



# Sistemas de innovación en Centroamérica

Fortalecimiento a través  
de la integración regional

Ramón Padilla Pérez  
Editor



NACIONES UNIDAS

CEPAL



Ministerio Federal de  
Cooperación Económica  
y Desarrollo

giz

# Sistemas de innovación en Centroamérica

Fortalecimiento a través de la  
integración regional

Ramón Padilla Pérez

Editor



Ministerio Federal de  
Cooperación Económica  
y Desarrollo

**giz**

Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL)  
Santiago de Chile; febrero de 2013

Libros de la CEPAL

118

**Alicia Bárcena**  
Secretaria Ejecutiva

**Antonio Prado**  
Secretario Ejecutivo Adjunto

**Ricardo Pérez**  
Director de la  
División de Documentos y Publicaciones

La elaboración de este libro estuvo a cargo de Ramón Padilla Pérez, Oficial de Asuntos Económicos de la sede subregional de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) en México y coordinador del proyecto Hacia un Sistema Regional de Innovación. La introducción, el capítulo IV y las conclusiones (capítulo V) fueron elaborados por Ramón Padilla Pérez. Los restantes capítulos fueron elaborados por Ramón Padilla Pérez en conjunto con Yannick Gaudin y Patricia Rodríguez (capítulos I y II), y con Yannick Gaudin y Raúl Parra (capítulo III), todos ellos Asistentes de Investigación de la Unidad de Desarrollo Económico de la sede subregional de la CEPAL en México.

Se contó con la colaboración de los siguientes consultores: Edgar Buenrostro, Mónica Casalet, Cristina Chaminade, César Guillén, Víctor Guillén, Jorge Huete, Claudio E. Maggi, Hjalti Nielsen, Jeffrey Orozco, Yamileth Pitti, Keynor Ruiz, Javier Suazo y Wedleys Tejedor. El autor agradece las observaciones hechas por funcionarios de la CEPAL a versiones preliminares de los capítulos que integran este libro, en particular a Juan Carlos Moreno Brid y a Jorge Mario Martínez Piva. Expresa asimismo su agradecimiento a Ana Cabrera, que tradujo el capítulo V y la tercera sección del capítulo I y que apoyó en la integración final del libro, así como a Ramón Padilla González, que aportó valiosos comentarios a la primera versión completa de este documento.

La CEPAL agradece el apoyo financiero de la Agencia Alemana de Cooperación Internacional (GIZ) para la ejecución del proyecto de asistencia técnica Hacia un Sistema Regional de Innovación y para la publicación de este libro.

Las opiniones expresadas en este documento son de exclusiva responsabilidad de los autores y pueden no coincidir con las de la Organización.

Diseño de portada: Fernanda Villalobos F.

---

Publicación de las Naciones Unidas

ISBN: 978-92-1-221107-7

LC/G.2559-P

Nº de venta: S.13.II.G.8

Copyright © Naciones Unidas, febrero de 2013. Todos los derechos reservados

Impreso en Naciones Unidas, Santiago de Chile • 2012-963

---

La autorización para reproducir total o parcialmente esta obra debe solicitarse al Secretario de la Junta de Publicaciones, Sede de las Naciones Unidas, Nueva York, N.Y. 10017, Estados Unidos. Los Estados miembros y sus instituciones gubernamentales pueden reproducir esta obra sin autorización previa. Solo se les solicita que mencionen la fuente e informen a las Naciones Unidas de tal reproducción.

## Índice

Abreviaturas y siglas .....	7
Prólogo.....	17
Introducción.....	21
Capítulo I	
Sistemas de innovación .....	27
A. Innovación y sistemas.....	29
B. Componentes, relaciones e instituciones .....	31
1. Empresas.....	32
2. Universidades y centros de investigación.....	34
3. Gobierno .....	36
4. Otras organizaciones.....	41
5. Marco institucional.....	42
C. Sistemas transnacionales de innovación.....	43
1. Componentes .....	45
2. Importancia de la cercanía .....	46
3. Etapas en la formación de los sistemas .....	47
4. Barreras para la conformación de los sistemas .....	49
Capítulo II	
Sistemas nacionales de innovación en Centroamérica .....	51
A. Capacidades tecnológicas .....	52
B. Empresas.....	55
C. Universidades y centros de investigación .....	59
D. Gobierno .....	66
1. Marco institucional.....	68
2. Financiamiento.....	72
3. Interacción y difusión .....	74
4. Análisis de las políticas de CTI en Centroamérica .....	76

E. Otras organizaciones.....	77
F. Marco institucional .....	79
G. Fortalezas y debilidades.....	80
 Capítulo III	
Un enfoque sectorial: sistemas agroproductivos de innovación en Centroamérica.....	85
A. Perspectiva sectorial y sistemas de innovación .....	86
B. Componentes fundamentales para analizar sistemas sectoriales de innovación .....	88
C. Marco metodológico para el análisis de sistemas sectoriales de innovación .....	89
1. Caracterización del sistema sectorial.....	90
2. Tipificación de organizaciones e instituciones relevantes del sistema .....	91
3. Descripción de los patrones predominantes de acceso a conocimientos tecnológicos.....	92
4. Caracterización de las relaciones relevantes entre actores del sistema y sus movilizados.....	94
5. Selección y seguimiento de indicadores de desempeño .....	95
D. Diagnóstico de los sistemas agroproductivos de innovación.....	95
1. Caracterización del sistema agroproductivo .....	96
2. Tipificación de organizaciones e instituciones relevantes del sistema agroproductivo .....	98
3. Descripción de los patrones predominantes de acceso a conocimientos tecnológicos en el sistema agroproductivo .....	113
4. Caracterización de las relaciones relevantes entre actores del sistema agroproductivo y sus movilizados .....	118
5. Indicadores de desempeño del sector agroproductivo .....	123
6. Fortalezas y debilidades .....	125
Anexo.....	130
 Capítulo IV	
Lecciones de la integración europea en políticas de ciencia, tecnología e innovación.....	131
A. Políticas de ciencia, tecnología e innovación e integración transfronteriza.....	133
1. Políticas de ciencia, tecnología e innovación.....	133
2. La justificación de las políticas supranacionales y la integración regional .....	134
3. La justificación de las políticas regionales de ciencia, tecnología e innovación .....	138

B.	Políticas europeas de ciencia, tecnología e innovación .....	140
1.	Integración económica europea.....	140
2.	Antecedentes e historia.....	145
C.	Tres instrumentos de las políticas europeas de ciencia, tecnología e innovación.....	158
1.	El Programa Marco .....	158
2.	El Espacio Europeo de Investigación.....	165
3.	Programas de aprendizaje en políticas de innovación.....	170
D.	Principales lecciones de la integración europea de las políticas de ciencia, tecnología e innovación.....	173
E.	Avances y retos de la integración centroamericana en políticas de ciencia, tecnología e innovación .....	180

## Capítulo V

Conclusiones y estrategias para fortalecer la CTI mediante la integración regional .....	185	
A.	Conclusiones sobre los sistemas nacionales y agroproductivos de innovación de Centroamérica .....	186
B.	Líneas estratégicas para fortalecer la integración subregional.....	193
1.	Crear un fondo subregional de apoyo a la CTI.....	193
2.	Fortalecer la calidad y pertinencia de la investigación en el sector agroproductivo.....	195
3.	Crear un <i>cluster</i> agroproductivo transnacional .....	196

Bibliografía .....	197
--------------------	-----

Lista de Publicaciones .....	213
------------------------------	-----

## Cuadros

I.1	Tipos de relaciones entre universidad y empresa .....	35
I.2	Instrumentos de políticas públicas de ciencia, tecnología e innovación .....	39
I.3	Dimensiones relevantes de los sistemas transnacionales de innovación.....	44
II.1	Centroamérica y países de referencia: indicadores de capacidades tecnológicas.....	54
II.2	Centroamérica: instrumentos de políticas públicas de ciencia, tecnología e innovación .....	66
II.3	Centroamérica: fortalezas y debilidades de los sistemas nacionales de innovación .....	81
III.1	Patrones predominantes de acceso a conocimientos y mejoras tecnológicas .....	93
III.2	Centroamérica y países seleccionados: indicadores de ciencia y tecnología del sector agroproductivo.....	124

III.3 Centroamérica: fortalezas y debilidades de los sistemas agroproductivos de innovación .....	126
IV.1 Factores para analizar la justificación de las políticas supranacionales .....	137
IV.2 Unión Europea: principales estrategias, políticas y programas de ciencia, tecnología e innovación .....	150
IV.3 Unión Europea y OCDE (países seleccionados): indicadores seleccionados de ciencia, tecnología e innovación, 2010 .....	154

## **Diagramas**

I.1 Sistema nacional de innovación .....	32
I.2 Un sistema de innovación regional transnacional .....	45

## **Gráficos**

IV.1 Unión Europea: gasto en I+D como porcentaje del PIB (2009-2010) y PIB por habitante (2010-2011).....	151
IV.2 Unión Europea (27 países): evolución de la brecha del índice de desempeño en innovación con países seleccionados, 2007-2011.....	155
IV.3 Cronología y presupuesto medio anual de los programas marco europeos de investigación y desarrollo .....	161

## Abreviaturas y siglas

AECID	Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo
AEP	Aceleradora de Empresas de Panamá
AGEXPORT	Asociación Guatemalteca de Exportadores
AGREQUIMA	Asociación del Gremio Químico Agrícola de Guatemala
AGROCYT	Fondo Competitivo de Desarrollo Tecnológico Agroalimentario de Guatemala
AHPROCAFE	Asociación Hondureña de Productores de Café
ANALMO	Asociación Nacional de Molineros de Arroz de Panamá
ANAPIH	Asociación Nacional de Apicultores de Honduras
ANDI	Asociación Nacional de Industriales de Honduras
ANEP	Asociación Nacional de la Empresa Privada de El Salvador
APEN	Asociación de Productores y Exportadores de Nicaragua
APROSEPA	Asociación Nacional de Productores de Seguros de Panamá
ASDI	Agencia Sueca de Cooperación Internacional para el Desarrollo



ASTI	Sistema de Indicadores de Ciencia y Tecnología Agrícola ( <i>Agricultural Science and Technology Indicators</i> )
BADECEL	Banco de Datos del Comercio Exterior de América Latina y el Caribe
BANRURAL	Banco de Desarrollo Rural de Guatemala
BCE	Banco Central Europeo
BEI	Banco Europeo de Inversiones
BID	Banco Interamericano de Desarrollo
BRC	Bolsa de Recursos Competitivos de El Salvador
CAC	Consejo Agropecuario Centroamericano
CACIA	Cámara Costarricense de la Industria Alimentaria
CADERH	Centro Asesor para el Desarrollo de los Recursos Humanos de Honduras
CADETH	Centro Agroforestal y Demostrativo del Trópico Húmedo de Honduras
CAMAGRO	Cámara Agropecuaria y Agroindustrial de El Salvador
CASSA	Compañía Azucarera Salvadoreña S.A de C.V
CCC-CA	Confederación de Cooperativas del Caribe y Centroamérica
CCIAP	Cámara de Comercio, Industria y Agricultura de Panamá
CECA	Comunidad Europea del Carbón y del Acero
CECOCAFEN	Central de Cooperativas de Café de Nicaragua Norte
CECOT	Centro de Conocimiento y Transferencia de Cataluña (España)
CEDEC	Centro Experimental y Demostrativo de Cacao de Honduras
CEE	Comunidad Económica Europea
CeFA	Certificado de Fomento a las Agroexportaciones de Panamá
CEGESTI	Centro de Gestión Tecnológica e Informática Industrial de Costa Rica
CEHM	Centro Hondureño de Metrología
CEI	Consejo Europeo de Investigación

CENAME	Centro Nacional de Metrología de Guatemala
CENAMEP	Centro Nacional de Metrología de Panamá
CENGICAÑA	Centro Guatemalteco de Investigación y Capacitación de la Caña de Azúcar
CeniBiot	Centro Nacional de Innovaciones Biotecnológicas de Costa Rica
CENPROMYPE	Centro Regional para la Promoción de la Micro y Pequeña Empresa en Centroamérica
CENTA	Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal de El Salvador
CEPAL	Comisión Económica para América Latina y el Caribe
CEPIA	Centro de Producción e Investigaciones Agroindustriales de Panamá
CERN	Organización Europea de Investigación Nuclear
CICAFÉ	Centro para la Investigación del Café del ICAFÉ de Costa Rica
CIE	Centro de Incubación de Empresas de Costa Rica
CINDE	Coalición Costarricense de Iniciativas de Desarrollo
CIP	Programa Marco para la Innovación y la Competitividad de la Unión Europea
CITA	Centro Nacional de Ciencia y Tecnología de Alimentos de Costa Rica
COGUANOR	Comisión Guatemalteca de Normas
COHCIT	Consejo Hondureño de Ciencia y Tecnología
COHEP	Consejo Hondureño de la Empresa Privada
CONACAC	Consejo Nacional para la Calidad de Costa Rica
CONACAFÉ	Consejo Nacional del Café de Nicaragua
CONACYT	Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología de El Salvador
CONAGRAB	Coordinadora Nacional de Granos Básicos de Guatemala
CONAPE	Comisión Nacional de Préstamos para la Educación de Costa Rica
CONARROZ	Corporación Arrocera Nacional de Costa Rica
CONCYT	Comisión Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación de Panamá

CONCYT	Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología de Guatemala
CONICIT	Consejo Nacional para Investigaciones Científicas y Tecnológicas de Costa Rica
CONICYT	Consejo Nicaragüense de Ciencia y Tecnología
CORBANA	Corporación Bananera Nacional de Costa Rica
COST	Cooperación Europea en Ciencia y Tecnología
COSUDE	Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación
CTCAP	Comisión para el Desarrollo Científico y Tecnológico de Centroamérica y Panamá y la República Dominicana
CTI	Ciencia, Tecnología e Innovación
CUCI	Clasificación Uniforme para el Comercio Internacional
DEMAGUSA	Derivados del Maíz de Guatemala, S.A.
EAP	Escuela Agrícola Panamericana Zamorano de Honduras
EARTH	Escuela de la Agricultura de la Región Tropical Húmeda de Costa Rica
ECA	Ente Costarricense de Acreditación
EDUCRÉDITO	Instituto de Crédito Educativo de Honduras
EEl	Espacio Europeo de Investigación
EJC	Equivalencia a jornada completa
ENA	Escuela Nacional de Agricultura Roberto Quiñónez de El Salvador
ENCA	Escuela Nacional Central de Agricultura de Guatemala
ERASMUS	Programa de acción comunitario en materia de movilidad de los estudiantes universitarios
Erawatch	Plataforma de Información sobre Políticas, Sistemas y Programas de Investigación Nacionales y Regionales dentro del Espacio Europeo de Investigación
ESPRIT	Programa Estratégico Europeo de Investigación y Desarrollo en Tecnología de la Información
EURATOM	Comunidad Europea de la Energía Atómica
EUREKA	Organismo Europeo de Cooperación para la Investigación

FAO	Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura
FEADER	Fondo Europeo Agrícola para el Desarrollo Rural
FEDER	Fondo Europeo de Desarrollo Regional
FEDPRICAP	Federación de Entidades Privadas de Centroamérica, Panamá y República Dominicana
FENAGH	Federación Nacional de Agricultores y Ganaderos de Honduras
FENAPALMAH	Federación Nacional de Palmeros de Honduras
FEP	Fondo Europeo de Pesca
FEPROCAH	Federación Hondureña de Productores de Caña de Azúcar
FHIA	Fundación Hondureña de Investigación Agrícola
FIAGRO	Fundación para la Innovación Tecnológica Agropecuaria de El Salvador
FIES	Fondo de Investigación de Educación Superior de El Salvador
FITTACORI	Fundación para el Fomento y Promoción de la Investigación y Transferencia de Tecnología Agropecuaria de Costa Rica
FODEMIPYME	Fondo para el Desarrollo de las Micro, Pequeñas y Medianas Empresas de Costa Rica
FODETEC	Fondo de Desarrollo Tecnológico de Costa Rica
FOEX-FONDEPRO	Fondo de Fomento a las Exportaciones y Fondo de Desarrollo Productivo de El Salvador
FOMILENIO	Fondo del Milenio de El Salvador
FONACITI	Fondo Nacional para el Desarrollo de la Ciencia, la Tecnología y la Innovación de Panamá
FONACYT	Fondo Nacional de Ciencia y Tecnología de Guatemala
FONADERS	Fondo Nacional de Desarrollo Rural Sostenible de Honduras
FONAGRO	Fondo Nacional para la Reactivación y Modernización de la Agricultura de Guatemala
FONDEPRO	Fondo de Desarrollo Productivo de El Salvador
FORINVES	Fondo de Riesgo para la Investigación de Costa Rica
FPX	Federación de Agroexportadores de Honduras

FSE	Fondo Social Europeo
FUNDAP	Fundación para el Desarrollo Integral de Programas Socioeconómicos de Guatemala
FUNICA	Fundación para el Desarrollo Tecnológico, Agropecuario y Forestal de Nicaragua
FUSADES	Fundación Salvadoreña para el Desarrollo Económico y Social
GANTRAP	Gremial de Exportadores de Productos No Tradicionales de Panamá
GIZ	Agencia Alemana de Cooperación Internacional
I+D	Investigación y desarrollo
ICAFÉ	Instituto Nacional del Café de Costa Rica
ICTA	Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas de Guatemala
IDABC	Programa Prestación Interoperable de Servicios Paneuropeos de Administración Electrónica al Sector Público, las Empresas y los Ciudadanos
IDIAP	Instituto de Investigaciones Agropecuaria de Panamá
IDR	Instituto de Desarrollo Rural de Nicaragua
IEIT	Instituto Europeo de Innovación y Tecnología
IFPRI	Instituto Internacional de Investigación sobre Políticas Alimentarias
IHCAFÉ	Instituto Hondureño del Café
IICA	Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura
IMA	Instituto de Mercadeo Agropecuario de Panamá
INA	Instituto Nacional Agrario de Honduras
INA	Instituto Nacional de Aprendizaje de Costa Rica
INADEH	Instituto Nacional de Formación Profesional y Capacitación para el Desarrollo Humano de Panamá
INATEC	Instituto Nacional Tecnológico de Nicaragua
INCAP	Instituto de Nutrición de Centroamérica y Panamá
INFOP	Instituto Nacional de Formación Profesional de Honduras
INSAFORP	Instituto Salvadoreño de Formación Profesional

INTA	Instituto de Investigación e Innovación en Transferencia de Tecnología Agropecuaria de Costa Rica
INTA	Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria
INTEC	Ente Nacional de Normalización de Costa Rica
INTECAP	Instituto Técnico de Capacitación y Productividad de Guatemala
IRSES	Programa de Intercambio Internacional de Personal Investigador de la Unión Europea
ISANOR	Instituto Salvadoreño de Normalización
ITCR	Instituto Tecnológico de Costa Rica
LACOMET	Laboratorio Costarricense de Metrología
LAICA	Liga Agrícola Industrial de la Caña de Azúcar de Costa Rica
MCCA	Mercado Común Centroamericano
MERCOSUR	Mercado Común del Sur
MICIT	Ministerio de Ciencia y Tecnología de Costa Rica
MITET	Misión Técnica de Taiwán
OCDE	Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos
OEP	Oficina Europea de Patentes
OGA	Oficina Guatemalteca de Acreditación
OHA	Organismo Hondureño de Acreditación
OHN	Organismo Hondureño de Normalización
OMC	Organización Mundial del Comercio
ONG	Organización No Gubernamental
ORT	Órgano de Reglamentación Técnica de Costa Rica
OTT	Oficina de Transferencia Tecnológica
PIB	Producto interno bruto
PMDR	Programa de Mejoramiento de la Participación Cooperativa en el Desarrollo Rural de la Confederación de Cooperativas del Caribe y Centroamérica
PNB	Producto nacional bruto
PNUD	Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo
PPA	Paridad del poder adquisitivo

PROCAFÉ	Fundación Salvadoreña para Investigaciones del Café
PROCOMER	Promotora del Comercio Exterior de Costa Rica
PRODECCOP	Cooperativas de Servicios Múltiples de Nicaragua
PRONACOM	Programa Nacional de Competitividad de Guatemala
PRONADERS	Programa Nacional de Desarrollo Rural y Urbano Sostenible de Honduras
PRONAGRO	Programa Nacional Agroalimentario de Honduras
PROPYME	Programa de Apoyo a la Pequeña y Mediana Empresa de Costa Rica
PUE	Programa la Universidad Emprendedora de la Universidad Nacional Agraria de Nicaragua
Pymes	Pequeñas y medianas empresas
RECYT	Reunión Especializada de Ciencia y Tecnología del MERCOSUR
REDIMIF	Red de Instituciones de Microfinanzas de Guatemala
RICYT	Red Iberoamericana de Indicadores de Ciencia y Tecnología
SENACYT	Secretaría Nacional de Ciencia y Tecnología (en Guatemala y Panamá)
SENASA	Servicio Nacional de Sanidad Agropecuaria de Honduras
SEPLAN	Secretaría Técnica de Planificación y Cooperación Externa de Honduras
SIAGRO	Sistema de Información Agropecuario de la CEPAL
SICA	Sistema de la Integración Centroamericana
SINALIT	Sistema de Innovación Nacional de Alianzas para la Innovación Tecnológica de El Salvador
SINCITI	Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología para la Innovación de Costa Rica
SINCYT	Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología de Guatemala
SNI	Sistema Nacional de Innovación
SNITTA	Sistema Nacional de Investigación y Transferencia de Tecnología Agropecuaria de Honduras

SSI	Sistemas Sectoriales de Innovación
STI	Sistemas Transnacionales de Innovación
Tekes	Agencia Finlandesa de Financiación de la Tecnología y la Innovación
TIC	Tecnologías de la información y las comunicaciones
UCA	Universidad Centroamericana de Nicaragua
UCAFÉ	Asociación Cafetalera de El Salvador
UCAFES	Unión de Cooperativas de Cafetaleros de El Salvador
UCATSE	Universidad Católica del Trópico Seco de Nicaragua
UCR	Universidad de Costa Rica
UE	Unión Europea
UES	Universidad de El Salvador
UJMD	Universidad Dr. José Matías Delgado de El Salvador
UNA	Universidad Nacional Agraria de Nicaragua
UNA	Universidad Nacional de Costa Rica
UNACHI	Universidad Autónoma de Chiriquí de Panamá
UNAH	Universidad Nacional Autónoma de Honduras
UNAN	Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua
UNCTAD	Conferencia de las Naciones Unidas sobre Comercio y Desarrollo
UNED	Universidad Estatal a Distancia de Costa Rica
UNICAFÉ	Unión Nicaragüense de Caficultores
UNPAP	Unión de Productores Agropecuarios de Panamá
UP	Universidad de Panamá
UPA Nacional	Unión de Productores Agropecuarios de Costa Rica
UPANIC	Unión de Productores Agropecuarios de Nicaragua
URL	Universidad Rafael Landívar de Guatemala
USAC	Universidad de San Carlos de Guatemala
UTP	Universidad Tecnológica de Panamá
ZADE	Zonas agrícolas de exportación de Honduras





## Prólogo

La aplicación de reformas basadas en la apertura comercial, la liberalización de los mercados y la menor participación del Estado ha sido fundamental para el significativo crecimiento del comercio internacional de las economías centroamericanas. Ahora dichas economías se cuentan entre las más abiertas de América Latina y el Caribe. Este proceso también operó cambios notables en la composición de sus exportaciones, ya que de estar dominadas por productos primarios (café, banano, caña de azúcar) pasaron a las manufacturas (prendas de vestir, componentes electrónicos, equipos médicos), así como en el plano de los servicios empresariales, cuyas exportaciones crecieron también en los últimos años. Lamentablemente, el anverso de este nuevo panorama es un modesto crecimiento económico y resultados insatisfactorios en materia de disminución de las brechas sociales y productivas.

Actualmente, la industria manufacturera de exportación centroamericana presenta dos debilidades que le impiden ser un motor de desarrollo económico incluyente: la falta de encadenamientos productivos con empresas locales y el bajo contenido tecnológico de las actividades que se desarrollan.

En 2012 la CEPAL propuso a los gobiernos de la región una nueva visión integrada del desarrollo que plantea el cambio estructural como el camino, la mayor igualdad como horizonte y la política industrial y la macroeconomía como instrumentos para alcanzar el desarrollo sostenible con igualdad.

Definimos el cambio estructural como la reasignación de los recursos de una economía hacia actividades o sectores de mayor valor agregado e intensidad de conocimientos tecnológicos.

Sostenemos que al centrar el crecimiento económico en la creación de nuevos sectores, el escalamiento y la difusión tecnológica al conjunto del sistema, el cambio estructural genera oportunidades de empleo en sectores de mayor productividad, a la vez que estimula el aumento de la tasa de participación y la disminución de la tasa de desempleo e informalidad. Estas acciones tienen notables efectos positivos en la reducción de la pobreza y la desigualdad. El papel del Estado se replantea en este contexto, para favorecer una intervención más activa y decidida en la promoción de un mayor desarrollo económico incluyente.

El cambio estructural al que debe apuntar Centroamérica está asociado con el escalamiento tecnológico de las actividades. Por ejemplo, que las exportaciones de productos tradicionales agropecuarios y de manufacturas incorporen un mayor valor agregado nacional y favorezcan la participación en eslabones de la cadena global de valor de mayor intensidad tecnológica. También demandaría el fortalecimiento o el surgimiento de nuevos sectores de mayor intensidad de conocimientos, tanto en la manufactura como en los servicios.

