porcentaje menor que el promedio regional, el 26% en Q2, el 19% en Q3 y el 4% en Q4. República Dominicana exhibe un patrón similar, aunque con un número algo mayor de publicaciones en Q2 y menor en Q3. El Salvador registra una trayectoria con marcados altibajos, que se explica, en gran medida, por una producción científica menor en esta base de datos: en 2017 alcanzó su porcentaje máximo en Q1, con el 57% de sus publicaciones, para bajar al 47% en 2019. Algo similar ocurre con Honduras, que evidencia grandes variaciones en Q1, que oscilan entre el 63% y el 50% en el período 2015-19. Guatemala muestra un importante crecimiento porcentual de sus publicaciones en Q1, ascendiendo de forma constante de un 55% en 2015 al 66% en 2019. Ese crecimiento del cuartil de mayor citación se obtuvo, principalmente, a cambio de un descenso de la porción de publicaciones en Q2. Por último, en el caso de Panamá se registra el mayor volumen porcentual de publicaciones en el cuartil de mayor citación. Este país mantuvo alrededor del 72% de sus artículos en Q1 en todo el período, impulsando el alto nivel de documentos de la región en este grupo. Tiene, además, una importante distancia con el porcentaje de publicaciones en Q2, que se ubica en torno del 18% entre 2015 y 2019. El cuadro 3 resume los principales aspectos de esta dimensión.

<sup>7</sup> Con base en la cantidad de citas recibidas, las revistas indexadas en Scopus pueden ser clasificadas en cuatro cuartiles (Q1 a Q4), siendo Q1 el de mayor citación. Un número menor de los registros de Scopus corresponde a documentos que no han sido publicados en revistas (principalmente libros y resúmenes de congresos) y, por lo tanto, no poseen clasificación por cuartiles, y un reducido grupo de revistas no cuenta con esta clasificación por no tener suficiente tiempo de registro en la base de datos. Para los análisis porcentuales que se presentan a continuación estos documentos han sido excluidos.





**CUADRO 3. PUBLICACIONES EN CUARTILES Q1 Y Q2 POR PAÍS, EN CENTROAMÉRICA Y REPÚBLICA DOMINICANA, 2015-19 (EN PORCENTAJE)**

PAÍS	Q1	Q2	Q1+Q2
CR	51	26	77
PA	71	18	89
GT	60	20	80
RD	60	29	89
HN	50	23	73
SV	47	36	83
<b>Total</b>	<b>59</b>	<b>23</b>	<b>82</b>

Fuente: Elaboración propia con base en Scopus y cuartiles de citación de Scimago.

En cuanto a la distribución disciplinar de las publicaciones de la región en el primer cuartil de citación, aparecen con un nivel mayor las Ciencias de la Salud, cuyos documentos alcanzaron un máximo de presencia en Q1 en 2018 con el 62%. Las Ciencias de la Vida muestran un nivel algo más bajo, aunque logran un nivel similar en 2019 con el 56% de sus artículos en el cuartil más citado. Las Ciencias Físicas y las Ciencias Sociales presentan porcentajes de presencia en Q1 similares, cercanos al 45% de las publicaciones centroamericanas en el período 2015-19. Costa Rica y Panamá alcanzan un porcentaje de publicaciones de cada disciplina en Q1 con un patrón similar al de la región. República Dominicana registra un nivel mayor de sus publicaciones en Ciencias de la Vida en el primer cuartil, mientras que en Guatemala se destaca el alto porcentaje de sus publicaciones en Ciencias Sociales en el primer cuartil.

## 2.5. CONCENTRACIÓN EN AUTORES MÁS PRODUCTIVOS

Un fenómeno típico del análisis bibliométrico es la concentración de la producción científica en un número reducido de autores.<sup>8</sup> Si se analiza con este criterio la producción de Centroamérica, tomando por separado los períodos 2000-09 y 2010-19, se observa que el 10% más productivo de los autores fue responsable del 22% y el 23% de las publicaciones, respectivamente. Si se consideran los tres primeros deciles más productivos de la región (cuadro 4) se puede explicar el 63% de la producción del primer período y una mayor concentración aún en el segundo, llegando al 67%. Se trata, de todas formas, de niveles de concentración bastante típicos dentro del análisis bibliométrico.

**CUADRO 4. CONCENTRACIÓN DE LA PRODUCCIÓN CIENTÍFICA EN PAÍSES DE CENTROAMÉRICA, SEGÚN DECIL (EN PORCENTAJE)**

DECILES	2000-09	2010-19
1.º decil	22	23
Hasta 2.º decil	43	43
Hasta 3.º decil	63	67

Fuente: Elaboración propia con base en Scopus.

<sup>8</sup> Este hecho se conoce como Ley de Lotka, sobre la distribución de los autores según su productividad. Enunciada por Alfred Lotka en 1926, da cuenta de una distribución desigual de productividad en los autores y establece que, independientemente de la disciplina, el país o la institución, la mayoría de los autores publica el menor número de trabajos, mientras que unos pocos autores publican la mayor parte de los documentos, conformando el grupo más prolífico.





En el caso de Costa Rica se observa un incremento de la concentración en el período anterior a 2010 y en el posterior, especialmente en el decil más productivo, que pasó de explicar el 21% de la producción del país en la primera década analizada a ser responsable del 27% en la segunda. Al finalizar la serie, el 30% más productivo de los investigadores de Costa Rica concentra el 66% de la producción nacional (cuadro 5). Por el contrario, en República Dominicana se advierte una disminución de la concentración. En la primera década, la producción de los tres primeros deciles más productivos de los investigadores era responsable del 71% de la producción nacional. En la segunda década, ese mismo grupo explicaba el 57%. El primer decil también tuvo un descenso, del 25% al 19%, y el segundo decil pasó del 48% al 39%. El Salvador, en tanto, tiene una concentración menor, aunque se trata también del sistema más pequeño de la región en términos de cantidad de autores en Scopus. El primer decil más productivo pasó de representar el 23% de la producción en los años anteriores a 2010 a ser responsable del 15% en los años posteriores. El 30% más productivo de los investigadores, entretanto, pasó de concentrar el 54% al 50%. En el mismo período, Guatemala incrementó la concentración de la producción en el primero y el segundo deciles, aunque la disminuyó si se considera el 30% más productivo de los investigadores. En los años finales de la serie muestra un patrón de concentración intermedio, con rasgos simi-

lares a los de República Dominicana. En Honduras se verifica una concentración algo más alta y relativamente estable. En la década posterior a 2010, el primer decil más productivo acumulaba el 17% de la producción; los dos primeros, el 39%, y los tres primeros, el 63%. Finalmente, Panamá muestra relativa estabilidad en los dos períodos analizados, pero es el país de mayor concentración de la región, con apenas un punto porcentual más que Costa Rica: el 30% más productivo de los autores es responsable del 67% de la producción total del país, mientras que el primer decil explica el 20% y los dos primeros, el 47%.

**CUADRO 5. CONCENTRACIÓN DE LA PRODUCCIÓN CIENTÍFICA EN PAÍSES DE CENTROAMÉRICA Y REPÚBLICA DOMINICANA, SEGÚN DECIL Y PAÍS, ACUMULADO 2000-19 (EN PORCENTAJE)**

PAÍS	1.º DECIL	2.º DECIL	3.º DECIL
CR	27	50	66
PA	20	47	67
GT	17	47	59
RD	19	39	57
HN	17	39	63
SV	15	34	50
<b>Total</b>	<b>23</b>	<b>43</b>	<b>67</b>

Fuente: Elaboración propia con base en Scopus.



## 2.6. MAYOR CONCENTRACIÓN EN INSTITUCIONES<sup>9</sup>

A partir de las publicaciones en Scopus se ha identificado a un grupo de instituciones de mayor producción en la región. Como es frecuente en los estudios bibliométricos, existe una importante concentración de la producción científica en un grupo reducido de instituciones. Diez instituciones explican el 60% de la producción de la región. En general se destacan instituciones universitarias, aunque es posible señalar algunos centros de investigación de excelencia con fuerte presencia en la región. También las instituciones de salud tienen una presencia significativa en algunos países.

