
INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA Y TECNOLÓGICA EN EL INSTITUTO CLODOMIRO PICADO: UNA PERSPECTIVA BIBLIOMÉTRICA DE CUATRO DÉCADAS (1970-2010)

BRUNO LOMONTE

RESUMEN

El presente trabajo presenta una visión panorámica de la evolución de la actividad investigativa del Instituto Clodomiro Picado (ICP; Universidad de Costa Rica), reflejada a través de sus publicaciones científicas a lo largo de 40 años (1970-2010) desde su fundación. Se recopiló y analizó la producción total de publicaciones en revistas (442 artículos) y algunas características, tales como sus áreas temáticas, cifras de citación en la *Web of Science*, proporción de las colaboraciones con autores en el extranjero, países con los cuales se ha colaborado, y la utilización de revistas locales o internacionales. Los datos indican que las actividades de investigación en el ICP, desde

la perspectiva de la producción de publicaciones en revistas, presentan un considerable desarrollo, consolidación y grado de visibilidad. Estos análisis permiten concluir que es factible producir ciencia en un contexto socioeconómico como el de Costa Rica, donde los recursos de apoyo a la investigación son escasos e inconstantes. Se discuten algunos de los factores que podrían haber incidido para favorecer tal crecimiento cuantitativo y cualitativo. El estudio del ICP como un caso particular podría proveer información de utilidad más general para formular estrategias de desarrollo en otros grupos y países con características similares.

Costa Rica es una nación de la América Central, con una extensión de 50000km² y una población estimada en 4,6 millones de habitantes (INEC, 2011). Al igual que muchos países con bajos ingresos *per capita* del mundo en desarrollo, carece de los medios económicos suficientes para impulsar significativamente las actividades de investigación científica y tecnológica. Dichas tareas han sido realizadas fundamentalmente en sus universidades públicas y particularmente en la Universidad de Costa Rica (UCR), la más antigua, fundada en 1940. Aunque el Estado realiza algunos esfuerzos importantes para apoyar las iniciativas en el campo de la ciencia, tecnología e innovación (MICIT, 2008), los recursos asignados para ello son escasos, inconstantes, y apenas contribuyen a aliviar el déficit de

infraestructura, equipamiento y recursos humanos especializados para desarrollar una actividad investigativa de buen nivel.

El estudio de la actividad científica en un país con las características mencionadas puede proveer aportes de interés para comprender los procesos de desarrollo en las naciones rezagadas en dicho campo, alejadas por una notoria brecha con respecto a los países de altos ingresos (Zeledón, 1976; Coronado, 1997). Algunos estudios han analizado el desarrollo científico de Costa Rica a través de indicadores bibliométricos (Lomonte y Ainsworth, 2000, 2002), y señalan un crecimiento moderado (aunque a la vez una clara fragilidad) de las actividades investigativas en los diversos campos de las ciencias naturales. La UCR figura como la institución que concentra la mayor parte de la producción

científica del país, expresada en términos de publicaciones en revistas internacionales indexadas, con un aporte cercano al 50% (Lomonte y Ainsworth, 1999). La organización *QS University Rankings* colocó recientemente a la UCR en la posición 59 dentro de las primeras 200 de Latinoamérica, siendo la universidad mejor calificada de la América Central (QS, 2011).

Dentro de la UCR, el Instituto Clodomiro Picado (ICP) representa un caso de estudio interesante, dado que aporta una proporción notable de su producción científica. En un análisis bibliométrico del período 1980-1998, el aporte del ICP representó el 13,2% de las publicaciones generadas por la UCR (Lomonte y Ainsworth, 2000). Dicho instituto fue fundado en 1970 y adscrito a la Facultad de Microbiología, con la fi-

PALABRAS CLAVE / Bibliometría / Clodomiro Picado / Costa Rica / Investigación Científica / Ofidismo / Publicaciones /

Recibido: 18/11/2011. Modificado: 21/05/25012. Aceptado: 28/05/2012.

Bruno Lomonte. Microbiólogo, Universidad de Costa Rica (UCR). Doctor en Inmunología, Universidad de Göteborg, Suecia. Profesor, UCR, Costa Rica. Dirección: Instituto Clodomiro Picado UCR, San José 11501 Costa Rica. e-mail: bruno.lomonte@ucr.ac.cr

TABLA I
DEFINICIÓN DE LAS CATEGORÍAS TEMÁTICAS UTILIZADAS
EN EL PRESENTE ESTUDIO

Abreviatura	Categoría	Descripción de la categoría temática
CAN	Cáncer	Estudios sobre células cancerosas en cultivo o tumores en modelos animales
TXB	Toxinas bacterianas	Estudios sobre toxinas bacterianas, su estructura y mecanismos de acción
HIS	Historia y cultura científica	Estudios sobre historia de las ciencias en Costa Rica y otros temas de cultura científica
INM	Inmunología Médica	Estudios inmunológicos de laboratorio de utilidad hospitalaria
EPI	Epidemiología y Clínica	Estudios sobre epidemiología de los envenenamientos por ofidios e investigaciones clínicas sobre seroterapia
ARA	Arácnidos	Estudios sobre arañas y escorpiones
BQU	Bioquímica	Estudios sobre aislamiento y caracterización bioquímica o estructural de toxinas ofídicas y sus acciones <i>in vitro</i>
ANT	Antivenenos y anticuerpos	Estudios sobre la producción y características de sueros antiofídicos y otros anticuerpos contra venenos y toxinas ofídicas
PAT	Patología y Farmacología	Estudios sobre la fisiopatología experimental o actividades farmacológicas de venenos y toxinas ofídicas <i>in vivo</i>
BIO	Biología e Historia Natural	Estudios sobre aspectos biológicos y de historia natural de ofidios y otros reptiles