En este contexto, en el presente libro se presenta la propuesta de vigorizar los sistemas de innovación en Centroamérica, como un mecanismo para avanzar decididamente hacia el cambio estructural.

El enfoque empleado tiene dos características distintivas y novedosas para el análisis de este tema en la subregión centroamericana. En primer lugar, las recomendaciones tienen una perspectiva regional. La construcción de iniciativas subregionales conjuntas de ciencia, tecnología e innovación permitirá lograr sinergias y complementariedades en el uso de recursos públicos y privados. Esto tiene particular importancia en economías pequeñas que compiten en mercados globalizados y de rápido cambio tecnológico. El análisis permite identificar debilidades y fortalezas comunes, que es la base para una mayor integración, pero también las diferencias existentes entre los países centroamericanos producto de un desarrollo institucional y un esfuerzo en la materia distintos.

En segundo lugar, se dedica un capítulo entero del libro a analizar la experiencia europea respecto de la integración de políticas de ciencia, tecnología e innovación. En medio de una profunda crisis económica, la Unión Europea ha decidido incrementar el presupuesto para los programas orientados a estas áreas, con lo que reafirma su visión de que la inversión en este campo es el motor que le permitirá regresar a una senda de crecimiento sostenible y generar más empleos.

La CEPAL está convencida de la necesidad que tienen los países de América Latina y el Caribe, así como los beneficios que resultarían de fortalecer los mecanismos de integración regional. Precisamente, en julio

de 2012 la Comisión firmó un acuerdo de cooperación con el Centro de Gestión de Estudios Estratégicos (CGEE) del Brasil para promover una mayor integración regional en ciencia, tecnología e innovación.

En esta publicación se ofrecen nuevos elementos para la discusión y se pone sobre la mesa la integración regional como una estrategia para potenciar las fortalezas y enfrentar las debilidades que existen en los países de la subregión.

**Alicia Bárcena**  
Secretaria Ejecutiva  
Comisión Económica para  
América Latina y el Caribe  
(CEPAL)



## Introducción

*Ramón Padilla Pérez*

En Centroamérica existe un reconocimiento creciente de los gobiernos, la academia y el sector privado sobre la importancia central de la ciencia, la tecnología y la innovación (CTI) como motores del crecimiento sostenible y de largo plazo. En la última década se han producido avances en materia del marco institucional y el fortalecimiento de las capacidades de los actores nacionales en este ámbito. No obstante, subsisten debilidades significativas, que se traducen en una baja actividad innovadora en comparación con la que se observa en economías pequeñas desarrolladas e incluso en otros países latinoamericanos.

La CTI es un elemento central para un cambio estructural que conduzca a un mayor desarrollo económico y social (CEPAL, 2012a). Este cambio estructural, caracterizado por un tránsito hacia actividades y sectores más intensivos en conocimientos tecnológicos y un mayor dinamismo de la productividad, permitiría a las economías centroamericanas crecer a mayores tasas, generar empleos mejor remunerados y apropiarse de mayores ganancias como resultado de su participación en cadenas mundiales de valor.

Los países centroamericanos enfrentan retos comunes para fortalecer sus sistemas de innovación. La falta de recursos financieros y humanos es uno de los principales obstáculos. La integración centroamericana en materia de CTI ofrece la oportunidad de unir esfuerzos para aprovechar economías de escala, buscar complementariedades, beneficiarse de externalidades intrarregionales y reducir la fragmentación de las inversiones. La integración

de esfuerzos en CTI no solo representa una oportunidad, sino que es una necesidad ante el carácter crecientemente multidisciplinario y complejo del conocimiento científico y tecnológico, que exige mayor especialización, inversiones de gran escala y formación de grupos de alto nivel. Es aun más importante en países pequeños y en desarrollo, como los centroamericanos.

La integración debe tener como punto de partida las fortalezas compartidas, como la existencia de estructuras productivas y bases de conocimiento robustas. En este sentido, en los países centroamericanos se han desarrollado capacidades sólidas en el sector agroproductivo, que se materializan en diversos centros de investigación especializados y un amplio tejido empresarial. También se cuenta con instituciones subregionales, como la Comisión para el Desarrollo Científico y Tecnológico de Centroamérica y Panamá y la República Dominicana (CTCAP), una agencia especializada del Sistema de la Integración Centroamericana (SICA), que pueden ser consolidadas para convertirse en el pilar de un proceso de integración fortalecido.

La dinámica del cambio tecnológico difiere entre sectores, por lo que la identificación de las capacidades actuales y de las oportunidades de integración se realiza en un sector en particular, el agroproductivo. Este comprende las actividades agrícolas y agroindustriales relacionadas con la agricultura. Además de las capacidades tecnológicas ya desarrolladas, hace una contribución significativa en todas las economías centroamericanas. En 2010, el sector agroproductivo representó en promedio el 15% del PIB de la subregión centroamericana y contribuyó con el 37,3% de las exportaciones totales.

Cabe destacar también el papel que pueden desempeñar las empresas del sector agroproductivo como fuente de competitividad y desarrollo tecnológico. Los sectores basados en recursos naturales pueden cumplir un papel importante en la implementación de estrategias competitivas orientadas a promover el aprendizaje y la diversificación productiva, como se puede observar en la experiencia de otros países relativamente pequeños y ricos en recursos naturales que han alcanzado niveles elevados de ingreso por habitante, por ejemplo Nueva Zelanda y Finlandia (Devlin y Mogueillansky, 2009). Por ello, debe reconocerse el potencial tecnológico del sector agroproductivo como base para fomentar actividades productivas de mayor complejidad, más aun si se tiene en cuenta la existencia previa, y de cierta relevancia, de una base tecnológico-productiva, empresarial, científica e incluso reguladora (CEPAL, 2008).

El fortalecimiento de la CTI a través de la integración es un elemento central para incrementar el valor agregado de los productos centroamericanos y mejorar la productividad del sector agroproductivo. Se espera que las estrategias y las lecciones derivadas del estudio de este sector puedan ser aplicadas para fomentar la integración subregional en otros sectores en que existen fortalezas comunes y oportunidades de aprovechar economías de escala y externalidades.

La integración regional no implica dejar de lado los esfuerzos nacionales para apoyar los sistemas de innovación. Por el contrario, la construcción de capacidades locales es necesaria para obtener mayores beneficios de la integración y para hacer un aporte real a dicho proceso. Las políticas públicas son claves para el fortalecimiento de la integración. Es necesario evaluar el impacto y la eficiencia de estas políticas a fin de determinar su diseño óptimo, ya sea a través de la coordinación voluntaria de esfuerzos o su centralización en un organismo supranacional.

En este libro se resumen los principales resultados del proyecto de cooperación técnica Hacia un Sistema Regional de Innovación, ejecutado por la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) con financiamiento de la Agencia Alemana de Cooperación Internacional (GIZ). El objetivo principal del proyecto fue fortalecer la integración centroamericana en temas de ciencia, tecnología e innovación, como un mecanismo para incrementar las capacidades de cada país de la subregión y potenciar el impacto de la CTI en el desarrollo económico y social.

Mediante la presente publicación se persiguen tres objetivos principales: primero, difundir y profundizar la comprensión del concepto de sistemas de innovación en Centroamérica, como una herramienta de gran utilidad para el diseño, implementación y evaluación de políticas de CTI; segundo, ofrecer diagnósticos y recomendaciones para la formulación de políticas nacionales y supranacionales dirigidas a consolidar los sistemas de innovación, y tercero, disseminar los resultados del proyecto de cooperación técnica y promover la integración subregional como un mecanismo para el fortalecimiento de la CTI en Centroamérica<sup>1</sup>.

El concepto de sistemas de innovación, que ha tenido una gran difusión en las últimas dos décadas, es una herramienta útil para estudiar de manera integral y sistemática las fortalezas y debilidades en materia de CTI de un país, una región o un sector. Para el propósito de esta investigación se entiende como un sistema que enmarca las relaciones en y entre organizaciones, instituciones y estructuras socioeconómicas que determinan la velocidad y dirección de la innovación y la construcción de capacidades tecnológicas (Lundvall y otros, 2009). El sistema está conformado por componentes (empresas, universidades, centros de investigación y gobierno, entre otros), las relaciones entre dichos componentes y las instituciones<sup>2</sup>.

---

<sup>1</sup> En el presente estudio se consideraron los siguientes países de Centroamérica: Costa Rica, El Salvador, Guatemala, Honduras, Nicaragua y Panamá. No obstante, las conclusiones y recomendaciones son extensibles a todos los países de la subregión.

<sup>2</sup> Las instituciones se entienden aquí como un conjunto común de hábitos, rutinas, prácticas, reglas y leyes que regulan la relación e interacción entre individuos y grupos (Edquist y Johnson, 1997, p. 46). De este modo, se establece una clara distinción con las instituciones entendidas como organismos que desempeñan funciones específicas.



En el capítulo I se presentan los elementos conceptuales y metodológicos en que se basan los siguientes capítulos del libro. Se discute en detalle cuáles son las funciones que cumple cada componente en el sistema, así como la importancia de las relaciones entre ellos. También se expone el concepto de sistemas transnacionales de innovación (STI). La integración regional transfronteriza puede ser de gran importancia para países pequeños emergentes, en que los recursos humanos y financieros para la innovación suelen ser escasos y en que los mercados internos no son lo suficientemente grandes para estimular y apoyar la innovación. La evidencia empírica muestra que el apoyo al surgimiento de STI tiene beneficios claros para los países y las regiones subnacionales participantes, como la ampliación de los mercados de consumo y de factores, mayor competencia, profundización de la división del trabajo y creciente especialización (Lundquist y Trippl, 2009).

En el capítulo II se analizan los sistemas nacionales de innovación de los países de Centroamérica, identificando de manera integral y sistemática sus principales fortalezas y debilidades en materia de CTI. Las fuentes de información son entrevistas con actores clave, así como documentos publicados en años recientes. Los países centroamericanos cuentan con los elementos esenciales de un sistema de innovación, instituciones, autoridades gubernamentales enfocadas en CTI, universidades, centros de investigación y empresas, así como con interacciones entre estos elementos. En años recientes se observa un esfuerzo creciente por el fortalecimiento institucional y el compromiso de estos diversos actores. No obstante, subsisten debilidades significativas como la falta de recursos humanos y financieros, un sector industrial en que prevalecen empresas con baja actividad innovadora, el carácter predominantemente comercial de la interacción entre los componentes del sistema, la escasa orientación comercial de la investigación y la falta de coordinación entre las políticas que llevan adelante diversos organismos públicos. Existen disparidades importantes dentro de la subregión que se reflejan en la solidez del marco institucional, el diseño y la ejecución de políticas públicas, los recursos comprometidos en CTI y la calidad de la enseñanza y la investigación. En materia de política pública, es necesario incrementar los recursos y aumentar la importancia de la CTI dentro las prioridades de política nacional, así como continuar avanzando hacia un modelo no lineal que reconozca la relevancia de fortalecer las capacidades de los actores de manera sistémica.

El capítulo III tiene como base el reconocimiento de que la dinámica y la capacidad de innovación no solo difieren a nivel nacional o regional, sino que están presentes de manera distinta en los diferentes sectores productivos en términos de fuentes, actores e instituciones (Malerba y Mani, 2009; Castellacci, 2008). Para el estudio se ha seleccionado el sector agroproductivo, considerando la importancia económica común que tiene en los países de la subregión, así como las capacidades de innovación que ya han sido desarrolladas. De este modo, el objetivo central de este capítulo es hacer un

diagnóstico de las capacidades de innovación de los países centroamericanos en el sector agroproductivo, con miras a identificar fortalezas y debilidades comunes que puedan ser la base de una mayor integración subregional. Para tal efecto, se usa el marco conceptual de sistemas sectoriales de innovación.

En comparación con los sistemas nacionales de innovación de cada país de la subregión, los sistemas agroproductivos muestran una mayor solidez, ya que en ellos se concentra una parte significativa de la capacidad tecnológica y productiva de cada uno de los países. Destaca el hecho de que en todos los países se han creado centros públicos de investigación específicos del sector agroproductivo. Sin embargo, se encontraron debilidades significativas como la concentración casi exclusiva de las actividades de investigación y desarrollo (I+D) en el sector público, una limitada oferta de programas de posgrado relacionados con el sector y escasa interacción entre el sector productivo y la academia.

En el capítulo IV el punto de partida es el reconocimiento de que las políticas públicas supranacionales pueden facilitar e incentivar el fortalecimiento de la integración regional en ciencia, tecnología e innovación, y el surgimiento de sistemas transnacionales de innovación. En este capítulo se identifican catorce lecciones que pueden aprenderse de la experiencia europea de integración de políticas de CTI, considerada la más profunda y compleja en el mundo. Entre los factores clave que han impulsado la integración europea en estas políticas están: un apoyo decidido y de largo plazo a la CTI como un elemento central para fortalecer la competitividad internacional y generar empleo, un proceso continuo de autoevaluación y la apertura a nuevas teorías económicas y evidencia empírica. Los conceptos de subsidiariedad y proporcionalidad son la base para justificar la implementación de políticas transnacionales, siempre con la meta de generar un valor agregado europeo. No obstante, el proceso de integración europeo muestra también que demasiados programas supranacionales con objetivos similares pueden llevar a fragmentación, ineficiencias y altos costos administrativos, y que los fondos europeos para I+D pueden incrementar la brecha entre regiones desarrolladas y menos desarrolladas, dado que su impacto depende de la estructura tecnológico-económica local.

En el capítulo V se presentan las conclusiones y se elaboran propuestas específicas de políticas que permitan fortalecer las capacidades de los agentes locales y subregionales, a través de la integración de la subregión. El interés radica en construir estrategias conjuntas para generar nuevas sinergias que incidan en el sistema productivo. Los efectos positivos contribuirán a cohesionar los sistemas de innovación y a generar nuevos productos y servicios con mayor valor agregado.



## Capítulo I

# Sistemas de innovación

*Ramón Padilla Pérez, Yannick Gaudin  
y Patricia Rodríguez*

Existe un amplio consenso entre los analistas y formuladores de política en considerar la ciencia, la tecnología y la innovación como un factor determinante del crecimiento económico de largo plazo y un movilizador poderoso del desempeño competitivo de los países. La evidencia empírica muestra de forma robusta que existe una relación estable y duradera entre las inversiones que se realizan en innovación y el crecimiento de la productividad de los países (BID, 2010; SEGIB, 2010; OCDE, 2010; Crespi, 2010).

De acuerdo con la evidencia macroeconómica, casi la mitad de las diferencias de los niveles y tasas de crecimiento del ingreso por habitante que existen entre países está asociada a diferencias de la productividad total de factores (Crespi, 2010). En las empresas, estudios econométricos han encontrado, por ejemplo, que un incremento del 10% del gasto en investigación y desarrollo (I+D) redundaría en un incremento de las ventas del 0,7% (Griliches, 1992).

La creciente importancia de la CTI en la agenda de políticas económicas de la mayoría de los países de América Latina responde por lo menos a dos razones. En primer lugar, se ha comprobado que, después de dos décadas de amplias reformas estructurales, las tasas de crecimiento económico de mediano plazo, salvo excepciones, continúan siendo modestas y tienen una muy baja contribución de la productividad, que está estrechamente vinculada al progreso tecnológico y a la innovación. En segundo lugar,

la persistencia en la mayoría de los países latinoamericanos de modelos exportadores basados en recursos naturales o mano de obra de bajo costo ha estimulado en los últimos años un debate en torno a cómo iniciar procesos de fortalecimiento de ventajas comparativas, en rutas en que la innovación, el esfuerzo en investigación y desarrollo, y el fortalecimiento de las capacidades tecnológicas cumplen un rol protagónico (Maloney y Perry, 2005).

La CTI es un elemento central para un cambio estructural que conduzca a un mayor desarrollo económico y social (CEPAL, 2012a). Este cambio estructural, caracterizado por un tránsito hacia actividades más intensivas en conocimientos tecnológicos y un mayor dinamismo de la productividad, permitiría a las economías centroamericanas crecer a mayores tasas, generar empleos mejor remunerados y apropiarse de mayores ganancias como resultado de su participación en cadenas globales de valor.

El objetivo de este capítulo es presentar los elementos conceptuales y metodológicos en que se basan los siguientes capítulos del libro. El marco conceptual de sistemas de innovación ha tenido una gran difusión en las últimas dos décadas. Es una herramienta útil para estudiar de manera integral y sistemática las fortalezas y debilidades en materia de CTI de un país, una región o un sector. Este marco ha sido adoptado por organizaciones internacionales como la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), la Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos (OCDE) y el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) para examinar la dinámica del cambio tecnológico en países y regiones, así como las políticas públicas nacionales y subnacionales en materia de CTI<sup>1</sup>. También lo han utilizado funcionarios públicos de países desarrollados y en desarrollo para diseñar, ejecutar y evaluar las políticas públicas.

Un segundo objetivo de este capítulo es difundir el concepto de sistemas de innovación, así como su correcta comprensión y aplicación. Recientemente en algunos países de América Latina se ha adoptado un concepto sistémico de innovación en la lógica de diseño e implementación de políticas públicas, así como en la estructura de gestión institucional (CEPAL, 2012). No obstante, el concepto de sistema de innovación y su utilidad en el diagnóstico y formulación de políticas no son siempre comprendidos de manera adecuada. Por ejemplo, en algunos países de la región se han promulgado decretos mediante los cuales se “crea” el sistema nacional de innovación, asumiendo que este puede ser constituido en forma automática por dichos decretos y dotado de una organización central que dirija todas y cada una de las actividades y relaciones de sus componentes. Las políticas de CTI contribuyen al fortalecimiento del sistema, pero este puede existir o no, independientemente de si en el país se cuenta o no con un sector público comprometido en su promoción.

---

<sup>1</sup> Véanse, por ejemplo, Buitelaar y otros (1997), CEPAL (2002), OCDE (2009), Llisterri y Pietrobelli (2011) y Padilla Pérez, Gaudin y Rodríguez (2012).

Este capítulo está organizado en tres secciones. En la primera se discute el origen y el alcance del concepto de sistema de innovación. En la segunda se describe conceptualmente cada uno de los componentes del sistema, así como sus relaciones con otros componentes. En la tercera se presenta el concepto de sistema transnacional de innovación, como una base para entender los beneficios y retos de la integración regional en materia de CTI.

## **A. Innovación y sistemas**

La innovación tecnológica se define como la creación de productos, servicios y procesos, nuevos o mejorados, que favorecen la competitividad de las empresas e incrementan el nivel de vida de los individuos (OCDE, 2008). La innovación tecnológica ofrece a los países la oportunidad de desarrollarse en términos económicos (competitividad de las empresas, productividad y crecimiento económico), humanos (disminución de la desigualdad y la pobreza) y medioambientales (desarrollo sustentable).

En las empresas, las innovaciones incrementan la productividad, mejoran la calidad, disminuyen los costos y permiten abrir nuevos mercados (Cantwell, 2005; Pianta, 2005). A nivel macroeconómico, las diferencias de ingreso y de crecimiento de los países se deben, en gran medida, a las diferencias en su capacidad de asimilar y generar cambios tecnológicos (Banco Mundial, 2006; BID, 2010).

Los procesos de innovación son acumulativos, interactivos, iterativos y graduales. Son acumulativos porque a través del tiempo los actores mejoran sus maneras de interactuar, desarrollan relaciones más estrechas y acumulan conocimientos. Son interactivos porque están basados en la comunicación e intercambio de conocimientos y capacidades. Asimismo, son el resultado de la repetición de acciones e interacciones (iterativos) y se adquieren lentamente y a través de esfuerzos progresivos (graduales)<sup>2</sup>.

El marco conceptual de sistemas de innovación se desarrolló precisamente en un marco teórico y conceptual que reconoce que la innovación tiene estas características. Este marco conceptual surgió como una alternativa al paradigma dominante neoclásico, en que se entiende la innovación en un sentido lineal, en el supuesto de que el conocimiento es equivalente a la información y es fácilmente accesible para todas las empresas. Por el contrario, el concepto de sistema de innovación tiene sus raíces en la teoría evolucionista y considera que las organizaciones poseen diferentes competencias y que la adquisición de conocimiento es muy costosa para las empresas. El objetivo principal son las interacciones que se producen entre las diferentes organizaciones e

---

<sup>2</sup> Mayor información sobre las características del proceso de innovación puede encontrarse en Hobday (1995), y Bell y Pavitt (1993 y 1995).

instituciones del sistema con el fin de adquirir y usar el conocimiento para la innovación (Chaminade y Nielsen, 2011).

El origen del concepto está en las investigaciones empíricas realizadas por Christopher Freeman en los años ochenta sobre los grandes avances tecnológicos alcanzados por el Japón después de la Segunda Guerra Mundial. A partir de los años noventa, se ha desarrollado una literatura muy amplia, tanto de carácter conceptual como empírico, sobre los diferentes tipos de sistemas de innovación. Los enfoques y la unidad de análisis han sido diversos: nacional (Lundvall, 1992; Nelson, 1993; OCDE, 1999), regional (Cooke, Gómez Uranga y Etxebarria, 1997; Howells, 1999; Evangelista y otros, 2002; Iammarino, 2005) y sectorial (Malerba, 2005; Malerba y Mani, 2009).

Los sistemas nacionales de innovación (SNI), que son el objeto de estudio de este documento, han sido definidos y estudiados por una gran cantidad de autores. Para el propósito de este documento se entienden como sistemas que enmarcan las relaciones en y entre organizaciones, instituciones y estructuras socioeconómicas que determinan la velocidad y dirección de la innovación y la construcción de capacidades tecnológicas (Lundvall y otros, 2009).

Un sistema está conformado por los componentes (empresas, universidades, centros de investigación y gobierno, entre otros), las relaciones entre dichos componentes y las instituciones. El concepto de sistema no implica que se trate necesariamente de algo diseñado y construido de manera formal y deliberada. Incluye un conjunto de individuos, organizaciones e instituciones cuyas interacciones determinan el desempeño innovador de todo el conjunto. Tampoco se asume que los componentes del sistema trabajan de manera conjunta, coordinada y coherente, pero se enfatiza la importancia de la interacción entre ellos para el proceso de innovación.

El concepto de innovación utilizado es de carácter amplio y flexible, e incluye las actividades mediante las que una empresa adquiere o adopta tecnologías de producto o de proceso que son nuevas para ella, aunque no lo sean para el país en que ella opera o para el mundo (OCDE, 1990; Nelson, 1993)<sup>3</sup>. Este enfoque para estudiar la innovación es de gran utilidad para países en desarrollo, en que las innovaciones radicales no son comunes y que en general están lejos de la frontera tecnológica<sup>4</sup>. Asimismo, en su naturaleza flexible se reconoce la importancia de la innovación incremental, que no demanda, necesariamente, actividades formales de investigación y desarrollo.

---

<sup>3</sup> En las innovaciones de proceso se incluyen nuevos métodos de organización de la producción o de comercialización, y cambios de maquinaria y equipo.

<sup>4</sup> Se refiere al nivel más avanzado de la investigación tecnológica a nivel mundial. El concepto es útil para medir la brecha tecnológica que existe entre los países más avanzados en términos de CTI y los países en desarrollo (Cohen y Levinthal, 1990).

Las relaciones entre los actores de un sistema de innovación pueden ser formales o informales. Las relaciones formales se caracterizan por ser planificadas y tener objetivos específicos. Las informales, por su parte, suelen ser intercambios espontáneos, fluidos y prácticamente inconscientes entre actores dentro del sistema (Grabher, 2000). La cercanía geográfica contribuye a favorecer estos dos tipos de interacciones.

El desempeño de una empresa depende en gran medida de las características del medio en que se desenvuelve (Nelson y Winter, 1982). El concepto de sistemas de innovación enfatiza la importancia que tiene la cercanía, ya sea geográfica o relacional, a pesar de la creciente globalización económica, ya que la cercanía favorece el intercambio de conocimientos entre los componentes del sistema (Blaas y Nijkamp, 1994; Feldman, 1994; Lawson y Lorenz, 1999).

El marco conceptual de sistemas de innovación fue elaborado en sus orígenes para estudiar países desarrollados. También es de gran utilidad para el análisis de países en desarrollo, pero se debe dar especial importancia al uso, absorción y adaptación de nuevas tecnologías, actividades que no requieren necesariamente esfuerzos formales de investigación y desarrollo (Revilla Diez y Berger, 2003; Viotti, 2002). Asimismo, se debe poner atención en los vínculos e interacciones con fuentes extranjeras de tecnología (empresas multinacionales, universidades y agencias de cooperación internacional), debido a la mayor dependencia que estos países suelen tener de fuentes externas de conocimientos tecnológicos (Revilla Diez y Berger, 2003; Arocena y Sutz, 2000).

## **B. Componentes, relaciones e instituciones**

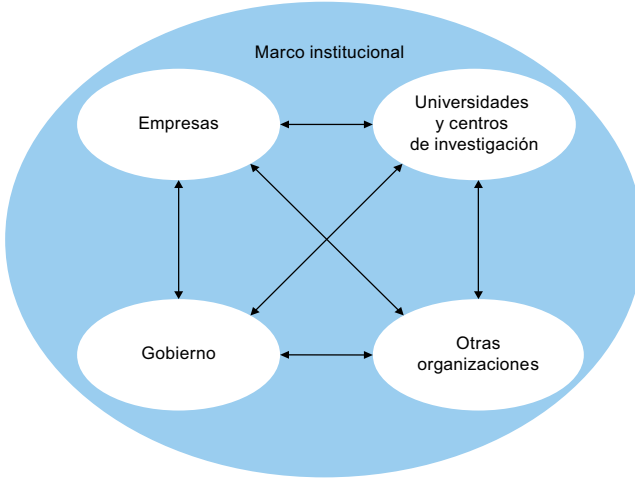
Existen diversos enfoques y metodologías para analizar un sistema de innovación. Dado el nivel de desarrollo de los sistemas nacionales de innovación en Centroamérica, el estudio de los componentes, las relaciones y las instituciones ofrece una visión clara de sus fortalezas y debilidades<sup>5</sup>. Un sistema de innovación está conformado al menos por los siguientes cuatro componentes: empresas, universidades y centros de investigación, gobierno y otras organizaciones. En el diagrama I.1 se representan estos componentes, que se vinculan e interactúan en el contexto de un marco institucional.