La institución de mayor producción de la región es la Universidad de Costa Rica, con 5.787 artículos acumulados en las últimas dos décadas. Como se vio anteriormente para el caso de los investigadores, la concentración de la producción también se da a nivel de las instituciones. Tan solo esta universidad explica el 22% de la producción regional en este período. En segundo lugar se ubica el Smithsonian Tropical Research Institute (STRI), radicado en Panamá, con 3.974 artículos. La tercera institución, en cuanto al volumen de producción, es la Universidad Nacional de Costa Rica, con 1.634 documentos. En el listado de las 10 instituciones más productivas de Centroamérica figuran cuatro de Costa Rica, tres de Panamá, dos de Guatemala y una de Honduras. Estas 10 instituciones explican el 60% de la producción regional registrada en Scopus desde 2.000 (cuadro 6).

**CUADRO 6. CANTIDAD DE PUBLICACIONES Y CONCENTRACIÓN DE LA PRODUCCIÓN INSTITUCIONAL EN PAÍSES DE CENTROAMÉRICA, 2000-19**

INSTITUCIÓN	CANTIDAD (PORCENTAJE DEL TOTAL)	ACUMULADO (PORCENTAJE)
Universidad de Costa Rica (CR)	5.787 (22%)	22
Smithsonian Tropical Research Institute (PA)	3.974 (15%)	37
Universidad Nacional de Costa Rica (CR)	1.634 (6%)	43
Universidad de Panamá (PA)	910 (3%)	46
Instituto Tecnológico de Costa Rica (CR)	738 (3%)	49
Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CR)	650 (3%)	52
Universidad Tecnológica de Panamá (PA)	548 (2%)	54
Universidad de San Carlos de Guatemala (GT)	534 (2%)	56
Universidad Nacional Autónoma de Honduras (HN)	497 (2%)	58
Universidad del Valle de Guatemala (GT)	493 (2%)	60

Fuente: Elaboración propia con base en Scopus.

<sup>9</sup> Para poder practicar este análisis se procedió a normalizar las firmas institucionales, que presentan grandes variaciones en los registros originales.



Tanto en Costa Rica como en Panamá, la concentración es mayor en un grupo limitado de instituciones. En Costa Rica, 10 instituciones son responsables del 84% de las publicaciones registradas en Scopus. Las tres primeras son universidades públicas: la Universidad de Costa Rica, la Universidad Nacional de Costa Rica y el Instituto Tecnológico de Costa Rica. Esas tres instituciones explican el 67% de la producción nacional. El caso de Panamá es el de mayor concentración a nivel regional. Apenas cinco instituciones explican el 92% de la producción del país. En gran parte esto se debe a la presencia del STRI, que por sí solo es responsable del 59% de la producción panameña indexada en Scopus.

En el caso de República Dominicana, la producción está mucho más atomizada en cuanto a la cantidad de instituciones: las 12 instituciones principales explican el 46% de la producción nacional. La lista está encabezada por la Universidad Autónoma de Santo Domingo, con 148 publicaciones, que representan el 9% de la producción nacional. Siete de estas 12 instituciones son universidades. En El Salvador se han identificado 13 instituciones que son responsables de la mitad de la producción del país entre 2000 y 2019. La principal es la Universidad de El Salvador, que con 184 artículos explica el 12% de la producción nacional. En este caso se destaca la importante presencia de instituciones de salud, lideradas por el Ministerio de Salud salvadoreño, de acuerdo con la especialización del país en las Ciencias de la Salud. En Guatemala, 11 instituciones explican el 60% de la producción nacional en las últimas dos décadas. La principal es la Universidad de San Carlos, aunque exhibe valores muy cercanos a los de la Universidad del Valle, ambas con alrededor de 500 artículos registrados en Scopus en este período. La mitad de estas instituciones son universitarias, que se complementan con una serie de instituciones del área de salud. En Honduras se observa una

mayor concentración de la producción: tan solo siete instituciones explican más del 70% de la producción del país. La principal es la Universidad Nacional Autónoma de Honduras, que es responsable de un tercio de la producción hondureña total. Todas estas instituciones están vinculadas con el sistema universitario del país.

## 2.7. ÁREAS ESTRATÉGICAS

Como una aproximación a las capacidades disponibles en Centroamérica en áreas estratégicas, se presentan a continuación indicadores bibliométricos para tres temáticas seleccionadas: Ciencias Médicas, Biotecnología y Ciencias de la Tierra.<sup>10</sup> Las de mayor volumen en la producción regional son las Ciencias Médicas, que acumularon 7.558 documentos entre 2000 y 2019. Son, además, las de mayor crecimiento, con un 615% entre las puntas de la serie, superando así la producción total de la región, que tuvo un incremento del 532% en el mismo período. La Biotecnología y las Ciencias de la Tierra tienen volúmenes similares, con 4.235 artículos y 3.834 artículos cada una. Las Ciencias de la Tierra mostraron un crecimiento levemente mayor que el del total de la producción regional en este período (un 581%), mientras que la Biotecnología exhibió un comportamiento apenas inferior, con una variación del 389% en estas dos décadas. Esa trayectoria hizo que las Ciencias Médicas incrementaran su participación en la producción regional, alcanzando en 2019 el 27% pero con picos superiores al 30% en años anteriores. La Biotecnología mantiene un constante decrecimiento de su participación en la producción total, cayendo del 22% en 2000 al 13% en 2019. Las Ciencias de la Tierra muestran una cierta estabilidad en todo el período, con valores en torno del 15% de la producción total de la región (véase el cuadro 7).

<sup>10</sup> La delimitación de las áreas se realizó mediante una selección de las disciplinas asignadas a las revistas y fue detallada en la introducción de este informe.



## CUADRO 7. PRODUCCIÓN CIENTÍFICA EN PAÍSES DE CENTROAMÉRICA, EN ÁREAS ESTRATÉGICAS, 2000-19

ÁREA	PUBLICACIONES (2000)	PUBLICACIONES (2019)	PUBLICACIONES (2000-19)	CRECIMIENTO (PORCENTAJE)
Ciencias Médicas	107	766	7.558	615
Ciencias de la Tierra	70	407	3.834	581
Biotecnología	97	386	4.235	389
<b>Total</b>	<b>453</b>	<b>2.862</b>	<b>26.663</b>	<b>532</b>

Fuente: Elaboración propia con base en Scopus.

Si se analiza el nivel de especialización de cada país de la región en las Ciencias Médicas, entendido como el porcentaje que el área representa en la producción total del país, se pueden apreciar variaciones entre 2000 y 2019. Con excepción de República Dominicana, en todos los países se observa un leve incremento de esta temática entre las puntas del período analizado. En Costa Rica el área no tiene un volumen tan alto como en otros países, y pasa del 15% al 20% de la producción del país en las dos décadas. Panamá tiene una tendencia similar, aunque aumenta del 16% al 25% en los mismos años. En el Salvador el área tiene más importancia, pero un crecimiento moderado: del 33% al 39% en el período analizado. En Guatemala se observa una especialización aún mayor en la temática, con una variación del 46% al 50% en igual lapso. Honduras y República Dominicana muestran cambios en su especialización en el área, aunque en sentidos opuestos. El primer caso exhibe un incremento significativo del 17% en 2000 al 33% en 2019. En República Dominicana, en cambio, el área desciende su participación de un altísimo 58% al 41% en el mismo período.

En Biotecnología el comportamiento de los países de Centroamérica es dispar. Costa Rica muestra un marcado descenso de sus publicaciones en el área, que representaron un 22% de su producción en 2000 y un 12% en 2019.

Una vez más ocurre algo similar en Panamá, donde el área cae del 25% al 17% en el mismo período. En Guatemala también se observa una caída, aunque de menor proporción, pasando del 19% de la producción total del país en 2000 al 14% en 2019. Por el contrario, en Honduras, El Salvador y República Dominicana el área exhibe un crecimiento de distinta magnitud. En Honduras el tema no registró publicaciones en 2000 y alcanzó a representar el 14% en 2019. En El Salvador creció del 6% al 10% en el período analizado y en República Dominicana tuvo un leve incremento, pasando del 12% al 13% en estas dos décadas.