nalidad de enfrentar el problema del ofidismo en Costa Rica a través de la producción de los antivenenos necesarios para el tratamiento de mordeduras de serpientes, así como de la investigación sobre los venenos de serpientes y otros animales ponzoñosos (Gutiérrez, 2010). Su nombre honra la memoria del investigador más destacado en la historia costarricense, Clodomiro Picado Twight (1887-1944), quien entre sus numerosos y diversos aportes al conocimiento inculcó en la cultura del país la importancia de abordar el problema del envenenamiento ofídico a través de un enfoque científico-tecnológico (Zeledón, 1987; Gutiérrez, 2004).

La historia y la evolución del ICP han sido objeto de estudios, como un modelo notorio de generación y aplicación de conocimientos científico-tecnológicos enfocados hacia la solución de un problema de salud pública importante para los países tropicales (Gutiérrez, 2010). Sin embargo, no se ha realizado un análisis exhaustivo de la producción de publicaciones científicas de dicho centro académico y su impacto. El presente trabajo tiene como objetivo recopilar las publicaciones generadas durante cuatro décadas desde su fundación (13/04/1970) y examinar su evolución y visibilidad, apoyándose en herramientas bibliométricas tales como el análisis de citas. Los resultados del análisis confirman al ICP como un caso notable de evolución científica en el contexto particular de una nación con desarrollo incipiente en las ciencias naturales, y sugieren posibles estrategias que trascienden su caso particular, pudiendo tener una aplicabilidad más general para otros grupos de investigación del país, o para naciones con características similares a las de Costa Rica.

Métodos

Se recopiló las publicaciones científicas producidas por el ICP desde 1970 hasta 2010, con base en los archivos mantenidos por la Sección Administrativa del Instituto, o por consulta con sus investigadores. Solamente se incluyeron las publicaciones realizadas en revistas, excluyéndose los resúmenes de congresos, libros, capítulos de libros, y obras didácticas o divulgativas. Adicionalmente a esta recopilación manual de las publicaciones en revistas, algunas referencias más recientes se detectaron mediante búsquedas en PubMed (www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/), empleando la palabra clave 'Clodomiro' o mediante los nombres de los investigadores actuales. Los datos sobre cifras de citación de las referencias indexadas fueron obtenidos de la *Web of Science* (Thomson Reuters), la cual fue accesada en setiembre 2011 desde el Instituto de Biomedicina de Valencia, España. Como palabras clave de búsqueda en dicha base de datos se utilizaron 'Costa Rica' y 'Clodomiro' en la celda correspondiente a la dirección (*address*).

Cada referencia fue asignada a una de diez categorías temáticas, definidas según las descripciones indicadas en la Tabla I. En algunos casos donde la publicación podría combinar dos o más de las categorías, se asignó a aquella que estuviera más acorde o cercana con el tema central del trabajo. Cada publicación se colocó en un mapa de líneas temáticas con escala temporal, para tener una visión global de la actividad en cada una de las ramas a lo largo del período de estudio. Adicionalmente se graficó el número total de publicaciones realizadas en cada año, así como el número de pu-

blicaciones anuales en las tres categorías temáticas mayoritarias. En otros análisis se examinó la evolución de la cifra total anual de citas a los trabajos publicados por el ICP, en comparación paralela con el número anual de publicaciones detectadas para el mismo período, utilizando la herramienta correspondiente en *Web of Science*. Finalmente, se comparó la proporción de publicaciones realizadas en coautoría con investigadores de otros países, frente a las publicaciones realizadas exclusivamente con la autoría de miembros del propio instituto. Los países con cuyos investigadores se publicó conjuntamente se describieron mediante una escala numérica, sumando un valor de 1 para cada aparición de un autor de instituciones foráneas a Costa Rica, en cada referencia de la lista de publicaciones. Además, se comparó la proporción de trabajos publicados en revistas de Costa Rica, frente a aquellos publicados en revistas extranjeras.

Resultados y Discusión

Se recopiló un total de 442 publicaciones en revistas científicas (la lista completa puede ser solicitada a bruno.lomonte@ucr.ac.cr), generadas por el ICP durante las cuatro décadas desde su fundación en 1970, lo cual resulta en un promedio global de 11 publicaciones por año. Como cabría esperar, en los primeros años de la historia de dicho instituto la actividad investigativa fue apenas incipiente (Figura 1) y fue creciendo gradualmente (Figura 3a). En la actualidad, el promedio de producción de publicaciones oscila en torno a 25 por año. Para un grupo hoy conformado por 19 profesionales que trabajan en investigación, las cifras de