---

<sup>5</sup> El enfoque de componentes ha sido usado ampliamente para analizar sistemas nacionales de innovación de países desarrollados y en desarrollo (Nelson, 1992; OCDE, 1999; Carlsson y otros, 2002). Una alternativa es el enfoque de funciones, que toma como unidad de análisis las funciones o actividades que caracterizan a un sistema (por ejemplo, desarrollo y difusión de conocimientos, experimentación emprendedora y formación de mercados, entre otras) (véase, por ejemplo, Jacobsson, 2005).



Diagrama I.1  
SISTEMA NACIONAL DE INNOVACIÓN



Fuente: Elaboración propia

## 1. Empresas

Las empresas son comúnmente reconocidas como el principal componente generador de innovaciones en un sistema<sup>6</sup>. Las innovaciones son el resultado de la interacción entre los individuos dentro de la empresa y de la interacción y cooperación con otras empresas (proveedores y clientes), con universidades y con centros de investigación públicos y privados, entre otros.

Desde un enfoque schumpeteriano, las empresas innovan para adaptarse a un ambiente dinámico, en constante cambio. La innovación es un proceso continuo, que surge de una búsqueda deliberada o del aprendizaje relacionado con las actividades diarias. Es un factor central para que las empresas se mantengan competitivas y comprende desde el desarrollo de un mejor producto hasta el mejoramiento de una técnica de organización empresarial. No obstante, el proceso de innovación no es homogéneo entre empresas. Las fuentes de conocimiento tecnológico, los medios de apropiación del conocimiento, las trayectorias tecnológicas y los actores involucrados suelen variar de manera significativa entre sectores industriales e incluso dentro de los mismos sectores<sup>7</sup>.

<sup>6</sup> Véanse, por ejemplo, OCDE (1999), Nelson y Rosenberg (1993), Bell y Pavitt (1993) y Carlsson y Stankiewicz (1991).

<sup>7</sup> Un análisis de las diferencias entre sectores puede encontrarse en Pavitt (1984), Robson y otros (1988) y Cohen y otros (2002), y una visión sobre las diferencias dentro de sectores en CEPAL (2010b).

Para que las empresas puedan generar innovaciones requieren de un proceso de aprendizaje continuo y acumulativo, tanto para saber cómo mejorar los productos, procesos y formas organizacionales, como para acceder a nuevos mercados y fuentes externas de conocimiento (otras empresas, universidades y centros de investigación, entre otras) que les permitan ofrecer productos o servicios de calidad a costos competitivos. El acceso a fuentes de conocimiento extranjeras, como empresas transnacionales o ferias internacionales, es de especial importancia para los países en desarrollo.

Las relaciones entre empresas pueden traducirse en beneficios o externalidades pasivas (producto de economías de escala, disminución de costos o mejoramiento de la infraestructura) o beneficios activos (resultado de la cooperación para la inversión conjunta en materia de I+D y la creación de unidades de negocio en búsqueda de mercados). Estas relaciones resultan beneficiadas por la cercanía geográfica, que permite la conformación de los llamados distritos industriales (clusters). La eficiencia colectiva derivada de la aglomeración geográfica y la acción conjunta de las empresas alienta la división del trabajo, la especialización y la rápida adopción, imitación, difusión y generación de nuevos conocimientos (Schmitz, 1995; Delgado, Porter y Stern, 2011).

Las relaciones entre empresas pueden estudiarse desde diferentes enfoques. Britto (2003) propone una clasificación basada en la complejidad de sus interacciones tecnológicas<sup>8</sup>:

- i) **Redes tradicionales de subcontratación:** se caracterizan por un intercambio limitado de información, producción en pequeña escala y productos no complejos, es decir, generan cambios o innovaciones menores. La base de conocimiento es relativamente simple.
- ii) **Redes de montaje modular:** las empresas involucradas llevan a cabo procesos de producción masiva y modular. Existen acuerdos de subcontratación e incentivos para aumentar la productividad y la calidad como reacción ante cambios en el mercado. La información fluye de manera continua por medio de códigos específicos de comunicación. Se generan mejoras de los productos y procesos por las interacciones entre empresas y proveedores. A este grupo comúnmente pertenecen las empresas grandes de ensamblaje.
- iii) **Redes de productos complejos:** se caracterizan por una producción de altos costos, que integra diferentes tecnologías y la participación de varios agentes, y que además involucra clientes específicos y fuertes vínculos productivos entre sus empresas y usuarios, con un flujo de información intenso.

---

<sup>8</sup> Belussi (2004) propone una clasificación alternativa en que las relaciones entre empresas se caracterizan sobre la base del intercambio de información y la generación de conocimiento. Distingue tres tipos principales de relaciones: débiles de aprendizaje, con capacidad de absorción e innovaciones incrementales y dinámicas.

- iv) **Redes de base tecnológica:** en este tipo de redes se generan continuamente nuevas tecnologías, que requieren de altas inversiones en I+D, así como de la integración de conocimientos complejos. También se necesita una alta integración y flujos de información entre productores, proveedores y clientes para generar innovaciones.

## 2. Universidades y centros de investigación

Las universidades y centros de investigación cumplen un papel central en la formación de recursos humanos y la generación y difusión de nuevos conocimientos científicos y tecnológicos.

Las universidades, y en general las organizaciones de educación superior, desarrollan las habilidades y capacidades de los individuos, con el apoyo de otros componentes del sistema en los ámbitos del conocimiento, la tecnología y la innovación. La universidad se encarga de tres funciones principales en un sistema de innovación:

- i) La formación de recursos humanos por medio de actividades de transmisión de conocimientos y de elementos formativos como la actitud crítica ante el conocimiento, el incentivo a la reflexión, la capacidad de aprender, la coherencia y la lógica. Además de la educación formal a nivel universitario y de posgrado, ofrecen cursos de capacitación, cursos intensivos y de investigación especializada, y educación técnica (que se enfoca en las particularidades de una ocupación).
- ii) La generación de investigación científica básica y aplicada. La primera tiene un carácter teórico y su finalidad es formular o modificar las teorías e incrementar los conocimientos científicos. La segunda tiene por finalidad la aplicación de los conocimientos y con ella se busca ejercer un impacto directo en la sociedad.
- iii) La llamada tercera misión de la universidad, que comprende su participación activa y extensiva más allá del ámbito académico, de modo de involucrarse con la sociedad a través de la transferencia de tecnología y conocimientos. Esta incluye el uso, aplicación y comercialización de los resultados generados por la investigación<sup>9</sup>. Se trata de una función directamente relacionada con la extensión universitaria, el compromiso con la comunidad y la generación de ingresos adicionales desde el ámbito del emprendimiento.

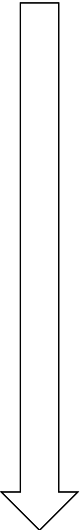
Las relaciones entre universidades y empresas son muy diversas en términos de la formalidad de su vinculación, la complejidad de los conocimientos que intercambian y los resultados de creación de nuevos

<sup>9</sup> Más detalles sobre la llamada tercera misión de la universidad pueden encontrarse en D'Este y otros (2009), Clark (1998), Slaughter y Leslie (1997), Gibbons y otros (1994) y Sheen (1992).

conocimientos teóricos y aplicados (véase el cuadro I.1). La CEPAL (2010) propone tres marcos de relaciones entre universidad y empresa: débil, moderado y fuerte. El marco débil se caracteriza por relaciones informales para la transferencia del conocimiento, principalmente tácito y escasamente codificado, con relaciones unilaterales (desde la universidad hacia la empresa). Se producen beneficios para ambas partes, aunque las relaciones que se establecen (por ejemplo, flujo de personal, contactos informales entre profesionales, seminarios o conferencias) no permiten un intercambio continuo de información entre empresarios y profesionales.

Cuadro I.1  
TIPOS DE RELACIONES ENTRE UNIVERSIDAD Y EMPRESA

Tipo de interrelación	Canales
Flujos de recursos humanos	Pasantías, formación de estudiantes en las empresas, contratación de graduados
Contactos informales entre profesionales	Redes profesionales, intercambio de información
Actividades de divulgación y difusión del conocimiento	Eventos, seminarios, conferencias, publicaciones
Servicios	Servicios de asesoría, asistencia técnica, consultorías, renta de infraestructura física
Proyectos conjuntos	Cooperación en investigación y desarrollo, contratos de investigación, intercambio de investigadores, redes formales de trabajo, parques científicos y tecnológicos
Licenciamiento	Patentes, oficinas de transferencia tecnológica (OTT)
Empresas de base tecnológica	<i>Spin-offs</i> , incubadoras, actores híbridos conformados por la empresa y la universidad



Fuente: Elaboración propia sobre la base de Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), *Espacios iberoamericanos: vínculos entre universidades y empresas para el desarrollo tecnológico* (LC/G.2478), Santiago de Chile, CEPAL/SEGIB, 2010.

El marco moderado se caracteriza por relaciones para la prestación de servicios de manera unilateral y proyectos conjuntos que se realizan entre universidades y empresas (por ejemplo, asesorías, asistencia técnica, consultorías o renta de infraestructura física). Los vínculos para la ejecución de proyectos suelen ser de largo plazo y presentar una alta formalidad.

El marco fuerte comprende relaciones que implican proyectos conjuntos de investigación, licenciamiento y formación de empresas de base tecnológica por medio de las oficinas de patentes o de transferencia tecnológica y *spin-offs* para la apropiación de beneficios económicos. Para que puedan establecerse este tipo de vínculos se requieren instituciones y organizaciones formales, como entidades que gestionen la comercialización y la transferencia de conocimiento.

Los centros de investigación cumplen funciones similares a las que ejercen las universidades: investigación básica y aplicada, desarrollo tecnológico y difusión del conocimiento y la tecnología, formación, capacitación y actividades de extensión (OCDE, 2007; Di Maio, 2008). No obstante, los centros de investigación no son un conjunto homogéneo y las actividades en que se concentran varían.

Por otro lado, los centros de investigación son fuentes de conocimiento para las empresas, que por medio de diversos tipos de interacciones con ellos complementan y mejoran sus competencias. Dichas interacciones permiten la difusión del conocimiento y la tecnología y el mejoramiento de la competitividad de las empresas, al mismo tiempo que son fuente de retroalimentación para las actividades de investigación básica y aplicada. De manera similar a las universidades, los centros de investigación se relacionan con las empresas de manera formal e informal a través de contactos entre los científicos y personas de la industria, intercambio informal de información, publicaciones y reportes, reuniones públicas y conferencias, contratación de recién graduados, licencias, consultorías, intercambios temporales de personal, proyectos de cooperación conjunta y contratos de investigación, entre otros medios (Cohen, Nelson y Walsh, 2002).

En sectores intensivos en conocimiento científico y tecnológico —como los sectores farmacéutico, químico, de semiconductores y aeroespacial— la investigación que se realiza en centros de investigación públicos y privados es una fuente importante de nuevas ideas. En otros sectores, los proyectos de investigación que desarrollan las empresas que realizan I+D son iniciados principalmente en respuesta a información recolectada por clientes o derivada de la operación interna de la empresa, es decir, el conocimiento proveniente de los laboratorios públicos de investigación no cumple un rol central en el sentido de proponer nuevos proyectos (OCDE, 2009).

### **3. Gobierno**

El gobierno cumple dos roles principales en los sistemas de innovación. El primero consiste en ser un agente ejecutor que opera en el sistema como financiador de proyectos tecnológicos y como consumidor y proveedor de conocimientos científicos y tecnológicos, y que además implementa procesos de cooperación y articulación entre la demanda y la oferta de ciencia y

tecnología. Dentro de este rol se pueden identificar las empresas públicas proveedoras y consumidoras de bienes y servicios, las universidades y los centros de investigación públicos, entre otros. El segundo rol lo cumple el gobierno como agente interventor que, sobre la base de sus habilidades, planea, crea y modifica las instituciones, incluidas las leyes y las políticas, que fomentan las actividades de CTI en los componentes del sistema, así como las relaciones entre ellos.

La acción del gobierno tendiente al fortalecimiento de los sistemas de innovación en un sentido amplio incluye seis subconjuntos de políticas industriales: i) comerciales; ii) de inversión; iii) de ciencia, tecnología e innovación; iv) de promoción de microempresas y empresas pequeñas y medianas; v) de capacitación y desarrollo de recursos humanos, y vi) de desarrollo regional (Melo, 2001). En los siguientes párrafos se analiza con mayor detalle el tercer subconjunto de políticas, por su estrecha relación con el tema que se aborda en este documento.

Existen diversas propuestas académicas para clasificar las políticas de ciencia, tecnología e innovación. Lundvall y Borrás (2005) argumentan que estas tienen un carácter dual: deben diseñarse de manera integral y coordinada, pero cada una tiene características e instrumentos específicos. Por otro lado, autores como Elder y Georghiou (2007) proponen una división entre políticas de demanda y de oferta. Las políticas de demanda pueden ser de financiamiento o de servicios; entre las de financiamiento se encuentran los incentivos fiscales, los apoyos directos a la investigación, los fondos para capacitación y movilidad, y los subsidios a la I+D industrial; entre las de servicios destacan las políticas para la promoción de redes y el intercambio de información. Las políticas de oferta, por su parte, pueden ser regulatorias, de compras y de fomento de redes o sistemas.

Otros autores distinguen entre políticas de CTI lineales y no lineales. Las políticas que tienen un enfoque lineal pueden ser, de acuerdo con la clasificación propuesta por Cimoli, Ferraz y Primi (2007), de oferta o de demanda. Las políticas lineales de oferta se caracterizan por un papel fuerte del sector gubernamental, a través de la identificación de prioridades para la innovación e intervenciones directas en las actividades de ciencia y tecnología. El sector público crea una infraestructura institucional que convierte a las entidades gubernamentales, como las grandes empresas y las universidades públicas, en actores clave impulsores de la innovación, proveedores de tecnología y difusores de conocimientos. Este modelo lineal de oferta prevaleció en América Latina en la época de sustitución de exportaciones.

El modelo lineal de demanda se caracteriza por un papel clave de los actores privados y del mercado para impulsar y definir las grandes estrategias en materia de tecnología e innovación. El sector público se limita

a corregir lo que en la teoría económica comúnmente se denomina fallas de mercado entre actores privados<sup>10</sup> (Cimoli, Ferraz y Primi, 2007). El sector público únicamente tiene un papel de articulador y de gestor, dejando a los actores privados el papel de impulsores de la innovación. El modelo lineal de demanda se extendió en América Latina durante los años ochenta y noventa, como parte de las políticas de apertura comercial, liberalización y reducción del tamaño del Estado.

Por su parte, las políticas definidas como no lineales o coevolucionistas no se basan en forma exclusiva en la demanda de tecnología por parte del sector privado o en la oferta de tecnología por parte del sector público, sino que se caracterizan por otorgar una dimensión sistémica a la innovación. El conjunto de interacciones entre los actores del sistema de innovación determina la estrategia tecnológica que se implementará. El gobierno asume un papel clave para coordinar y articular la estrategia del sistema junto con las empresas y la academia, sin que ningún actor en particular asuma el liderazgo del sistema (Cimoli, Ferraz y Primi, 2007).

Existe una amplia gama de acciones e instrumentos que los gobiernos pueden poner en marcha para promover la CTI. Con el objetivo de contar con un marco de análisis estructurado, se propone en este documento clasificar dichos instrumentos en tres campos (véase el cuadro I.2).

El primero se refiere a la construcción del marco institucional para la promoción, lo que incluye crear organismos públicos como secretarías, consejos y ministerios, elaborar planes estratégicos, establecer mecanismos de coordinación entre diversas instancias de gobierno, organizar programas de compras públicas que fomenten el desarrollo tecnológico y la innovación, definir un marco de protección de la propiedad intelectual, e implementar políticas de estandarización y calidad.

El segundo campo de instrumentos está relacionado con el financiamiento. El apoyo público puede darse a través de incentivos fiscales dirigidos especialmente a actividades de I+D o que es posible usar de manera indirecta para ese propósito. También se puede otorgar mediante subvenciones gubernamentales directas, por medio de fondos concursables que pueden o no distinguir sectores o regiones prioritarios. Otros instrumentos disponibles para ello son las garantías públicas, los préstamos con intereses preferenciales, los fondos públicos de capital de riesgo y el apoyo financiero para la comercialización de innovaciones.

---

<sup>10</sup> Según la teoría económica, una falla de mercado se produce cuando la asignación de bienes y servicios en una economía de libre mercado no es eficiente. Las fallas de mercado están comúnmente asociadas a la presencia de externalidades, asimetrías de información, bienes públicos y monopolios.

Cuadro I.2  
 INSTRUMENTOS DE POLÍTICAS PÚBLICAS DE CIENCIA,  
 TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN

Marco institucional	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Planes de ciencia, tecnología e innovación (CTI)</li> <li>• Evaluación de los programas de CTI</li> <li>• Ejercicios de prospectiva tecnológica</li> <li>• Protección de la propiedad intelectual</li> <li>• Programas y organizaciones públicas regionales y sectoriales</li> <li>• Mecanismos de coordinación entre diversas entidades públicas a cargo de las políticas de CTI</li> <li>• Estrategias de fomento de la educación para la CTI</li> <li>• Políticas de estandarización, metrología, acreditación y calidad</li> <li>• Políticas de compras públicas</li> </ul>
Financiamiento	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Incentivos fiscales</li> <li>• Subvenciones directas</li> <li>• Programas de garantías</li> <li>• Financiamiento con condiciones preferenciales</li> <li>• Fondos de capital de riesgo</li> <li>• Fondos para la comercialización de innovaciones</li> </ul>
Interacción y difusión	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fomento a la investigación colaborativa público-privada</li> <li>• Apoyo al intercambio entre universidades y empresas</li> <li>• Fomento a la movilidad de investigadores</li> <li>• Apoyo para la creación de oficinas de transferencia de tecnología</li> <li>• Parques científicos y tecnológicos</li> <li>• Organizaciones públicas puente</li> <li>• Difusión de la importancia y utilidad de la CTI</li> <li>• Incubadoras de empresas</li> </ul>

Fuente: Elaboración propia.

El tercer grupo de instrumentos se orienta a promover una mayor interacción entre los actores del sistema, así como la difusión de conocimientos tecnológicos. Para fomentar la colaboración se pueden crear programas que incentiven la investigación conjunta público-privada, el intercambio entre universidades y empresas, y la movilidad de investigadores. Los gobiernos también pueden promover la interacción entre actores mediante la creación en las universidades de oficinas de transferencia de tecnología (OTT), que facilitan la interacción con el sector privado y la comercialización del conocimiento tecnológico que se genera en ellas; así como mediante la implementación de parques científicos y tecnológicos con fondos públicos. Otro instrumento son las iniciativas de difusión de la utilidad de la CTI, a través de seminarios, conferencias y otras actividades tendientes a fomentar una cultura de innovación entre empresarios y estudiantes.

Dado que, como se mencionó anteriormente, el gobierno no puede ejecutar todas las actividades que se llevan a cabo en un sistema de innovación ni intervenir en ellas, necesita concertar esfuerzos con la sociedad y ser



selectivo con los sectores, productos y tecnologías que se promoverán, de acuerdo con los objetivos sociales, económicos y ambientales que se haya planteado. La selectividad cumple un papel importante, considerando la limitación de los recursos con que se cuenta (Chaminade y Edquist, 2006).

La política pública puede también desempeñar un papel clave como ente articulador, capaz de fomentar la absorción de conocimientos por parte de los componentes del sistema de innovación. Esta tiene la capacidad de incentivar las vinculaciones entre empresas transnacionales, por un lado, y academia y empresas nacionales, por el otro, por ejemplo a través de organizaciones públicas puente, que cuenten con la capacidad de crear interacciones entre actores, fomentando los procesos de aprendizaje y transferencia de conocimientos (Szogs, 2008).

La relación del gobierno con los otros agentes del sistema puede tomar una gran variedad de formas. En años recientes, la CEPAL (2008) ha estudiado y promovido la formación de alianzas público-privadas en la región dirigidas al fomento del desarrollo productivo y la innovación. Estas alianzas se encuentran condicionadas al contexto político, la situación económica y las instituciones del país<sup>11</sup>.

El sector público suele ser un actor clave en los procesos de innovación también porque representa una fuerte demanda de productos con intensidad tecnológica. En este sentido, a través de contratos públicos puede incentivar que las empresas privadas generen innovaciones. Además, el sector público asegura una compra mínima a los actores privados innovadores, lo que limita los riesgos asociados a la innovación (Fraunhofer Institute for Systems and Innovation Research, 2005).

Por último, los gobiernos regionales, a nivel subnacional, cumplen un papel central para identificar necesidades locales y promover especializaciones productivas. La literatura sobre sistemas regionales de innovación ilustra su importancia<sup>12</sup>.

---

<sup>11</sup> La interacción entre los componentes de una alianza puede caracterizarse por la forma del discurso, por su amplitud y por su estructura de operación. Por la forma del discurso, se pueden distinguir tres tipos de interacción: el diálogo entre el gobierno y el sector privado; la consulta del gobierno al sector privado; y la imposición de la estrategia sin diálogo ni consulta. Con respecto a la amplitud, las alianzas pueden ser: una relación trilateral entre gobierno, empresa y academia; una relación trilateral que además incluye a los sindicatos, y una relación trilateral con sindicatos y organizaciones no gubernamentales (ONG). Desde el punto de vista de la estructura de operación, existen tres variantes: alianzas con estructuras formales y explícitas; alianzas con estructuras formales y espontáneas, y alianzas con estructuras informales y acuerdos tácitos (CEPAL, 2008).

<sup>12</sup> Véanse, por ejemplo, Llisterri y Pietrobelli (2011) y Padilla Pérez (2008).

#### 4. Otras organizaciones

Dentro de la complejidad de los sistemas de innovación, es difícil identificar con precisión la totalidad de los componentes y relaciones que los integran. En este apartado se analizan otras organizaciones, como las organizaciones puente, las asociaciones empresariales y el sistema financiero, que contribuyen a fortalecer los sistemas a través del mejoramiento de las relaciones entre agentes y del desarrollo de actividades necesarias para incentivar el uso, la absorción, la modificación y la generación de conocimientos.

Las organizaciones puente actúan como enlace y apoyo, mediante la generación de un ambiente de confianza y certidumbre que facilite la interacción y el aprendizaje en redes colaborativas entre los agentes del sistema. Sus funciones principales son afianzar mecanismos de cooperación entre empresas, generar redes de intercambio tecnológico, prestar asistencia técnica y capacitar a las empresas en temas especializados como planificación, gestión de la producción y liderazgo, entre otros. Cumplen un papel muy importante, ya que hacen posible el fortalecimiento de competencias en las empresas, el mejoramiento de la calidad, y la generación y el fortalecimiento de *clusters* y redes productivas, además de contribuir a la creación de nuevas culturas organizacionales (Casalet, 2004; Cimoli, García y Garrido, 2005).

Las cámaras o asociaciones empresariales ofrecen una serie de servicios complementarios para el fomento y el fortalecimiento de las capacidades productivas y tecnológicas de las empresas, e incentivan las redes de conocimiento mediante intercambios formales e informales entre los componentes del sistema. Entre los principales tipos de servicios se incluyen: apoyo a programas de fortalecimiento de proveedores, oferta de servicios profesionales (información y capacitación para la gestión empresarial) y promoción de los intereses de sus afiliados para permitir la ampliación de su espacio de acción. Estas asociaciones tienen la capacidad de crear espacios de comunicación e información que favorecen la actividad empresarial, mediante redes de intercambio formales e informales, seminarios, convenios entre empresas y organizaciones de educación e investigación, y programas de consolidación de cadenas productivas (Casalet, 2004).

La innovación requiere de financiamiento a lo largo de todo el proceso. No obstante, existen barreras importantes como la incertidumbre sobre su resultado y los costos que la caracterizan, la asimetría de información entre el emprendedor y el financista, y la necesidad de proteger los conocimientos que se obtienen como resultado (Audretsch, Bönte y Mahagaonkar, 2009). El financiamiento puede tener la modalidad de deuda o de participación, con una gran variedad de instrumentos: préstamos bancarios a las empresas, préstamos personales al empresario, capital de riesgo, inversiones de personas o de empresas a cambio de acciones o propiedad de la empresa.

Otro componente importante de un sistema de innovación es la infraestructura de calidad, que corresponde a las actividades de metrología, estandarización, pruebas, certificación de calidad y acreditación. Este componente abarca a las organizaciones públicas y privadas, así como el marco regulatorio dentro del cual llevan a cabo sus actividades (BMZ, 2004). La infraestructura de calidad permite que los países en desarrollo puedan acceder con sus exportaciones a mercados internacionales, dado que los principales mercados de consumo (los países desarrollados) exigen que los productos cumplan con ciertas características de seguridad, calidad e higiene, entre otras. La estandarización, según criterios de producción internacionales, brinda acceso a nuevos conocimientos (Harmes-Liedtke, 2010; Pietrobelli y Rabelotti, 2010).