Finalmente, en las Ciencias de la Tierra, si bien el total regional muestra un leve crecimiento porcentual en su participación en la producción de Centroamérica, solo en Panamá el área se desarrolló más que otras. En ese país, la participación de las Ciencias de la Tierra pasó del 15% en 2000 al 18% en 2019. Costa Rica y República Dominicana, en tanto, exhiben una relativa estabilidad, aunque en descenso, en torno del 15% en el primer caso y del 5% en el segundo. El Salvador, Guatemala y Honduras muestran un descenso de la producción en la temática en estas dos décadas. En el primer caso, el área baja del 22% al 15%, en el segundo cae del 15% al 8% y en el último, del 14% al 10%.



# 3.

## COLABORACIÓN INTERNACIONAL

Sobre la base de la firma conjunta de artículos por parte de autores afiliados a instituciones de diferentes países es posible establecer patrones de colaboración internacional para Centroamérica y para los países que conforman la región.<sup>11</sup> Las subsecciones siguientes abordan la evolución de la colaboración internacional, la colaboración intrarregional, las redes de colaboración y autoría.

### 3.1.

#### UN ANÁLISIS DE LA COLABORACIÓN INTERNACIONAL

Desde 2007, el porcentaje de los artículos de la región firmados en conjunto con autores de países que están fuera de Centroamérica se mantuvo en valores cercanos al 77%. En los años previos, entre 2000 y 2006, se aprecia un incremento de la colaboración, con un piso en 2001 del 63%.

El país con mayor nivel de colaboración internacional es República Dominicana, con un 89% de sus artículos firmados en conjunto con autores extranjeros en 2019. Es también el país que más ha incrementado su colaboración internacional, partiendo de un 73% en 2000. Guatemala es el segundo país en intensidad de colaboración en 2019, con un 88% y un incremento de 11 puntos porcentuales en el período (véase el cuadro 8). Honduras y Panamá coinciden en un 83% de

<sup>11</sup> Es importante recordar que se ha utilizado la metodología de cuenta por enteros, por lo cual los artículos han sido contabilizados para todos los países participantes. Por ese motivo, la suma de los valores de cada país puede resultar mayor que el total de los artículos en colaboración de cada país.



colaboración internacional en 2019, aunque el primero presenta un incremento mayor desde 2000, cuando exhibía un 76% de sus artículos en cooperación con autores extranjeros, mientras que Panamá contaba con un 79% en el primer año de la serie. Por su parte, El Salvador muestra uno de los niveles más bajos de colaboración (75%), aunque viene aumentando desde un 67%. Finalmente, Costa Rica, el país de mayor volumen de producción en la región, es el que presenta una menor colaboración internacional. En 2019 el 68% de sus artículos mostraba la firma conjunta de autores extranjeros, mientras que en 2000 equivalían al 62%.

#### CUADRO 8. PORCENTAJE DE ARTÍCULOS EN COLABORACIÓN INTERNACIONAL, PAÍSES DE CENTROAMÉRICA Y REPÚBLICA DOMINICANA, 2000-19

PAÍS	COLABORACIÓN INTERNACIONAL 2000	COLABORACIÓN INTERNACIONAL 2019
CR	62	68
PA	79	83
GT	77	88
RD	73	89
HN	76	83
SV	67	75
<b>Total</b>	<b>70</b>	<b>77</b>

Fuente: Elaboración propia con base en Scopus.

#### 3.1.1. PRINCIPALES SOCIOS

El principal colaborador científico de la región es Estados Unidos. En general, dentro de los 10 primeros países socios se advierte la presencia de seis países no latinoamericanos y solo cuatro latinoamericanos. En el caso de ALC se observa colaboración con Brasil, Chile, Colombia y México. Es interesante notar que dentro de este grupo no aparece ningún país centroame-

ricano. Por lo común, el patrón de colaboración de Costa Rica explica el patrón de colaboración de Centroamérica (véase el cuadro 9).

Continuando con el caso de Costa Rica, su principal socio en investigación es Estados Unidos, que participa en el 45% de los artículos en colaboración internacional del país centroamericano. Le siguen España, con el 15%, y Brasil y México, con el 12% y el 11% respectivamente. Entre los 10 primeros países en colaboración aparecen también los latinoamericanos Chile y Colombia. Ningún país de Centroamérica figura entre los 10 principales socios de Costa Rica, lo cual refleja la calidad y la trayectoria de investigación en el país.

#### CUADRO 9. PRINCIPALES SOCIOS DE PAÍSES DE CENTROAMÉRICA Y REPÚBLICA DOMINICANA EN PRODUCCIÓN CIENTÍFICA CON COLABORACIÓN, 2000-19 (EN PORCENTAJE)

PAÍS	COLABORACIÓN
EE.UU.	19
España	6
Brasil	5
México	5
Alemania	5
Reino Unido	4
Francia	4
Colombia	3
Canadá	3
Chile	3

Fuente: Elaboración propia con base en Scopus.

República Dominicana, que ostenta el mayor porcentaje de colaboración internacional en su producción, también tiene como primer socio a Estados Unidos, que participa en más de la mi-





tad de los artículos con coautores extranjeros de este país. Nuevamente, el segundo lugar lo ocupa España, con el 21%, seguido de Brasil y México, ambos con el 13%. Es interesante notar que siete de los 10 principales socios de este país son latinoamericanos (ya que en la lista se encuentran también Argentina, Chile, Colombia, Cuba y Venezuela), pero, una vez más, no aparecen socios centroamericanos entre los países de mayor cooperación.

Para El Salvador también el principal socio es Estados Unidos con el 45% de participación, una intensidad similar a la de Costa Rica. Un rasgo interesante es que el país cuenta con un patrón de gran intensidad latinoamericana: con excepción de Estados Unidos y España, todos los países que integran la lista de sus 10 principales colaboradores son latinoamericanos (México, Guatemala, Colombia, Honduras, Costa Rica, Argentina, Brasil, Nicaragua, en orden de importancia). México participa en el 19% de los artículos salvadoreños en colaboración internacional. A diferencia de los casos anteriores, en El Salvador aparecen tres países de Centroamérica entre sus principales colaboradores: Guatemala, con el 14%, y Honduras y Costa Rica, con el 11% cada uno.

Guatemala tiene una fuerte concentración de su colaboración internacional con Estados Unidos, que alcanza al 59% de sus artículos en cooperación internacional. México aparece en el segundo lugar con el 20%, seguido de Brasil y España con el 12% y el 11% respectivamente. Otros de los socios latinoamericanos que figuran entre sus 10 primeros colaboradores son Argentina, Chile y Colombia. Dentro de Centroamérica aparece Costa Rica, con participación en el 7% de los artículos guatemaltecos en colaboración.

Honduras presenta características similares a Guatemala respecto de los principales socios, coincidiendo en orden y volumen en los dos primeros: Estados Unidos y México. En este

caso también es muy importante la presencia latinoamericana, con Argentina, Brasil, Chile, Colombia, Guatemala (el único país de Centroamérica en esta lista, con participación en el 11% de la producción en colaboración), y Perú.

Por último, Panamá muestra también una fuerte presencia de Estado Unidos entre sus socios científicos, con participación en el 56% de sus artículos en colaboración. Aparece en este caso una intervención relevante de Alemania y Reino Unido, ambos con participación en el 13% de los registros firmados con autores extranjeros. Los socios latinoamericanos que se destacan son Brasil (el 6%), Colombia (el 10%) y México (el 9%). Dentro de Centroamérica solo figura Costa Rica, que interviene en el 6% de los artículos panameños en colaboración internacional.

### 3.1.2. PATRONES DE COLABORACIÓN POR DISCIPLINA

Al analizar los patrones de colaboración por disciplina, a nivel regional no aparecen grandes variaciones entre disciplinas, con la excepción de las Ciencias Sociales que muestran un nivel de colaboración internacional menor que el resto de las disciplinas, partiendo de un 43% en 2000 para alcanzar un 68% en 2019. Las Ciencias Físicas, de la Salud y de la Vida coinciden en valores cercanos al 85% en 2019 y a lo largo de la serie 2000-19 no presentan diferencias relevantes entre ellas. Esta no es una particularidad regional, ya que a nivel mundial las Ciencias Sociales tienden a exhibir valores de colaboración internacional menores que el resto de las disciplinas. Por su parte, no se advierten grandes variaciones entre disciplinas en cada uno de los países que integran Centroamérica con respecto a los patrones nacionales de colaboración internacional ya observados. Sin embargo, puede verse que las Ciencias Físicas son algo menos colaborativas internacionalmente que las otras ciencias exactas y naturales.