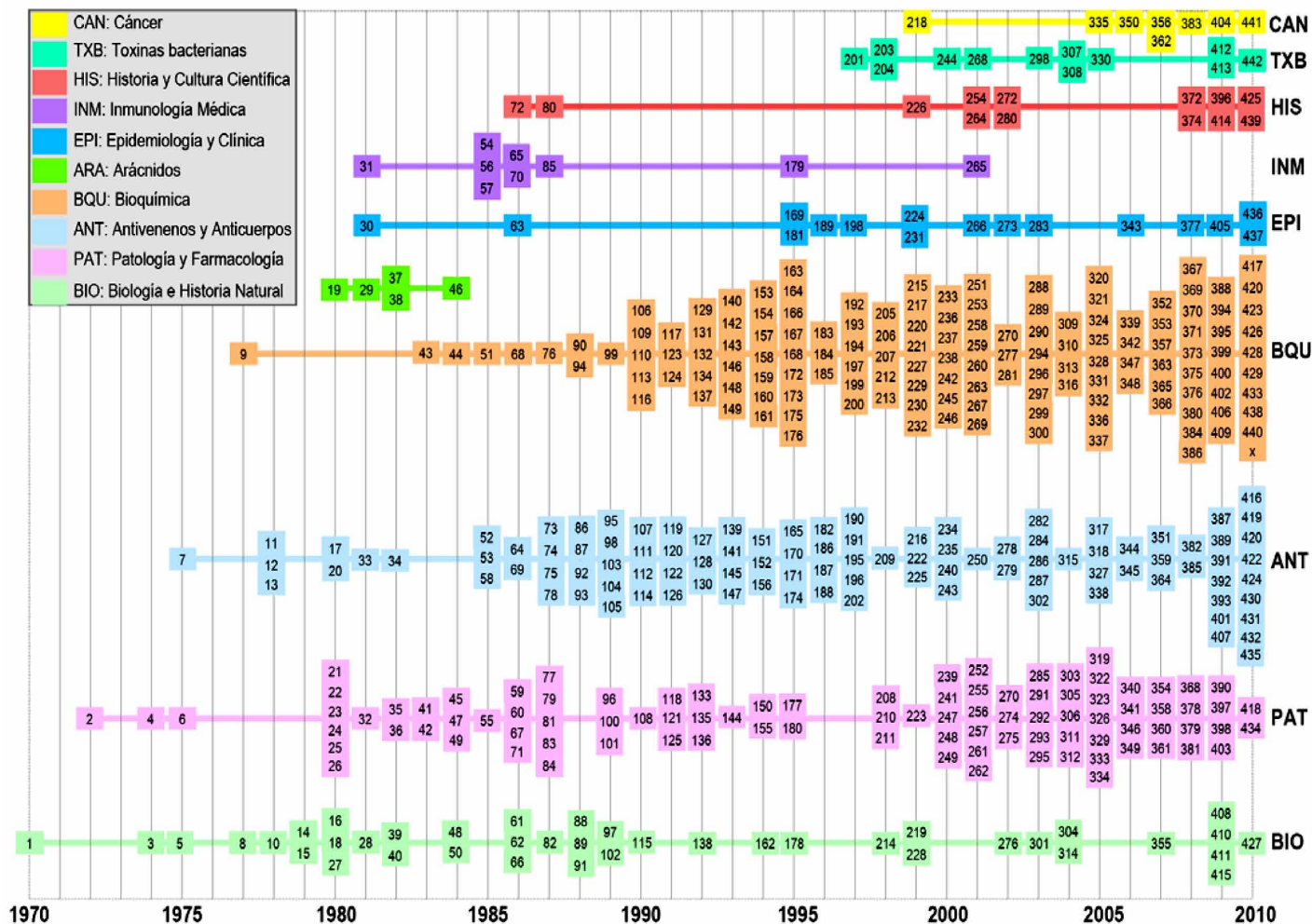


Figura 1. Mapa panorámico de las publicaciones científicas producidas por el Instituto Clodomiro Picado según su área temática y año, durante el período 1970-2010. Los números indicados para cada artículo corresponden al código asignado en la lista completa de publicaciones (puede solicitarse a bruno.lomonte@ucr.ac.cr), que incluye el número de citas recibidas según *Web of Science* hasta setiembre 2011. Las abreviaturas para cada línea temática y su definición se describen en la Tabla I. Para una mayor claridad de la simbología que utiliza colores, el lector puede referirse a la versión web de este artículo.

productividad actuales indican, en promedio, 1,3 publicaciones por investigador por año. Este valor es similar al descrito por Gaillard (1991) al analizar la productividad anual de un grupo de 200 investigadores en Norteamérica en el campo de las ciencias agrícolas, o al de los investigadores de la Facultad de Medicina de la UNAM en México (Martínez et al., 2004).

Una mirada a los datos de sus años iniciales muestra que el ICP generó sus primeras publicaciones, aunque pocas, prácticamente desde sus orígenes (Figura 1). Esto es, no se observa un período de ‘incubación’ muy marcado desde su fundación hasta la aparición de los primeros trabajos publicados. Posiblemente este hecho tenga relación con las características que imprimió al ICP su director fundador, Róger Bolaños, quien contaba con amplia experiencia en investigación al momen-

to de asumir la tarea de crear dicho centro, producto de su sólida formación y del ambiente de rica tradición científica prevaleciente entre el profesorado de la Facultad de Microbiología de aquellos años (Gutiérrez, 2002). Esto, sumado al espíritu motivador del primer director y a su alta valoración de las actividades científicas, tanto básicas como aplicadas, condujeron en poco tiempo a una tangible dinámica de trabajo investigativo (Gutiérrez 2010; Lomonte 2011). Otro aspecto a destacar es que las investigaciones publicadas en el primer quinquenio del ICP versaron sobre aspectos biológicos de las serpientes, junto con estudios de la toxicidad de sus venenos (las primeras seis publicaciones se distribuyen por igual entre estas dos líneas), y no es hasta 1975 cuando emerge la línea de estudio y caracterización de antivenenos que posteriormente se convertirá en una parte

medular de su producción científica (Figuras 1 y 3b).

