

Informe *Estado de la Ciencia, la Tecnología y la Innovación*



Carpeta de prensa



Estado de la Ciencia,
la Tecnología y la Innovación

Contenidos

Introducción.....	5
País es líder en producción y difusión tecnológica, pero aporte local es mínimo	7
Prevalecen pocas comunidades científicas sostenibles en el país	9
Talento de comunidad científica costarricense radicada en el extranjero es vital para complementar recurso humano en ciencia y tecnología a nivel nacional	11
Costa Rica no aprovecha talento de científicos e ingenieros nacionales residentes en el extranjero	13
En el país persisten asimetrías en formación profesional y técnica en ciencia y tecnología, respecto de las ciencias sociales y humanidades.....	15
Profesionales formados en ciencia y tecnología poseen mayores ventajas en mercado laboral	17
Costa Rica desarrolla ventajas comparativas a nivel internacional por producción de conocimiento científico y tecnológico en diversas áreas.....	19
Mayoría de unidades de investigación y desarrollo en el país carece de infraestructura idónea para la generación, transferencia y uso del conocimiento científico-tecnológico	21
Patrón de inversión en I+D no conduce a sustentar una estrategia de desarrollo basada en la innovación	23
Costa Rica carece de entorno favorable para la consolidación de emprendimientos basados en el uso del conocimiento local	25



Introducción

El Primer Informe Estado de la Ciencia, la Tecnología y la Innovación sienta las bases para el seguimiento del quehacer científico y tecnológico en Costa Rica desde el punto de vista del desarrollo humano. Se propone hacer más visible el papel central de la ciencia y la tecnología para el futuro del país y aportar información que sirva de apoyo para la toma de decisiones en este campo.

Asimismo, dicha publicación es el paso inicial hacia el establecimiento de una plataforma de datos y estudios que permitirá el monitoreo periódico de las capacidades nacionales en CTI, a la vez que contribuirá a fortalecer las capacidades de análisis y evaluación de la política pública. Se espera construir esta herramienta de manera gradual y alimentarla con investigaciones inéditas y nueva información. Todo

ello se integrará en un sistema informático constituido por bases de datos “relacionales” de libre acceso para toda la ciudadanía.

En esta edición el Informe da cuenta de un conjunto selectivo de temas relevantes sobre el estado actual y los desafíos de la CTI en Costa Rica, con el interés primordial de valorar las capacidades nacionales para desarrollarla y sustentarla, así como identificar los principales obstáculos que enfrenta el sistema nacional de innovación.

Esta carpeta de prensa presenta un conjunto de notas sobre algunos de estos temas: liderazgo en apropiación de conocimiento, suficiencia de la inversión en I+D, perfil de las comunidades científicas, perfil de la diáspora científica, fuga o movilidad de cerebros, oferta de recurso humano, premio en el mercado laboral

para los profesionales vinculados a la ciencia y la tecnología, correspondencia de la producción científica con las áreas estratégicas establecidas en la política científica y tecnológica, idoneidad de la infraestructura, entorno para los emprendimientos innovadores.

El Programa Estado de la Nación (Conare/Defensoría de los Habitantes) es el responsable de la elaboración del Primer Informe. Sin embargo, su elaboración y publicación no habrían sido posibles sin el acompañamiento de diversas instancias: el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) que realizó un valioso aporte de cooperación técnica no reembolsable, la Asociación Estrategia Siglo XXI, que administró esos fondos, y el Conare, que también operó como una importante fuente de recursos.

Contactos de prensa

MARÍA LAURA BRENES
2519 5843
mbrenes@estadonacion.or.cr

ARLENE MÉNDEZ
2519 5846
arlenemendez@estadonacion.or.cr

MANUEL ALFARO
2519 5858
malfaro@estadonacion.or.cr

PAÍS ES LÍDER EN PRODUCCIÓN Y DIFUSIÓN TECNOLÓGICA, PERO APOORTE LOCAL ES MÍNIMO



- Entre 2001 y 2013 el número de solicitudes de patentes en Costa Rica pasó de 214 a 605 (con un crecimiento del 182,7%), convirtiendo al país en líder en la generación de patentes por habitante. No obstante, las concedidas a costarricenses no supera las dos por año.
- En términos de exportaciones de alta y media tecnología, Costa Rica supera a países de su mismo estadio de desarrollo en América Latina y el Caribe, así como a aquellos que, en el resto del mundo, tienen un ingreso per cápita similar.

Costa Rica es líder en América Latina y el Caribe en la producción de patentes por habitante y en las exportaciones de medio y alto contenido tecnológico. Sin embargo, el conocimiento tecnológico de alcance global, que se difunde a través de las compañías ubicadas en zonas francas, no está siendo efectivamente incorporado por el resto del tejido productivo nacional; así lo sugieren los escasos encadenamientos que generan las exportaciones de alta y media tecnología, así como la mínima participación de las empresas locales en esa actividad.

Para aspirar a un nivel de desarrollo económico y social similar al alcanzado por otras naciones pequeñas con economías basadas en la innovación, como Irlanda, Finlandia y Singapur, Costa Rica

debe crecer, de manera sostenida, a un ritmo superior al que ha venido registrando en las últimas tres décadas. Para ello requiere un aumento sustantivo en la productividad, mediante una mayor apropiación del conocimiento tecnológico y su aplicación a los procesos productivos.

Según datos proporcionados por la Oficina de Patentes del Registro de la Propiedad Industrial, entre 2001 y 2013 la cantidad de solicitudes de patentes aumentó de 214 a 605. Esta tendencia es congruente con la observada en otros países de América Latina durante el período 1990-2007. No obstante, en Costa Rica el aporte real de los costarricenses en dichas solicitudes es mínimo y ha desmejorado con el tiempo: pasó de representar un 8,9% del total en 2001 a tan solo un 3,5% en 2013.

La tasa de autosuficiencia (indicador del nivel de desarrollo industrial de un país, obtenido de la relación entre las patentes solicitadas por nacionales y el total de patentes solicitadas) descendió de 0,09 a 0,03 entre 2001 y 2011, tendencia que se repite, aunque con distinta intensidad, en Latinoamérica y el Caribe. En promedio, en ese mismo período la tasa de la región decreció de 0,18 a 0,16, mientras que en Estados Unidos se mantuvo en alrededor de 0,535.

Por otra parte, Costa Rica es reconocida internacionalmente como una economía abierta y un exportador agresivo: en 2013 sus ventas externas totales (bienes y servicios) alcanzaron los 17.499,1 millones de dólares, de los cuales la mayor parte correspondió a bienes (11.543 millones) y el 34% a

servicios (5.956 millones). En la industria manufacturera hubo una notable recomposición en términos de la intensidad tecnológica de las exportaciones, pues ganaron peso los equipos y dispositivos médicos (intensidad media), en detrimento de los circuitos integrados y las microestructuras electrónicas (intensidad alta) y los textiles y prendas de vestir (intensidad baja).