## 3.2. COLABORACIÓN INTRARREGIONAL

Como se ha podido observar en los apartados anteriores, Centroamérica es una región con un alto nivel de colaboración internacional. Sin embargo, si se analiza la cooperación entre los países que integran esta región el panorama resulta diferente: en el período 2000-19 solo el 4,1% de los artículos de Centroamérica en colaboración internacional tuvieron participación de más de uno de los países centroamericanos. Eso equivale a decir que solo el 3% de la producción total de Centroamérica fue firmada en conjunto por más de uno de los países que abarca este estudio. Si bien es cierto que se trata de valores muy bajos como para hacer aseveraciones estadísticas confiables, a lo largo de los últimos 20 años se advierte una tendencia creciente a la colaboración intrarregional (véase el cuadro 10).

**CUADRO 10. PORCENTAJE DE ARTÍCULOS DE PAÍSES DE CENTROAMÉRICA Y REPÚBLICA DOMINICANA EN COLABORACIÓN CON PAÍSES DE LA REGIÓN, 2000-19**

PAÍS	COLABORACIÓN INTRARREGIONAL 2000	COLABORACIÓN INTRARREGIONAL 2019
CR	5,2	7,6
PA	2,6	8,8
GT	7,5	13,8
RD	4,2	8,3
HN	4,5	13,6
SV	16,7	25,9
<b>Total</b>	<b>5,2</b>	<b>9,9</b>

Fuente: Elaboración propia con base en Scopus.

Dentro de la región, una vez más los países muestran patrones diferenciados. Costa Rica y Panamá, los países de mayor producción de Centroamérica, son los que menos colaboran con las demás naciones centroamericanas. En el otro extremo, El Salvador tiene una fuerte colaboración con otros países de Centroamérica, que alcanza a un cuarto de su producción total en cooperación internacional. En el caso de Honduras la cooperación intrarregional también es relevante. Guatemala y República Dominicana muestran un patrón intermedio, con el 14% y el 8% respectivamente. Sin embargo, en la gran mayoría de los artículos con participación de más de un país de Centroamérica también intervienen terceros países que no son de la región. Se trata habitualmente del resultado del trabajo de redes internacionales que cuentan con la participación de varios países del mundo. Si se consideran solo los artículos firmados por dos o más países de la región exclusivamente, se contabilizan apenas 78 artículos en 20 años, un 0,4% de la producción regional en cooperación internacional.

## 3.3. COLABORACIÓN EN ÁREAS ESTRATÉGICAS

Las tres áreas estratégicas (Ciencias Médicas, Biotecnología y Ciencias de la Tierra) aumentaron la colaboración internacional en su producción. Mientras Ciencias Médicas y Ciencias de la Tierra crecieron más rápido que la región, la Biotecnología tuvo un ritmo inferior al de la región. Así, mientras en Ciencias Médicas y Ciencias de la Tierra más del 80% de la producción es con colaboración, este porcentaje cae al 62% en el caso de Biotecnología. Es de destacar que en el caso de Ciencias Médicas casi la totalidad de la producción científica es con colaboración internacional (véase el cuadro 11).





## CUADRO 11. PRODUCCIÓN Y PORCENTAJE DE COLABORACIÓN EN ÁREAS ESTRATÉGICAS, 2000 Y 2019

ÁREA	COLABORACIÓN INTERNACIONAL (2000)	COLABORACIÓN INTERNACIONAL (2019)	CRECIMIENTO (PORCENTAJE)
Ciencias Médicas	75 (70%)	703 (92%)	837%
Ciencias de la Tierra	43 (61%)	349 (85%)	712%
Biología	51 (52%)	240 (62%)	370%
<b>Total</b>	<b>316 (70%)</b>	<b>2.205 (77%)</b>	<b>598%</b>

Fuente: Elaboración propia con base en Scopus.

Los niveles de colaboración internacional en las tres áreas analizadas no presentan particularidades significativas en los países de la región. En todos los casos, la Biología es la más internacionalizada, con niveles que van del 98% en República Dominicana al 84% en Costa Rica. Las Ciencias de la Tierra y las Ciencias Médicas tienen niveles similares. En las primeras, los niveles de colaboración internacional también son similares entre los países, con un máximo del 94% en Guatemala y Honduras y un mínimo del 79% en El Salvador. En las Ciencias Médicas, por último, el país de mayor colaboración es República Dominicana, con el 90% de sus artículos firmados con instituciones de otros países, y el de menor colaboración es Panamá, con el 82%.

En lo que se refiere a concentración de la producción, en las Ciencias Médicas las instituciones de mayor producción están encabezadas por la Universidad de Costa Rica, que con 1.034 artículos acumulados entre 2000 y 2019 es responsable del 14% de la producción regional en el tema. Si se avanza en esa lista, incorporando al Smithsonian Tropical Research Institute, de Panamá, y a la Caja Costarricense de Seguro Social, con estas tres instituciones se abarca la cuarta parte de la producción científica regional

en este tema. Las 10 principales instituciones de la región explican casi la mitad de la producción de Centroamérica. En Biología, la concentración de la producción entre las instituciones de la región es aún más marcada. La principal institución es el Smithsonian Tropical Research Institute, que con 997 artículos es responsable del 24% de la producción de Centroamérica en el área. Si se suman las dos principales universidades de Costa Rica, que aparecen en segundo y tercer lugar, se consigue explicar algo más de la mitad de la producción científica de Centroamérica en Biología. Extendiendo la lista a las 10 instituciones de mayor producción en el tema, es posible abarcar tres cuartas partes de los artículos acumulados por la región en Biología entre 2000 y 2019.

El fenómeno de concentración se reproduce aún con más fuerza en las Ciencias de la Tierra. Las tres principales instituciones son las mismas que en Biología (Smithsonian Tropical Research Institute, Universidad de Costa Rica y Universidad Nacional de Costa Rica), aunque en este caso abarcan entre ellas el 58% de la producción regional. El nivel de concentración de las 10 principales instituciones alcanza en este caso el 74% de la producción total.



### 3.4.

## REDES DE COLABORACIÓN

Un enfoque complementario al análisis realizado hasta aquí consiste en dar cuenta de los vínculos entre las instituciones y los autores de la región. Para ello se han construido redes de colaboración basadas en la firma conjunta de artículos científicos indexados en Scopus. Se han aplicado también algunas medidas de centralidad fundamentadas en técnicas de análisis de redes sociales.