Como puede apreciarse en la Figura 2, entre las diez categorías temáticas establecidas para los fines del presente análisis (Tabla I), sobresalen tres: los estudios de corte bioquímico (33%), los de patología experimental o farmacología (20%), y los trabajos relacionados con antivenenos (23%). La línea de estudios biológicos suma también una proporción significativa (9%), aunque sin mostrar un crecimiento marcado a lo largo del período de estudio, y con lapsos de interrupción (Figura 1). Las demás líneas de investigación contribuyen con porcentajes menores al total de las publicaciones (Figura 2). Los datos muestran que el área temática que abarca estudios bioquímicos sobre venenos y sus toxinas es la que muestra la mayor consolidación, con una visible expansión en la década de 1990 y una

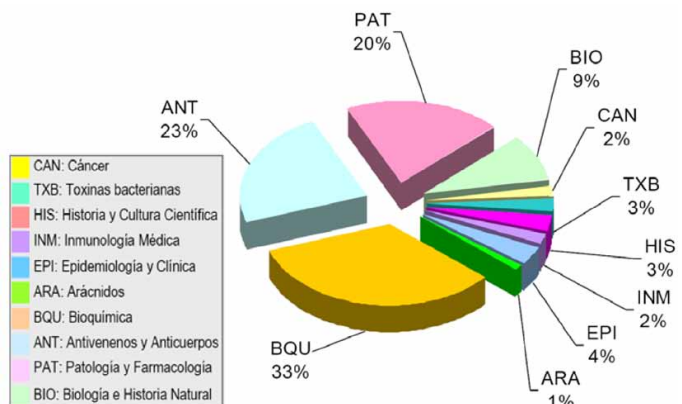


Figura 2. Distribución porcentual de las áreas temáticas de las publicaciones científicas producidas por el Instituto Clodomiro Picado, 1970-2010. Las abreviaturas para cada línea temática y su definición se describen en la Tabla I. Para una mayor claridad de la simbología que utiliza colores, el lector puede referirse a la versión web de este artículo.

tendencia general creciente (Figura 3b). Asimismo, las áreas de estudios en patología experimental/farmacología, y en antivenenos también evidencian un crecimiento importante (Figura 3b). La primera, en especial, parece consolidarse mayormente en la década del 2000, mientras que la segunda presenta un marcado incremento en los dos últimos años del período analizado (Figura 1).

El simple recuento del número de publicaciones generadas en un período determinado no permite estimar aspectos tales como su visibilidad e impacto. Entre los criterios que se emplean para la evaluación cualitativa de las publicaciones, el número de sus citas es un parámetro muy utilizado (Moed, 2005). Los índices de impacto de las re-

vistas también proveen información de interés, aunque constituyen un criterio menos específico que no necesariamente se correlaciona en forma directa con las citas hechas de una publicación particular. Utilizando como herramienta la *Web of Science* se pudo obtener un registro del número total de citas recibidas por las publicaciones del ICP en los últimos doce años (Figura 4b), pasando desde un centenar de citas por año en 1992 y 1993, a un millar de citas en el promedio de los últimos tres años. En comparación, el crecimiento del número total de artículos publicados en el mismo período es cercano al doble (Figura 4a). Estos datos implican que el incremento en número de publicaciones del ICP ha sido concomitante con un crecimiento cualitativo considerable (un orden de magnitud en citas) en términos de visibilidad e influencia en sus correspondientes campos temáticos.

Entre los posibles factores que han incidido sobre los patrones arriba descritos, especialmente el crecimiento cuantitativo y cualitativo observado en la última década, cabría considerar los siguientes: a) el aumento en la proporción de investigadores con formación académica a nivel doctoral; b) el incremento en la captación de recursos económicos para realizar investigación, tanto de fuentes nacionales como extranjeras; c) un fuerte crecimiento de las colaboraciones internacionales en los proyectos de investigación, como se discute más adelante; d) una mayor exposición del personal académico a congresos y simposios científicos internacionales; y e) el incremento en la afluencia de estudiantes de posgrado nacionales y extranjeros, visitantes académicos, así como el incremento en la realización de pasantías en prestigiosas instituciones foráneas por parte de los investigadores del ICP.

Al analizar el comportamiento de las colaboraciones internacionales en las publicaciones del ICP se evidencia un cambio importante desde sus inicios hasta la actualidad (Figura 5). Mientras en las dos primeras décadas (1970-1990) las publicaciones tenían autorías por investigadores propios del ICP prácticamente en su totalidad, hacia 1990 se marca una fuerte tendencia a la publicación con coautores de otros países, que llega a alcanzar una proporción del orden del 70-75%, en promedio, en la década más reciente (2000-2010). Aunque la suma total de este parámetro durante el período estudiado muestra

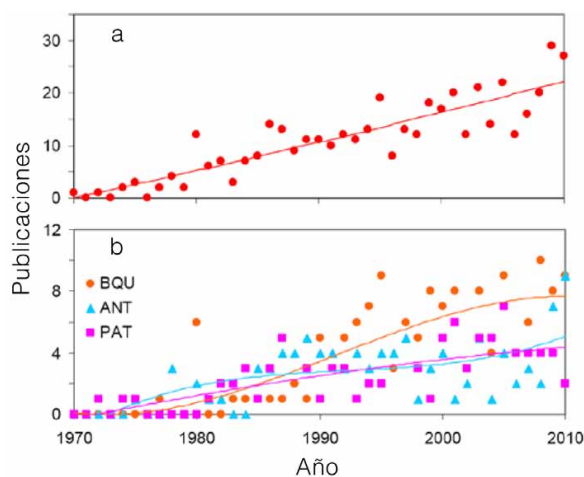


Figura 3. Número de publicaciones anuales producidas por el Instituto Clodomiro Picado como total (a) o desglosando las tres áreas temáticas mayoritarias (b), durante 1970-2010. Las abreviaturas para cada línea temática y su definición se describen en la Tabla I. Para una mayor claridad de la simbología que utiliza colores, el lector puede referirse a la versión web de este artículo.