En las últimas décadas, de la mano de la inversión extranjera directa (IED) se ha logrado consolidar una plataforma exportadora conformada por sectores ampliamente diversificados en cuanto a productos y destinos, así como por compañías multinacionales que laboran cerca de la frontera tecnológica, enfocadas en las exportaciones de medio y alto contenido tecnológico. No obstante, las cadenas de valor relacionadas

con estas últimas han creado pocos vínculos con el aparato productivo local: las relaciones entre empresas suelen ser de carácter comercial y, en menor medida, de intercambio y generación de conocimiento. Unido a ello, la insuficiente capacidad de absorción tecnológica de las empresas locales y el escaso apoyo público conllevan que el valor agregado nacional a esas exportaciones sea limitado.

Aunque Costa Rica sobresale en América Latina y el Caribe por su éxito en la difusión de tecnología, a pesar de ello carece de una estrategia de desarrollo que articule ese esfuerzo con una sostenida y suficiente inversión en I+D y con políticas públicas de apoyo a la innovación en pymes. Como consecuencia, en vastos segmentos del aparato productivo las empresas locales muestran rezagos en su capacidad

de crear y adaptar el conocimiento tecnológico.

Para concretar sus aspiraciones en materia de desarrollo económico y social, el país requiere emprender políticas públicas de nueva generación, que articulen la estrategia comercial vigente con acciones de fomento a la innovación dirigidas a aumentar las capacidades de la sofisticación tecnológica del tejido empresarial. El desarrollo de estrategias para crear y aplicar conocimiento tecnológico en las actividades productivas es un desafío pendiente en la mayoría de los países de América Latina y el Caribe, y Costa Rica no ha sido la excepción; pero además interesa que dichas estrategias se apliquen no solo al sector manufacturero, sino también al sector primario y a la gestión de los servicios públicos.

PREVALECE POCAS COMUNIDADES CIENTÍFICAS SOSTENIBLES EN EL PAÍS



- Mayoría de grupos científicos se encuentra altamente centralizada en un escaso número de investigadores quienes, además, se encuentran en edad madura (71,9% tiene 46 años o más).
- Pocos grupos de investigación han logrado convertirse en comunidades científicas sostenibles, lo cual imprime fragilidad al desarrollo de la ciencia y la tecnología del país.

En Costa Rica existe una importante variedad de grupos de investigación en múltiples disciplinas científicas. Sin embargo, en la mayoría de ellos la redundancia (es decir, la cantidad mínima deseable de personas) es escasa, además de que son redes altamente centralizadas en uno o pocos actores relevantes, la mayoría de ellos en edad madura. Pocos grupos han logrado constituirse como comunidades científicas sostenibles, con una suficiente cantidad de personas (redundancia) densamente interrelacionadas (cohesión) y con una considerable productividad.

Estudios realizados para el *Primer Informe Estado de la Ciencia, la Tecnología y la Innovación* evidencian que 89 investigadores sostienen la mayoría de los grupos, dentro de los cuales destacan como actores estratégicos y cuya ausencia desar-

ticularía las incipientes comunidades de investigación y los esfuerzos institucionales invertidos. Estos investigadores aglutinan a otros asociados que, por lo general, no están relacionados entre sí; además actúan como puentes, al conectar su grupo con uno o varios más. Su promedio de edad es de 53 años; el 72% tiene 46 años o más. En varios de los grupos donde intervienen estos actores estratégicos se evidencian pocos indicios de un posible relevo generacional; en consecuencia, de no emerger en el corto plazo nuevos actores relevantes de menos edad, el retiro o ausencia de los actuales puede tener un fuerte impacto sobre la sostenibilidad de los grupos.

Las comunidades científicas sostenibles se caracterizan por poseer una mayor productividad e interconectividad, y una mayor redun-

dancia en los esfuerzos colaborativos entre sus miembros, que asegura la continuidad de la producción de conocimiento. Estar compuestas por miembros de diversas disciplinas, con nexos de colaboración tanto en su interior como con otras comunidades, y tener representación de diversos sectores, son factores que las hacen menos dependientes de una reducida cantidad de actores centrales. En el contexto costarricense, son escasas las comunidades de investigación que cumplen con estas características, lo cual redundará en la fragilidad del desarrollo científico y tecnológico del país. Las pocas que existen están asociadas a las áreas de Biomedicina, Genética Molecular Humana, Ciencias de la Tierra y Veterinaria.

Un caso preocupante se da en las Ciencias Agrícolas, disciplina de

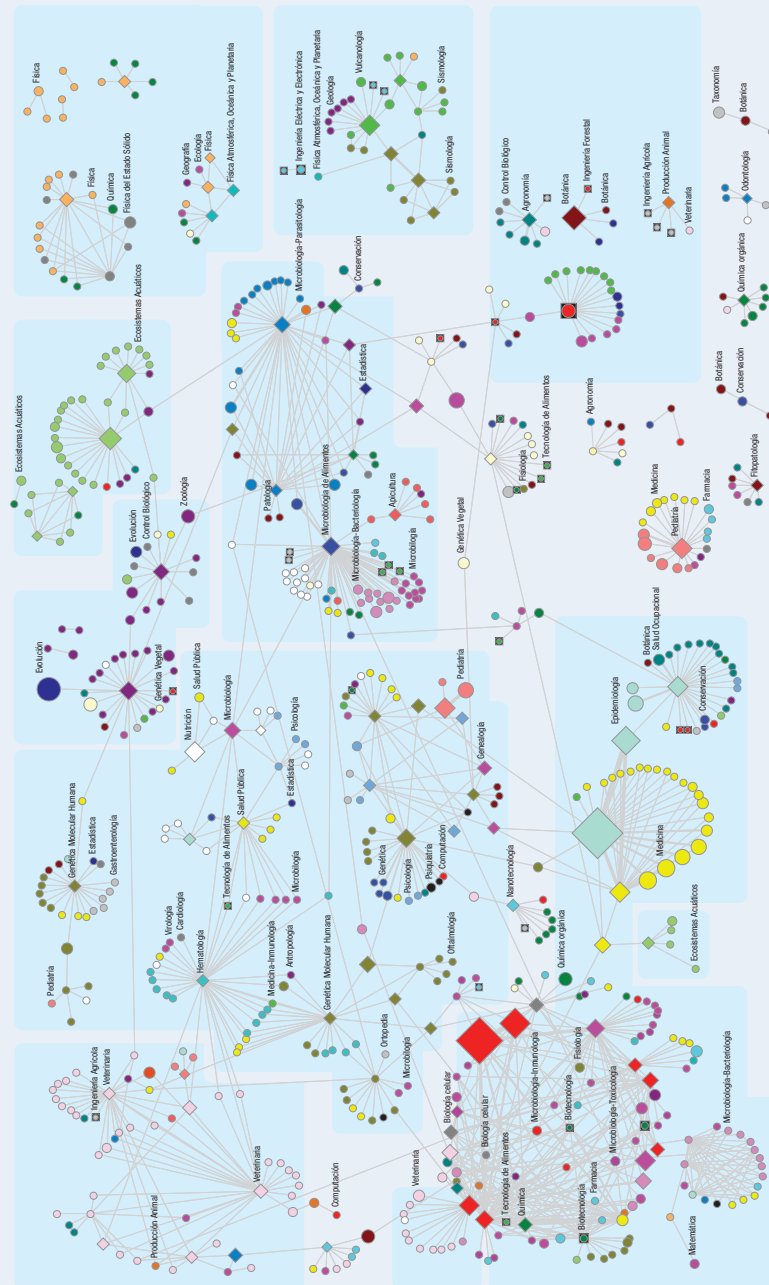
considerable repercusión en el desarrollo nacional. Aunque la investigación en este ámbito cumple con el requerimiento de representatividad de diversas disciplinas y sectores, los nexos entre investigadores a lo interno del grupo están muy poco cohesionados y no se cuenta con actores puente que fortalezcan los vínculos entre los diversos grupos de investigación. Debido a la escasa

interconectividad, dentro de este ámbito no existe una comunidad científica según se entiende en este estudio, sino que se trata de pequeños grupos inconexos.