## 5. Marco institucional

Las instituciones, entendidas como un conjunto común de hábitos, rutinas, prácticas, reglas y leyes que regulan la relación e interacción entre individuos y grupos (Edquist y Johnson, 1997, pág. 46), tienen un papel central en el sistema a través de la generación de incentivos, la reducción de la incertidumbre y la gestión de conflictos. Pueden ser de carácter formal (marco legislativo y administrativo) o informal (marco sociocultural). Para North (1987) son las reglas del juego dentro de una sociedad, mientras que para Schotter (1981) son el conjunto de los comportamientos de los individuos que resultan de esas reglas y hábitos formales e informales.

En este documento, el análisis de las instituciones presentes en los sistemas de innovación de pequeñas economías abiertas, como las centroamericanas, se enfoca en las tres siguientes<sup>13</sup>:

- a) Marco legislativo y administrativo, compuesto por leyes, reglamentos y normas. Es de carácter formal y resulta de procesos de toma de decisiones públicas.
- b) Las estructuras y arreglos institucionales de un sistema de innovación. Corresponden a las estructuras formales que comprenden el Estado, el mercado, las jerarquías, las redes de trabajo, las asociaciones y las comunidades. Se incluyen los sectores institucionales, es decir, todas las organizaciones de una sociedad que ofrecen un servicio o un producto, como el sistema financiero, el educacional y el de investigación científica.

---

<sup>13</sup> Autores como Hollingsworth (2000) proponen una clasificación más amplia, cuya aplicación va más allá del objetivo y alcance de este estudio: i) las normas, reglas, convenciones, hábitos y valores; ii) los arreglos institucionales que comprenden el Estado, el mercado, las jerarquías, las redes de trabajo, las asociaciones y las comunidades; iii) los sectores institucionales, es decir, los sistemas financiero, educacional y de investigación científica, entre otros; iv) las estructuras y formas de las organizaciones de un sistema de innovación, y v) las aplicaciones concretas y propias de cada individuo u organización de las instituciones descritas.

- c) La cultura, los hábitos y los valores. Son informales y propios de cada organización, grupo humano e individuo.

La capacidad de ciertos sistemas nacionales de innovación para crear consensos e interacciones entre sus componentes depende en gran medida de las dimensiones institucionales antes descritas. En este sentido, cada sociedad cuenta con determinantes socioculturales y un estilo innovador propio. Los individuos y las organizaciones que conforman un sistema de innovación, así como los diferentes componentes de un marco institucional, influyen unos sobre otros. En este contexto, en un marco institucional flexible y dinámico existe una mayor propensión a la innovación que en un marco institucional estático y rígido (Hollingsworth, 2000).

Un factor institucional clave para fomentar la innovación es la demanda. Esta puede provenir de consumidores a empresas, de empresas a empresas, o de gobiernos a empresas (NESTA, 2010). Una de las condiciones para que las empresas innoven reside en sus capacidades para identificar y evaluar la demanda de innovaciones.

### **C. Sistemas transnacionales de innovación<sup>14</sup>**

El rápido desarrollo de las tecnologías de la información y las comunicaciones y la creciente globalización de las actividades de innovación no han reducido la importancia que tiene la proximidad en este tipo de actividades. La mayoría de las interacciones entre agentes de un sistema siguen ocurriendo a nivel local y nacional. Sin embargo, en un número creciente de casos una región no se limita a un solo país, sino que puede trascender a dos o más países limítrofes, formando así un sistema transnacional de innovación.

Los sistemas transnacionales de innovación (STI) son el resultado de un proceso de integración entre dos o más sistemas regionales (subnacionales) de innovación adyacentes a través de las fronteras nacionales (Perkmann, 2003). Las razones que hay detrás de la formación de los STI son el conocimiento y la complementariedad potencial de innovación que pueden aportar a las regiones subnacionales o países que se integran. Estas complementariedades pueden estimular actividades innovadoras y generar beneficios económicos para las regiones (Lundquist y Trippl, 2009).

Las características de tamaño, escala y ubicación de los STI son variables (Lundquist y Trippl, 2009). Su desarrollo es un proceso evolutivo de factores institucionales y organizativos, tanto formales como informales. El alcance geográfico, la intensidad de la cooperación y el tipo de agentes involucrados son tres dimensiones que se deben tomar en cuenta al analizar los STI (véase el cuadro I.3).

---

<sup>14</sup> Esta sección se basa en el trabajo de Cristina Chaminade y Hjalti Nielsen (2011), consultores de la CEPAL en el proyecto Hacia un Sistema Regional de Innovación.

Cuadro I.3  
DIMENSIONES RELEVANTES DE LOS SISTEMAS  
TRANSNACIONALES DE INNOVACIÓN

Alcance geográfico	Pueden distinguirse las pequeñas iniciativas transnacionales de las grandes iniciativas, que generalmente involucran a cinco o más regiones o países.
Intensidad de la cooperación	Se refiere a la capacidad estratégica desarrollada por la organización transnacional y su grado de autonomía con respecto a los gobiernos nacionales y regionales (subnacionales).
Tipo de agentes involucrados	Corresponde a las organizaciones involucradas: locales (municipales), regionales (subnacionales), nacionales y supranacionales.

Fuente: Elaboración propia sobre la base de M. Perkmann, "Transnational regions in Europe: significance and drivers of regional transnational co-operation", *European Urban and Regional Studies*, vol. 10, N° 2, 2003.

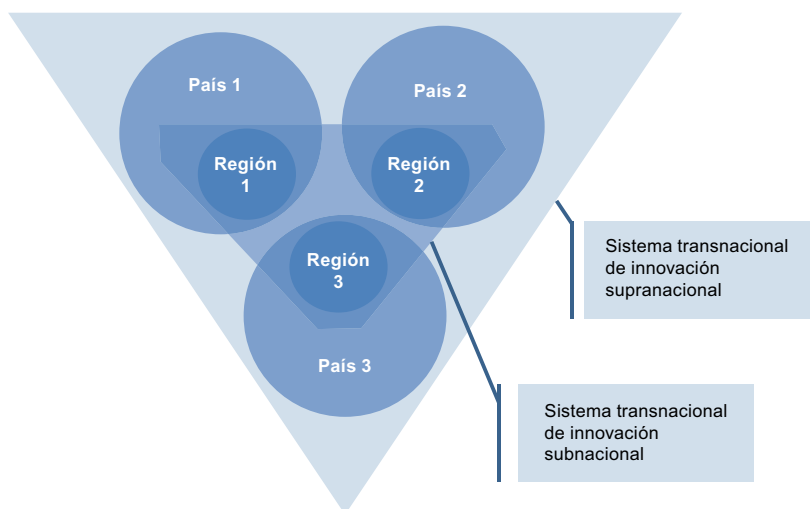
El concepto de STI se utiliza para referirse a la creación de sistemas de innovación tanto supranacionales como subnacionales. La diferencia entre las regiones transnacionales supranacionales y subnacionales se ilustra en el diagrama I.2 y se discute a continuación.

Las regiones subnacionales se encuentran dentro de las fronteras nacionales de un país y se pueden definir como regiones administrativas o regiones funcionales. En el primer caso, existen claros límites administrativos, por ejemplo, fronteras municipales (o estatales) y cierto grado de autonomía en materia de gobierno. Las regiones funcionales, por su parte, pueden cruzar las fronteras administrativas o corresponder a un área especial dentro de una región administrativa. Se caracterizan por ser una zona geográfica donde la cercanía entre los diferentes agentes tiene el potencial de crear capital social, ventajas competitivas y un entorno estimulante para actividades innovadoras. Se debe tener en cuenta que, aunque las regiones administrativas se localizan dentro de un país, las regiones funcionales a menudo cruzan las fronteras nacionales.

Por el contrario, las regiones supranacionales están formadas por dos o más países limítrofes que delegan funciones en algún tipo de entidad política regional. Un ejemplo muy conocido de región supranacional es la Unión Europea (UE), que en 2012 estaba integrada por 27 países.

Tal como ocurre en el marco conceptual de sistemas de innovación, existen dimensiones básicas para el estudio de los STI. Las tres dimensiones principales, que se analizan a continuación, son los componentes, la cercanía y las etapas en la formación del STI.

Diagrama I.2  
UN SISTEMA DE INNOVACIÓN REGIONAL TRANSNACIONAL



Fuente: C. Chaminade y H. Nielsen, "Transnational innovation systems", *serie Estudios y Perspectivas*, N° 33 (LC/L.3409; LC/MEX/L.1041), México, D.F., sede subregional de la CEPAL en México, 2011.

## 1. Componentes

La evidencia sobre sistemas transnacionales de innovación sugiere que su formación demanda la creación de organizaciones comunes de ciencia, tecnología e innovación; el fomento de vínculos transnacionales de investigación e innovación, y el desarrollo de instituciones transnacionales que apoyen la creación y difusión de conocimientos a través de las regiones o países que forman parte del sistema. Las organizaciones que integran un STI van más allá de las que existen en cada uno de los sistemas nacionales de innovación e incluyen infraestructura de CTI que pertenece a todos los países miembros y que puede estar radicada en universidades o centros de investigación transnacionales. También son consideradas como componentes del STI las asociaciones transnacionales de empresas o universidades, por ejemplo, una red transnacional de universidades.

Los STI poseen también instituciones en común, tanto formales como informales, tales como organismos transnacionales consultivos formados por los responsables de las políticas de CTI a nivel nacional, las políticas comunes de CTI, los acuerdos intergubernamentales para la movilidad de los científicos entre los consejos nacionales o redes de científicos y técnicos en campos específicos. Las instituciones que apoyan la difusión de conocimiento en la región son de particular importancia. Destacan los

regímenes de propiedad intelectual o marcos de transferencia de tecnología y las instituciones directamente relacionadas con el financiamiento de la innovación (Borras, 2007).

Por último, la creación de vínculos transnacionales depende en gran medida de las distintas formas de cercanía entre los países o regiones. La cercanía es un requisito para la formación de los STI y por ello es analizada por separado a continuación.

## **2. Importancia de la cercanía**

Para comprender mejor la integración transnacional de las regiones y sus actividades innovadoras, es necesario analizar cómo los diferentes tipos de distancia y cercanía pueden influir en los posibles vínculos. En ausencia de cercanía es muy difícil o incluso imposible el surgimiento de un STI. Existen dos categorías principales: la cercanía geográfica y la cercanía relacional (Moodysson y Jonsson, 2007).

La cercanía geográfica se refiere a factores como la accesibilidad y la distancia física, en que aspectos como el tiempo y los costos son importantes, más que la distancia en sí misma (Torre y Gilly, 2000). La cercanía geográfica suele ser muy relevante para intercambios de conocimiento que dependen de la comunicación cara a cara, especialmente en lo que concierne a la transferencia de conocimiento tácito.

Por su parte, la cercanía relacional corresponde a los factores intangibles, como la relación y la similitud que puede existir entre los diferentes agentes. La cercanía relacional se puede descomponer en los planos cognitivo, organizacional, social e institucional (Boschma, 2005), como se explicará más adelante. Es importante destacar que las dimensiones geográfica y relacional están vinculadas y se complementan entre sí.

La cercanía geográfica se define aquí simplemente como la distancia relativa y absoluta (física y espacial) entre los agentes económicos. Se ha demostrado que dicha cercanía es importante para el aprendizaje interactivo y las actividades de innovación. Sin embargo, no es la cercanía geográfica en sí misma la que da sustento directo al aprendizaje interactivo, ya que siempre existe la necesidad de cierto nivel de cercanía cognitiva para la difusión, absorción y procesamiento del conocimiento externo. La cercanía geográfica no es necesariamente un requisito previo o incluso imprescindible para el aprendizaje interactivo y, hasta cierto punto, puede ser sustituida por otras dimensiones de cercanía (Moodysson y Jonsson, 2007). Esto se debe tomar en cuenta cuando se analiza la creación de sistemas transnacionales de innovación que involucran partes de un sistema que pueden estar dispersas desde el punto de vista geográfico (en diferentes países), como puede ser el caso de un sistema de innovación transnacional en Centroamérica, donde

algunos de los componentes pueden estar situados en las capitales de los diferentes países y, por lo tanto, distantes en términos geográficos.

Las interacciones también se pueden producir entre países alejados geográficamente si existe cierta cercanía relacional, por ejemplo, especializaciones científicas parecidas, una estructura económica similar, e idioma y cultura compartidos. Como se indicó antes, la cercanía relacional puede descomponerse a su vez en cuatro dimensiones (cognitiva, organizacional, social e institucional).

La cercanía cognitiva corresponde a las diferencias o similitudes que existen entre las personas y las organizaciones en cuanto a su nivel de competencias y conocimientos. Demasiada cercanía o demasiada distancia cognitiva podría dificultar el aprendizaje y los procesos de innovación (Nooteboom, 2000). Cuando la cercanía es demasiada, los beneficiarios potenciales del intercambio de conocimientos y de los procesos de aprendizaje son muy parecidos y se produce una ganancia muy escasa como resultado de tales interacciones. Demasiada distancia, por el contrario, implica que existen grandes diferencias entre los agentes y sus bases de conocimiento, de modo que la capacidad de absorción y los beneficios de dicha interacción son bajos.

La cercanía organizacional es muy similar a la cognitiva, pero se refiere a las relaciones que tienen lugar dentro de una organización o entre diferentes organizaciones (Gilly y Torre, 2000). Tal como ocurre con la dimensión cognitiva, un nivel demasiado alto o demasiado bajo de cercanía organizacional puede ser perjudicial para el aprendizaje y las actividades innovadoras.

A su vez, la cercanía social se entiende como la confianza basada en el parentesco, la amistad o las vivencias mutuas. La confianza se considera un requisito necesario para el intercambio de conocimiento tácito, por lo que es muy importante para el aprendizaje interactivo y las actividades innovadoras (Boschma, 2005).

La cercanía institucional se refiere a las instituciones formales (las leyes y regulaciones) e informales (el idioma, la cultura y los usos y costumbres). En algunas ocasiones, se hace referencia a las instituciones como el “pegamento” para la acción colectiva, ya que reducen los costos de transacción y la incertidumbre en la sociedad y conforman la base para el aprendizaje interactivo y la coordinación económica. Aunque las cercanías organizacional y social están muy relacionadas con la institucional, las dos primeras se definen a nivel micro, mientras que la cercanía institucional se define a nivel macro (North, 1990).

### **3. Etapas en la formación de los sistemas**

La literatura sobre los sistemas transnacionales de innovación ofrece también algunas ideas sobre la formación de dichos sistemas, que hacen posible analizarlos y clasificarlos según las fases que atraviesan a lo largo



de ese proceso. Es posible distinguir tres etapas en el proceso de integración transnacional (Lundquist y Trippel, 2009), que corresponden también a tres formas diferentes de sistemas transnacionales de innovación:

- i) Sistemas transnacionales de innovación débilmente integrados. Esta primera etapa se caracteriza por la asimetría que existe entre los sistemas de innovación que se integran. Las interacciones entre los sistemas de innovación son débiles y hay un bajo nivel de intercambio de conocimientos y de vínculos relacionados con innovación. Las relaciones económicas, cuando existen, se basan a menudo en la explotación de las diferencias de costos. El acceso físico frecuentemente es deficiente.
- ii) Sistemas transnacionales de innovación semiintegrados. Se pueden definir como STI emergentes, en que los vínculos asimétricos aún están presentes, pero su importancia es decreciente. Se observa un mayor grado de interacciones transnacionales, pero están concentradas en pocos actores y sectores productivos.
- iii) Sistemas transnacionales de innovación totalmente integrados. Se caracterizan por un alto nivel de flujos de conocimiento, habilidades y talento a través de las fronteras. Los vínculos económicos son simétricos y la accesibilidad física no es un problema en absoluto. Esta última etapa se define principalmente para fines teóricos ya que, al menos por el momento, no se observa en forma empírica.

Para la formación de un STI se requiere un nivel de gobierno adicional con el fin de crear los mecanismos necesarios para mejorar la política de cooperación transnacional. Desde la perspectiva de la formulación de políticas, un organismo de política supranacional debe facilitar el diálogo y el consenso entre las diferentes organizaciones públicas que participan en el sistema (como los ministerios nacionales de educación o de ciencia, tecnología e innovación) (Trippel, 2008). Por otra parte, las lecciones del pasado han demostrado que cuando el nivel local se caracteriza por una fuerte autonomía y responsabilidad política, en contraste con un gobierno nacional centralizado, la integración de los STI ha tenido mayor éxito (Perkmann, 2003). Cuando se trata de una integración entre dos (o más) sistemas nacionales de innovación, el proceso es generalmente más complejo y complicado (véase, por ejemplo, Lundquist y Winther, 2006).

Una fuerte infraestructura compartida de conocimiento (por ejemplo, cooperación en educación, investigación y unidades de transferencia) y, sobre todo, un flujo activo de conocimiento entre universidades y empresas para estimular actividades innovadoras es central para el surgimiento y el desarrollo de STI. También es de particular importancia la creación de organizaciones de intermediación que promuevan la cooperación entre los socios.

#### **4. Barreras para la conformación de los sistemas**

La creación de un sistema transnacional de innovación no es una tarea fácil. El hecho de que las regiones o países que forman el sistema cuenten con diferentes capacidades de innovación, así como las diferencias de sus estructuras económicas y sus costos, pueden ofrecer espacio para nuevas sinergias y complementariedades de los agentes regionales, pero también pueden actuar como barreras frente a los procesos de integración.

Es muy importante el grado de similitud e intercambio de factores sociales, culturales e institucionales, pero estos factores pueden actuar también como barreras para la integración de los STI. La falta de identidad común, la distancia cultural, las divergencias institucionales y los bajos niveles de capital social, de intercambio de conocimientos y de redes de innovación son barreras que dificultan la conformación de los STI (Trippel, 2008).

La existencia de excesivas diferencias o similitudes puede obstaculizar asimismo la creación de STI. Aunque la infraestructura de transporte puede reducir la distancia física, y las barreras institucionales son relativamente fáciles de eliminar, los factores cognitivos, psicológicos y culturales (por ejemplo, la falta de confianza y el idioma) son más difíciles de modificar o superar y se mantienen presentes durante mucho más tiempo (Trippel, 2008).

Reducir la distancia cognitiva requiere, en muchos casos, cuantiosas inversiones en educación y capacidades de investigación, que representan una carga significativa para los países que disponen de escasos recursos económicos. Asimismo, disminuir la distancia cognitiva no significa solamente incrementar las capacidades, sino también garantizar que estas capacidades sean complementarias. Un buen indicador de la existencia de complementariedades es la presencia de un cluster industrial que cruce diferentes fronteras.

Uno de los mayores problemas de los sistemas de innovación en países en desarrollo es la ausencia de componentes en el sistema o la débil naturaleza de alguno de ellos, lo que puede representar una gran barrera para la formación de un sistema transnacional de innovación. Para que pueda conformarse un STI es necesario que estén presentes los componentes más básicos del sistema: organizaciones con capacidad para innovar, cierto grado de vinculación entre los agentes del sistema individual de innovación (país) y la existencia de algunas instituciones comunes que apoyen la creación y difusión de conocimiento. Esto implica que la integración de sistemas nacionales de innovación no debe considerarse como un sustituto de los esfuerzos que deben realizarse en cada país para fortalecer el sistema nacional de innovación. Por el contrario, es más probable que la integración tenga éxito si la distancia cognitiva entre los sistemas nacionales de innovación que se integran es baja y las capacidades de los sistemas nacionales son altas.

En ausencia de cercanía geográfica, la construcción de otras formas de cercanía se vuelve crucial. Es fundamental crear o reforzar organizaciones científicas y tecnológicas comunes (como un consejo o universidad transnacional de investigación) y organismos gubernamentales (por ejemplo, una iniciativa transnacional de innovación) que puedan contribuir a la reducción de la distancia cognitiva e institucional. Por otro lado, las políticas comunes que fomentan la movilidad del capital humano a través de las fronteras, las iniciativas de agrupaciones industriales transfronterizas, la formación de capital humano o los proyectos de investigación transnacionales pueden contribuir a reducir la distancia cognitiva y social. Por último, las políticas orientadas a aumentar la conciencia sobre la importancia de la integración entre países en materia de innovación y la creación de una identidad compartida, así como las políticas comunes de CTI o protección de la propiedad intelectual pueden reducir la distancia institucional.

## Capítulo II

# Sistemas nacionales de innovación en Centroamérica

*Ramón Padilla Pérez, Yannick Gaudin  
y Patricia Rodríguez*

En Centroamérica, los gobiernos, la academia y el sector privado reconocen cada vez con más fuerza la importancia de la ciencia, la tecnología y la innovación (CTI) como motores de un crecimiento sostenible y de largo plazo. En años recientes, se han logrado avances en materia del marco institucional y el fortalecimiento de las capacidades de los actores nacionales. Sin embargo, aún persisten debilidades significativas que se traducen en una baja actividad innovadora en comparación con la que se observa en economías pequeñas desarrolladas e incluso en otros países latinoamericanos, como el Brasil, Chile y México.

La CTI es un elemento clave para un cambio estructural que conduzca a un mayor desarrollo económico y social (CEPAL, 2012a). Este cambio estructural, caracterizado por un tránsito hacia actividades y sectores más intensivos en conocimientos tecnológicos y un mayor dinamismo de la productividad, permitiría a las economías centroamericanas crecer a mayores tasas, generar empleos mejor remunerados y apropiarse de mayores ganancias como resultado de su participación en cadenas globales de valor.

El objetivo central de este capítulo es evaluar los sistemas nacionales de innovación de los países centroamericanos. El marco conceptual de sistemas de innovación, que se discutió detalladamente en el capítulo anterior, es una herramienta útil para estudiar de manera integral y sistemática las fortalezas

y debilidades de los países centroamericanos en materia de CTI. El análisis de los sistemas de innovación de estos países se centra en sus componentes, las relaciones entre ellos y las instituciones.

La información tiene su origen en entrevistas que los autores realizaron a funcionarios de organismos gubernamentales, academia y sector empresarial en el último trimestre de 2011 y el primer trimestre de 2012, que se complementan con estudios empíricos previos elaborados por organismos internacionales (la CEPAL, el Banco Interamericano de Desarrollo (BID), la Agencia Alemana de Cooperación Internacional (GIZ) y la Agencia Sueca de Cooperación Internacional para el Desarrollo (ASDI)), informes institucionales de los organismos públicos de ciencia y tecnología de cada país e información elaborada por consultores independientes<sup>1</sup>. Este estudio es un punto de partida para identificar las capacidades que pueden ser usadas para potenciar la integración en materia de innovación, así como las debilidades que pueden ser atendidas a través de ella. En los países centroamericanos se han llevado a cabo estudios sobre cada uno de los sistemas nacionales de innovación, pero este documento es el primer esfuerzo que los examina con un alcance regional.

El resto del capítulo está organizado en siete secciones. En la primera se examinan las capacidades tecnológicas de los países centroamericanos, sobre la base de los indicadores disponibles publicados por cada país. En las siguientes secciones se analiza cada uno de los componentes de los sistemas de innovación, en línea con el marco conceptual descrito en el capítulo I: empresas, universidades y centros de investigación, gobierno, otras organizaciones y marco institucional. En la última sección se discuten las fortalezas y debilidades de los sistemas nacionales de innovación centroamericanos.

## A. Capacidades tecnológicas

Antes de examinar los componentes de los sistemas de innovación, se presenta un breve análisis de los indicadores de capacidades tecnológicas de los países centroamericanos. Estos indicadores se clasifican en dos grandes grupos: indicadores de esfuerzos y de resultados (Pavitt y Patel, 1995; Lugones y otros, 2008). Mediante los primeros se estima la inversión realizada para incrementar y consolidar las capacidades tecnológicas y generar así un cambio tecnológico. A través de los segundos se muestran los avances logrados en materia de cambio tecnológico, por efecto de los esfuerzos realizados.

---

<sup>1</sup> Las fuentes de información secundaria más importantes sobre cada país son: Costa Rica, Vestergaard y Díaz (2007) y Crespi (2010); El Salvador, documentos elaborados en el marco del proyecto Viceministerio de Ciencia y Tecnología-CEPAL-UNCTAD (2011); Guatemala, Bovenschuttlte (2010); Honduras, Arlänge y Scheinberg (2005) y Bovenschuttlte (2010); Nicaragua, Arlänge y Scheinberg (2005) y el análisis de CONICYT-CEPAL (2010) en el marco de la elaboración del Plan nacional de ciencia, tecnología e innovación; y en temas de CTI de alcance regional, Rodríguez-Clare (2005), Padilla y Martínez (2007) y Marroquín (sin fecha).

En términos de esfuerzos, los países de la subregión centroamericana invirtieron en investigación y desarrollo (I+D), en promedio, el equivalente al 0,22% del PIB en 2008<sup>2</sup>; esta proporción era del 0,19% en 1998. El promedio latinoamericano, que era del 0,56% del PIB en 1998, aumentó al 0,62% del PIB en 2008, lo que ilustra el rezago de los países centroamericanos, incluso dentro de América Latina. Otro elemento que sobresale es la lenta evolución del gasto, que acumula un aumento de solo 0,03 puntos porcentuales en diez años. Dentro de la subregión se observan niveles de inversión en I+D muy diversos, que van desde el 0,53% del PIB en Costa Rica hasta el 0,05% del PIB en Nicaragua. Como punto de comparación para establecer la brecha que separa a Centroamérica de los líderes mundiales en esta materia, puede señalarse que la República de Corea invierte el 3,4% del PIB, los Estados Unidos el 3,1% y Suecia el 3,6%, según el dato disponible más reciente (véase el cuadro II.1).