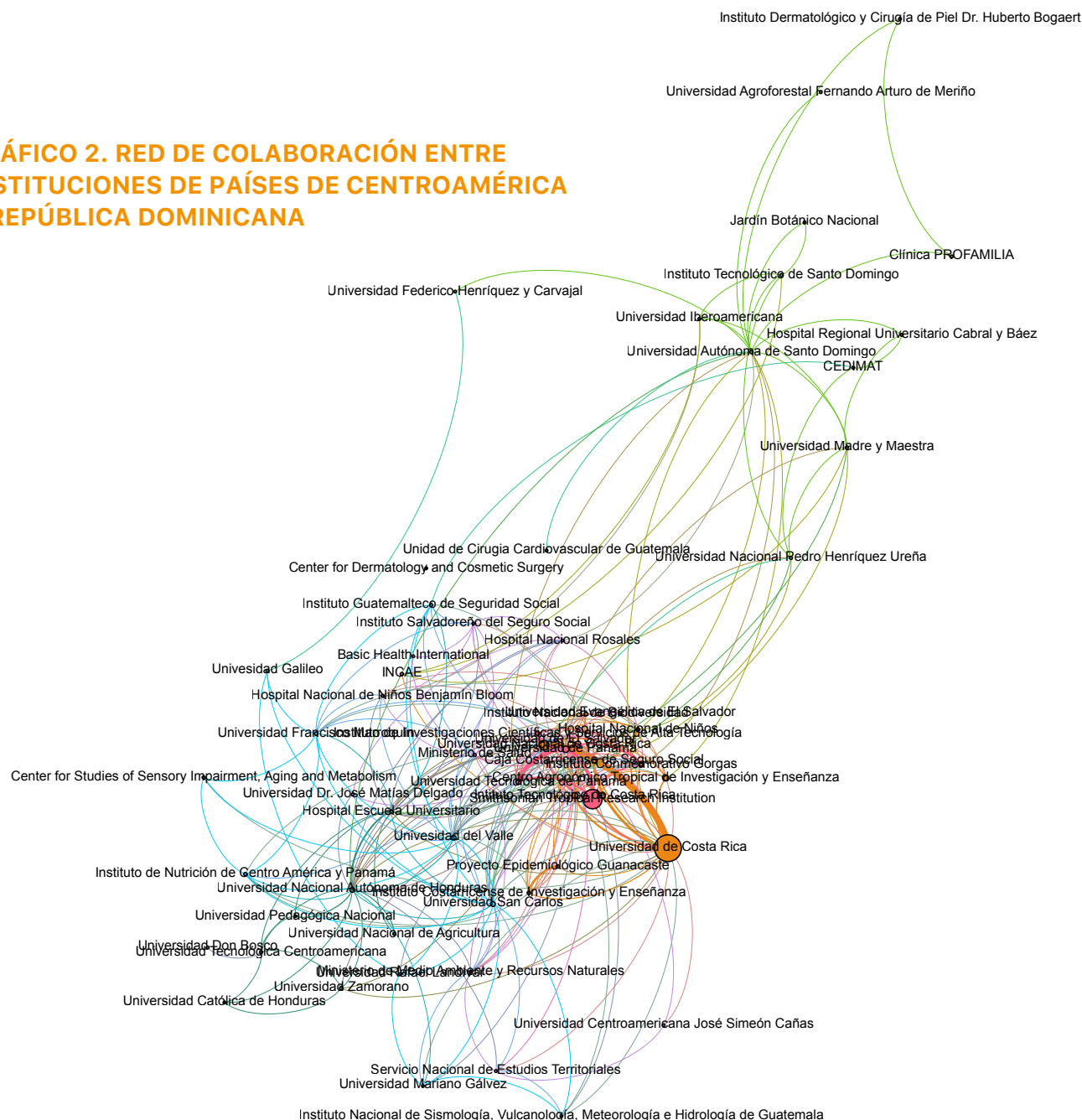
### 3.4.1. INSTITUCIONES

El gráfico 2 muestra la red de copublicación de las instituciones de Centroamérica que cuentan con al menos 20 artículos indexados en Scopus en los últimos 20 años. Los lazos representan la firma conjunta de artículos y la cantidad de artículos en común determina el grosor de las líneas. El tamaño de los nodos está dado por la cantidad de artículos publicados y el color fue asignado en función de los países a los que pertenecen. La distribución en el plano de los nodos responde a algoritmos de posicionamiento que ubican en regiones más próximas a las ins-

tituciones más conectadas entre sí. A grandes rasgos, las instituciones de cada país se ubican más próximas debido a su mayor colaboración en relación con la escasa (como se vio anteriormente) colaboración intrarregional. Llama la atención la distancia de las instituciones de República Dominicana, que indica una menor integración con Centroamérica.

Una manera más concreta de ver las relaciones entre los nodos es mediante distintas medidas basadas en técnicas de Análisis de Redes Sociales. La más básica de ellas es la centralidad según el grado de cada institución, es decir la cantidad de lazos que la conectan con otros. La institución más conectada es la Universidad de Costa Rica, que se conecta con otros 31 nodos. Le sigue la Universidad Nacional Autónoma de Honduras, que –aunque tiene una producción mucho menor– está conectada con otras 24 instituciones de la región. Con niveles de conexión similares aparecen las universidades de Panamá, San Carlos y del Valle.

## GRÁFICO 2. RED DE COLABORACIÓN ENTRE INSTITUCIONES DE PAÍSES DE CENTROAMÉRICA Y REPÚBLICA DOMINICANA



Fuente: Elaboración propia con base en Scopus.

Nota: Instituciones con 20 artículos o más indexados en Scopus entre 2000 y 2019 y al menos un vínculo.

Otra medida de centralidad es la intermediación, entendida como la cantidad de veces que un nodo está en el camino más corto entre otros dos, sobre la cantidad total de caminos más cortos en la red. Esta medida da cuenta de la capacidad de cada nodo de hacer de puente entre otros en la circulación de información. En ese sentido, la intermediación indica el poder relativo de un nodo en la circulación entre sus

pares. La institución con mayor centralidad es la Universidad Autónoma de Santo Domingo que, como se ve en la representación gráfica de la red, hace de puente entre la región y la mayor parte de las instituciones dominicanas. Luego aparecen la Universidad de Costa Rica, que con su gran producción genera muchas relaciones dentro de la región, y la Universidad Nacional Autónoma de Honduras (cuadro 12).



**CUADRO 12. INSTITUCIONES DE PAÍSES DE CENTROAMÉRICA Y REPÚBLICA DOMINICANA, POR CANTIDAD DE GRADOS Y CENTRALIDAD, 2000-19**

RAN-KING	INSTITUCIÓN	PAÍS	GRADO	RAN-KING	INSTITUCIÓN	PAÍS	CENTRA-LIDAD
1	Universidad de Costa Rica	Costa Rica	#31	1	Universidad Autónoma Santo Domingo	República Dominicana	0,237
2	Universidad Nacional Autónoma de Honduras	Honduras	#24	2	Universidad de Costa Rica	Costa Rica	0,172
3	Universidad de Panamá	Panamá	#23	3	Universidad Nacional Autónoma de Honduras	Honduras	0,143
4	Universidad de San Carlos	Guatemala	#23	4	Hospital Escuela Universitario	Honduras	0,064
5	Universidad del Valle	Guatemala	#23	5	Caja Costarricense de Seguro Social	Costa Rica	0,063
6	Caja Costarricense de Seguro Social	Costa Rica	#22	6	Universidad de San Carlos	Guatemala	0,058
7	Universidad de El Salvador	El Salvador	#21	7	Universidad de Panamá	Panamá	0,045
8	Universidad Nacional de Costa Rica	Costa Rica	#21	8	Universidad del Valle	Guatemala	0,044
9	Instituto Conmemorativo Gorgas	Panamá	#20	9	Universidad Tecnológica Centroamericana	Honduras	0,037
10	Hospital Escuela Universitario	Honduras	#18	10	Universidad de El Salvador	El Salvador	0,036

Fuente: Elaboración propia con base en Scopus.

Al entrar en la red de cada país, en el caso de Costa Rica se observa la fuerte presencia relativa de la Universidad de Costa Rica, que establece un robusto lazo con la Universidad Nacional de Costa Rica. Entre ambas articulan gran parte de la red del país. En República Dominicana se destaca el rol de la Universidad Autónoma de Santo Domingo por ser la institución de mayor producción del país. Junto con el Instituto Tecnológico de Santo Domingo y, en menor medida, con la Universidad Iberoamericana generan un triángulo de vigorosa interacción en el centro de la red. Aunque algo más alejados, se advierte un intenso lazo entre el Hospital Universitario y la Universidad Madre y Maestra.

En El Salvador se detectan dos subredes de mayor interacción, pero también conectadas entre sí. En la parte superior se observa un conjunto articulado por la Universidad de El Salvador, en el que participan otras universidades y un grupo de instituciones de salud, lo cual da cuenta de la intensidad de la disciplina en el país. Además, se advierten tres instituciones, muy vinculadas entre sí, que comparten la especialización temática en los estudios agrarios: el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales, el Servicio Nacional de Estudios Territoriales y la Universidad Centroamericana José Simeón Cañas. En el caso de Guatemala se observa una red bien distribuida, con diversos caminos de comunicación entre la mayor parte de las instituciones. El centro de la red



lo ocupan las universidades de mayor producción del país: la Universidad de San Carlos y la Universidad del Valle. Más alejadas del centro de la red aparecen instituciones de mayor especialización temática. Más arriba en el gráfico se ubica el Instituto Guatemalteco de Seguridad Social y el Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología de Guatemala. En Honduras se advierte con claridad la centralidad de la Universidad Nacional Autónoma de Honduras, que aparece en la zona media del gráfico y fuertemente conectada. El Hospital Escuela Universitario se ve algo alejado, pero muy enlazado con la institución más productiva del país.