En vistas de que en el contexto nacional la mayoría de los grupos de investigación presentan una gran fragilidad, es fundamental implementar sistemas de apoyo específicos, según las características y requerimien-

tos de los grupos. Es imperioso fomentar una mayor interconectividad dentro de las comunidades, incentivando la investigación multi y transdisciplinaria, así como las posibilidades de compartir capacidades de infraestructura y conocimientos. Para tal efecto conviene dirigir la investigación alrededor de problemas y programas cuya atención requiera perspectivas multidisciplinares.

Costa Rica: grupos de investigación según las áreas del conocimiento en que se desempeñan. 2001-2011^{a/}



a/ Cada uno de los nodos representa a un autor; se muestra una línea que une a dos autores cuando estos han participado como coautores en la elaboración de al menos un artículo científico. El tamaño del círculo indica el número de artículos publicados para cada autor y el tamaño de la línea que los conecta indica el número de artículos publicados en coautoría. La designación de la subárea del conocimiento de los autores se basó en el ancho de la línea que conecta a los autores indicando el número de artículos publicados en coautoría. El diseño de la imagen fue elaborado por el *Directorio de Investigadores Activos* administrado por el Conicit, en una consulta efectuada por el Conicit, así como en una búsqueda individualizada en internet.

Fuente: *Primer Informe Estado de la Ciencia, la Tecnología y la Innovación*, 2014.



TALENTO DE COMUNIDAD CIENTÍFICA COSTARRICENSE RADICADA EN EL EXTRANJERO ES VITAL PARA COMPLEMENTAR RECURSO HUMANO EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA A NIVEL NACIONAL

- Una de cada cinco personas de la diáspora científica costarricense obtuvo su doctorado en una de las cien universidades más prestigiosas del mundo.
- Recurso humano costarricense en el extranjero posee una formación diversa: se contabilizan más de veinte campos disciplinarios de la ciencia y la tecnología.

El alto perfil académico de los científicos e ingenieros costarricenses residentes en el extranjero es un activo valioso que debe movilizarse a favor del desarrollo de la ciencia, la tecnología y la innovación en el país. Amplia representación de profesionales jóvenes favorecería el relevo generacional. Formación en campos diversos y ventajas en calidad y grado académicos complementarían áreas rezagadas en el ámbito local.

Estudios realizados para el *Primer Informe Estado de la Ciencia, la Tecnología y la Innovación* permitieron construir el perfil general de la comunidad científica costarricense radicada en el extranjero, también denominada “diáspora científica”. Se trata de una comunidad joven, compuesta en un 62,1% por personas de entre 20 y 35 años de edad.

Cerca de la mitad solo trabaja y el 42% solo estudia; en el primer grupo predominan ingenieros, tecnólogos y médicos, mientras que en el segundo la mayor representación es de profesionales en Ciencias Agrícolas y Ciencias Exactas y Naturales. La diáspora se encuentra dispersa en treinta países, pero existe una preferencia muy marcada por Estados Unidos, destino que acoge al 45% del talento nacional migrante. En cuanto al grado académico, un 37% de los profesionales residentes en el extranjero cuenta con maestría, un 21% tiene doctorado y el 16% es bachiller.

En tanto se logre atraer y vincular a la diáspora científica con el ámbito local, el perfil de estos profesionales ofrece un abanico de oportunidades para fortalecer al país en áreas

donde se han identificado carencias, como es el caso de ingenierías y tecnologías. Las oportunidades se presentan no solo por el hecho de que esta población cuenta con representación en esas áreas, sino también porque su elevado perfil académico complementa la acentuada escasez local de profesionales con esa alta calificación.

La diáspora científica costarricense reúne a profesionales con especialidades en más de veinte disciplinas de ciencia y tecnología. Ello ofrece una diversidad que, con una buena comunicación entre colegas, podría aprovecharse para implementar mecanismos de colaboración interdisciplinaria.

Además, otra ventana de oportunidad se abre por tratarse de una comunidad mayoritariamente joven; en contraste, en el ámbito local la

mayoría de los profesionales en ciencia y tecnología tiene 46 años o más. Si se implementan los incentivos adecuados para la repatriación del talento en el exterior, el país se favorecería con un relevo generacional.

Adicionalmente, uno de cada cinco de los científicos e ingenieros costarricenses residentes en el extranjero obtuvo su doctorado en una de las cien universidades más prestigiosas del mundo, según el *QS World University Rankings 2013*. Esa relación es significativamente menor en la comunidad local, donde solo una de cada 37 personas cuenta con ese atributo. En este sentido, los mejores perfiles

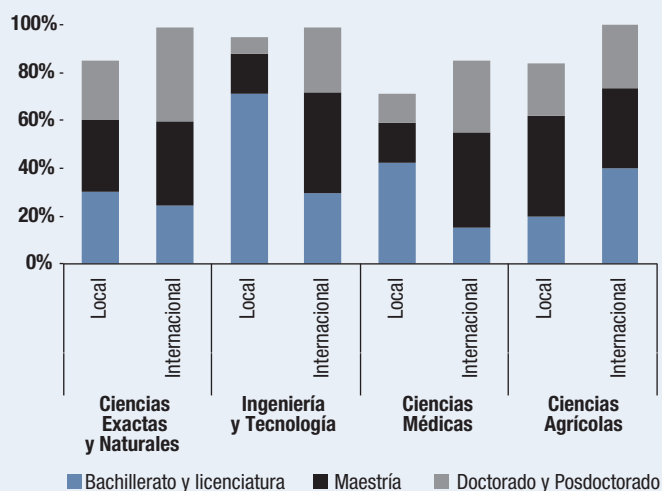
de la diáspora están formados en Matemáticas, Ciencias de la Tierra y el Espacio, Agronomía y varios campos de ingeniería y tecnología.

En cuanto al nivel de calificación, también en este aspecto el recurso humano en el exterior ofrece ventajas. Mientras en el país solo el 17% y el 7% de los ingenieros y técnicos cuentan con grados de maestría o doctorado, respectivamente, en el extranjero esas proporciones ascienden a 42% y 27%. Los mayores contrastes entre ambas comunidades se presentan en las áreas de Ingeniería, Tecnología y Ciencias Médicas.