El promedio de titulados de grado universitario en ciencia y tecnología por cada mil habitantes en Centroamérica (2,7) también es inferior al de América Latina (3,2). No obstante, el indicador de Costa Rica (7,5) contrasta marcadamente con el de Guatemala (0,6). Un tercer indicador de esfuerzos que refleja la brecha entre los países centroamericanos y el promedio latinoamericano es el personal que se desempeña en actividades de ciencia y tecnología por cada mil habitantes. Los países centroamericanos, con la excepción de Costa Rica y Panamá, se encuentran bajo la media latinoamericana (0,45). En comparación, el dato disponible más reciente de los Estados Unidos es 4,7, el de Suecia 5,0 y el de la República de Corea 4,9.

En cuanto a los resultados, en el cuadro II.1 se presentan dos indicadores relacionados con las patentes. El primer aspecto que destaca es la marcada superioridad del número de patentes por cada millón de habitantes solicitadas por no residentes, en comparación con las solicitadas por residentes, lo que refleja la relativamente baja actividad innovadora nacional y la presencia de empresas transnacionales que buscan proteger sus productos en el mercado local. El segundo aspecto destacable es la diferencia significativa que se observa entre los países centroamericanos y los grandes países latinoamericanos en términos de patentes solicitadas por residentes. Incluso en el caso de Costa Rica y Panamá, que muestran buenos desempeños en los indicadores de esfuerzos, este indicador de resultados se ubica bajo el promedio de América Latina (18,9). La brecha con los Estados Unidos, Suecia y la República de Corea es muy grande.

El número de publicaciones científicas por millón de habitantes de los países de Centroamérica, con la excepción de Panamá, es inferior al promedio latinoamericano (104,4) y en este indicador Costa Rica y Panamá se ubican muy por encima de sus países vecinos (véase el cuadro II.1).

---

<sup>2</sup> Los datos corresponden a 2008 o la última cifra disponible (véase RICYT, 2012).

Cuadro II.1  
CENTROAMÉRICA Y PAÍSES DE REFERENCIA: INDICADORES DE CAPACIDADES TECNOLÓGICAS  
(En números y porcentajes)

Pais / Indicador	Costa Rica	El Salvador	Guatemala	Honduras	Nicaragua	Panamá	Brasil	Chile	México	Estados Unidos	Suecia	República de Corea
Titulados de grado en ciencia y tecnología por 1.000 habitantes	7,5	1,4	0,6	1,2	1,2	4,2	4,1	3,4	3,2	5,1	nd <sup>a</sup>	nd <sup>a</sup>
Personal de ciencia y tecnología por 1.000 habitantes	4,2	0,1	0,1	0,3	0,2	4,45	2,1	1,8	0,6	4,7	5,0	4,9
Gasto en actividades de I+D (porcentaje del PIB) <sup>b</sup>	0,53	0,1	0,06	0,06	0,05	0,2	1,09	0,67	0,46	3,1	3,6	3,4
Solicitudes de patentes realizadas por residentes por millón de habitantes	5,5	6,5	0,4	0,7	0,5	4,5	38,2	31,6	6,4	801,8	244,0	2 745,9
Solicitudes de patentes realizadas por no residentes por millón de habitantes	170,5	38,7	22,5	13,1	12,6	70,9	39,5	202,4	148,9	713,6	39,2	797,8
Publicaciones científicas por millón de habitantes	97,9	4,0	7,2	5,6	10,9	107,0	168,3	253,0	90,3	1 276,7	1 053,1	464,0

Fuente: Elaboración propia sobre la base de Banco Mundial, *World Development Indicators*, 2009; Red de Indicadores de Ciencia y Tecnología (RICYT), y Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), *Anuario Estadístico de América Latina y el Caribe*, varios años.

<sup>a</sup> nd: no disponible.

<sup>b</sup> I+D: investigación y desarrollo.

Otra fuente de indicadores son las encuestas de innovación que miden esfuerzos y resultados a nivel de empresas. Estas encuestas se han difundido recientemente en países de América Latina, en particular en la Argentina, el Brasil, Chile, Colombia, México y el Uruguay. Costa Rica y Panamá se unieron hace poco tiempo a este ejercicio, siendo los primeros países centroamericanos en hacerlo. Estas encuestas arrojan información muy valiosa sobre las actividades de innovación de productos o procesos que son nuevas para la empresa, el país o el mundo, es decir, se adopta en ellas un concepto flexible que abarca desde las innovaciones incrementales hasta las innovaciones radicales. Desafortunadamente su aplicación aún no se ha extendido al resto de los países centroamericanos. Los principales resultados de las encuestas aplicadas en Costa Rica y Panamá se resumen en la siguiente sección, al describir a las empresas como componentes de los sistemas de innovación de los países de Centroamérica.

Si se combinan los indicadores de esfuerzos y de resultados, se obtiene una estimación de la eficiencia del sistema. Al dividir el número de publicaciones científicas por millón de habitantes por el gasto en I+D como porcentaje del PIB, resulta un promedio de 77,8 para Centroamérica y de 168,2 para toda América Latina, correspondiente a 2008. Si se comparan estos cocientes con los de 1998 (62,8 para Centroamérica y 86,2 para América Latina), se observa con preocupación que la brecha en eficiencia se amplió a lo largo de la última década. Eso significa que los países de la subregión invierten relativamente poco en I+D y los resultados que obtienen son reducidos en comparación con los recursos destinados.

Los indicadores de capacidades tecnológicas ilustran las grandes disparidades que existen en la subregión. Costa Rica y Panamá muestran niveles superiores a los del resto de los países centroamericanos, tanto en esfuerzos como en resultados. Esta brecha es también evidente en el análisis de los componentes del sistema de innovación y sus relaciones, que se presenta a continuación.

## **B. Empresas**

Como primer punto, se analiza la estructura productiva y empresarial de los países de Centroamérica. El sector manufacturero representó, en promedio, el 18,4% del PIB en 2011, sin incluir a Panamá, donde alcanzó solamente al 5,0% del PIB. El sector servicios, que ha ganado participación en años recientes, representó en promedio el 43,5% del PIB en la subregión; sobresalen Panamá, donde este sector representa el 63,3% del PIB y, en sentido contrario, Nicaragua, donde llega solo al 31,4% del PIB. Los sectores primarios (actividades de agricultura, ganadería, caza, silvicultura y pesca) alcanzaron en promedio una contribución del 10,6% del PIB, pero destaca el caso de Nicaragua, donde llegaron al 17,1% del PIB (CEPAL, 2012b).



A lo largo de las últimas dos décadas los países centroamericanos han logrado una mayor participación en las cadenas globales de comercio, tanto de mercancías como de servicios. Los países de esta subregión continúan exportando bienes primarios como café, carne y bananos, pero su comercio exterior se ha diversificado hacia una gran variedad de manufacturas como productos y componentes electrónicos, prendas de vestir y dispositivos médicos. La excepción es Panamá, que —con una intensa actividad financiera, comercial y de movimiento de mercancías a través del canal— se caracteriza por ser un exportador de servicios, que representan el 89% de sus exportaciones totales (CEPAL, 2012b)<sup>3</sup>.

En los países centroamericanos operan empresas con capacidades consolidadas para la producción y exportación de bienes agrícolas, ganaderos y pesqueros. Estos países son destacados exportadores de los llamados productos tradicionales (carne, banano, café, azúcar y cacao), pero sus ventas al exterior también se han diversificado a otros productos como piña, melón, mariscos, pescado, flores y productos lácteos, entre otros. Cuentan asimismo con una base industrial de manufacturas para consumo local y regional, principalmente en el sector de alimentos y bebidas y otras manufacturas de industrias maduras (madera, textil y plásticos, entre otros).

Desde la década de 1980, se creó una plataforma de exportación de manufacturas al amparo de regímenes especiales como las zonas francas y la maquila. Estas exportaciones se destinan en su mayoría a los Estados Unidos, aprovechando la cercanía geográfica y los menores costos laborales<sup>4</sup>. Entre 2005 y 2009, las exportaciones de zonas francas y maquila representaron casi dos terceras partes de las exportaciones totales centroamericanas (CEPAL, 2010a). En 2008, antes de la crisis económica, sumaron 14.500 millones de dólares.

El modelo de zonas francas y maquila tiene dos debilidades principales. En primer lugar, se observan escasos encadenamientos con el resto de la economía local, debido a que la mayoría de los componentes y bienes intermedios se importan, lo que limita la transferencia de tecnología y la imitación innovadora. Existen grandes brechas productivas y tecnológicas entre las empresas locales y las transnacionales que se instalan en esos países. En segundo lugar, los procesos de producción que se realizan en Centroamérica son primordialmente intensivos en mano de obra, ya que se aprovechan los menores niveles salariales relativos, de modo que tienen un bajo valor agregado para el país.

Las exportaciones de servicios de los países de la subregión están concentradas en los rubros de viajes y transportes, pero en la última década se

<sup>3</sup> No se incluyen en el cálculo las reexportaciones.

<sup>4</sup> En 2011 el 32% de las exportaciones centroamericanas se dirigió a los Estados Unidos (CEPAL, 2012c).

ha observado un crecimiento significativo del sector servicios en áreas como telecomunicaciones, servicios financieros, software y servicios empresariales. Con respecto a estos últimos, se observa una presencia creciente de empresas extranjeras que buscan en la subregión menores costos para la prestación de servicios de centros de llamadas y servicios de gestión interna de las empresas (*back office*) e incluso, en especial en Costa Rica, actividades de mayor valor agregado como servicios informáticos y de diseño.

La mayoría de las microempresas y pequeñas empresas dirigen su producción al mercado nacional, porque no disponen de la capacidad para cumplir con las exigencias que establecen los mercados internacionales (normas, tiempos y calidad, entre otras). Los empresarios no suelen ser sensibles a la cultura de la innovación como un mecanismo para mejorar su competitividad. Del mismo modo, la demanda local tampoco ofrece incentivos para innovar.

En la subregión se observan grandes disparidades entre países en términos de productividad, competitividad y capacidades tecnológicas. También existen brechas profundas dentro de los países entre las empresas que tienen acceso al mercado global y las empresas concentradas en el mercado local. Las empresas enfocadas en las exportaciones comúnmente tienen mayor acceso al conocimiento y a recursos financieros (Bovenscutlte, 2010).

El sector industrial está dominado por empresas de autoempleo, y microempresas y pequeñas empresas. Estas se caracterizan, en general, por exhibir una baja productividad, contar con mano de obra poco calificada y realizar escasa o nula actividad innovadora. Pocas empresas tienen centros de I+D y se observa una dificultad para lograr que los recursos invertidos se traduzcan en ideas innovadoras y realizaciones prácticas.

Costa Rica y Panamá son los únicos países de la subregión que han llevado a cabo ejercicios formales de aplicación de encuestas de innovación a empresas, como se mencionó antes. En Nicaragua se hizo un ejercicio para evaluar las capacidades de innovación de las empresas, pero la muestra no es representativa. En el resto de los países no fue posible encontrar estudios sobre las actividades y capacidades de innovación empresariales. En las entrevistas que se realizaron para este estudio a representantes de cámaras empresariales de cada uno de los países, hubo un acuerdo generalizado sobre la baja actividad de I+D que desarrollan las empresas de la subregión.

De acuerdo con la encuesta de innovación de Costa Rica, que recoge información sobre las actividades realizadas en 2009, el 83,5% de las empresas entrevistadas manifestaron haber logrado algún tipo de innovación (de producto, de proceso, organizacional o de comercialización)<sup>5</sup>. No obstante,

---

<sup>5</sup> Este porcentaje es muy alto incluso al compararlo con lo que sucede en los países europeos, donde se aplica la Encuesta de Innovación Comunitaria. De acuerdo con datos de la

cuando se preguntó por el tipo de innovación, se encontró que solamente el 17,6% de las innovaciones de producto y el 7,8% de las innovaciones de proceso eran nuevas para el mercado internacional. La inversión en I+D como porcentaje de las ventas fue en promedio del 0,25% (MICIT, 2011).

En Panamá se realizó una encuesta de innovación, con la cual se evaluó el desempeño de 506 empresas de diversos tamaños y sectores entre 2006 y 2008. El 43% de las empresas afirmaron haber efectuado actividades de innovación en dicho período y declararon haber realizado efectivamente innovaciones, la mayoría relacionadas con la importación de bienes de capital (73%). El 17% realizó actividades de I+D, con recursos externos o internos (Aguirre y otros, 2011).

En 2009, el Consejo Nicaragüense de Ciencia y Tecnología (CONICYT) elaboró el Directorio Empresarial de Innovación, que contiene información sobre 650 microempresas y pequeñas y medianas empresas innovadoras. No es una muestra representativa de empresas, sino una selección de empresas que llevan a cabo actividades de innovación. El 66% de las empresas entrevistadas afirmaron que llevan a cabo innovaciones de producto y el 46% que introdujeron cambios en los procesos de producción y en el área administrativa. No obstante, ninguna de las empresas entrevistadas realizaba actividades internas y formales de I+D (TI Consultores, 2009).

De manera complementaria, en el índice de competitividad global elaborado por el Foro Económico Mundial se señalan en su edición del período comprendido entre 2011 y 2012 las deficiencias de los países de la subregión en materia de innovación, con excepción de Costa Rica y en menor medida Panamá. En términos de innovación, Costa Rica está en el lugar 35, El Salvador en el 127, Guatemala en el 91, Honduras en el 101, Nicaragua en el 130 y Panamá en el 72 (Foro Económico Mundial, 2011).

En cuanto a las relaciones entre empresas, estas se dan principalmente por razones comerciales, y no de intercambio o creación de conocimientos. De acuerdo con la clasificación presentada en el marco conceptual antes descrito (véase el capítulo I), sus relaciones son en forma mayoritaria de subcontratación, con intercambio limitado de información y conocimientos. Estas vinculaciones se establecen de manera informal o a través de acuerdos formales que, en ocasiones, se materializan en cooperativas. Dichas interacciones se traducen en innovaciones menores. Las relaciones para generar nuevos conocimientos tecnológicos, que resultan en mejores productos y procesos, son escasas. Los países de la subregión cuentan con un amplio número de asociaciones empresariales, algunas de sectores específicos, que se mencionan con mayor detalle más adelante.

---

cuarta encuesta comunitaria, el país con el mayor porcentaje de empresas innovadoras es Alemania (65,1%), seguido por Austria (52,5%) y Luxemburgo (52,2%). En los países del este de Europa el porcentaje es menor, por ejemplo, del 16,1% en Bulgaria y del 19,5% en Rumania. Mayores datos pueden encontrarse en Eurostat (2008).

De igual manera, las relaciones con universidades y centros de investigación son débiles y de escasa complejidad tecnológica. Existen pocas relaciones con las universidades que harían posible desarrollar programas de investigación en conjunto, así como capacitar al personal idóneo para llevar a cabo actividades de innovación dentro de las empresas locales. De acuerdo con la tipología de relaciones entre empresas y universidades presentada en el marco conceptual, las relaciones corresponden a un marco débil y son principalmente de flujo de recursos humanos, contactos informales entre profesionales y actividades de divulgación y difusión. En casos aislados se observan interacciones que involucran mayor intercambio y generación de conocimientos, como sería el caso de proyectos conjuntos de investigación.

La encuesta de innovación de Costa Rica muestra que las fuentes de información más relevantes para las actividades de innovación fueron Internet (66,6%) y los clientes (48,3%), mientras que las universidades y centros de investigación fueron una fuente de información utilizada solamente por el 16,8% de las empresas entrevistadas. En Panamá, solamente el 1,8% de las empresas usaron a las universidades o centros de investigación como fuentes de conocimientos tecnológicos.

### **C. Universidades y centros de investigación**

La información que se presenta en esta sección está basada en estudios recientes detallados sobre la situación de la educación superior y se complementa con entrevistas realizadas por los autores en todos los países de la subregión. En cada país existe un gran número de universidades públicas y privadas, que disponen de una amplia oferta de programas de licenciatura y, en menor medida, de posgrado. Sin embargo, estos programas están orientados en su mayoría a las ciencias sociales y la administración, y solo responden en forma marginal a la demanda del sector productivo.

De acuerdo con una evaluación realizada por Torres (2009) para el Consejo Nicaragüense de Ciencia y Tecnología (CONICYT), Nicaragua cuenta con 54 universidades o instituciones de educación superior, que realizan actividades de educación universitaria y técnica, investigación y extensión. Cinco de ellas son estatales y el resto, privadas. Ofrecen 684 programas de formación de pregrado, de los cuales 593 (el 86,7%) corresponden a la categoría de licenciatura, ingeniería o su equivalente y 91 (el 13,3%) corresponden al nivel de técnico superior. La oferta cubre todas las áreas y campos de la ciencia y la tecnología identificados en el Manual de Frascati (OCDE, 1993): ciencias naturales, ingeniería y tecnología, ciencias médicas, ciencias agrícolas, ciencias sociales, y humanidades. Los programas de pregrado se enfocan en ciencias sociales (55,7%), ingenierías y tecnología (17,5%), ciencias agrícolas (9,5%) y ciencias naturales (7,9%). De igual manera, en el Plan Nacional de

Ciencia, Tecnología e Innovación de Nicaragua se menciona que entre los programas de posgrado, el 60% se imparte en el área de las ciencias sociales y humanidades.

En El Salvador, en 2010 se contabilizaron 24 universidades (1 estatal), 6 institutos especializados (1 estatal) y 8 institutos tecnológicos (4 estatales). Las áreas principales de docencia son las ciencias sociales (40% de los programas de educación superior), la ingeniería y la tecnología (22%), las ciencias médicas (14%) y las humanidades (13%)<sup>6</sup>. Los estudiantes que siguen estudios de posgrado representan el 1,6% del total. En 2009, existían 164 carreras en El Salvador, incluidas 78 de licenciatura, 36 de nivel técnico, 34 de maestría y solo una de doctorado (CONACYT, 2011).

En Costa Rica, la oferta de educación superior está dominada por las cuatro universidades públicas: la Universidad Estatal a Distancia (UNED), la Universidad Nacional de Costa Rica (UNA), el Instituto Tecnológico de Costa Rica (ITCR) y la Universidad de Costa Rica (UCR). Al mismo tiempo existe un número creciente de universidades privadas (51 en 2010). En 2010, las universidades públicas ofrecían 604 carreras y las universidades privadas 535 carreras. En cuanto a sus áreas, el 19,9 % de las carreras de las universidades públicas se enmarcaban en el área de educación, el 17,5% en ciencias de la salud y el 15,2% en ciencias sociales. En las universidades privadas, los programas relacionados con educación representaban el 21,9% del total de carreras, con ciencias económicas el 18,1% y con ciencias sociales el 18%<sup>7</sup>. Las ciencias básicas representaban el 2,5% de la oferta académica y la ingeniería el 9,1%. Los doctorados eran el 1,8% de la oferta académica en las universidades públicas y el 0,9% en las universidades privadas (Estado de la Nación, 2010).

En Guatemala, Honduras y Panamá no existen estudios detallados sobre las capacidades de formación de las universidades. A través de entrevistas y recolección de información secundaria, fue posible obtener algunas características centrales del sistema de educación superior de estos países.

Honduras cuenta con 20 universidades, de las cuales 6 son públicas. La Universidad Nacional Autónoma de Honduras (UNAH) reunía, en 2011, casi al 50% de los estudiantes de educación superior del país y ofrecía 160 carreras: 74 de licenciatura, 29 de maestría, 29 de nivel técnico universitario y 1 doctorado en ciencias sociales, con énfasis en gestión del desarrollo.

En Panamá se contabilizaron 40 universidades, de las cuales 35 son privadas y 5 estatales. La Universidad de Panamá (pública) contaba en 2010 con 54.121 estudiantes (alrededor del 55% de los estudiantes de nivel superior). De ellos, el 10,4% cursaba estudios de nivel de técnico, el 88,1% de licenciatura,

---

<sup>6</sup> El resto se agrupa dentro de la categoría "otras áreas".

<sup>7</sup> El resto se agrupa dentro de la categoría "otras áreas".

el 1,2% de maestría y el 0,09% de doctorado. Por su parte, la Universidad Tecnológica de Panamá (UTP) ofrecía 131 carreras: 36 de licenciatura, 40 de maestría, 2 de doctorado, 8 diplomados y 14 carreras técnicas<sup>8</sup>.

Guatemala dispone de 140 universidades privadas y 1 universidad pública autónoma, la Universidad San Carlos (USAC). Esta cuenta con 170.000 estudiantes y es, con creces, la más grande del país. Ofrece programas de doctorado en ciencias sociales, pero no en ciencias básicas. Entre sus programas de pregrado, el 53,3% se imparte en el área de humanidades y ciencias sociales, el 31,7% en tecnologías y el 15% en ciencias biológicas y de la salud. Ofrece 89 programas de posgrado, entre ellos 2 doctorados en humanidades y ciencias sociales y 1 en ciencias químicas y farmacia.

Según el índice de competitividad global, ya mencionado, en su indicador de calidad de la educación en su conjunto, Costa Rica se ubica en el lugar 23 entre 142 países, el segundo lugar dentro de América Latina, después de Barbados, y en una mejor posición que países como los Estados Unidos (26), el Japón (36) y la República de Corea (55). El resto de los países centroamericanos están rezagados en los últimos lugares: El Salvador en el 125, Guatemala en el 127, Honduras en el 129, Panamá en el 131 y Nicaragua en el 134 (Foro Económico Mundial, 2011).

De acuerdo con datos del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) (2010), en Costa Rica la tasa de matrícula de la población en edad de cursar educación terciaria es del 25,3%, en El Salvador del 24,6%, en Guatemala del 17,7%, en Honduras del 18,7%, en Nicaragua del 18% y en Panamá del 45%. Este indicador refleja que existen grandes disparidades intrarregionales en términos del acceso de las poblaciones centroamericanas a la educación superior.

En cada país se han creado institutos públicos de formación profesional técnica<sup>9</sup>. Estos institutos cumplen una función muy importante al formar técnicos especializados para la industria. Interactúan con las empresas a través de flujos de recursos humanos (profesores que trabajan en la industria y pasantías de estudiantes), contactos informales entre profesionales y, en menor medida, prestación de servicios.

En el ámbito de la función de investigación, operan centros con larga experiencia y ampliamente consolidados. No obstante, tienen acceso limitado a recursos financieros y los resultados de sus investigaciones solo

---

<sup>8</sup> Véase [en línea] [www.utp.ac.pa](http://www.utp.ac.pa).

<sup>9</sup> El Instituto Nacional de Aprendizaje (INA) en Costa Rica, el Instituto Salvadoreño de Formación Profesional (INSAFORP) en El Salvador, el Instituto Técnico de Capacitación y Productividad (INTECAP) en Guatemala, el Instituto Nacional de Formación Profesional (INFOP) en Honduras, el Instituto Nacional Tecnológico (INATEC) en Nicaragua y el Instituto Nacional de Formación Profesional y Capacitación para el Desarrollo Humano (INADEH) en Panamá.

son aplicables en escasas ocasiones. Se observa una gran variedad de centros e institutos de investigación, desde los que son totalmente autónomos dentro de las instituciones de educación superior y no se vinculan con el proceso de formación, hasta los que se insertan en la estructura de las facultades y, por norma, deben dedicar parte de su horario a la formación de grado universitario y posgrado.

En El Salvador, de acuerdo con información del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), 11 universidades y 5 institutos realizan actividades de investigación. La Universidad de El Salvador es la que desarrolla mayor investigación y publicaciones, en áreas como oncología, ortopedia, política y servicios de salud, nutrición y oftalmología. En segundo término está la Universidad Centroamericana (UCA). En 2010, el presupuesto dedicado a actividades de I+D fue de 14,4 millones de dólares, es decir, el 6,8% del presupuesto de la educación superior. En la gran mayoría de los casos, estas actividades se limitan a la investigación documental y no aplicada. Solamente dos estudiantes se graduaron al nivel de doctorado en 2009. La Universidad Nacional de El Salvador cuenta con 14 centros de investigación<sup>10</sup>. Se desempeñan en ella 123 investigadores docentes, de los cuales 24 tienen nivel de doctorado (CONACYT, 2011)<sup>11</sup>.

En Costa Rica, la Universidad de Costa Rica (UCR) es la que mayor capacidad de investigación tiene en el país (Vestergaard y Díaz, 2007). Cuenta con una red de 64 laboratorios, donde se llevan a cabo actividades de investigación y se ofrecen servicios científicos y tecnológicos en diversas áreas como biología molecular y celular, química de la atmósfera, tecnología de alimentos y materiales, y modelos estructurales. En 2010, el 27,4% de los investigadores de la UCR contaban con el grado de doctor (Estado de la Nación, 2010). En el período comprendido entre 2007 y 2009, las tres áreas principales de los proyectos eran ciencias básicas (29,4%), agricultura (23,4%) y salud (15,6%) (Estado de la Nación, 2010)<sup>12</sup>.

En Nicaragua el 80% de las unidades de investigación de las instituciones de educación superior enfocan sus actividades científicas y tecnológicas en cuatro áreas fundamentales: producción y economía, medio ambiente, democracia y estado de derecho, y salud. La Universidad Centroamericana

---

<sup>10</sup> El Centro de Emprendimiento en los Agronegocios; el Centro de Estudios de Género; el Centro de Estudios sobre Universidad y Educación Superior; el Centro de Investigación y Desarrollo en Salud; el Centro de Investigaciones y Aplicaciones Nucleares; el Instituto de Ciencias de la Tierra; el Instituto de Ciencias del Mar y Limnología; el Instituto de Estudios Históricos, Antropológicos y Arqueológicos; el Instituto de Formación y Recursos Pedagógicos; el Instituto de Investigaciones Económicas; el Instituto de Vulcanología; el Instituto del Agua; el Instituto Universitario de Educación Superior, y la Unidad de Vinculación Universidad-Empresa.