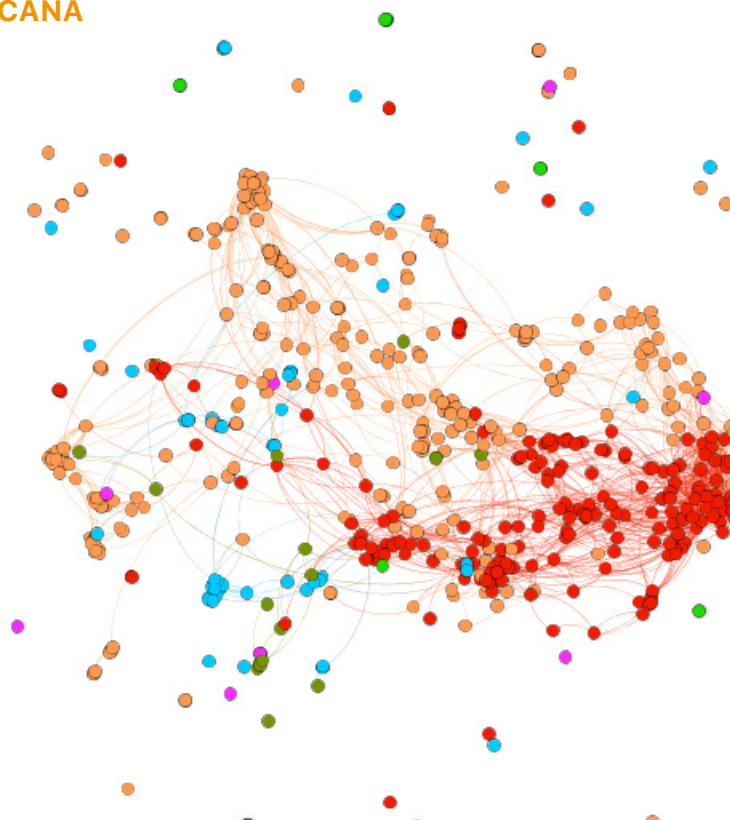
Finalmente, en el caso de Panamá se evidencia una red de pocas instituciones, pero de alta

productividad para el contexto de la región. El centro de la red lo ocupa la Universidad de Panamá que, si bien no es la de mayor producción, resulta la más conectada a nivel nacional. La institución de mayor producción es el Smithsonian Tropical Research Institute, que tiene lazos con varias instituciones panameñas más, aunque no es la que articula la red.

### 3.4.2. AUTORES

El mismo tipo de análisis aplicado a los autores muestra una red con variadas interacciones que, como es normal, presenta mayormente agrupados a los autores de cada país. El gráfico 3 representa a los autores con 15 o más artículos indexados en Scopus entre 2000 y 2019, coloreados según su país de origen.

**GRÁFICO 3. RED DE COLABORACIÓN ENTRE AUTORES DE PAÍSES DE CENTROAMÉRICA Y REPÚBLICA DOMINICANA**



Fuente: Elaboración propia con base en Scopus.

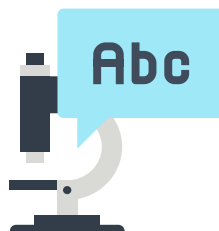
Costa Rica: naranja; El Salvador: rosa; Guatemala: celeste; Honduras: verde oscuro; Panamá: rojo; República Dominicana: verde claro.

Nota: Autores con 15 artículos o más indexados en Scopus entre 2000 y 2019.



Los autores de Costa Rica, en naranja, presentan algunos núcleos dispersos en varias zonas del gráfico. Para tomar como parámetro, el grado promedio de los 10 autores más conectados del país es de 30,3, solo superado por los autores de Panamá. Estos últimos aparecen en rojo y, a diferencia de sus colegas costarricenses, se ubican de forma mucho más agrupada. El grado promedio de sus 10 autores más conectados es muy alto, de 49,5, lo cual da cuenta de una fuerte conexión, sobre todo entre los autores del propio país. Los autores de Guatemala son los terceros en volumen y se observan en celeste en el gráfico. Muestran, sin embargo, un nivel de conexión mucho menor: los 10 autores más conectados tienen un grado promedio de 13,5. Aunque son menos,

los autores de Honduras (en verde oscuro) aparecen algo más conectados. Sus 10 autores más conectados tienen un grado promedio de 19,4. Finalmente, los autores salvadoreños, en rosa, poseen un grado promedio de 4,4 entre sus 10 principales autores y los de República Dominicana, en verde claro, ocupan el segundo lugar, con un promedio de 3,3. El análisis de redes sociales aplicado a las publicaciones de Centroamérica muestra que el volumen de producción no explica por completo los niveles de conexión. Por ejemplo, las instituciones de Costa Rica y Panamá están muy conectadas, pero las instituciones hondureñas y guatemaltecas, con un volumen menor de producción, alcanzan importantes grados de conexión dentro de Centroamérica.



# 4.

## OPINIONES DE LOS INVESTIGADORES

A partir de los datos obtenidos en el análisis bibliométrico se elaboró un listado de 175 investigadores para invitarlos a completar una encuesta a fin de entender su opinión sobre las barreras y oportunidades de colaboración. La construcción del listado se basó en una combinación de país de origen, cantidad de producción académica y campo de conocimiento.<sup>12</sup>

### 4.1.

#### DISEÑO DE LA ENCUESTA Y RESPUESTA

La encuesta, que se realizó entre julio y agosto de 2020, fue concisa para que su respuesta no demandase más de 15 minutos. Se hizo en formato electrónico. Además de la presentación inicial enviada por especialistas del BID, se remitieron a los investigadores dos recordatorios, incluyendo contactos personales por redes sociales.

De los 175 mensajes enviados a 150 investigadores, 24 fueron rebotados y no fue posible obtener otro correo electrónico de contacto. La encuesta fue respondida por 42 investigadores. Las principales características de los investigadores que respondieron son las siguientes:

- **País:** Honduras, el 26%; Costa Rica, el 21%; República Dominicana, el 14%; Panamá, el 14%; El Salvador, el 14%, y Guatemala, el 9%.
- **Género:** El 78% de los investigadores que respondieron fueron hombres.
- **Disciplina:** Ciencias Médicas, el 40%; Tecnológicas, el 24%; Ciencias de la Vida, el 21%; Ciencias de la Tierra, el 5%; Matemáticas, el 5%; Ciencias Económicas, el 5%, y Ciencias Jurídicas y Derecho, el 2%.
- **Producción en los últimos cinco años:** Hasta cinco *papers*, el 15%; 6-10 *papers*, el 12%; 11-15 *papers*, el 19%; 16-20 *papers*, el 7%, y más de 20 *papers*, el 45%.

<sup>12</sup> A fin de construir la base de correos electrónicos para contactar a los investigadores se utilizó la información provista en las publicaciones indexadas en Scopus. Esta fuente resultó ser muy limitada e imperfecta. Para incrementar el listado de correos electrónicos se consultaron páginas web institucionales y personales como LinkedIn.



La encuesta indagó sobre los siguientes aspectos:

- Motivaciones para colaborar internacionalmente.
- Razones para colaborar con quienes colabora (o quienes no).
- Cooperación intrarregional: razones para explorarla, mantenerla y/o abandonarla.
- Opinión sobre incentivos a la colaboración.
- Opinión sobre barreras (baja calidad, competencia, falta de incentivos, etc.).
- Opinión sobre el uso y la potencialidad de la transferencia de tecnología.
- Sugerencias basadas en programas o iniciativas en las que haya participado.