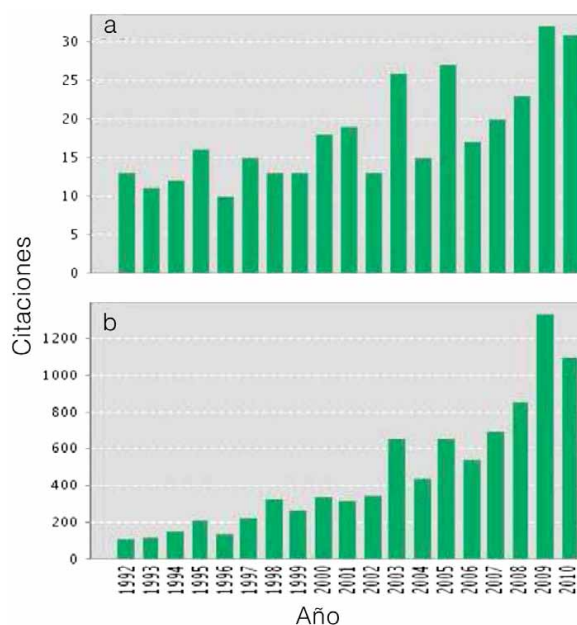


Figura 4. Comparación entre el número de publicaciones anuales del Instituto Clodomiro Picado (a) y sus correspondientes citas en la *Web of Science* (b), durante el período 1992-2010.

una proporción igual de publicaciones 'autóctonas', frente a las colaboraciones internacionales (Figura 5, inserto), su análisis temporal muestra un claro giro en este sentido.

Al anotar la frecuencia con la cual se publicó conjuntamente con autores foráneos, se encuentra una marcada colaboración con investigadores de Brasil, seguida por EEUU, Suecia, Reino Unido, España, y Colombia (Figura 6). Algunas de

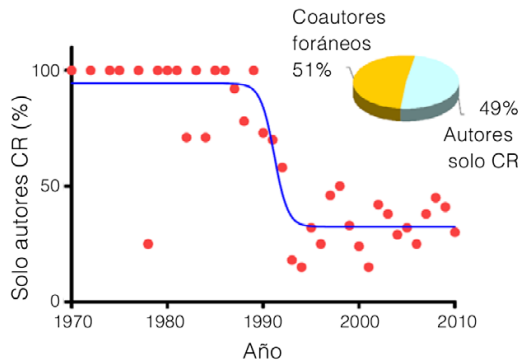


Figura 5. Proporción de las publicaciones del Instituto Clodomiro Picado producidas exclusivamente con la autoría de investigadores de Costa Rica, durante 1970-2010. El pastel inserto muestra la proporción total de las publicaciones con autores solo de Costa Rica, o con coautores foráneos.

estas colaboraciones nacen de la realización de estudios doctorales por parte de varios investigadores del ICP en el extranjero (EEUU y Suecia, por ejemplo), mediante lo cual se establecen importantes nexos científicos que se extienden más allá de la culminación de los posgrados y el retorno de los investigadores. Otras colaboraciones se relacionan con intercambios bilaterales de investigadores a través de pasantías cortas o de mediano plazo, por ejemplo en el caso de Brasil, país que tiene un notorio peso en la investigación en toxicología a nivel mundial. En otros casos aún, las colaboraciones se relacionan con el establecimiento de programas de cooperación internacional y de financiamiento de proyectos conjuntos, por ejemplo el establecimiento de la Red *NeTropica* en Centroamérica con el auspicio económico de Suecia (Moreno *et al.*, 2011), o la cooperación bilateral con España por vía del CSIC, ya sea directamente o a través de una alianza entre CRUSA (fundación patrocinada por los EEUU) y el CSIC. También cabe destacar el efecto del establecimiento de una red temática CYTED para la cooperación en el área de la producción y control de antivenenos entre países de Hispanoamérica (Gutiérrez *et al.*, 2007). Dicha red permitió aumentar notoriamente las interacciones con varios países latinoamericanos, así como con el Instituto de Biomedicina de Valencia (IBV), el cual participa en una alta proporción de las colaboraciones con España indicadas en la

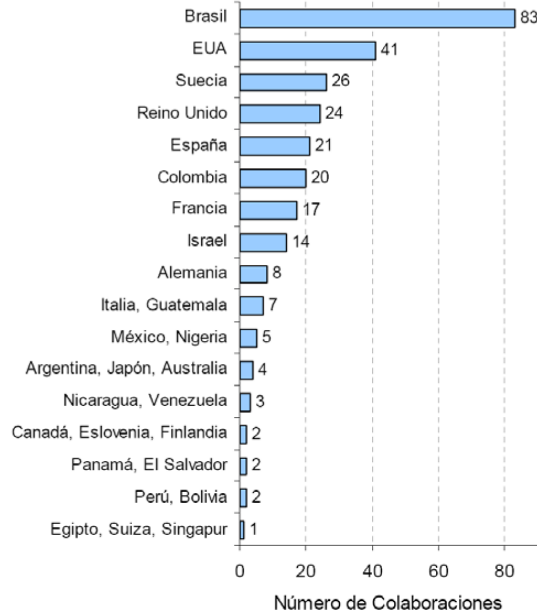


Figura 6. Países de origen de los coautores extranjeros de las publicaciones del Instituto Clodomiro Picado, durante 1970-2010, y su número de colaboraciones. La asignación de los valores numéricos para este análisis se describe en Métodos.