El examen del perfil de la diáspora científica costarricense permite

identificar las oportunidades de complementariedad entre el recurso humano radicado en el extranjero y el que reside en Costa Rica. Incluso en el caso de los profesionales que no planean regresar, también éstos pueden, a distancia, realizar importantes contribuciones para el país, a través de ideas, proyectos, contactos y propuestas innovadoras. Pero, cualesquiera que sean los planes de retorno de la diáspora, es necesario diseñar políticas de reinserción y mecanismos efectivos de vinculación de ese talento con las distintas esferas del quehacer científico-tecnológico nacional.

Grado académico del recurso humano residente en el país y en el extranjero^{a/}, según áreas de ciencia y tecnología. 2013



a/ El análisis no se basa en un inventario que reúna todos los profesionales, en el país y en el extranjero, con formación en ciencia y tecnología. En el primer caso, únicamente incluye a aquellos que cumplen con las siguientes condiciones: i) desarrolló actividades científico-tecnológicas durante el período 2011-2013, ii) cuenta como mínimo con un bachillerato universitario, y iii) se encuentra registrado en el Directorio de Investigadores Activos del Registro Científico y Tecnológico (RCT) en su versión de noviembre 2013. En el segundo caso los datos provienen de la consulta efectuada por el PEN.

Fuente: *Primer Informe Estado de la Ciencia, la Tecnología y la Innovación*, 2014.

COSTA RICA NO APROVECHA TALENTO DE CIENTÍFICOS E INGENIEROS NACIONALES RESIDENTES EN EL EXTRANJERO



- De los científicos e ingenieros residentes en el extranjero, menos de la mitad (48,4%) planea regresar a Costa Rica en los próximos cinco años, mientras que un 37,4% descarta esa posibilidad.
- Diáspora científica muestra una escasa vinculación con sus colegas en Costa Rica; solamente un 21% ha participado en alguna iniciativa de cooperación.

La pérdida de profesionales en las áreas de ciencias experimentales, ingenierías y tecnologías es un lujo que Costa Rica no puede permitirse, dada la escasez de personal calificado en estos campos, pues el país está perdiendo la oportunidad de que este valioso recurso humano ayude a impulsar su desarrollo. La comunidad fluctuante de migrantes nacionales con formación universitaria que realizan estudios de posgrado o trabajan en el extranjero en las áreas de ciencia y tecnología, es lo que se conoce como diáspora científica.

Estudios realizados para el *Primer Informe Estado de la Ciencia, la Tecnología y la Innovación* muestran que solamente el 48,4% del talento científico nacional que reside fuera del país tiene previsto retornar durante los próximos cinco años.

Además, casi cuatro de cada diez (37,4%) han decidido no volver y un 14,2% se encuentra indeciso.

Al profundizar en la intención de retorno, emergen importantes diferencias entre las disciplinas que registran más de diez personas que estudian o trabajan en el extranjero: los planes de volver son mayores entre los agrónomos, pues ocho de cada diez prevén regresar al país en los próximos cinco años; en la contraparte, quienes tienen la menor intención de retorno son los formados en Ciencias de la Tierra y el Medio Ambiente (26,7%) y en Ciencias Médicas (35%).

Una buena parte de los profesionales que no planean regresar en el corto plazo se desempeña en campos en los que el país tiene las carencias más acentuadas de recurso humano, y coinciden con cinco de

las siete áreas que el *Plan Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación 2011-2014*, del Micitt, señala como estratégicas: Tecnologías Digitales, Medicina Clínica, Ciencias de la Tierra y el Espacio, y las ingenierías Química e Industrial.

El efecto negativo de la diáspora podría verse compensado si los profesionales que residen en el extranjero se involucraran en iniciativas de cooperación con las comunidades locales. No obstante, los hallazgos evidencian que solo uno de cada cinco (21%) ha participado en alguna iniciativa de cooperación con colegas en Costa Rica.

La vinculación con el país ocurre principalmente a través de instituciones públicas, en especial las universidades estatales. Además, quienes más participan en este tipo de actividades son los profesionales

en Ciencias Exactas y Naturales. Los principales mecanismos de cooperación son los proyectos de investigación (51,9%) y el intercambio científico/académico (47,6%).

El principal destino de los científicos, tecnólogos e ingenieros costarricenses es Estados Unidos. Sin embargo, a pesar de la cercanía geográfica, esto no se traduce en un importante intercambio con Costa Rica. A pesar de que los residentes en Estados Unidos (45%) superan en más de cuatro veces a quienes viven en Alemania (10%), por ejemplo, sus actividades de

vinculación con Costa Rica son apenas 2,07 veces superiores.

La vinculación actual de la diáspora con las comunidades locales podría cambiar en el futuro, en virtud de que para tal efecto se conformó la Red de Talento Costarricense en el Extranjero (Red Ticotal), iniciativa forjada en el 2010 por la Academia Nacional de Ciencias de Costa Rica.

Entre los mecanismos más efectivos para lograr que el quehacer científico y tecnológico nacional se beneficie del talento costarricense en el extranjero se encuentran las conferencias y seminarios, los proyectos

de investigación, las redes temáticas de colaboración y el acceso a becas y pasantías en el exterior.

Es indispensable convertir el actual panorama de fuga de cerebros a uno más favorable: de movilidad. Para ello se requiere atender dos frentes de forma paralela: el primero supone la implementación de programas permanentes para subsidiar el retorno de la diáspora; el segundo, dirigido a quienes no pueden o no quieren regresar, consiste en enlazar sus conocimientos y contactos con los distintos actores del sector de ciencia, tecnología e innovación del país.

Iniciativas de cooperación más frecuentes entre la diáspora científica y sus colegas en Costa Rica, según áreas y subáreas del conocimiento (porcentajes y absolutos)

Área y subárea ^{a/}	Total	Distribución porcentual del tipo de iniciativa			
		Proyecto de investigación	Intercambio de conocimiento/ transferencia de tecnología	Proyecto de intercambio científico/ académico	Otros ^{b/}
Ciencias Exactas y Naturales	42,7	51,9	33,3	47,6	30,8
Ciencias Biológicas	20,7	33,3	9,5	23,8	7,7
Ciencias de la Tierra y el Medio Ambiente	8,5	11,1	4,8	9,5	7,7
Física	3,7	0,0	4,8	9,5	0,0
Matemáticas	2,4	0,0	9,5	0,0	0,0
Química	7,3	7,4	4,8	4,8	15,4
Ingeniería y Tecnología	29,3	14,8	38,1	33,3	38,5
Computación, Inteligencia Artificial e Informática	6,1	0,0	4,8	14,3	7,7
Ingeniería Eléctrica y Electrónica	4,9	7,4	0,0	0,0	15,4
Otras	13,4	7,4	19,0	19,0	7,7
Tecnología de Alimentos	4,9	0,0	14,3	0,0	7,7
Ciencias Médicas	20,7	22,2	19,0	14,3	30,8
Ciencias de la Salud	11,0	7,4	14,3	4,8	23,1
Medicina Clínica	8,5	14,8	4,8	4,8	7,7
Medicina Fundamental	1,2	0,0	0,0	4,8	0,0
Ciencias Agrícolas	7,3	11,1	9,5	4,8	0,0
Agronomía	3,7	7,4	4,8	0,0	0,0
Silvicultura, pesca y ciencias afines	3,7	3,7	4,8	4,8	0,0
Total	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Total de iniciativas (absolutos)	82	27	21	21	13

a/ Corresponde al área y subárea de formación de los miembros de la diáspora.

b/ Corresponde a los siguientes tipos de vínculos: actividades filantrópicas y comunitarias (4), inversión y "emprendedurismo" (2), organización de congresos y conferencias (2), capacitación (1), gestión de una pasantía en Hematología (1), proyectos de cooperación técnica (3).