## 4.2. PRINCIPALES RESULTADOS

Los principales resultados de la encuesta y las entrevistas complementarias son los siguientes:

- **Baja colaboración con instituciones de Centroamérica a pesar de una activa colaboración internacional.** Mientras que el 69% de los investigadores declara que no hizo trabajos en colaboración con otras instituciones de Centroamérica en los últimos cinco años o solo realizó hasta el 25% de su producción en esas condiciones durante ese lapso, el 69% dice haber realizado al menos la mitad de su trabajo en colaboración con instituciones extranjeras que no están en Centroamérica durante el mismo período.
- **Importancia de los contactos personales por encima de factores institucionales para explicar la colaboración regional.** El 88% de los investigadores identifica a sus

propios contactos como un factor que contribuye mucho o bastante a la colaboración. Otros mecanismos institucionales no son mencionados tan frecuentemente como facilitadores de la colaboración. Es el caso de mejora en la calidad de la investigación, el 43%; requisitos del financiador, el 38%; mejora el récord de las publicaciones, el 36%, y es parte de la evaluación, el 14%.

- **La inexistencia de esquemas de financiamiento es la principal barrera para la colaboración regional.** El 90% de los encuestados indica que la falta de esquemas de financiamiento para contribuciones regionales es un obstáculo muy importante o importante para la colaboración regional.
- **Inexistencia de prioridades regionales y/o agenda.** Los encuestados destacan como una limitante la ausencia de una agenda de prioridades a nivel regional que pueda ser utilizada por cada una de las agencias responsables de la promoción como parte de los criterios de evaluación de proyectos de I+D. En este sentido, destacan que existe una tensión natural entre promover la excelencia y el aumento de publicaciones (patente en los sistemas de evaluación y promoción que se han desarrollado y consolidado en Centroamérica) y priorizar áreas y/o redes de colaboración.
- **Dificultad para poner en marcha esquemas de colaboración y ser parte de ellos.** Aunque la mayoría de los encuestados expresa que le gustaría participar en investigaciones regionales o en esquemas de intercambio con otras instituciones de la región, no ve que esto sea factible en el mediano plazo. El 70% de los investigadores no conoce mecanismos existentes en la región para poder llevar adelante actividades de colaboración regional.



- **En cuanto a las recomendaciones para incentivar la colaboración regional, la mayoría de los encuestados establece como útil la generación de redes entre los investigadores.** El 60% de los investigadores manifiesta que se deberían fortalecer redes universitarias en la región, el 56% indica que se deberían incentivar estadías de estudiantes de doctorado y posdoctorado y el 54% sugiere que se fomente la movilidad temporaria de investigadores en países de la región.
- **Los investigadores destacados desconocen y no han usado los mecanismos de valorización de los resultados de sus investigaciones.** Al ser consultados sobre la infraestructura de apoyo con la que cuenta su institución, el 76% de los investigadores respondió que no sabe si su institución tiene mecanismos de apoyo a la identificación de resultados valorizables o no cree que los tenga. Más de la mitad (el 53%) no ha recibido orientación para incorporar estrategias

de propiedad intelectual en su trabajo como investigador, y la mitad no sabe si su institución posee normativa formal para la distribución de beneficios de la explotación de activos tecnológicos o no cree que la tenga. De hecho, el desconocimiento y la desconexión con la infraestructura lleva a que la mitad de los investigadores no sepa si en su institución hay un centro de transferencia o no lo conozca. Vale mencionar que solo el 10% de los entrevistados respondió que ha protegido de alguna manera los resultados de su trabajo como investigador.

- **Los investigadores destacados tienen una baja participación en empresas y en esquemas de investigación por contrato.** Al ser consultados sobre su rol y participación en distintos mecanismos de contrato y de inversión, solo el 5% de los investigadores reportó que ha participado como accionista en *spin-off* en los últimos cinco años. En el mismo sentido, solo el 20% ha sido contactado por empresas para realizar I+D por contrato.



# 5.

## OPINIÓN DE LOS RESPONSABLES DE POLÍTICAS: DRP

A fin de generar una agenda común, la División de Competitividad, Tecnología e Innovación del BID lideró un DRP con los responsables de CTI en Centroamérica y República Dominicana. En función de las restricciones impuestas por la pandemia de COVID-19, se realizó en formato virtual a partir de reuniones bilaterales y una sesión plenaria. La presente sección resume los hallazgos y puntos en común de cada una de estas instancias de intercambio en las que participaron los responsables de cada país. Vale destacar que el formato permitió una mayor participación de funcionarios de cada país.

### 5.1. HALLAZGOS COMUNES DE LAS REUNIONES BILATERALES

A partir de las reuniones bilaterales se estableció una serie de acciones y propuestas que fueron mencionadas en los distintos encuentros. En primer lugar, se determinó la movilidad de estudiantes de posgrado (maestría y doctorado), así como estancias cortas de movilidad de

investigadores al comienzo de su carrera, como un mecanismo valioso para fomentar el conocimiento y generar redes personales que puedan mantenerse en el tiempo. Es importante destacar que para lograr que estos mecanismos funcionen es preciso trabajar en los procesos de calidad y acreditación de las universidades a fin de garantizar la movilidad de los estudiantes en la región. Al mismo tiempo, es necesario conciliar esta movilidad con los programas de becas de posgrado que muchos de los países de la región han desarrollado en el último tiempo, donde uno de los criterios de la aceptación radica en el prestigio y la calidad de la institución educativa. Asimismo, se debe considerar que las becas de las instituciones más prestigiosas de la región no tienen costos muy diferentes de los de otras regiones del mundo.

Sobre el desconocimiento y la posibilidad de encontrar sinergias, los funcionarios encuentran casi natural el desconocimiento que existe entre los investigadores destacados de la región sobre las investigaciones que se están realizando en otros países, teniendo en cuenta que estos investigadores están insertados en redes internacionales de altísima calidad.

Así, y a fin de generar un bien público regional, varios de los participantes destacaron la oportunidad que podría significar el desarrollo de una plataforma alimentada por los sistemas de *curriculum vitae* electrónicos y convocatorias de cada país que sirva como “*marketplace*” entre investigadores, como biblioteca de estudios y/o investigaciones en línea en un *set* limitado de temáticas compartidas y como un repositorio de información sobre oportunidades de financiamiento y llamados. Si bien varios funcionarios mencionaron la necesidad de fortalecer este esquema con presupuesto para convocatorias específicas, en general los participantes subrayaron que es preciso generar un diseño correcto de este instrumento que permita combinar transparencia y competencia, sin excluir a aquellos grupos con menores capacidades actuales, y mantener una sustentabilidad en el tiempo. En este sentido, se expresó la posibilidad de establecer puentes de trabajo en conjunto y un listado de temáticas prioritarias que pueda ser acordado por los diferentes países.

Finalmente, los participantes destacaron la necesidad de robustecer los mecanismos de valorización y transferencia de conocimientos y productos de la investigación. Atendiendo a que en muchos campos las investigaciones tocan temas o problemáticas comunes, esto podría dar lugar a mecanismos regionales de valorización y transferencia compartidos, permitiendo a la vez una mayor economía de escala en el funcionamiento.

## 5.2. ACUERDOS DE LA REUNIÓN PLENARIA

Tomando en cuenta los resultados de las reuniones bilaterales, la reunión plenaria incluyó trabajo en grupos para discutir y plantear propuestas adicionales sobre la base de presentaciones

referidas al estado de la producción y la colaboración científicas y la transferencia de tecnología en la región. Los participantes, que fueron divididos en tres grupos y contaron con la coordinación y moderación de especialistas de la División de Competitividad, Tecnología e Innovación del BID, trabajaron sobre la consigna “¿Cuáles serían las tres acciones que propondrías para fomentar la colaboración científico-tecnológica en Centroamérica y República Dominicana?”.

A los puntos mencionados con anterioridad, el plenario agregó otros. Entre los más relevantes se incluye un mayor énfasis en la investigación aplicada fundamentalmente a resolver problemáticas comunes, orientadas a misiones. Varios participantes propusieron establecer mecanismos de concursos, de retos o convocatorias. En este sentido, se destaca la importancia de fomentar programas de intercambios de investigación, por una parte, y de incubación y aceleración regionales, aprovechando, en lo posible, la infraestructura existente en la región.