<sup>11</sup> Véase [en línea] <http://www.cic.ues.edu.sv/> [fecha de consulta: 8 de marzo de 2012].

<sup>12</sup> El resto corresponde a la categoría de "otras áreas".

(UCA) y la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua (UNAN) concentran más del 50% de los centros y unidades de investigación (Torres, 2009).

En Honduras, la Universidad Nacional Autónoma de Honduras (UNAH), la Escuela Agrícola Zamorano, el Ministerio de Salud y el Servicio Nacional de Sanidad Agropecuaria de Honduras (SENASA) desarrollan la mayoría de las actividades de I+D. La Dirección de Investigación Científica de la UNAH cuenta con 81 equipos de investigadores que concentran las actividades de investigación del país y 31 investigadores con nivel de doctor que realizan actividades de investigación, exclusivamente en temas de ciencias biológicas y de la salud. El presupuesto de la UNAH dedicado a actividades de investigación representa el 1,34% del presupuesto total. Además, la UNAH cuenta con ocho centros regionales donde se llevan a cabo actividades de investigación sobre temas y problemáticas propios de cada región. Con excepción del trabajo de la UNAH y la Escuela Agrícola Zamorano, la mayoría de las actividades de investigación que se realizan son de carácter documental.

En Guatemala, el porcentaje del presupuesto que se destina a investigación en la Universidad San Carlos (USAC) está en torno al 5%. Existen programas de investigación en 12 áreas, incluidas alimentación y nutrición, energía, recursos naturales y ambiente, y salud. Esta universidad cuenta con una oficina de gestión y vinculación de recursos, pero son escasos los proyectos conjuntos de investigación que se realizan con agentes externos (empresas y otras universidades).

Por último, en Panamá, la Universidad Tecnológica de Panamá (UTP) cuenta con seis centros de investigación en temas agroindustriales, de ingeniería y tecnologías de información, entre otros. La Universidad de Panamá tiene siete centros de investigación en las áreas de recursos bióticos, ciencias del mar y técnicas analíticas, entre otros.

Con respecto a los centros de investigación, existen fortalezas en diversas áreas. Destaca la capacidad que se ha desarrollado en el campo de las tecnologías agrícolas, de alimentos y biotecnología, en entidades como el Centro Nacional de Ciencia y Tecnología de Alimentos (CITA) y el Centro Nacional de Innovaciones Biotecnológicas (CENIbiot) en Costa Rica; el Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal (CENTA) en El Salvador; el Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas (ICTA) en Guatemala; la Fundación Hondureña de Investigación Agrícola (FHIA); la Fundación para el Desarrollo Tecnológico, Agropecuario y Forestal (FUNICA) en Nicaragua, y el Centro de Producción e Investigaciones Agroindustriales (CEPIA) en Panamá. Estos centros suelen contar con equipo científico avanzado, alianzas internacionales y vínculos con empresas, al mismo tiempo que proveen servicios a entidades públicas y privadas (BID/CTCAP, 2011). En



las universidades existen unidades y centros de investigación que también están especializados en tecnologías agrícolas, de alimentos y biotecnología<sup>13</sup>.

También existen laboratorios de investigación pública dependientes de ministerios, cuyo trabajo suele enfocarse en temas de prioridad nacional, de acuerdo con la agenda de gobierno. Por ejemplo, los ministerios de agricultura y ganadería, y de salud cuentan comúnmente con laboratorios para actividades de monitoreo y supervisión, en áreas como microbiología, residuos biológicos, y control y prevención de enfermedades.

La vinculación de las universidades y los centros de investigación con el sector privado se concentra en la formación y los flujos de recursos humanos hacia las empresas, como se mencionó antes, en un marco de interacción predominantemente débil. También se observa, en menor medida, la venta de servicios y asistencia técnica. La realización de proyectos conjuntos de investigación es esporádica. Existen oficinas de transferencia tecnológica (OTT) para difundir y comercializar los resultados de la investigación, que se describen con mayor detalle en la siguiente sección.

Aunque se observa escasa materialización de las investigaciones científicas en productos o servicios comercializables, existen algunos ejemplos exitosos como el de la Escuela Agrícola Zamorano en Honduras, que ha comercializado los resultados de sus investigaciones en leche, al tiempo que la Universidad de El Salvador ha sido exitosa en la comercialización de resultados en café y marañón.

Por otro lado, la falta de mayor interacción entre la academia, el sector productivo y el gobierno limita la adecuación de la oferta educativa a las necesidades del mercado. Dentro de los países, las actividades interuniversitarias no son frecuentes y no suelen conducir a proyectos concretos. En general, las universidades y centros de investigación tienen una capacidad limitada para difundir y transferir los conocimientos generados.

Las universidades y centros de investigación, como componentes de los sistemas de innovación, presentan diversas debilidades. La educación superior está orientada a la formación de profesionales en áreas sociales y humanidades, en tanto que el sector productivo demanda mayoritariamente especialidades técnicas e ingenierías de alto nivel<sup>14</sup>. La oferta de programas de posgrado es reducida y, en general, las capacidades para formar titulados

---

<sup>13</sup> Por ejemplo, el laboratorio de cultivo *in vitro* de células y tejidos vegetales de la Universidad de El Salvador, el Centro de Producción e Investigaciones Agroindustriales (CEPIA) de la Universidad Tecnológica de Panamá y el Centro de Investigación en Biotecnología del Instituto Tecnológico de Costa Rica.

<sup>14</sup> Rodríguez-Clare (2005) y Bovenschutlte (2010) coinciden con estos hallazgos.

de alto nivel son relativamente débiles<sup>15</sup>. Si bien existen universidades con prestigio y programas de enseñanza de calidad, se observa también un grupo creciente de universidades privadas con baja calidad.

La metodología pedagógica sigue siendo, en general, tradicional y no incentiva suficientemente a los estudiantes a innovar ni relacionar sus estudios con el sector productivo (metodología dual, a través de pasantías y relaciones formales y de largo plazo entre universidades y empresas en materia de docencia). El sistema curricular suele ser muy rígido, lo que mantiene a los estudiantes en una actitud pasiva y limita sus capacidades de innovar y vincular sus conocimientos al sector productivo. La educación superior no desarrolla la capacidad de los estudiantes de transformar sus ideas en conceptos y luego en productos, servicios o procesos de producción innovadores. La manera de enseñar tiene consecuencias importantes sobre las actitudes de los futuros emprendedores y actores económicos de los países de la subregión, en particular en la fase temprana de la innovación (Dornberger, Suvelza y Bernal, 2011). El sistema de educación superior no crea en dichos países un entorno favorable para la innovación. El sistema educativo —ya sea primario, secundario o superior— adolece de una desconexión con el mundo laboral y productivo.

Las actividades de investigación en las universidades y centros de investigación de la subregión suelen carecer de objetivos concretos orientados hacia el mercado, por lo que están desconectadas de las necesidades del sector productivo. Los conocimientos generados por la investigación suelen ser muy teóricos, mientras que el sector productivo necesita principalmente conocimientos prácticos y aplicables<sup>16</sup>. Esto no significa que se deba restar importancia a la investigación básica, sino que esta debe ser complementada con esfuerzos dirigidos a la aplicación práctica y comercial con un impacto directo en el desarrollo económico y social de los países.

Los recursos dedicados a la investigación son, en general, reducidos. El número de profesores que realizan actividades de investigación es bajo y la investigación representa una pequeña parte del presupuesto total. Si bien hay casos que sobresalen por tener infraestructura de alto nivel, en general los laboratorios para investigación no están suficientemente equipados. Además de la falta de fondos, muchas veces los investigadores dedican un número significativo de horas a la enseñanza. La falta de personal no les permite llevar a cabo investigaciones de largo plazo y limita sus capacidades de vincularse con otros actores del sistema, en particular con el sector productivo.

---

<sup>15</sup> Arlänge y Scheinberg (2005), Vestergaard y Díaz (2007) y Bovenschutlte (2010) coinciden con estos hallazgos.

<sup>16</sup> Arlänge y Scheinberg (2005) y Bovenschutlte (2010) coinciden con estos hallazgos.

## D. Gobierno

En el cuadro II.2 se resumen las acciones de los gobiernos centroamericanos en materia de ciencia, tecnología e innovación. La información que se presenta se basa en entrevistas que los autores realizaron a altas autoridades en la materia de cada país, en el último trimestre de 2011 y el primer trimestre de 2012.

Cuadro II.2  
CENTROAMÉRICA: INSTRUMENTOS DE POLÍTICAS PÚBLICAS DE CIENCIA,  
TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN <sup>a</sup>

Instrumentos	Costa Rica	El Salvador	Guatemala	Honduras	Nicaragua	Panamá
1. Plan nacional de ciencia, tecnología e innovación	X	X	X		X	X
2. Evaluación de los programas de ciencia, tecnología e innovación		X	X			X
3. Ejercicios de prospección tecnológica						
4. Protección de la propiedad intelectual						
a) Leyes de protección de la propiedad intelectual	X	X	X	X	X	X
b) Órganos de protección de la propiedad intelectual	X	X	X	X	X	X
5. Organización administrativa						
a) Programas regionales de incentivo a la ciencia, tecnología e innovación		X				
b) Organismos regionales de incentivo a la ciencia, tecnología e innovación	X					
c) Mecanismos para la coordinación entre los diversos entes públicos a cargo de políticas de ciencia, tecnología e innovación	X	X	X	X	X	X
6. Sistema de educación pública: estrategia nacional						
a) Estrategias de fomento a las matemáticas y las ciencias duras en primaria y secundaria		X	X			
b) Estrategias de fomento a las ciencias duras y la ingeniería en la educación superior	X					
c) Programas de fomento de posgrados (maestrías y doctorados)	X	X	X	X	X	X

Cuadro II.2 (continuación)

Instrumentos	Costa Rica	El Salvador	Guatemala	Honduras	Nicaragua	Panamá
d) Programas de fomento de la creatividad y de una cultura de la innovación y emprendedora	X	X	X		X	X
e) Estrategia pedagógica para fomentar la creatividad	X					X
7. Políticas de estandarización, metrología, acreditación y calidad						
a) Infraestructura pública de calidad, metrología y acreditación	X	X	X	X	X	X
b) Marco legal y leyes de calidad	X	X	X	X	X	X
8. Políticas de compras públicas						
a) Procedimientos y requisitos de compras por parte de los actores públicos que incentivan la ciencia, la tecnología y la innovación						
b) Estrategias públicas sobre demanda precompetitiva y precomercial como apoyo a las actividades de investigación y desarrollo (I+D) en las empresas						
9. Incentivos fiscales						
a) Dirigidos especialmente a gastos en I+D						
b) Que pueden ser usados para ese propósito	X	X	X	X	X	X
10. Subvenciones gubernamentales para actividades de I+D						
a) Fondos concursables	X	X	X			X
b) Fondos que distinguen entre regiones, sectores o tamaño de empresas	X	X				X
11. Financiamiento para la innovación						
a) Préstamos sin intereses o con intereses preferenciales						
b) Garantías	X	X				
c) Fondos públicos de capital de riesgo		X				
e) Fondos públicos para la comercialización de las innovaciones	X					X
12. Fomento a la colaboración entre los componentes del sistema						
a) Programas de fomento a la investigación colaborativa público-privada	X	X				X
b) Programas de fomento al intercambio entre universidades y empresas	X		X		X	

Cuadro II.2 (conclusión)

Instrumentos	Costa Rica	El Salvador	Guatemala	Honduras	Nicaragua	Panamá
c) Programas para fomentar la movilidad de investigadores	X	X	X		X	X
d) Programas de promoción de oficinas de transferencia de tecnología	X	X	X	X		X
e) Parques científicos o tecnológicos públicos						
13. Organizaciones puente público-privadas	X	X	X	X	X	X
14. Difusión de la importancia y utilidad de la ciencia, la tecnología y la innovación						
a) Seminarios y conferencias en temas de ciencia, tecnología e innovación	X	X	X	X	X	X
b) Iniciativas para fomentar una cultura de la innovación entre empresarios y estudiantes	X	X	X	X	X	X
c) Programas de popularización de la ciencia, la tecnología y la innovación	X	X	X	X	X	X
15. Incubadoras de empresas apoyadas con fondos públicos	X					X

Fuente: Elaboración propia.

<sup>a</sup> Las celdas vacías indican que, en el momento de realizar las entrevistas, el país no reportó un instrumento vigente en dicho campo.

## 1. Marco institucional

Todos los países de la subregión cuentan con una autoridad pública superior encargada del diseño e implementación de las políticas de ciencia, tecnología e innovación, salvo en el caso de Honduras, donde recientemente se trasladaron las funciones del Consejo Hondureño de Ciencia y Tecnología (COHCIT) a la Dirección de Innovación y Competitividad de la Secretaría Técnica de Planificación y Cooperación Externa (SEPLAN).

Costa Rica cuenta con un Ministerio de Ciencia y Tecnología (MICIT) y un Consejo Nacional para Investigaciones Científicas y Tecnológicas (CONICIT), ambos con presupuesto y personal propios. De manera similar, en El Salvador se creó recientemente un Viceministerio de Ciencia y Tecnología, adscrito al Ministerio de Educación, y existe el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT). En Guatemala operan la Secretaría Nacional de Ciencia y Tecnología (SENACYT), como organismo permanente, y el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONCYT), que reúne de manera periódica a representantes de diversos sectores. En Nicaragua, existe el Consejo Nicaragüense de Ciencia y Tecnología (CONICYT), dependiente de la vicepresidencia de la República.

Panamá cuenta con la Secretaría Nacional de Ciencia y Tecnología (SENACYT) y la Comisión Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (CONCYT), que se reúne de manera periódica y coordina a actores de gobierno, del sector privado y de la academia, pero no dispone de presupuesto ni personal propios.

Los países de la subregión han hecho esfuerzos por elaborar planes nacionales de CTI con objetivos y vigencia específicos. En Costa Rica existe un Plan Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación 2011-2014; El Salvador tiene un Plan Nacional de Desarrollo Científico y Tecnológico para el período 2006-2030; Guatemala cuenta con el Plan Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación 2005-2014; en Nicaragua se publicó el Plan Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación 2010-2013, y Panamá cuenta con el Plan Estratégico Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación 2010-2014. Honduras no cuenta con un plan de ciencia y tecnología, pero entre los objetivos del Plan de Gobierno 2010-2014 se incluye incrementar la productividad, la competitividad y la innovación.

Estos planes de ciencia y tecnología presentan diversos elementos en común. Entre los principales puede destacarse que en ellos se reconoce la importancia de la innovación para el desarrollo económico y social de los países; se definen objetivos y líneas estratégicas de acción, y se reconoce la naturaleza sistémica de la innovación, por lo que se promueven las interacciones entre actores. Los planes suelen ser selectivos y tener un componente sectorial, en el sentido de que se plantea el fortalecimiento de sectores particulares definidos como estratégicos para el desarrollo nacional<sup>17</sup>.

En los planes nacionales de desarrollo o de gobierno el tema de la innovación está siempre presente. No obstante, su importancia y dimensión varían entre países. Costa Rica es el único país de la subregión en que la innovación representa uno de los pilares del plan, que además tiene líneas estratégicas que están lideradas por la CTI. En los otros países, la innovación

---

<sup>17</sup> En Costa Rica, se definen en el Plan Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación siete áreas como estratégicas y prioritarias para el desarrollo nacional: ciencias de la tierra y el espacio, nuevos materiales, biotecnologías, capital natural, salud (enfermedades emergentes), energías alternativas y tecnologías digitales. En El Salvador, se establecen en el Plan Nacional de Desarrollo Científico y Tecnológico 2006-2030 cuatro áreas prioritarias de investigación para el período comprendido entre 2010 y 2014: salud, medio ambiente, energía y seguridad alimentaria. En Guatemala, el Plan Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación se compone de 12 programas nacionales sectoriales: calidad, información e informática, ciencias básicas, agropecuaria, construcción, industria, medio ambiente, biotecnología, popularización, recursos humanos, energía y salud. En Nicaragua, se establecen en el Plan Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación cinco prioridades sectoriales para el período 2010-2013: salud, medio ambiente y recursos, energía, agricultura y agroindustria, y las tecnologías transversales como biotecnologías o tecnologías de la información y las comunicaciones. En Panamá, en el Plan Estratégico Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación 2010-2014 se fijan 12 prioridades sectoriales: biociencias y ciencias de la salud; ciencias básicas; ciencias sociales; educación; industria y energía; logística y transporte; tecnología de información y comunicaciones; ética en ciencia, tecnología e innovación; medio ambiente; ciencias y tecnologías de la innovación; equidad de género en ciencia, tecnología e innovación y sector agropecuario, acuícola, pesquero y forestal.

se menciona como parte de una visión para el desarrollo competitivo, se propone la creación de instrumentos específicos para impulsarla o se reconoce como instrumento para el desarrollo de algunos sectores en particular.

En El Salvador, Guatemala y Panamá se realizan ejercicios de evaluación de los programas e iniciativas de CTI. Estas evaluaciones no se hacen de manera sistemática y son utilizadas, en general, para dar seguimiento a las actividades, pero no pueden considerarse como evaluaciones rigurosas de diseño, proceso o impacto de políticas. La escasa actividad de evaluación es evidente en la falta de recolección sistemática y periódica de indicadores de capacidades tecnológicas, que permitan analizar los resultados de los esfuerzos emprendidos, así como la eficiencia de los gastos realizados. En ninguno de los países de la subregión se realizan ejercicios de prospectiva tecnológica para la identificación y apoyo de sectores estratégicos para el desarrollo nacional.

Todos los países de la subregión cuentan con leyes y reglamentos de protección de la propiedad intelectual, en materias de derechos de autor, patentes y propiedad industrial, entre otras. También existen organismos públicos, frecuentemente los ministerios de economía, encargados del tema. No obstante, los recursos humanos y financieros disponibles para vigilar su aplicación suelen ser escasos y no existen políticas efectivas de protección.

La descentralización y regionalización de las políticas de CTI es una práctica poco común en los países de Centroamérica. Esta es aconsejable, considerando que existen disparidades significativas, así como capacidades y necesidades específicas en los países. En Costa Rica se han creado consejos regionales de ciencia y tecnología, pero en la práctica no son muy activos. En El Salvador existe el programa Fondo del Milenio (FOMILENIO), que se enfoca en el desarrollo de la zona norte del país y tiene un componente de innovación. Una práctica más difundida es la presencia de unidades regionales de universidades y centros públicos de investigación, que atienden problemáticas locales.

En todos los países de la subregión se han creado mecanismos para la coordinación de las políticas de CTI entre diversos organismos públicos. La figura más común son los consejos de ciencia y tecnología. Costa Rica cuenta además con el Consejo Nacional para la Innovación, que se creó en 2007 y que tiene como objetivo coordinar los esfuerzos del sistema nacional de innovación, pero ha perdido fuerza en años recientes. En Guatemala existe el Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología (SINCYT), que está integrado por el sector privado, la academia y el gobierno; se reúnen periódicamente pero sus actividades tienen un impacto reducido. En Panamá, además de la SENACYT, se cuenta con el Consejo Interministerial de Ciencia y Tecnología, en que los ministros se reúnen una vez al año, pero es muy poco efectivo y no existe una coordinación permanente.

Las políticas de educación pública son un campo muy amplio, cuyo estudio detallado excede el alcance de esta investigación. Por ello, este análisis se centra en las iniciativas que tienen una relación más estrecha con la formación de capacidades para las actividades de CTI. En El Salvador y Guatemala se han puesto en marcha programas para el fomento de las matemáticas y las ciencias duras en los niveles educativos de primaria y secundaria. En Guatemala se realizó una reforma de los currículos nacionales básicos para fomentar la adquisición de competencias, entre ellas la lógico-matemática. En El Salvador existe el programa Jóvenes Talentos, a través del cual se organizan las olimpiadas de matemáticas, física y química. En cuanto al fomento de las ciencias duras y la ingeniería en la educación superior, en Costa Rica se organizan ferias de talento joven y una feria de ingeniería.

Todos los países cuentan con programas de financiamiento para posgrados (maestrías y doctorados). En Costa Rica, Guatemala y Panamá, hay programas de becas que son parte de los fondos nacionales de ciencia y tecnología. En El Salvador y Honduras, existen fondos especialmente dedicados a financiar estudios de educación superior. Además los países cuentan con el apoyo de la cooperación internacional.

En Honduras, el fondo del Instituto de Crédito Educativo (EDUCRÉDITO) ofrece préstamos a estudiantes. Sin embargo, estos instrumentos de financiamiento no están enfocados en posgrados y actividades de investigación. Este fondo tiene como objetivos principales financiar la realización de estudios dentro y fuera del territorio nacional y garantizar una adecuada formación profesional, técnica o docente, para una buena utilización de los recursos humanos del país.

En El Salvador, las becas FANTEL están dirigidas a la realización de estudios de grado y posgrado y cursos de especialización. Son asignadas según méritos y tienen como objetivo mejorar las capacidades profesionales para el desarrollo nacional. En Costa Rica, existen 64 tipos de becas diferentes ofrecidas por universidades públicas. Se otorgan de acuerdo con condiciones socioeconómicas y rendimiento académico, o pueden ser préstamos de corto o largo plazo. La Comisión Nacional de Préstamos para la Educación (CONAPE) es un ente público que otorga préstamos destinados a educación. En 2010, la CONAPE colocó 8.067 préstamos para la educación superior por un monto de 34,5 millones de colones. El 6,06% del número total de préstamos (489) fueron otorgados para formación de posgrado (maestrías y doctorados) tanto en el extranjero como en Costa Rica. Las áreas favorecidas fueron ciencias de la salud (35,8%), ciencias sociales (30,7%) e ingenierías (12,6%) (CONAPE, 2010).

En todos los países, con la excepción de Honduras, se han puesto en marcha iniciativas públicas específicamente diseñadas para fomentar una cultura de innovación y emprendimiento entre los estudiantes, a través de



ferias, concursos, seminarios, cursos de capacitación e inclusión de materias específicas dentro de los planes de estudio. En la misma línea, en Costa Rica y Panamá existe una estrategia pedagógica permanente de fomento a la creatividad.

Todos los países de la subregión tienen establecido un marco legal en materia de calidad, metrología y acreditación. Asimismo cuentan con infraestructura pública, como se detalla más adelante, aunque existen debilidades en términos de su calidad y cantidad. Por último, no se identificaron políticas de compras públicas dirigidas expresamente al fomento de la CTI en ningún país de la subregión. Tampoco se observó la existencia de estrategias públicas sobre demanda precompetitiva y precomercial, es decir, dirigidas a actividades de I+D en las empresas antes de la introducción de la innovación al mercado.

## 2. Financiamiento

Ningún país de la subregión cuenta con incentivos fiscales diseñados y dirigidos específicamente a actividades de I+D en las empresas. Se cuenta con instrumentos que pueden ser usados para este fin y se encuentran comúnmente en las leyes y reglamentos de zonas francas (regímenes especiales de promoción de exportaciones y atracción de inversión extranjera directa). Por ejemplo, en las zonas francas de todos los países queda exenta del pago de aranceles la importación de maquinaria y equipo<sup>18</sup>. Además, en la nueva Ley de Zonas Francas de Costa Rica, promulgada para cumplir con los compromisos adquiridos con la Organización Mundial del Comercio (OMC), se plantea un mecanismo nuevo en la subregión: uno de los requisitos para gozar de los beneficios del régimen puede ser la inversión en I+D<sup>19</sup>. En los países de la subregión también existen incentivos fiscales para la capacitación profesional y el entrenamiento. Por ejemplo, en Costa Rica se ofrece un crédito fiscal por gastos de capacitación y entrenamiento en empresas de zonas francas, mientras que en Honduras los aportes al Instituto Nacional de Formación Profesional (INFOP) son deducibles del impuesto sobre la renta.

Costa Rica, El Salvador, Guatemala y Panamá cuentan con fondos públicos de apoyo a la innovación. Mediante estos fondos se puede financiar una gran diversidad de actividades relacionadas con CTI, pero se dispone de recursos limitados. En Costa Rica, el Fondo de Incentivos del CONICIT financia proyectos de investigación científica y tecnología del sector productivo, enfocándose en las siete áreas prioritarias definidas en el Plan Nacional de Ciencia y Tecnología. Además, ofrece créditos no reembolsables para estudios de posgrado, cursos y pasantías de investigación, así como para la organización de eventos científicos nacionales, la promoción de vocaciones

<sup>18</sup> Mayor información sobre este aspecto puede encontrarse en Padilla y otros (2008).

<sup>19</sup> Mayores detalles sobre esta nueva ley pueden encontrarse en Martínez (2011).

científicas y premios, y la movilidad de los investigadores al extranjero. El fondo cuenta con un presupuesto anual de 2,4 millones de dólares. Por otro lado, el Fondo PROPYME promueve la ciencia, la tecnología y la innovación en las microempresas y pequeñas y medianas empresas. En 2011 contaba con un presupuesto de 1,5 millones de dólares anuales, para créditos reembolsables que cubrían hasta el 80% del monto del proyecto. PROPYME no apoya un sector en particular y cubre una gran diversidad de actividades (protección intelectual, transferencia tecnológica, desarrollo tecnológico)<sup>20</sup>.