Fuente: *Primer Informe Estado de la Ciencia, la Tecnología y la Innovación, 2014.*



La disponibilidad de recurso humano altamente calificado es un factor clave para incrementar la incorporación de conocimiento e innovación a la producción del país y a los servicios que se brinda a la sociedad. Además, es relevante para la atracción de inversión extranjera directa, especialmente en sectores tecnológicos de punta. Sin embar-

Por otra parte, además de los retos en la formación universitaria, estudios de demanda proyectada señalan la necesidad de aumentar la cantidad de personal con capacidades técnicas en el país. A pesar del incremento en las acciones formativas y de una mayor cobertura del Instituto Nacional de Aprendizaje (INA), se observan pocos avances en la formación de técnicos especializados. En 2012, de las 32.109 personas graduadas de los programas del INA, el 68,9% lo hicieron como trabajadores especializados, mientras que los niveles técnico y técnico especializado apenas representaron un 28,0%.

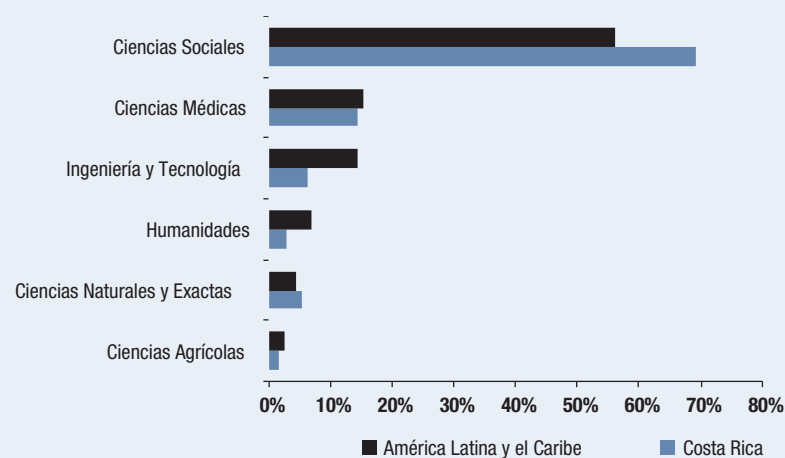
Adicionalmente, pese a los esfuerzos por diversificar la oferta y ampliar la cobertura a nivel nacional, desde 1990 las especialidades técnicas representan apenas un 20% de la matrícula del tercer ciclo y la educación diversificada. Este es un porcentaje muy reducido si se compara con otros sistemas educativos del mundo, donde los mínimos se acercan al 40%; tal es el caso de Austria, Bélgica, Finlandia, Alemania y Noruega, cuyo porcentaje es igual o superior al 60%.

Finalmente, otro de los retos pendientes para fortalecer la formación en ciencia y tecnología en el país tiene que ver con la calidad de la

oferta educativa. En este sentido son determinantes los procesos de acreditación de carreras ante el Sistema Nacional de Acreditación de la Educación Superior (Sinaes). Para el año 2014, de las 75 carreras acreditadas, solamente 38 se relacionan con el ámbito de ciencia y tecnología.

Para satisfacer la demanda actual de la estructura productiva del país, se debe promover la formación de profesionales y técnicos en las áreas requeridas de ciencia y tecnología que aún se encuentran estancadas, asegurando la calidad de la oferta curricular y redoblando esfuerzos en materia de coordinación interinstitucional.

Títulos de grado por área de ciencia y tecnología para Costa Rica y el promedio de América Latina y el Caribe. 2011



Fuente: *Primer Informe Estado de la Ciencia, la Tecnología y la Innovación*, 2014.

PROFESIONALES FORMADOS EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA POSEEN MAYORES VENTAJAS EN MERCADO LABORAL



- Trabajadores del área de ciencia y tecnología reciben salarios más altos, tienen más escolaridad y mayor dominio de un segundo idioma, y registran un mayor porcentaje de aseguramiento.
- Desempleo en ocupaciones de ciencia y tecnología fue de solo 1,9% en 2010, frente a 7,3% en el total de ocupaciones a nivel nacional.

En Costa Rica, el perfil de los trabajadores vinculados a actividades científicas y tecnológicas presenta una serie de ventajas en relación con el resto de los ocupados. Altos niveles de escolaridad repercuten en un bajo desempleo y en buenas condiciones laborales en esa área. Las actuales ventajas comparativas de los profesionales del sector serían punto de partida para políticas públicas consecuentes con las aspiraciones nacionales de productividad y sofisticación tecnológica.

Con base en datos del Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC), estudios realizados para el *Primer Informe Estado de la Ciencia, la Tecnología y la Innovación* señalan que en las ocupaciones de ciencia y tecnología los profesionales reciben salarios 2,4 veces superiores a los del resto de trabajadores y

el porcentaje de aseguramiento es superior. Adicionalmente, los niveles de escolaridad sobrepasan en siete años el promedio nacional y el dominio de un segundo idioma se triplica.

El mayor perfil educativo ha permitido que la tasa de desempleo de estos profesionales sea significativamente menor que la observada en el conjunto de la economía nacional: 1,9% versus 7,3%. Además, las ocupaciones en disciplinas científicas y tecnológicas han duplicado su participación en el mercado laboral, pues pasaron de representar el 4,1% de los ocupados totales en el 2000, a 7,1% en el 2011. Aunque a lo largo de la década ciencias médicas mantuvo el mayor peso, las mayores tasas de crecimiento se presentaron en nutrición, ingeniería eléctrica y análisis de sistemas, con aumentos

a más del doble.

Otro resultado satisfactorio en la evolución de este grupo es el aumento de la participación femenina. La presencia de mujeres en estos campos registra una tasa de crecimiento de 116%, frente a un 86% para los hombres. Además, ellas logran posicionarse en niveles directivos en mayor proporción que sus colegas masculinos; por ejemplo, en el nivel directivo de la administración pública y las empresas privadas, el 61,2% de los profesionales en ciencia y tecnología son mujeres, contrario a lo que sucede en la estructura general de los ocupados, donde la participación femenina se mantiene en 35,2% como promedio. Sin embargo, a pesar de los avances, la participación de las mujeres en ciencia y tecnología sigue siendo baja.

Además de las disparidades en materia de género, se identifica también una brecha territorial, pues casi en su totalidad las ocupaciones en ciencia y tecnología se restringen a la Región Central urbana, situación que se alinea con la alta concentración de las actividades más dinámicas de la economía en ese espacio geográfico.