También se hizo hincapié en la necesidad de que los países intervengan activamente en el proceso de definición de prioridades de la Comisión para el Desarrollo Científico y Tecnológico de Centroamérica y Panamá (CTCAP), a fin de que sirva como plataforma de intercambio y organismo responsable de reuniones científicas, y tenga un mandato claro en la negociación con la cooperación internacional sobre áreas relevantes y/o prioritarias. Si bien las restricciones de financiamiento pueden ser una barrera, una buena cantidad de participantes señaló la importancia de que actúe como un mecanismo de acuerdo e intercambio de información regional.



# 6.

## CONCLUSIONES

El panorama presentado a lo largo de este informe muestra a Centroamérica como una región en rápida expansión en lo referido a producción científica y autores activos, aunque partiendo de una base muy escasa de producción científica y de niveles de cooperación regional particularmente bajos. Si se analizan los niveles de citación de las publicaciones producidas por los investigadores de la región se observa que Centroamérica tiene una fuerte presencia de publicaciones en el primer cuartil de citación, con un porcentaje no despreciable en el segundo cuartil.

Si bien los artículos de instituciones de la región registrados en Scopus entre 2000 y 2019 se incrementaron un 531%, muy por encima del total de la base de datos y superando el crecimiento total de América Latina, internamente se aprecian situaciones divergentes, tanto en volumen de producción como en su pendiente de crecimiento. De manera similar a las tendencias internacionales, la región, y todos los países que la componen, muestran una fuerte concentración de la producción en los estratos más productivos de sus investigadores. Los países con sistemas más consolidados (Costa Rica

y Panamá) son, también, los que presentan mayor concentración de su producción. Asimismo, como es frecuente en los estudios bibliométricos, existe una importante concentración de la producción científica en un grupo reducido de instituciones: 10 instituciones explican el 60% de la producción de la región. En general se destacan instituciones universitarias, aunque es posible identificar algunos centros de investigación de excelencia con fuerte presencia en la región. También las instituciones de salud tienen una presencia significativa en algunos países. En tanto, el análisis de redes sociales aplicado a las publicaciones de Centroamérica muestra que el volumen de producción no explica por completo los niveles de conexión. Por ejemplo, las instituciones de Costa Rica y Panamá están muy conectadas, pero las instituciones hondureñas y guatemaltecas alcanzan importantes grados de conexión dentro de la región con un volumen menor de producción.

Centroamérica es una región de alta colaboración internacional en su producción científica registrada en Scopus: tres cuartas partes de la producción regional fueron realizadas en conjunto con otros países. Estados Unidos es el

principal socio, con gran diferencia, de todos los países de Centroamérica. La cooperación con otras naciones latinoamericanas tiene distintos niveles de intensidad entre los países analizados. Sin embargo, la cooperación entre los países de Centroamérica es muy escasa y en general incluye a terceros países que no son de la región. La cooperación entre países de Centroamérica exclusivamente es casi inexistente, lo cual ofrece un importante espacio para desarrollar políticas que fomenten la integración regional en I+D.

Al ser consultado un panel de investigadores destacados, la mayoría señaló que los contactos personales explican el inicio y el mantenimiento de esfuerzos de colaboración regional más que los factores institucionales y que los esquemas de financiamiento son inexistentes. Si bien a la mayor parte de los encuestados le gustaría participar en investigaciones regionales o en esquemas de intercambio con otras instituciones de la región, no ve que sea factible en el mediano plazo. En ese sentido, una gran cantidad de ellos afirmó que no conoce mecanismos disponibles en la región para poder llevar adelante actividades de colaboración regional. En cuanto a las recomendaciones para incentivar la colaboración regional, un número mayoritario de los encuestados mencionó como útiles las acciones para generar redes entre los investigadores y fomentar la movilidad temporal de investigadores en países de la región.

La región centroamericana muestra una especialización disciplinaria en las Ciencias de la Vida, explicada principalmente por la intensidad de esta disciplina en Panamá y Costa Rica. Las Ciencias de la Salud son las más importantes para el resto de los países de la región. Esta especialización permite pensar que existe lugar para fomentar mecanismos de integración regional y colaboración, y para dedicar esfuerzos

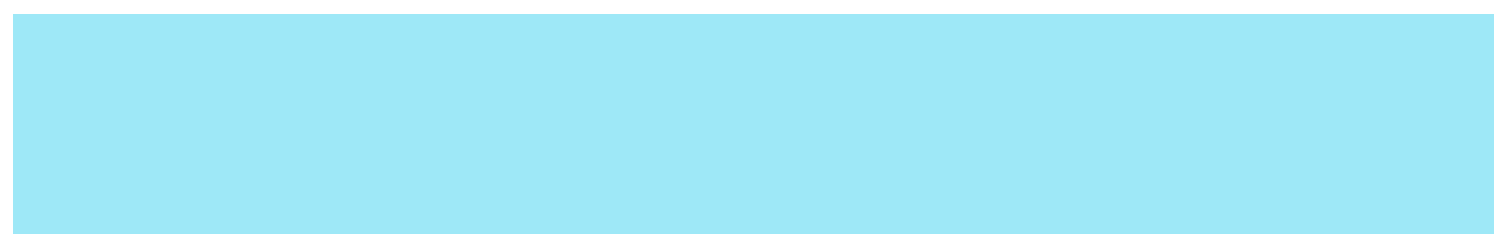
de valorización de la investigación a fin de resolver problemáticas comunes. Sin embargo, los investigadores destacados desconocen y no han usado los mecanismos de valorización de los resultados de sus investigaciones. En el mismo sentido, los investigadores destacados tienen una baja participación en empresas y en esquemas de investigación por contrato.

A partir de las reuniones bilaterales y la reunión plenaria entre los responsables de CTI de la región realizadas en el marco del DRP fue posible determinar una serie de acciones y propuestas para alimentar la agenda regional. En primer lugar, se estableció la movilidad de estudiantes de posgrado (maestría y doctorado), así como estancias cortas de movilidad de investigadores al comienzo de su carrera, como un mecanismo valioso para fomentar el conocimiento y generar redes personales que puedan mantenerse en el tiempo. Por otra parte, teniendo en cuenta el desconocimiento y hasta la falta de confianza de investigadores de la región, se propuso avanzar en el desarrollo de una plataforma, alimentada por los sistemas de *currículum vitae* electrónicos y convocatorias de cada país, que sirva como *marketplace* entre investigadores, como biblioteca de estudios y/o investigaciones en línea en un *set* limitado de temáticas compartidas y como un repositorio de información sobre oportunidades de financiamiento y llamados. En el DRP se señaló la necesidad de fortalecer los mecanismos de valorización y transferencia de conocimientos y productos de la investigación. Debido a que en muchos campos las investigaciones tocan temas o problemáticas comunes, esto podría dar lugar a mecanismos regionales de valorización y transferencia compartidos, permitiendo a la vez una mayor economía de escala en el funcionamiento. En este punto, los participantes remarcaron la importancia de un mayor énfasis en la investigación aplicada fundamentalmente a resolver problemáticas comunes, orientadas a misiones. Varios participantes propusieron establecer

mecanismos de concursos, de retos o convocatorias. En este sentido, se destaca la importancia de fomentar programas de intercambios de investigación, por una parte, y de incubación y aceleración regionales, aprovechando, en lo posible, la infraestructura existente en la región.

Por último, se hizo hincapié en la necesidad de que los países participen activamente en el proceso de definición de prioridades de CTCAP,

a fin de que sirva como plataforma de intercambio y organismo responsable de reuniones científicas y tenga un mandato claro en la negociación con la cooperación internacional sobre áreas relevantes y/o prioritarias. Si bien las restricciones de financiamiento pueden ser una barrera, una buena cantidad de participantes en el DRP señaló la importancia de que actúe como un mecanismo de acuerdo e intercambio de información regional.



# ● REFERENCIAS

---

- Griliches, Z. 1995. R&D and productivity: Econometric results and measurement issues. En: Stoneman, P (ed.). *Handbook of the economics of innovation and technological change*. Pp. 52-89. Oxford: Blackwell.
- Hall, R. E. y C. I. Jones. 1999. Why do Some Countries Produce So Much More Output Per Worker than Others? *The Quarterly Journal of Economics*. 114(1):83-116.
- Rouvinen, P. 2002. R&D-Productivity Dynamics: Causality, Lags, and Dry Holes. *Journal of Applied Economics*. 5(1):123-156.