Figura 6. Esta 'internacionalización' de las coautorías en las publicaciones generadas por el ICP se extiende también a la utilización de revistas, como se resume en la Figura 7. El número de artículos publicados durante la primera década del análisis es bajo, pero aún así, ya refleja una intención de alcanzar presencia en los medios internacionales. La década de 1980 muestra un comportamiento mixto en este sentido, con proporciones de publicaciones en revistas de Costa Rica y revistas extranjeras cercanas al 50-50% (Figura 7). La década de 1990 marca el cambio hacia una producción de corte fuertemente internacional, que se ha mantenido hasta el final del período del estudio, y en un claro paralelismo con el patrón observa-

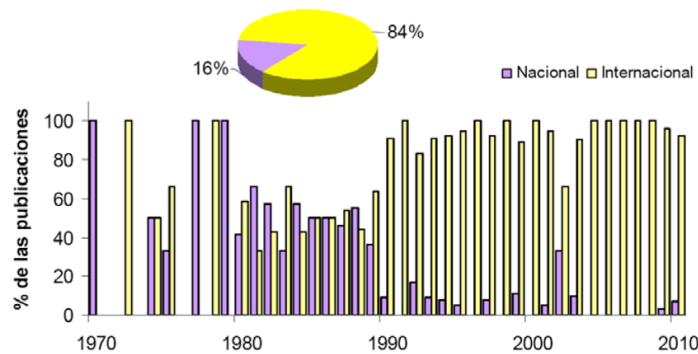


Figura 7. Utilización de revistas de Costa Rica (barras oscuras) o revistas internacionales (barras claras) correspondientes a las publicaciones del Instituto Clodomiro Picado, durante 1970-2010. El pastel inserto muestra la proporción total de la utilización de ambos tipos de revistas.

do en la Figura 5 con respecto a las coautorías internacionales.

Consideraciones Finales

El presente trabajo proporciona una visión panorámica de la evolución de la actividad investigativa del ICP, reflejada a través de sus publicaciones científicas, durante 40 años. En sus inicios, dicho instituto contó con apenas un puñado de investigadores pioneros, hasta alcanzar en la actualidad una cifra de 19 profesionales que desarrollan esta labor. Los datos recopilados muestran una actividad investigativa ascendente, no solo en el número de

publicaciones, sino también en sus aspectos cualitativos, a juzgar por tres criterios: una creciente presencia en revistas científicas internacionales, las colaboraciones con instituciones foráneas, y el notable incremento en las cifras de citación de sus publicaciones en los años más recientes. Si se considera el ICP como un centro universitario en el contexto de un país pequeño y de recursos económicos limitados, y por tanto con marcadas carencias para la financiación de la actividad científica, puede decirse que el crecimiento aquí documentado constituye un caso interesante de analizar. El estudio de los factores que han incidido sobre este desarrollo podría proveer información de utilidad para grupos de investigación con características similares, tanto en el país como en otras naciones que presentan rasgos en común con Costa Rica. Aunque tal análisis sobrepasa los objetivos del presente trabajo, es posible hacer algunas observaciones con base en los datos recopilados.

Un primer aspecto es el hecho de que el ICP fue concebido con un norte temático claramente definido, cual es contribuir a la solución del problema del ofidismo en Costa Rica y países vecinos a través de la investigación científico-tecnológica y la producción de antivenenos. Puede observarse que

TABLA II
LAS DIEZ PUBLICACIONES DEL INSTITUTO CLODOMIRO PICADO (1970-2010) MÁS CITADAS
SEGÚN LA *WEB OF SCIENCE* (THOMSON REUTERS)*