En la actualidad, a pesar de los avances, la situación de mercado

laboral en ciencia y tecnología está lejos del nivel deseado para un país que aspira a tener una economía impulsada por procesos productivos sofisticados y de alto contenido tecnológico. Para mejorar este escenario se requiere de políticas públicas que actúen en dos frentes: fomentar actividades de ciencia y tecnología que incrementen las fuentes de empleo, y adecuar el

sistema educativo para aumentar y mejorar la formación de profesionales en dichas áreas. Las ventajas que poseen los trabajadores vinculados a estos campos contribuyen a elevar el perfil del mercado de trabajo; este es un buen punto de partida para desarrollar nuevas acciones que atraigan a más personas hacia la ciencia y la tecnología.

Perfil de los trabajadores en ciencia y tecnología versus el resto de ocupados en la economía. 2011

Indicadores	Ocupados en ciencia y tecnología	Ocupados totales en la economía
Total de ocupados	109.752	1.989.530
Ingreso principal bruto	908.020	380.235
Años promedio de escolaridad	15,6	9,2
Porcentaje de ocupados con segundo idioma	43,6	11,8
Porcentaje de ocupados asegurados	97,6	84,9

Fuente: *Primer Informe Estado de la Ciencia, la Tecnología y la Innovación*, 2014.



A pesar de la pequeña escala de la comunidad de investigación costarricense, el país registra ventajas comparativas por su producción científica en un amplio abanico de disciplinas relacionadas con Ciencia y Tecnología. Las áreas del conocimiento en las que Costa Rica, dado el volumen de su producción, se posiciona como especialista a nivel global, corresponden a: Botánica y Zoología, Biología y Bioquímica, Farmacología y Toxicología, Geociencias, Inmunología, Microbiología, Ciencias Ambientales; mientras que en las que el conocimiento publicado posee mayor influencia destacan: Bioquímica, Genética y Biología Molecular, Medicina, Química, Inmunología y Microbiología, Neurociencia, Física y Astronomía, Ingeniería Química, Farmacología, Toxicología y Farmacia.

Si bien las diferencias en las clasificaciones de las dos distintas bases bibliográficas de datos, utilizadas para analizar el desempeño del país desde la perspectiva internacional en función del volumen de su producción científica y en términos del número de citas de los trabajos publicados, dificultan el cotejo entre ambas plataformas, un ejercicio de aproximación permite identificar tres campos como los más robustos en la producción científica: Bioquímica, Inmunología y Microbiología, y Farmacología y Toxicología.

En el caso de las Ciencias Agrícolas y los estudios de carácter multidisciplinario, estos reflejan el mayor retraimiento. Un área crítica para la seguridad alimentaria del país, como lo son las ciencias agrícolas no sólo ha disminuido su

producción de conocimiento, sino también la influencia que alcanza el conocimiento que se publica.

Adicionalmente, Costa Rica no logra destacar a nivel internacional en disciplinas o tecnologías transversales, es decir, aquellas que tienen potencial para impactar a una mayor cantidad de sectores. Tal es el caso de Ciencias de los Materiales, Ingeniería, Ciencias de la Computación y Biología Molecular y Matemáticas. Varias de esas lagunas tienen una alta relevancia social. Un caso ejemplar es el de las energías renovables, un área en la que el país enfrenta retos muy complejos debido al alto costo de los hidrocarburos, la inestabilidad de las fuentes hidroeléctricas por efecto del cambio climático, y el compromiso de lograr la “carbono neutralidad” en 2021.

En términos generales, los campos en los que el país muestra importantes ventajas comparativas no reflejan mayor relación con las áreas estratégicas del *Plan Nacional de Ciencia, Tecnología, e Innovación 2011-2014*. Cuando se contrastan las áreas estratégicas de la política pública con los campos más robustos de la producción científica en el país, según se registra en las plataformas internacionales (*Scopus* y *Web of Science*), la principal constatación es la existencia de un claro desacople entre ambos.

Por otra parte, en la década de 2000 se puso énfasis en la inserción de Costa Rica en cadenas globales de valor en los segmentos que Cinde denomina “servicios y tecnologías conexas”, “manufactura avanzada” y “Ciencias de la Vida”. En los dos últimos ese objetivo se

ha logrado con el establecimiento de empresas multinacionales de dispositivos médicos y electrónica. Al buscar la correspondencia entre estas actividades económicas y los campos de especialización de la producción científica nacional (según las categorías establecidas en las plataformas de análisis bibliométrico consultadas), los más cercanos resultan ser la Ingeniería y las Ciencias de la Computación.

En la medida en que los esfuerzos por atraer nuevas inversiones en el sector de “Ciencias de la Vida” se direccionen más hacia el campo de la Biomedicina, y en el tanto que las empresas de base tecnológica nacionales acumulen capacidades para alcanzar una mayor sofisticación tecnológica, podría entonces crecer la demanda por conocimiento endógeno, lo que a su vez llevaría a aprovechar mejor el

potencial de las comunidades locales de investigación.

El país requiere potenciar las coincidencias entre las prioridades de la política pública y las áreas robustas del quehacer científico, para lograr encadenamientos claros y sostenibles de esos grupos más dinámicos con los sectores productivo y social. Esto podría implicar la incorporación de nuevos ejes estratégicos para incluir aquellos campos en los que el país tiene las mayores competencias pero que no forman parte de la política científica explícita. Además de conferirle mayor coherencia a la gestión del sector, el avance en este sentido contribuiría no solo a aprovechar las fortalezas de las comunidades más competentes sino también a integrarlas al proceso de desarrollo económico y social.

Áreas en las que Costa Rica tiene fortalezas científicas, según campo de especialización e impacto académico. 2001-2011

Campos de especialización	Impacto académico
Botánica y Zoología	Bioquímica, Genética y Biología Molecular
Ciencias Ambientales y Ecología	Medicina
Ciencias Agrícolas	Química
Biología y Bioquímica	Inmunología y Microbiología
Farmacología y Toxicología	Neurociencia
Geociencias	Física y Astronomía
Inmunología	Ingeniería Química
Microbiología	Farmacología, Toxicología y Farmacia
	Odontología

Fuente: Primer Informe Estado de la Ciencia, la Tecnología y la Innovación, 2014.

MAYORÍA DE UNIDADES DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO EN EL PAÍS CARECE DE INFRAESTRUCTURA IDÓNEA PARA LA GENERACIÓN, TRANSFERENCIA Y USO DEL CONOCIMIENTO CIENTÍFICO-TECNOLÓGICO



- Equipamiento desactualizado frena la introducción de nuevos abordajes tecnológicos.
- El 59% de las unidades de I+D no dispone del equipamiento idóneo para cumplir con sus objetivos.

El estado actual de la infraestructura en las unidades que realizan actividades de investigación y desarrollo (I+D) en Costa Rica constituye una limitación para potenciar la generación, transferencia y uso del conocimiento científico-tecnológico. El tipo de equipamiento y su estado, así como las prácticas de colaboración entre unidades y con los sectores productivos, son factores que facilitan –o, en su defecto, limitan– los medios para que el personal involucrado en actividades de I+D pueda desarrollar nuevos conocimientos y aplicaciones que eventualmente se transfieran y utilicen en los procesos productivos del país.