En El Salvador, el Fondo de Fomento a las Exportaciones y Fondo de Desarrollo Productivo (FOEX-FONDEPRO) ofrece recursos financieros no reembolsables a empresas que llevan a cabo proyectos innovadores. Además, el Fondo de Investigación de Educación Superior (FIES), que depende del Ministerio de Educación, tiene como propósito financiar proyectos científico-tecnológicos presentados por organizaciones de educación superior, así como promover la articulación entre los sectores académicos y productivos<sup>21</sup>. El Salvador también cuenta con el FOMILENIO, que está enfocado en el desarrollo de infraestructura en el norte del país e incluye el apoyo a actividades de I+D, aunque no fue diseñado para hacerlo de manera exclusiva. No obstante, de acuerdo con datos de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Comercio y Desarrollo (UNCTAD), el financiamiento de proyectos individuales tiene fondos limitados: el 73% de ellos contaban con un financiamiento inferior a 10.000 dólares (UNCTAD, 2011).

El Fondo Nacional de Ciencia y Tecnología (FONACYT) de Guatemala financia actividades y proyectos científicos y tecnológicos. En 2012 contaba con un presupuesto de dos millones de dólares. Los fondos se destinan al financiamiento de actividades de investigación, coordinadas por la SENACYT, en cuatro áreas principales: investigación, apoyo para actividades de capacitación y actualización, fomento de la vinculación, y atención de emergencias.

---

<sup>20</sup> En Costa Rica también existen el Fondo de Riesgo para la Investigación (FORINVES), que ofrece financiamiento no reembolsable a proyectos de investigación en el ámbito de las entidades públicas y privadas sin fines de lucro, y el Fondo de Desarrollo Tecnológico (FODETEC), que está especializado en el financiamiento del desarrollo tecnológico, pero se encontraban detenidos a fines de 2011 por falta de presupuesto.

<sup>21</sup> En su primera convocatoria, se llevaron a cabo siete proyectos con una inversión cercana a 410.000 dólares (de los cuales 303.000 dólares provinieron del FIES y 107.000 dólares fueron aportes de contrapartida de las instituciones de educación superior beneficiadas); en la segunda convocatoria se desarrollaron seis proyectos, con un monto de 617.000 dólares. Entre las áreas de conocimiento prioritarias se encuentran: manufactura, tecnologías de la información y las comunicaciones, agricultura y pesca, biotecnología, ciencia de los materiales, energía, medio ambiente y recursos naturales, salud, ingeniería tecnológica aeroespacial, riesgos geológicos y nanotecnología. Para tener acceso a los fondos, los requisitos son que los proyectos estén relacionados con objetivos de desarrollo nacional y que por lo menos dos universidades se relacionen para solicitar financiamiento de manera conjunta.

Panamá cuenta con un Fondo Nacional para el Desarrollo de la Ciencia, la Tecnología y la Innovación (FONACITI), que ofrece apoyo en forma prioritaria a los sectores agropecuario, logística, salud, biociencias y tecnologías de la información y las comunicaciones. El fondo dispone de un presupuesto de 30 millones de dólares anuales para otorgar diversas modalidades de apoyo, por ejemplo: apoyo a actividades de ciencia y tecnología, becas de pregrado y posgrado y fomento a la I+D. Los recursos del Canal de Panamá financian los programas de becas.

Los fondos pueden tener una orientación particular:

- i) por tipo de empresa, como el PROPYME de Costa Rica;
- ii) por sector, como el FONACITI de Panamá, que ofrece apoyo prioritario a cinco sectores seleccionados;
- iii) por región, como el FOMILENIO de El Salvador.

Con respecto a otros mecanismos de financiamiento, en Costa Rica y El Salvador se han desarrollado instrumentos de garantías públicas. El FODEMIPYME, administrado por el Banco Popular y de Desarrollo Comunal de Costa Rica, maneja el fondo de avales y garantías, que es un mecanismo de garantía de crédito y financiamiento de proyectos de I+D y capacitación profesional y técnica, a través de créditos otorgados a empresas. En El Salvador, el Banco Multisectorial de Inversiones ofrece garantías a través de la banca comercial.

En El Salvador se desarrolló en 2011 la primera iniciativa pública de capital de riesgo o semilla de la subregión: el Fondo de Desarrollo Productivo (FONDEPRO). Administrado por el Ministerio de Economía, se enfoca en las microempresas y pequeñas y medianas empresas y ofrece entre el 50% y el 75% del financiamiento de iniciativas orientadas a la innovación de productos y servicios, que permitan a la empresa incorporar nuevos conocimientos y tecnologías.

En los países de esta subregión no existen fondos públicos especialmente dirigidos a la comercialización de innovaciones. No obstante, los fondos de Costa Rica y Panamá, descritos anteriormente, incluyen entre sus modalidades de financiamiento la comercialización.

### **3. Interacción y difusión**

En Costa Rica, El Salvador y Panamá se han creado iniciativas públicas de fomento a la investigación conjunta de empresas y universidades. Entre los fondos concursables se cuenta con líneas específicas en que la vinculación está establecida como un requisito para la asignación. La falta de resultados concretos y comerciales es una debilidad común de estas iniciativas. En Costa Rica, Guatemala y Nicaragua existen programas para fomentar la interacción entre empresas y universidades. No obstante, la mayoría de estas interacciones se producen en el ámbito de la capacitación y las pasantías profesionales.

Con la excepción de Honduras, en los países de la subregión existen mecanismos públicos para incentivar la movilidad de investigadores, tanto en el ámbito nacional como internacional. En Costa Rica, Guatemala y Panamá se cuenta con recursos financieros para estas actividades, que provienen de los fondos nacionales de ciencia y tecnología.

Se observó un creciente interés entre los encargados de la formulación de políticas de CTI por contar con oficinas de transferencia de tecnología (OTT) en universidades, así como con parques científicos y tecnológicos públicos. El Instituto Tecnológico de Costa Rica tiene un centro de vinculación entre universidad y empresa, y la Universidad de Costa Rica (UCR) creó el Portal de la Investigación (Proinnova), que brinda apoyo en temas de propiedad intelectual y licenciamientos. La Universidad de Panamá y la Universidad Tecnológica de Panamá cuentan con oficinas de transferencia de tecnología. En Guatemala se han creado OTT en dos universidades privadas, la de Quetzaltenango y la del Valle. La Universidad Nacional Autónoma de Honduras cuenta con una OTT en el área de robótica y la Universidad Agrícola Zamorano con otra en temas agrícolas. En cuanto a los parques científicos y tecnológicos públicos, a finales de 2011 no había ninguno en operación.

En los países de la subregión, se han creado organizaciones puente que reúnen esfuerzos de los sectores público y privado. Estas organizaciones contribuyen a la articulación de los diversos agentes del sistema de innovación. Algunos ejemplos son la Coalición Costarricense de Iniciativas de Desarrollo (CINDE), el Programa Nacional de Competitividad (PRONACOM) de Guatemala y el Centro Nacional de Competitividad de Panamá. También existen mecanismos de articulación, como la mesa técnica de innovación de Honduras, promovida por la GIZ, mediante la cual se busca crear sinergias entre los actores del sistema.

Las actividades de difusión de la importancia y utilidad de la CTI son frecuentes en los países de la subregión. En todos se llevan a cabo seminarios y conferencias sobre temas de ciencia, tecnología e innovación, que cuentan con apoyo público. Algunos ejemplos son los congresos en áreas específicas (como biotecnología) y las semanas nacionales de CTI. También existen iniciativas para fomentar una mayor cultura de innovación entre empresarios y estudiantes. Además se hacen esfuerzos por popularizar la CTI, mediante programas de radio y televisión y ferias destinadas a difundir la importancia e impacto de la CTI en la vida cotidiana. En los países de la subregión se han instaurado también premios a la innovación empresarial y reconocimientos por investigaciones académicas destacadas.

En las entrevistas realizadas se pudo corroborar un interés creciente por la creación de incubadoras de empresas. Costa Rica y Panamá cuentan ya con incubadoras de empresas establecidas con fondos públicos, como las del Instituto Tecnológico de Costa Rica (ITCR) y la Universidad Tecnológica de Panamá (UTP), respectivamente. En los otros países existen iniciativas cofinanciadas por el sector privado y la cooperación internacional.

El ITCR cuenta con ParqueTec, una incubadora de empresas creada para potenciar el sector de software en Costa Rica. Este instituto tiene además el Centro de Incubación de Empresas (CIE) y colabora de manera muy estrecha con el MICIT y el Grupo Zeta (holding costarricense que opera en el desarrollo de parques industriales y zonas francas). El CIE brinda servicios para promover la creación, fortalecimiento y desarrollo de nuevas empresas. También existe el Parque La Libertad, para industrias innovadoras que colaboran con el gobierno.

En Panamá se desarrolló la Ciudad del Saber, que reúne en un mismo espacio a organizaciones gubernamentales, empresas, universidades, ONG y organizaciones internacionales. Sin embargo, el bajo nivel de vinculación que existe entre estos actores no permite hablar de un parque tecnológico que funciona idealmente. Dentro de la Ciudad del Saber se ubica la Aceleradora de Empresas de Panamá (AEP), fundación privada sin fines de lucro que funciona como una incubadora de empresas, que brinda asistencia técnica y vincula a actores nacionales e internacionales.

#### **4. Análisis de las políticas de CTI en Centroamérica**

Una debilidad importante en la subregión es la falta de continuidad de las políticas de ciencia, tecnología e innovación, de manera que trasciendan a los gobiernos, debido a la ausencia de políticas de Estado y de consensos entre los partidos políticos. Esto ha afectado directamente la estabilidad de los organismos nacionales de ciencia y tecnología, que en algunos países han sido trasladados de posición dentro de la estructura del ejecutivo. La falta de un compromiso común y consensuado es una restricción que limita las posibilidades de fortalecer la innovación a través de proyectos de largo plazo y estables en el tiempo.

Existe también cierta competencia entre actores gubernamentales relacionados con las actividades de CTI en términos del acceso a recursos y la ejecución de iniciativas, lo que representa una barrera para otorgar más claridad, homogeneidad y coordinación a las políticas y para que se creen sinergias entre actores de los diferentes países de la subregión en el tema. Los mecanismos de coordinación de políticas de CTI no han sido efectivos.

Se observan fallas en la ejecución práctica y concreta de los planes nacionales de ciencia, tecnología e innovación. La inversión en CTI suele ser muy baja, como se mencionó anteriormente. Si bien el poder ejecutivo reconoce la importancia de estas actividades para el crecimiento económico, su financiamiento no es prioridad en la agenda de gobierno. Los planes no siempre se traducen en acciones concretas, con resultados medibles. Asimismo, los organismos nacionales de ciencia y tecnología no siempre cuentan con todo el personal necesario para la ejecución y evaluación de los planes. El presupuesto anual que reciben es limitado; por ejemplo, el MICIT de Costa Rica y la SENACYT de Panamá cuentan con presupuestos

anuales para operación en torno a seis millones de dólares y tres millones de dólares, respectivamente (sin incluir fondos de apoyo a la CTI). La SENACYT de Guatemala dispone de un presupuesto cercano a los cuatro millones de dólares en 2012, mientras que el CONICYT de Nicaragua tiene un presupuesto anual de 200.000 dólares.

Otra debilidad es que no siempre existe una estrategia nacional de CTI enfocada en sectores prioritarios, que hayan sido previamente definidos a través de diagnósticos sectoriales (Bovenscutt, 2010) y de un ejercicio de prospección tecnológica.

En los países de la subregión se observa, en general, un diálogo fluido entre el gobierno y los otros componentes del sistema. Las universidades, el sector empresarial y las organizaciones no gubernamentales participan activamente en reuniones y mesas de diálogo convocadas por el sector público. No obstante, subsiste el reto de traducir las alianzas en la ejecución de iniciativas conjuntas de alcance nacional, sectorial o regional.

El análisis detallado de las políticas de CTI de los países de Centroamérica permite concluir que, a pesar de que se observa una tendencia creciente hacia la puesta en marcha de mecanismos de articulación entre actores del sistema, predomina aún un modelo lineal. Las iniciativas se enfocan por lo general en fortalecer las capacidades de los actores de manera aislada y no sistémica. De acuerdo con la evidencia recabada para este análisis, los gobiernos son los principales financiadores de las actividades de CTI y, junto con las universidades y centros de investigación públicos, definen la estrategia y la agenda de investigación. Aunque se constata un creciente interés por fomentar la interacción entre componentes del sistema, aún son escasas las políticas no lineales como la promoción de la vinculación entre universidades y empresas, y la creación de oficinas de transferencia tecnológica e incubadoras de empresas.

## **E. Otras organizaciones**

En este apartado se agrupan otras organizaciones que apoyan o llevan a cabo actividades de CTI. No obstante, teniendo presente el amplio espectro de organizaciones que pudieran incluirse, el análisis se concentra en las principales, de acuerdo con la información obtenida en las entrevistas realizadas en los países centroamericanos. En cada país de la subregión existen organizaciones puente que ofrecen diversos servicios como capacitación a las empresas dirigida a mejorar su competitividad, apoyo financiero y jurídico, promoción de las exportaciones, fomento y apoyo a la innovación, y asistencia técnica, entre otros. Estas organizaciones también representan espacios de discusión entre los diferentes actores del sistema. Como ejemplos pueden mencionarse el Centro Asesor para el Desarrollo de los Recursos Humanos (CADERH) de Honduras, el Centro de Gestión Tecnológica e Informática Industrial

(CEGESTI) de Costa Rica, la Fundación Salvadoreña para el Desarrollo Económico y Social (FUSADES) y la Asociación Gaia en Nicaragua.

Los países de la subregión cuentan con sistemas nacionales de calidad, que se componen de centros y laboratorios de calidad, metrología, normas, estandarización y acreditación<sup>22</sup>.

Los países llevan a cabo iniciativas, muchas veces por medio de organizaciones no gubernamentales y de la cooperación internacional, para promover una cultura de la innovación. Se puede citar el proyecto Centroamérica Innova, financiado por la Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo (AECID), en que se organizan conferencias, congresos y seminarios de capacitación profesional, gracias a los cuales se difunde la importancia de la innovación.

Además de la banca comercial, que ofrece créditos a tasas altas, no fue posible encontrar evidencia de fuentes privadas de financiamiento a la innovación. La baja capacidad de inversión en innovación de las empresas centroamericanas no encuentra respaldo en el sector financiero. La cooperación internacional ha desempeñado un papel central en el financiamiento de actividades científicas y tecnológicas en universidades y centros de investigación, como por ejemplo en el caso del Centro Nacional de Innovaciones Biotecnológicas (CENIbiot) de Costa Rica.

Como se mencionó antes, los países de la subregión cuentan con una amplia gama de asociaciones empresariales que representan los intereses del sector industrial y brindan servicios a sus afiliados en áreas como capacitación, asistencia técnica, asesoría legal, organización y participación en eventos, y estudios

---

<sup>22</sup> En Costa Rica, el Ente Costarricense de Acreditación (ECA) es la autoridad que dirige el sistema nacional de calidad. Además el ECA, el Consejo Nacional para la Calidad (CONACAC), el Laboratorio Costarricense de Metrología (LACOMET), el Órgano de Reglamentación Técnica (ORT) y el Ente Nacional de Normalización (INTEC) componen el Sistema Nacional Costarricense de Calidad. En El Salvador, como parte del Ministerio de Economía, existe la Dirección de Calidad y Tecnología, que cuenta con el Laboratorio Nacional de Metrología Legal, el Instituto Salvadoreño de Normalización (ISANOR) y la Dirección de Acreditación, que forma parte del Ministerio de Educación. En Guatemala, la Dirección del Sistema Nacional de Calidad está integrada al Ministerio de Economía y cuenta con tres organizaciones: la Comisión Guatemalteca de Normas (COGUANOR), la Oficina Guatemalteca de Acreditación (OGA) y el Centro Nacional de Metrología (CENAME). En Honduras, existen el Centro Hondureño de Metrología (CEHM), el Organismo Hondureño de Normalización (OHN) y el Organismo Hondureño de Acreditación (OHA). Estas tres organizaciones forman parte de la Dirección de Competitividad e Innovación de la Secretaría Técnica de Planificación y Cooperación Externa (SEPLAN). En 2009 se aprobó la ley que crea el Sistema Nacional de Calidad. Nicaragua cuenta con un sistema nacional de calidad compuesto por sistemas nacionales de metrología, acreditación y normalización. El Ministerio de Fomento, Industria y Comercio es el organismo que preside este sistema y cuenta con la Comisión Nacional de Normalización Técnica así como con la Comisión Nacional de Metrología. En Panamá existe, desde 2002, el Centro Nacional de Metrología (CENAMEP), que es la autoridad encargada de dirigir el sistema nacional de calidad.

sectoriales, entre otros<sup>23</sup>. También se observa la existencia de asociaciones de sectores o cadenas de valor específicas, como la Cámara Agropecuaria y Agroindustrial de El Salvador (CAMAGRO), la Federación Hondureña de Productores de Caña de Azúcar (FEPROCAH), la Unión de Productores Agropecuarios de Panamá (UNPAP) y la Corporación Arroceras Nacional (CONARROZ) de Costa Rica.

## F. Marco institucional

En línea con el marco conceptual descrito en el capítulo I, el primer tipo de instituciones es el marco legal y administrativo de apoyo a la CTI. Los países de la subregión cuentan con leyes de ciencia, tecnología e innovación aprobadas (Costa Rica, Guatemala y Panamá) o en etapa de anteproyecto (El Salvador y Nicaragua). Estos marcos legales difieren entre los países, pero como elemento común expresan la voluntad de los gobiernos de crear condiciones favorables para el desarrollo productivo, la competitividad y la innovación.

En Costa Rica, la Ley de Promoción del Desarrollo Científico y Tecnológico (número 7169), aprobada en junio de 1990, asigna al Estado costarricense un papel clave en el desempeño de las políticas de ciencia y tecnología. Dicha ley otorga una existencia formal y oficial a un sistema nacional de innovación denominado SINCITI (Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología para la Innovación), que está compuesto por “el conjunto de las instituciones, entidades y órganos del sector público, del sector privado y de los centros de investigación y educación superior, cuyas actividades principales se enmarcan en el campo científico y tecnológico, o que dediquen una porción de su presupuesto y recursos humanos a actividades científicas y tecnológicas”<sup>24</sup>.

En Guatemala, en la Ley de Promoción del Desarrollo Científico y Tecnológico Nacional (decreto número 63-91) se afirma que “el Estado reconoce la ciencia y la tecnología como bases del desarrollo nacional, por lo que es preciso estimular su generación, difusión, transferencia y utilización a través de un marco legal específico que regule tales actividades y establezca los mecanismos institucionales de apoyo, orientación y coordinación”<sup>25</sup>. Mediante esta ley se crea el CONCYT y se definen sus funciones. Además, el país cuenta con la Ley Nacional de la Calidad.

En Panamá, la ley número 13, aprobada en junio de 1997 y modificada en 2005, plantea los instrumentos públicos de desarrollo de la ciencia, la tecnología y la innovación, creando la SENACYT, el CONCYT y el FONACITI.

---

<sup>23</sup> Por ejemplo, la Cámara de Industrias de Costa Rica, la Asociación Nacional de la Empresa Privada (ANEP) de El Salvador, la Cámara de Industria de Guatemala, el Consejo Hondureño de la Empresa Privada (COHEP), la Asociación de Productores y Exportadores de Nicaragua (APEN) y la Cámara de Comercio, Industria y Agricultura de Panamá.

<sup>24</sup> Ley de Promoción del Desarrollo Científico y Tecnológico [en línea] [www.micit.go.cr](http://www.micit.go.cr).

<sup>25</sup> Véase [en línea] <http://www.oj.gob.gt/es/QueEsOJ/EstructuraOJ/UnidadesAdministrativas/CentroAnálisisDocumentaciónJudicial/cds/CDs%20leyes/2006/pdfs/decretos/D038-2006.pdf>.



En El Salvador, la Ley del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, aprobada en 1992, crea el CONACYT y constituye la base del marco legal salvadoreño en la materia. A fines de 2011 se encontraba en etapa de anteproyecto una Ley de Desarrollo Científico y Tecnológico.

En Nicaragua, se elaboró un anteproyecto de Ley General de Ciencia, Tecnología e Innovación, que desde 2009 se encuentra en proceso de aprobación. El país también cuenta con la Ley de Normalización Técnica y Calidad aprobada en mayo de 1996, que tiene como objetivo “fomentar el mejoramiento continuo de los procesos de producción y calidad”<sup>26</sup>.

En Honduras, no existe una ley de ciencia y tecnología, pero se cuenta con la Ley del Sistema Nacional de la Calidad, aprobada por el Congreso en mayo de 2009.

Por otro lado, los países de la subregión cuentan también con un marco jurídico para la protección de la propiedad intelectual, como se detalló anteriormente.

El segundo elemento está conformado por las estructuras y arreglos institucionales. En esta sección no se entregan detalles de cada uno de los sistemas institucionales, como el sistema educacional, el financiero, el de investigación y el de políticas públicas, ya que fueron abordados en secciones previas de este capítulo.

El estudio detallado del tercer elemento —la cultura, los hábitos y los valores— demanda un ejercicio de gran envergadura y supera el alcance del presente documento. No obstante, es posible adelantar algunos elementos. En el sector empresarial se observa una baja cultura de innovación e investigación; el número de empresas que llevan a cabo actividades innovadoras es reducido. Hace falta fortalecer la confianza de los diversos actores del sistema de innovación, de manera que se produzca una mayor interacción entre personas y organizaciones en el ámbito cognitivo, más allá de lo comercial. El sistema educativo, como se mencionó anteriormente, sigue una metodología tradicional, que limita a los estudiantes a una actitud pasiva, y no estimula suficientemente la creatividad y el espíritu de innovación y emprendimiento.

## **G. Fortalezas y debilidades**

Los sistemas nacionales de innovación de cada uno de los países centroamericanos pueden ser considerados, desde una perspectiva conceptual, como sistemas emergentes o incompletos. Ya cuentan, en efecto, con elementos clave del sistema: instituciones, empresas, autoridades gubernamentales enfocadas en CTI, universidades, centros de investigación y organizaciones no gubernamentales. Existe también una amplia gama de interacciones entre estos componentes. No obstante, las organizaciones, las instituciones y las relaciones muestran en general

---

<sup>26</sup> Véase [en línea] [http://legislacion.asamblea.gob.ni/Normaweb.nsf/\(\\$All\)/5842E823D6AC63F40625711600563BBA?OpenDocument](http://legislacion.asamblea.gob.ni/Normaweb.nsf/($All)/5842E823D6AC63F40625711600563BBA?OpenDocument).

debilidades que se reflejan en logros aún reducidos en materia de CTI y su impacto en el desarrollo económico y social. En términos relativos, los indicadores de capacidades tecnológicas de los países centroamericanos muestran una brecha importante en relación con otros países latinoamericanos más avanzados en el tema (por ejemplo, Brasil y Chile) y una brecha de muy grandes proporciones en relación con países líderes en la materia, como Suecia y la República de Corea.

El grado de desarrollo de los sistemas de innovación de los países centroamericanos no es homogéneo, como resulta evidente en el análisis presentado. Sin embargo, es posible identificar algunas fortalezas y debilidades comunes (véase el cuadro II.3).

Cuadro II.3  
CENTROAMÉRICA: FORTALEZAS Y DEBILIDADES DE LOS SISTEMAS  
NACIONALES DE INNOVACIÓN

Fortalezas	Debilidades
i) Se cuenta con organizaciones que interactúan en el marco de sistemas de innovación emergentes.	i) El sector industrial está dominado por empresas que tienen baja productividad, cuentan con mano de obra poco calificada y tienen un compromiso reducido con la inversión en innovación.
ii) Existe una base de conocimientos en el sector productivo y en universidades y centros de investigación, en sectores específicos como la agroindustria.	ii) Las relaciones entre empresas son de carácter principalmente comercial y en menor medida de intercambio y creación de conocimientos.
iii) Se cuenta con una oferta amplia de programas académicos de educación superior.	iii) La formación de grado universitario está concentrada en ciencias sociales y la formación de posgrado es reducida.
iv) Se observa un sector empresarial que compite en mercados locales e internacionales.	iv) La relación entre universidad y empresa se concentra en la formación y el flujo de recursos humanos, con escasa orientación a la difusión y generación de innovaciones y limitada transferencia de conocimientos (marco débil, de acuerdo con lo señalado en el cuadro I.1).
v) Se ha desarrollado un marco institucional de apoyo a las actividades de CTI.	v) Los recursos dedicados a la investigación en las universidades son bajos.
vi) Existen laboratorios de investigación que trabajan en temas prioritarios nacionales.	vi) Las actividades de investigación suelen carecer de objetivos concretos orientados hacia el mercado.
vii) Se dispone de una red amplia de organizaciones que facilitan la difusión y absorción de conocimientos.	vii) Son insuficientes los recursos públicos para fomentar la CTI y la articulación entre componentes.
	viii) Falta coordinación a nivel nacional entre las políticas que llevan adelante diversos organismos públicos.
	ix) El sistema financiero de apoyo a la innovación es débil.
	x) Falta recolección sistemática y periódica de indicadores de capacidades tecnológicas, así como ejercicios de monitoreo y evaluación de políticas de CTI.

Fuente: Elaboración propia.