Nº	Citas (total)	Promedio anual	Referencia bibliográfica
1	280	16,5	Gutiérrez JM, Lomonte B (1995) Phospholipase A ₂ myotoxins from <i>Bothrops</i> snake venoms. <i>Toxicon</i> 33: 1405-1424.
2	199	16,6	Gutiérrez JM, Rucavado A (2000) Snake venom metalloproteinases: their role in the pathogenesis of local tissue damage. <i>Biochimie</i> 82: 841-850.
3	163	7,8	Francis B, Gutiérrez JM, Lomonte B, Kaiser II (1991) Myotoxin II from <i>Bothrops asper</i> (terciopelo) venom is a lysine-49 phospholipase A ₂ . <i>Arch. Biochem. Biophys.</i> 284: 352-359
4	147	6,4	Lomonte B, Gutiérrez JM (1989) A new muscle damaging toxin, myotoxin II, from the venom of the snake <i>Bothrops asper</i> (terciopelo). <i>Toxicon</i> 27: 725-733.
5	140	7,8	Lomonte B, Moreno E, Tarkowski A, Hanson LÅ, Maccarana M (1994) Neutralizing interaction between heparins and myotoxin II, a Lys-49 phospholipase A ₂ from <i>Bothrops asper</i> snake venom. Identification of a heparin-binding and cytolytic toxin region by the use of synthetic peptides and molecular modeling. <i>J. Biol. Chem.</i> 269: 29867-29873.
6	133	7,0	Lomonte B, Tarkowski A, Hanson LÅ (1993) Host response to <i>Bothrops asper</i> snake venom: analysis of edema formation, inflammatory cells and cytokine release in a mouse model. <i>Inflammation</i> 17: 93-105.
7	130	14,4	Gutiérrez JM, Ownby CL (2003) Skeletal muscle degeneration induced by venom phospholipases A ₂ : insights into the mechanisms of local and systemic myotoxicity. <i>Toxicon</i> 42: 915-931.
8	127	14,1	Lomonte B, Angulo Y, Calderón L (2003) An overview of Lysine-49 phospholipase A ₂ myotoxins from crocotalid snake venoms and their structural determinants of myotoxic action. <i>Toxicon</i> 42: 885-901.
9	119	4,4	Gutiérrez JM, Gené JA, Rojas G, Cerdas L (1985) Neutralization of proteolytic and hemorrhagic activities of Costa Rican snake venoms by a polyvalent antivenom. <i>Toxicon</i> : 887-893.
10	109	5,0	Kaiser II, Gutiérrez JM, Plummer D, Aird SD, Odell GV (1990) The amino acid sequence of a myotoxic phospholipase from the venom of <i>Bothrops asper</i> . <i>Arch. Biochem. Biophys.</i> 278: 319-325.

* Citas registradas hasta el 16/09/2011.

los temas de investigación se han mantenido centrados marcadamente dentro de este objetivo general, con algunas ligeras expansiones hacia otras áreas no menos relevantes, pero manteniendo siempre un claro perfil central que se ha consolidado alrededor del estudio de los venenos y sus antivenenos (ver lista completa de publicaciones y Figura 1).

Otro aspecto que puede observarse en las publicaciones, es la tendencia a dar continuidad y profundizar sobre ciertas preguntas y temas de estudio, más que a dispersarse de una forma horizontal o superficial. Esta profundización y continuidad temática se hace particularmente notoria en el caso de los dos grupos de toxinas que han sido más intensamente estudiadas en el ICP, las fosfolipasas A₂ miotóxicas y las metaloproteinasas hemorrágicas, temas que han impactado mayormente en su campo de investigación, a juzgar por su predominancia en las cifras de citación (Tabla II).

Por último, un elemento que probablemente ha potenciado la producción y visibilidad de las publicaciones del ICP lo constituye el salto dado desde la utilización inicial de revistas locales, de escasa consulta por la comunidad global de investigadores, hacia la presencia en revistas de circulación internacional. Como se indicó, este giro correlaciona con una creciente apertura hacia las cola-

boraciones interinstitucionales, especialmente con grupos de investigación afines en varios países con un mayor grado de desarrollo científico-tecnológico. Esta apertura, a su vez, se originó de las relaciones surgidas a través de la capacitación de investigadores durante la realización de estudios doctorales y pasantías en el extranjero, así como de la afluencia de investigadores foráneos al ICP. Entre las revistas internacionales mayormente utilizadas para la difusión de las investigaciones del ICP, destaca *Toxicon*, la publicación oficial de la *International Society on Toxinology*: cerca de un tercio (38%) de todas las publicaciones en el período estudiado fueron publicadas en dicha revista. La proporción global del uso de revistas locales fue del 16%, en contraposición con un 84% de publicaciones en revistas internacionales (Figura 7, inserto). Cabe destacar que un análisis bibliométrico (Guimarães y Carlini, 2004) que identificó a los trabajos con mayores cifras de citación en esta revista especializada en toxicología, ubicó tres publicaciones del ICP entre los primeros 15 artículos.

Todas estas cifras, y especialmente su evolución temporal en el lapso de cuatro décadas, permiten concluir que las actividades de investigación científica y tecnológica en el ICP, juzgadas a la luz de la producción de publicaciones en revistas, muestran un importante desarrollo y grado de consolida-

ción y visibilidad. Como corolario, estos análisis demuestran que es factible desarrollar ciencia en un contexto socioeconómico como el de Costa Rica, si se conjugan una serie de factores. Su ulterior estudio posee utilidad potencial en la formulación de estrategias de apoyo a la investigación en otros grupos, centros, o institutos, tanto del país como de otros países con características similares a las de Costa Rica.

AGRADECIMIENTOS

El autor agradece a Juan J. Calvete, Laboratorio de Proteinómica Estructural, Instituto de Biomedicina de Valencia, España, en donde se recopiló la información correspondiente a cifras de citación en *Web of Science*, y a sus maestros y compañeros de larga data, Edgardo Moreno y José María Gutiérrez, por sus enriquecedoras discusiones sobre el tema del estudio.

REFERENCIAS

- Coronado G (1997) La actividad científica en Costa Rica: un bosquejo de su evolución. En Zamora A (Ed.) *El Otro Laberinto*. Tecnológica de Costa Rica. Cartago, Costa Rica. pp.257-276.
- Gaillard J (1991) *Scientists in the Third World*. University Press of Kentucky. Lexington, KY, EEUU. 190 pp.
- Guimaraes JA, Carlini CR (2004) Most cited papers in *Toxicon*. *Toxicon* 44: 345-359.