Un indicador determinante es el parque instrumental de corte mediano y mayor, es decir, el equipo considerado como de mediana o

alta complejidad y de punta, el cual es indispensable para recabar la información que se somete a análisis para las actividades de I+D. En este respecto, las unidades de I+D cuentan con equipo que funciona según las especificaciones de los fabricantes y que genera mediciones confiables. No obstante, cerca de la mitad (44%) del perteneciente a la academia y al gobierno se encuentra desactualizado, lo que frena la introducción de nuevos abordajes tecnológicos.

Según señala el *Primer Informe Estado de la Ciencia, la Tecnología y la Innovación*, cerca del 60% de las unidades consultadas no cuenta con el equipamiento requerido para el logro de sus objetivos.

Adicionalmente, una parte sustancial del equipo de corte mediano y mayor tiene problemas

de obsolescencia. Un 43,8% de las unidades de la academia tiene menos de la mitad de sus equipos en ese estado, una proporción similar a la del gobierno (43%) y levemente superior a la de los centros privados (36%). El área de Ciencias Médicas es la menos afectada por la obsolescencia: casi tres cuartas partes de sus unidades de I+D (71%) cuentan con equipos actualizados. Esto marca un fuerte contraste con la situación imperante en las Ciencias Exactas y Naturales y en las ingenierías, donde solo una de cada dos unidades de investigación reporta tener completamente actualizado su instrumental.

Otro problema es la falta del equipamiento requerido para potenciar las actividades de vinculación con el sector productivo. Al respecto, los centros relacionados con la

academia y el gobierno enfrentan dificultades para adquirir equipos que no tienen o para renovar los existentes. Esta situación es común a todos los sectores institucionales.

Con respecto a las condiciones que obstaculizan una más amplia vinculación con el sector productivo, la principal limitación señalada por las unidades del área de ingeniería y tecnología es la falta de plantas piloto o instalaciones para que las empresas ensayen escalamientos y procesos novedosos.

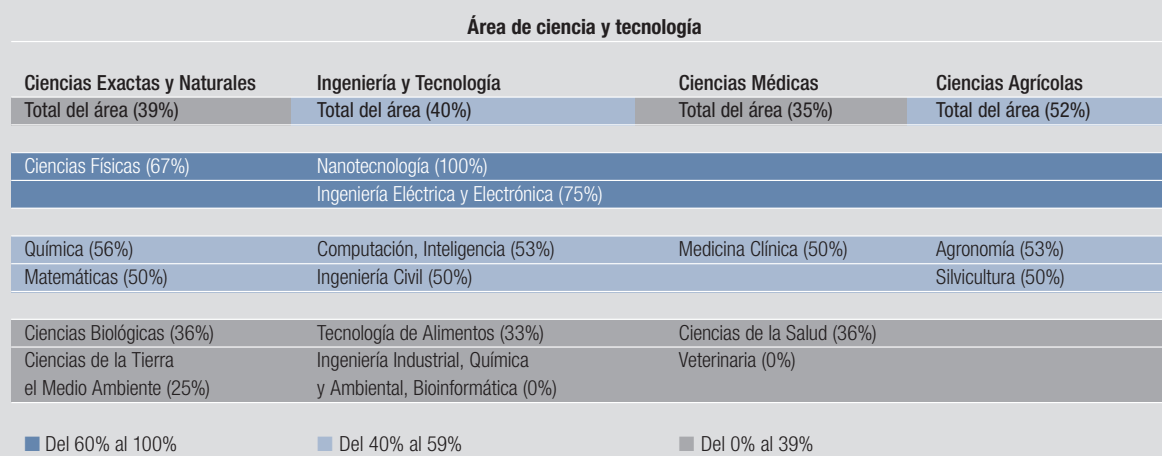
Finalmente, al observar las unidades de I+D que pertenecen a las áreas de intervención estratégica del

Plan Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (PNCTI) 2011-2014, sobresale que éstas no están en mejor situación que las unidades de otras áreas no prioritarias. Pese a la prioridad que la política pública ha asignado a su quehacer, poseen las mismas carencias que otros centros. En contraste, las unidades dedicadas a las Ciencias Agrícolas, área no contemplada por el PNCTI, son las que comparativamente exhiben más fortalezas en las variables analizadas.

El conocimiento de las limitaciones en infraestructura de las unidades de investigación y de-

sarrollo contribuye a visibilizar más y a exigir mayor apoyo a tres iniciativas públicas recientes: i) la acción 1.2 del PNCTI 2011-2014, ii) las disposiciones de la Ley 9144 (Proyecto de Mejoramiento de la Educación Superior) y iii) el Programa de Innovación y Capital Humano para la Competitividad, previsto en la Ley 9218. La atención de las limitaciones actuales y el fortalecimiento de estas iniciativas son medidas que contribuirán a potenciar la transferencia de conocimiento entre los distintos sectores.

Unidades de I+D con equipamiento idóneo para cumplir sus objetivos, según subárea de ciencia y tecnología. 2013



Fuente: *Primer Informe Estado de la Ciencia, la Tecnología y la Innovación*, 2014.



PATRÓN DE INVERSIÓN EN I+D NO CONDUCE A SUSTENTAR UNA ESTRATEGIA DE DESARROLLO BASADA EN LA INNOVACIÓN

- En 2012 Costa Rica invirtió en investigación y desarrollo un 0,57% de su PIB, porcentaje que está muy por debajo de la media de América Latina y el Caribe (0,78% en 2011).
- Sector privado continúa mostrando escaso compromiso en la ejecución de inversión en I+D (31,3% del total en 2012), tanto en comparación con la expectativa según el nivel de desarrollo del país (47%) como en contraste con naciones tecnológicamente más avanzadas (60% o más).

La inversión que hace Costa Rica en investigación y desarrollo (I+D) se encuentra muy por debajo del promedio de América Latina y el Caribe, y más lejos aún de las economías más desarrolladas. Adicional a ello, su patrón de inversión en I+D no contribuye a la adopción de un estilo de desarrollo basado en la innovación.

Costa Rica requiere generar más riqueza y mejor calidad de vida para su población, mediante el impulso de un progreso científico y tecnológico que facilite el aumento de la productividad de su economía; de lo contrario, su crecimiento dependerá de la acumulación de fuerza laboral, capital y recursos naturales, sendero que resulta poco viable. Para satisfacer estas expectativas, es determinante no solo aumentar la inversión en I+D, sino también

distribuirla de manera balanceada y sostenible.

A nivel nacional, los recursos asignados a I+D, como porcentaje del PIB, se incrementaron de 0,36% a 0,57% en el período 2007-2012, una evolución marginalmente positiva (en la dirección correcta, pero en niveles muy bajos). No obstante, el valor más alto de la serie temporal, 0,57% en 2012, está claramente por debajo del promedio de América Latina y el Caribe, que en 2011 fue de 0,78% (una diferencia de 0,21 puntos porcentuales). La discrepancia es más grande con países de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) como Finlandia, cuya inversión representó un 3,78% del PIB en 2011 (3,21 puntos por encima de Costa Rica), así como con respecto

a Alemania (2,27), Estados Unidos (2,27), Canadá (1,13) y también en relación con economías emergentes como China (1,27).

El otro factor clave para valorar el patrón de inversión en I+D del país es la participación según el sector, tanto en el financiamiento como en la ejecución de los fondos. En Costa Rica, la fuente principal de financiamiento es el sector público: en el año 2011 el gobierno financió el 70,3% de la inversión en este rubro, en contraste con un 21,4% de las empresas. En cuanto a la ejecución de los fondos, la participación del sector privado, principal actor de la inversión en I+D en las naciones miembros de la OCDE, es comparativamente baja en Costa Rica: en 2012, el aporte de las empresas en la ejecución de este tipo inversiones (31,3%) no



a/ Las fuentes consultadas no son estrictamente comparables.

b/ Datos de 2010.

c/ En ausencia de datos del Micitt (2014) sobre la inversión en I+D según fuente de financiamiento, la información para Costa Rica se extrajo de la base de datos de Ricyt. México A2.5xiia A2.5xiica 8-0029A2.5xiica Latina y el C

COSTA RICA CARECE DE ENTORNO FAVORABLE PARA LA CONSOLIDACIÓN DE EMPRENDIMIENTOS BASADOS EN EL USO DEL CONOCIMIENTO LOCAL



- Principal obstáculo que enfrentan los emprendimientos de base tecnológica es la falta de acceso a financiamiento.
- Esfuerzos del gobierno para atender las necesidades en este campo están desarticulados y existen carencias para responder a las demandas específicas de los proyectos de innovación.

Costa Rica es un país pequeño con un alto desarrollo humano y estrechamente vinculado a los mercados mundiales, que necesita estimular los emprendimientos innovadores del tejido productivo local con el fin de incrementar la productividad de su economía y mejorar la calidad de vida de su población.

El *Primer Informe Estado de la Ciencia, la Tecnología y la Innovación* realizó un estudio de casos de cuatro emprendimientos de base tecnológica (es decir, que ofrecen bienes y servicios clasificados como de alta tecnología en sus respectivas áreas de actividad) radicados en el país. La principal conclusión del estudio es que en Costa Rica predominan entornos desfavorables para el uso del conocimiento científico-tecnológico generado por las comunidades locales (conocimiento endógeno).

Si bien existe capital humano altamente calificado para desarrollar ideas de base tecnológica, además de algún apoyo de la academia (universidades públicas), no se dispone de un sistema de ciencia, tecnología e innovación articulado que, en la práctica, provea mecanismos de acompañamiento en el desarrollo y la consolidación de los proyectos innovadores.

Los principales obstáculos que encuentran los emprendimientos son las barreras de acceso al financiamiento, falta de entidades de enlace que faciliten la vinculación con el sistema de ciencia, tecnología e innovación, políticas públicas poco efectivas debido a la desarticulación de la institucionalidad de apoyo, y la complejidad y el alto costo del proceso para proteger la propiedad intelectual.

Este panorama concuerda con lo indicado en otros estudios sobre el tema en Costa Rica. A modo de ejemplo, los expertos consultados en las encuestas GEM 2010 y 2012, realizadas por el Global Entrepreneurship Monitor, coincidieron en señalar la falta de financiamiento como el principal obstáculo para el desarrollo de proyectos innovadores (76,3% y 78,8%, respectivamente). Además, los consultados manifestaron que la complejidad y el alto costo del proceso de protección de la propiedad intelectual desincentivan los pequeños emprendimientos.

En el caso del estudio realizado, se resalta además el hecho de que el principal aspecto facilitador para el surgimiento de los emprendimientos es el conocimiento científico y la capacidad creadora de los propios emprendedores. Este hallazgo no

sorprende, dado el lugar prioritario que históricamente ha tenido la educación entre las políticas públicas del país.

Los esfuerzos que se realizaron en el país con respecto a la formación de recurso humano y a la creación de infraestructura para la educación superior han constituido factores facilitadores del desarrollo de emprendimientos de base tecnológica. No obstante, los emprendedores muestran debilidades en áreas como administración de

negocios y habilidades y destrezas empresariales, las cuales podrían subsanarse con cursos de capacitación, asesoría y acompañamiento. La implementación del Programa de Innovación y Capital Humano para la Competitividad, aprobado en abril del presente año mediante la Ley 9218, dará un importante impulso en este sentido.

Finalmente, el principal hallazgo del estudio de casos es la escasa presencia y articulación del sistema de ciencia, tecnología e innova-

ción —que en ciertos casos incluso impone obstáculos por falta de instrumentos y funcionarios con conocimientos especializados—; esta es una debilidad estratégica que debe solventarse si se quiere acceder a un mejor nivel de desarrollo económico y social. Costa Rica debe promover opciones de financiamiento con capital semilla y el diseño de incentivos salariales para los investigadores en las etapas de generación y desarrollo de la innovación.

Análisis comparado de los emprendimientos según los criterios del estudio de casos

Criterio	Casos estudiados				Situación dominante
	TurboEoms S.A.	Energías Biodegradables S.A.	Biotécnica Análisis Moleculares S.A.	BioTD S.A.	
Cualificaciones del emprendedor					Facilitador
Espíritu emprendedor	Alto	Alto	Alto	Alto	
Visión de negocio	Alto	Alto	Alto	Alto	
Capacidad empresarial	Medio	Medio	Medio	Medio	
Apoyo de la academia					Facilitador parcial
Asesoría y acompañamiento	Medio	Medio	Medio	NA	
Transferencia de conocimiento generado por las universidades	Medio	Medio	Medio	NA	
Apoyo gubernamental					Obstáculo
Políticas públicas para emprendedores	Medio	Medio	Medio	Medio	
Efectividad de las políticas públicas	Medio	Medio	NA	Medio	
Capacidades institucionales	NA	Medio	Medio	Medio	
Efectividad en la implementación del <i>Plan Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación</i>	Medio	Medio	Medio	Medio	
Financiamiento					Obstáculo
Existencia de fondos financieros	Medio	Medio	Medio	Medio	
Suficiencia de fondos	Medio	Medio	Medio	Medio	
Tramitología de acceso	Medio	Medio	Medio	Medio	
Incentivos fiscales	Medio	Medio	Medio	Medio	
Acceso a fondos públicos y del sistema financiero	Medio	Medio	Medio	Medio	
Financiamiento de inversionistas privados	Medio	Medio	Medio	Medio	
Protección de propiedad intelectual					Obstáculo
Tramitología	Medio	NA	Medio	Medio	
Asesoría pertinente para guiar proceso de protección	Medio	NA	Medio	Medio	
Instituciones de enlace con el mercado					Obstáculo
Existencia de redes de relaciones para hacer negocios	Medio	Medio	Medio	Medio	
Efectividad del trabajo en redes	Medio	Medio	Medio	Medio	
Efectividad de la coordinación entre instituciones de fomento a la actividad	Medio	Medio	Medio	Medio	
Existencia de instituciones de enlace de orientación tecnológica	Medio	Medio	Medio	Medio	
Situación dominante en la empresa	14/18	11/18	12/18	8/18	

■ Bajo: la ausencia del factor afectó negativamente al emprendimiento.
■ Medio: el factor estaba presente, pero en proporciones insuficientes.
■ Alto: la presencia del factor afectó positivamente al emprendimiento.
 NA: no aplica.

Fuente: *Primer Informe Estado de la Ciencia, la Tecnología y la Innovación, 2014.*