- Gutiérrez JM (1986) Algunas reflexiones sobre Clodomiro Picado Twight y su contribución al desarrollo de las ciencias médicas y naturales en Costa Rica. *Rev. Filos. Univ. C. Rica* 24: 105-110.
- Gutiérrez JM (2002) Las publicaciones de investigación biomédica en la Revista de Biología Tropical. *Rev. Biol. Trop.* 50: 941-949.
- Gutiérrez JM (2004) Clodomiro Picado: el legado de la creatividad. *Crisol* 12: 32-33.
- Gutiérrez JM (2010) *Los Orígenes del Instituto Clodomiro Picado*. Master Print. San José, Costa Rica. 60 pp.
- Gutiérrez JM, Higashi HG, Wen FH, Bornouf T (2007) Strengthening antivenom production in Central and South American public laboratories: report of a workshop. *Toxicon* 49: 30-35.
- INEC (2011) Instituto Nacional de Estadística y Censos. www.inec.go.cr/Web/Home/pagPrincipal.aspx
- Lomonte B, Ainsworth S (1999) Universidad de Costa Rica, líder en producción científica internacional. *Girasol* 2: 3-5.
- Lomonte B, Ainsworth S (2000) Desarrollo científico en Costa Rica: un análisis bibliométrico a través del *Science Citation Index*, 1980-1998. *Mem. Acad. Nac. Cs. C. Rica* 6 (III): 81-114.
- Lomonte B, Ainsworth S (2002) Publicaciones científicas de Costa Rica en el *Science Citation Index*: análisis bibliométricos del trienio 1999-2001. *Rev Biol Trop* 50, 951-962.
- Lomonte B (2012) Venenos de serpiente: de la investigación al tratamiento. *Acta Méd. Costarric.* 54: 86-96.
- Martínez F, Palomares A, Piña E (2004) Los estándares científicos de productividad en la Facultad de Medicina de la UNAM. *Gac. Méd. Méx.* 140: 599-606.
- MICIT (2008) *Indicadores Nacionales 2006-2007: Ciencia, Tecnología, e Innovación*. Ministerio de Ciencia y Tecnología. San José, Costa Rica.
- Moed HF (2005) *Citation Analysis in Research Evaluation*. Springer. Holanda. 346 pp.
- Moreno E, Gutiérrez JM, Chaves-Olarte E (2011) The struggle of neglected scientific groups: ten years of NeTropica efforts to promote research in tropical diseases in Central America. *PLoS Neglect. Trop. Dis.* 5: e1055.
- QS (2011) *University Rankings* www.topuniversities.com/university-rankings/latin-american-university-rankings/2011 Cons. 5/10/2011.
- Zeledón R (1976) *Ensayos e Ideas Científicas*. Imprenta Nacional. San José, Costa Rica. 198 pp.
- Zeledón R (1987) *Dr. Clodomiro Picado Twight*. Serie Educación N° 8. Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica. 24 pp.

SCIENTIFIC AND TECHNOLOGICAL RESEARCH AT THE INSTITUTO CLODOMIRO PICADO: A BIBLIOMETRIC PERSPECTIVE OF FOUR DECADES (1970-2010)

Bruno Lomonte

SUMMARY

This article presents an overview of the evolution of research activities at the Instituto Clodomiro Picado (ICP; University of Costa Rica), as reflected by its scientific publications during 40 years (1970-2010) since its foundation. The total production of publications in journals (442 articles) was compiled and an analysis was carried out of their characteristics such as subject areas, citation figures in the Web of Science, proportion of collaboration with foreign authors, countries involved in the collaborations, and utilization of local or international journals. The data indicate that research activities at ICP, from the perspective of the produc-

tion of papers in journals, present a considerable development, consolidation and visibility. These analyses support the conclusion that it is feasible to produce science in a socio-economic context such as that of Costa Rica, where resources to foster research are scarce and inconstant. Some of the factors that may have favored such quantitative and qualitative growth are discussed. The study of ICP as a particular case could provide information of a more general interest to formulate strategies for development in other groups or countries with similar characteristics.

INVESTIGAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA NO INSTITUTO CLODOMIRO PICADO: UMA PERSPECTIVA BIBLIOMÉTRICA DE QUATRO DÉCADAS (1970-2010)

Bruno Lomonte

RESUMO

O presente trabalho apresenta uma visão panorâmica da evolução da atividade investigativa do Instituto Clodomiro Picado (ICP; Universidade de Costa Rica), refletida a través de suas publicações científicas ao longo de 40 anos (1970-2010) desde sua fundação. Foi coletada e analisada a produção total de publicações em revistas (442 artigos) e algumas características, tais como suas áreas temáticas, cifras de citação na Web of Science, proporção das colaborações com autores no estrangeiro, países com os quais se tem colaborado, e a utilização de revistas locais ou internacionais. Os dados indicam que as atividades de investigação no ICP, desde a perspectiva

da produção de publicações em revistas, apresentam um considerável desenvolvimento, consolidação e grau de visibilidade. Estes análises permitem concluir que é factível produzir ciência em um contexto socioeconômico como o de Costa Rica, onde os recursos de apoio à investigação são escassos e inconstantes. Discutem-se alguns dos fatores que poderiam ter incidido para favorecer tal crescimento quantitativo e qualitativo. O estudo do ICP como um caso particular poderia prover informação de utilidade mais geral para formular estratégias de desenvolvimento em outros grupos e países com características similares.