Las disparidades dentro de la subregión están presentes en todos los componentes y se observan en la solidez del marco institucional, el diseño y ejecución de políticas públicas, los recursos humanos y financieros comprometidos con la CTI, la calidad de la investigación y la enseñanza, y la capacidad innovadora de las empresas, entre otros. Sobre la base del análisis presentado a lo largo del documento, es posible clasificar a los países en tres grupos:

- i) Costa Rica y Panamá destacan en la subregión por su compromiso político y financiero con las actividades de CTI. La innovación es parte central de sus planes nacionales y su visión de desarrollo de largo plazo, y cuentan con instituciones que trascienden a los cambios de gobierno. Los instrumentos de política pública de CTI abarcan una amplia variedad de temas y sectores. Cuentan también con políticas e infraestructura para fomentar la vinculación entre actores del sistema, como las oficinas de transferencia tecnológica, las incubadoras de empresas y fondos orientados a promover la vinculación. Costa Rica, en particular, cuenta con un sistema educativo de alto nivel, incluso en comparación con países desarrollados. Se observa un mayor consenso en la sociedad en general sobre la importancia de la CTI para el desarrollo. No obstante, como se mencionó anteriormente, existe una distancia de estos países en relación con los líderes de América Latina, como el Brasil y Chile, así como con países desarrollados, en términos de recursos invertidos y resultados observados.
- ii) El Salvador y Guatemala se encuentran en un punto intermedio en la subregión. Sobresalen iniciativas recientes para el fortalecimiento de las instituciones, así como de las capacidades y relaciones de los componentes del sistema. Existe espacio para otorgar mayor presencia a la CTI en una estrategia nacional de desarrollo que vaya acompañada de un mayor compromiso financiero público. También hay oportunidades para ampliar el alcance de la política pública de CTI hacia instrumentos que promuevan mayor interacción entre los componentes del sistema y una mayor orientación a resultados.
- iii) En Honduras y Nicaragua hay un camino más largo por recorrer. Las instituciones y políticas de CTI pueden ser fortalecidas de manera que sean parte integral de una visión nacional de desarrollo y trasciendan a los gobiernos. Es necesario aumentar los recursos financieros nacionales (públicos y privados), para reducir la dependencia de la cooperación internacional. Las capacidades tecnológicas y de innovación están concentradas en pocos sectores (por ejemplo, el agropecuario y agroindustrial).

El análisis detallado de las políticas de CTI efectuado en este documento permite concluir que estas siguen siendo predominantemente lineales, aunque se observa una tendencia creciente y gradual hacia el diseño y ejecución de iniciativas no lineales. Por lo general las iniciativas se enfocan en fortalecer las capacidades de los actores de manera aislada y no sistémica. Los gobiernos son los principales financiadores de las actividades de CTI y, junto con las universidades y centros de investigación públicos, definen la estrategia y la agenda de investigación. No obstante, se observa un creciente interés por fomentar la interacción entre componentes del sistema, promover la vinculación entre universidades y empresas, y apoyar oficinas de transferencia tecnológica e incubadoras de empresas.

El marco conceptual de sistemas de innovación, como ya se mencionó, fue elaborado inicialmente para estudiar países avanzados en términos científicos y tecnológicos. Este marco es también de gran utilidad para estudiar pequeñas economías en desarrollo, como las centroamericanas. No obstante, hay que prestar especial atención al aprendizaje, así como a las relaciones dirigidas a intercambiar conocimientos, y no solamente a las actividades orientadas a la creación de nuevas tecnologías. Al mismo tiempo, es preciso reconocer la importancia del desarrollo de capacidades endógenas de innovación, como un requisito fundamental para el aprendizaje. Por otro lado, si bien los componentes básicos de un sistema de innovación emergente son los mismos que los de uno consolidado, sus capacidades y diversidad varían notablemente. Por ejemplo, ambos sistemas cuentan con un sector financiero, pero en el consolidado este suele apoyar efectivamente la creación de nuevas empresas y proyectos a través de una amplia gama de instrumentos financieros (créditos, garantías, capital de riesgo y capital semilla<sup>27</sup>, entre otros); en un sistema emergente, en cambio, el sector financiero frecuentemente desempeña un papel más discreto.

Las recomendaciones de política que se derivan del análisis regional de sistemas de innovación son múltiples y responden al aprovechamiento de las fortalezas y la compensación de las debilidades observadas. Es decir, es necesario incrementar los esfuerzos para fomentar una mayor inversión en innovación en las empresas, fortalecer la vinculación entre empresas y la academia en actividades intensivas en conocimiento y robustecer el acceso al financiamiento a emprendedores y empresarios innovadores, entre otros.

---

<sup>27</sup> El capital de riesgo tiene como objetivo principal tomar participación temporal en el capital de una empresa, para que con la asistencia técnica de los inversionistas aumente su valor y, una vez madurada la inversión, el capitalista se retire obteniendo un beneficio. Por su parte, el capital semilla es un tipo de oferta de acciones en que un inversor adquiere una parte de un negocio o empresa que está en sus fases iniciales, con el objetivo de fortalecer sus operaciones.

De manera adicional, se enfatizan los siguientes dos elementos. Primero, un aspecto pendiente en todos los países de la subregión es incrementar los recursos públicos y privados destinados a actividades de CTI. Para ello, es necesario escalar la importancia de la CTI dentro de las prioridades de política nacional. El interés creciente que se observa en los gobiernos por fomentar estas actividades no ha sido complementado por mayores recursos financieros para su apoyo. Es importante señalar que los gobiernos de la subregión necesitan fortalecer los ingresos fiscales, de manera de contar con mayores recursos para el desarrollo de la CTI. Más relevante aún es crear mecanismos e incentivos para que el sector privado incremente significativamente su gasto en esta materia.

Segundo, en el corto y mediano plazo existen instrumentos de políticas de CTI cuya implementación demanda menores recursos financieros, pero un mayor ejercicio de diagnóstico, planificación y articulación de actores. Los gobiernos de la subregión pueden fortalecer su oferta de instrumentos de apoyo al aprendizaje y a la difusión de conocimientos, considerando su importancia ya destacada, a través de iniciativas como el fomento de redes colaborativas de investigación, el apoyo a la formación de cooperativas y clusters empresariales, la movilidad de investigadores (entre la academia y el sector privado) y la creación de mesas técnicas (como la descrita en el caso de Honduras).

Finalmente, una mayor integración regional, sobre la base de las fortalezas aquí identificadas, puede ser una estrategia de gran impacto para atender las debilidades de los sistemas centroamericanos de innovación. La búsqueda de proyectos comunes entre los países de la subregión, de manera que se logren sinergias y complementariedades en el uso de recursos y en la obtención de resultados, requiere de un enfoque sectorial. Con ese propósito, en el siguiente capítulo se presenta un diagnóstico del sistema agroproductivo de innovación en Centroamérica.

### Capítulo III

## **Un enfoque sectorial: sistemas agroproductivos de innovación en Centroamérica**

*Ramón Padilla Pérez, Yannick Gaudin  
y Raúl Parra Uribe*

Los sistemas de innovación de los países centroamericanos comparten fortalezas y debilidades, a pesar de que se observan diferencias importantes entre ellos, como se analizó en el capítulo II. Una debilidad común es la falta de recursos financieros para la promoción y ejecución de actividades de ciencia, tecnología e innovación (CTI). Los gobiernos cuentan con un presupuesto reducido para estas actividades, y la academia y el sector privado invierten pocos recursos. Una fortaleza compartida es la existencia de estructuras productivas y bases firmes de conocimiento en áreas como la agroindustria, que se materializan en una amplia gama de centros de investigación especializados.

El objetivo central de este capítulo es hacer un diagnóstico de las capacidades de innovación de los países centroamericanos, con miras a identificar fortalezas y debilidades comunes que puedan ser la base de una mayor integración subregional. Las actividades conjuntas entre los países centroamericanos en materia de CTI permitirían aprovechar economías de escala, buscar complementariedades y reducir la fragmentación de los esfuerzos que se realizan.

Para tal efecto, se usa el marco conceptual de sistemas de innovación, con una perspectiva sectorial. Este enfoque parte del hecho de que la dinámica y la capacidad de innovación no solo difieren entre países o regiones dentro de un país, sino que se presentan de manera distinta entre sectores productivos, en términos de fuentes, actores e instituciones (Pavitt, 1984; Malerba y Mani, 2009).

Se seleccionó para el estudio el sector agroproductivo, tomando en cuenta la importancia económica común que tiene en los países de Centroamérica, así como las capacidades que ya han sido creadas. En 2010, este sector representó el 15% del producto interno bruto (PIB) y el 37,3% de las exportaciones totales de la subregión. Estos países han desarrollado capacidades científicas, tecnológicas y de innovación significativas en el sector agroproductivo que se materializan, por ejemplo, en organizaciones empresariales y centros de investigación especializados. Las capacidades de CTI de este sector son en general superiores a las existentes en otros sectores productivos.

Para la elaboración de este capítulo se utilizaron como fuentes principales de información los trabajos elaborados por expertos en el tema, quienes realizaron consultorías para la CEPAL<sup>1</sup>. El capítulo se organiza en dos partes principales. En la primera se presenta el marco conceptual y metodológico para el estudio de los sistemas sectoriales de innovación (secciones A, B y C). En la segunda se analizan las características más relevantes de los sistemas agroproductivos de innovación de Centroamérica y se examinan sus principales fortalezas y debilidades (sección D).

## **A. Perspectiva sectorial y sistemas de innovación**

La literatura dedicada al estudio y caracterización de los sistemas sectoriales de innovación (SSI) es más escasa que la relativa a los sistemas nacionales o regionales de innovación. En el estudio de los SSI se debe necesariamente considerar su interdependencia con los sistemas de innovación en que se insertan (Chung, 2002; Malerba y Nelson, 2011).

La perspectiva sectorial reconoce el hecho de que la dinámica y la capacidad de innovación no solo difieren a nivel nacional o regional, sino que también se presentan de manera diferente entre los distintos sectores productivos, en lo referente a las fuentes, actores e instituciones (Pavitt, 1984; Malerba, 2002, 2005 y 2006; Castellacci, 2008; Guerrieri y Tylecote, 1997).

---

<sup>1</sup> Claudio E. Maggi elaboró la base del marco metodológico utilizado en el estudio de los sistemas sectoriales de innovación; Keynor Ruiz y Jeffrey Orozco elaboraron el estudio de caso del sector agroproductivo de innovación de Costa Rica; Andrew Cummings, el estudio de caso de El Salvador; César Guillén, de Guatemala; Javier Suazo, de Honduras; Jorge Huete, de Nicaragua, y Wedleys Tejedor, Yamileth Pitti y Víctor Guillén, de Panamá.

La evidencia empírica muestra que el crecimiento económico de los países desarrollados ha ocurrido, en gran medida, gracias al desempeño de algunos sectores productivos clave (Malerba, 2002; Lundvall y otros, 2001).

Existen varias definiciones de sistema sectorial de innovación. Para el propósito de este documento se entiende como el conjunto de actores que interactúan, promueven y desarrollan actividades de innovación para la creación de productos de un sector, en un marco institucional común. El estudio de SSI es de gran utilidad en países en desarrollo, en que la capacidad de producir más y de manera más eficiente es tanto o más importante que la capacidad de innovación (Bell y Pavitt, 1993; Amsdem, 2001). En un sistema sectorial se pone un marcado énfasis en la innovación como instrumento para incrementar la productividad, que a su vez genera mayor ingreso per cápita y conduce a una convergencia entre países en desarrollo y países desarrollados (Malerba y Mani, 2009).

En el enfoque de SSI se centra la atención especialmente en elementos que por lo general son menos abordados en aproximaciones sectoriales más convencionales, tales como las organizaciones no empresariales que actúan en el sector, la base de conocimientos y procesos de aprendizaje de las empresas, el amplio grado de relaciones que se establecen entre los agentes y los procesos de transformación estructural que ocurren a partir de desplazamientos de la frontera productiva de sectores (derivados de innovaciones o del ingreso disruptivo de nuevos actores).

Malerba (2002) distingue tres vertientes conceptuales constitutivas de la noción de sistema sectorial de innovación: i) la literatura sobre dinámicas sectoriales basada, por una parte, en el ciclo de vida de las industrias (Klepper, 1996) y, por otra, en un enfoque más amplio de tipo schumpeteriano, que apunta al análisis de la evolución de largo plazo de los sectores; ii) los encadenamientos e interdependencias entre un sector y las respectivas industrias y servicios conexos, lo que redefine de manera dinámica los focos de dinamismo y las fronteras sectoriales, y iii) el reconocimiento, en línea con la literatura sobre sistemas de innovación, de que los procesos de innovación no tienen lugar en las empresas de manera aislada, sino en permanente interacción con una amplia variedad de actores empresariales e institucionales.

El marco conceptual de SSI incluye el estudio de las dinámicas de transformación sectorial a partir de factores tales como las bases de conocimiento, los procesos de aprendizaje, los patrones tecnológicos predominantes y el contexto institucional. Estos elementos cumplen un papel central en el comportamiento de los actores y su dinámica a través del tiempo, y permiten explicar o interpretar desempeños diferenciados dentro de una misma industria. Autores como Nelson (1982), Nelson y Edward (1997), Dosi (1997) y el propio Malerba (2005) han contribuido a documentar



esta perspectiva mediante diversos estudios de caso y análisis comparativos intersectoriales e intrasectoriales.

La perspectiva sectorial, que no excluye el examen de eslabonamientos y de procesos de aprendizaje y convergencia intersectoriales, permite identificar y comprender diversas dinámicas posibles de interacción virtuosa que pueden contribuir a un mejor desempeño sectorial en materia de innovación y desarrollo tecnológico en cada país.

## **B. Componentes fundamentales para analizar sistemas sectoriales de innovación<sup>2</sup>**

De acuerdo con Malerba y Mani (2009), todo sistema sectorial de innovación puede caracterizarse en función de tres componentes fundamentales. El primero es la base de conocimientos y el patrón tecnológico del sector, con la consideración de sus vínculos y complementariedades con industrias y servicios a nivel de cadena productiva. El segundo son las organizaciones participantes en el sistema, sus redes y relaciones. El tercero es el marco institucional, que comprende las normas, las reglas (escritas y no escritas), los hábitos y las rutinas compartidas, que constituyen el contexto tanto del comportamiento de las empresas en el SSI como de las interrelaciones que se establecen entre ellas. El acento entonces está puesto en los actores, las relaciones y las instituciones, al igual que en los sistemas nacionales de innovación, pero con el elemento adicional de la base de conocimientos que caracteriza al sector.

Dentro de la base de conocimientos y patrones tecnológicos y de aprendizaje, los subcomponentes esenciales son: i) la base de conocimientos específicos sectoriales en que se sustentan las actividades de innovación, la producción y el comportamiento de las empresas y otros agentes de un sector, incluido el examen de accesibilidad a ese conocimiento; ii) las tecnologías de base, los insumos y los factores habilitantes, y iii) los vínculos y complementariedades tecnológicos con otros sectores relacionados tanto horizontal como verticalmente. Las complementariedades e interdependencias tecnológicas y productivas contribuyen a definir la frontera de un SSI, lo que constituye una diferencia mayor con respecto a un estudio sectorial convencional.

Entre los agentes o componentes de un SSI se incluyen tanto empresas como entidades no empresariales: universidades, organismos públicos (sectoriales, locales y nacionales), entidades de servicios financieros y

---

<sup>2</sup> Esta sección (B) y la siguiente (C) están basadas en el trabajo que el consultor Claudio E. Maggi realizó para la CEPAL en el proyecto de asistencia técnica Hacia un Sistema Regional de Innovación.

no financieros, consorcios u otros colectivos empresariales, entidades intermediarias o puente. La caracterización de las relaciones entre los diferentes agentes dentro del sistema —atendiendo a criterios tales como su propósito, frecuencia y patrón de gobernanza predominante— es también de suma importancia.

La dimensión institucional corresponde a elementos de entorno de las empresas, tales como marco regulatorio, estándares y normas, mercado laboral, clima de negocios, cultura, políticas de propiedad intelectual, de comercio exterior e inversiones, entre otras relevantes a la actividad empresarial.

### **C. Marco metodológico para el análisis de sistemas sectoriales de innovación**

En esta sección se presenta una propuesta metodológica para el análisis de SSI en economías pequeñas emergentes, aplicable por tanto a los países centroamericanos. El marco metodológico será usado para estudiar el sistema agroproductivo, considerado clave para el incremento de competitividad y el aprendizaje tecnológico de los países de la subregión (CEPAL, 2008) y en torno al cual se considera que los países centroamericanos han desarrollado ya una base de capacidades nacionales significativas.

La metodología de análisis de SSI incluye los siguientes cinco componentes:

- i) caracterización del sistema sectorial, en términos de sus principales productos, mercados de destino, organización industrial y evolución reciente;
- ii) tipificación de las organizaciones e instituciones relevantes para el SSI;
- iii) descripción de los patrones predominantes de acceso a conocimientos y mejoras tecnológicas en el sistema sectorial, sus segmentos y cadenas productivas relevantes;
- iv) caracterización de las relaciones relevantes entre actores del SSI y sus movilizadores, y
- v) selección y seguimiento de indicadores de desempeño del SSI.

En el examen y análisis de un SSI, estos pasos metodológicos no se estructuran en una secuencia estricta o mecanicista; con ellos se busca más bien proveer un marco metodológico que ordene y oriente la caracterización de los componentes ya mencionados del sistema de innovación, y contribuir a analizar las interacciones y dinámicas de transferencia y aprendizaje. El análisis de todos los elementos expuestos en este marco metodológico demanda una tarea considerable, ya que, por un lado, exige el examen detallado de los componentes del SSI y sus relaciones y, por otro, requiere el levantamiento de información primaria, puesto que no existe información pública sobre todos ellos.

## 1. Caracterización del sistema sectorial

El estudio de un sistema sectorial de innovación supone como tarea inicial la descripción de sus referencias geográficas y demográficas, su dimensionamiento económico y su caracterización socioeconómica y de organización productiva. También incluye la descripción de las principales cadenas productivas que lo componen, identificando asimismo sus diferentes segmentos productivos. En el caso del sector agroproductivo, en un extremo pueden situarse los subsectores de agricultura campesina tradicional, principalmente de subsistencia, y en el otro, las cadenas agroexportadoras altamente tecnificadas, con presencia en varios eslabones de empresas multinacionales, tanto proveedoras como procesadoras y comercializadoras. Tales cadenas y segmentos pueden perfectamente constituir subsistemas de innovación por completo diferenciados, en términos de las organizaciones, empresas o individuos que participan en los procesos de mejora tecnológica e innovación y en términos de sus fuentes de acceso, suministro y modalidades de uso del conocimiento y la tecnología, sus conductas y su desempeño innovador.

En la caracterización del sistema sectorial se deben considerar por lo menos las siguientes dos perspectivas:

- i) Principales características del sector en cuanto a dimensión, estructura, desempeño y evolución reciente:
  - a) tamaño del sector: ventas, empleos directos, unidades productivas;
  - b) estructura: principales productos, tamaño relativo de los productores, estructura de propiedad de la tierra;
  - c) desempeño exportador: productos y mercados de destino, caracterización de los principales exportadores por rubro, y
  - d) evolución y dinámicas productivas durante los últimos años y sus proyecciones: rubros de mayor dinamismo, tendencias sectoriales relevantes en términos de tamaño medio y organización de la producción.
- ii) Aspectos socioculturales, de clima de negocios y regulaciones específicas, que pueden ser factores de entorno estimulantes o retardadores del desempeño innovador de las empresas (mediante las políticas de propiedad intelectual o mecanismos de apoyo a la innovación en fases tempranas y a la innovación y desarrollo (I+D) precompetitiva), del desarrollo de articulaciones dentro del sistema, o bien de la llegada o surgimiento de elementos dinamizadores (tratamiento de las inversiones, fomento al emprendimiento). De manera complementaria al contexto de políticas y regulaciones, también pueden incidir en el desempeño

y dinámicas de un sistema de innovación aspectos de idiosincrasia, códigos sociales y tradiciones.

## **2. Tipificación de organizaciones e instituciones relevantes del sistema**

Los actores relevantes pueden actuar en forma transversal en todo el sistema sectorial, focalizar su acción en un segmento específico o coexistir en varios de ellos (como es el caso de algunas organizaciones de I+D y de transferencia tecnológica). Es importante tipificarlos en el sentido de caracterizar su naturaleza pública o privada, individual o asociativa, así como su aproximación y cercanía a los procesos de interacción, aprendizaje e innovación (o mejora tecnológica). Ello permite distinguir las funciones de interés público (que no necesariamente son desempeñadas por organismos gubernamentales), los roles de financiamiento, promoción, intermediación y ejecución de actividades relacionadas con los procesos de aprendizaje e innovación, y las dinámicas evolutivas de cada tipo de agente. Junto con la tipificación, en esta fase corresponde caracterizar su relevancia en el sistema, en términos de cobertura, volumen de negocios y envergadura de los proyectos de innovación en que participan y, por supuesto, en términos de su impacto e influencia en el sistema.

La caracterización y tipificación de las organizaciones e instituciones de un SSI por lo general no se limitan a aquellas que operan exclusivamente en el sector. Muchas de las innovaciones o fuentes de mejora tecnológica se originan en procesos de aprendizaje, transferencia y convergencia intersectorial, y los agentes que los propician (organizaciones de I+D, agencias públicas, centros de transferencia, empresas y consorcios) justamente lo hacen desde su participación en otros SSI. La tipificación de los actores es clave para la posterior caracterización de las relaciones que establecen y los patrones que las gobiernan. Se propone establecer dicha tipificación en función de:

- i) Propósito y objetivos, que para efectos de la caracterización del SSI pueden clasificarse en primer término en cinco categorías:
  - a) empresas y productores del sector o cadena;
  - b) organismos y agencias públicas que promueven y contribuyen a financiar el esfuerzo de I+D, difusión y transferencia de tecnologías en el sector;
  - c) entidades que contribuyen a fortalecer capacidades de las empresas y productores del sector o cadena. Ejemplos de este tipo de organizaciones son las redes metrológicas, de certificación de estándares, registro y propiedad intelectual, infraestructura específica sectorial (por ejemplo, laboratorios),

- asistencia técnica para el cierre de brechas tecnológicas y capacitación de recursos humanos;
- d) entidades formadoras de recursos humanos y que realizan actividades de I+D, por ejemplo: universidades, centros e institutos de investigación y desarrollo tecnológico, consorcios y redes orientadas a la innovación, y
  - e) entidades que difunden, transfieren y facilitan el acceso a tecnologías transversales tales como biotecnología, tecnologías de la información y las comunicaciones o logística.
- ii) Función en el sistema de innovación, según su nivel de aproximación a los procesos de I+D: estrategia y formulación de políticas, financiamiento, intermediación y desempeño.
  - iii) Caracterización de su oferta, en términos de políticas, funciones, instrumentos, productos o servicios de apoyo a la innovación ofrecidos.
  - iv) Dimensionamiento de los recursos críticos que poseen los diferentes actores, (personal especializado, laboratorios, equipamiento mayor).
  - v) Cobertura y foco de acción de los agentes a nivel del sistema, cadenas o segmentos específicos (número de proyectos y beneficiarios directos).
  - vi) Evaluaciones de impacto o resultado (si las hay) del trabajo de cada entidad en el sector.

### **3. Descripción de los patrones predominantes de acceso a conocimientos tecnológicos**

En esta fase se busca caracterizar los siguientes elementos del SSI:

- i) las bases de conocimiento existentes, así como los patrones tecnológicos predominantes en los diferentes segmentos de productores y cadenas productivas del sector. En el cuadro III.1 se detallan, a modo de ejemplo, las cuatro categorías de acceso al conocimiento en el sector agroproductivo;
- ii) los canales y mecanismos de acceso a conocimientos y tecnologías, y
- iii) la capacidad de absorción de nuevos conocimientos y tecnologías, entendida como la propensión a incorporar mejoras tecnológicas a partir del acceso a fuentes de conocimiento y transferencia.

Los puntos ii) y iii) por lo general están fuertemente determinados por los patrones de conocimiento y tecnológicos predominantes, y por la oferta de servicios (de I+D, asistencia técnica y técnico-financiera) disponible.

Cuadro III.1  
PATRONES PREDOMINANTES DE ACCESO A CONOCIMIENTOS Y MEJORAS  
TECNOLÓGICAS

Base de conocimientos y patrones tecnológicos predominantes	Canales y mecanismos de acceso y absorción de conocimientos y tecnologías
i) Local – tácito	<p>Los canales más efectivos suelen ser las redes de extensionismo rural-campesino, a través de las cuales no solo se difunden mejoras tecnológicas (mediante adaptación y mejoras incrementales) sino que también se incluyen elementos de apoyo sociocultural, tales como escuelas agrícolas para los jóvenes de familias campesinas, acceso a otras redes asistenciales, acceso a microcrédito o bancos de insumos y semillas, entre otros.</p> <p>Frecuentemente se vinculan a subsectores agrícolas tradicionales con baja capacidad de absorción tecnológica. Los patrones tecnológicos pueden modificarse mediante intervenciones de asistencia técnica que incorporan mecanismos de apoyo sociocultural.</p>
ii) Empaquetado – codificado	<p>Los canales de acceso a mejoras suelen ser controlados por las empresas clientes y pueden ser de origen corporativo o bien establecerse a través de acuerdos con organizaciones de asistencia productiva, tecnológica o financiera.</p> <p>Están vinculados a productores que proveen a clientes (empaquetamiento o empresas procesadoras) según sus especificaciones e insumos.</p>
iii) Abierto – codificado	<p>Los canales pueden ser diversos: proveedores, clientes, entidades de I+D y redes de asistencia técnica. A menudo se desarrollan marcos de colaboración de largo plazo con pocos canales, para evitar los costos de transacción asociados a la exploración de diferentes mecanismos para cada oportunidad o problema que se quiera resolver. En estos esquemas de colaboración las entidades de apoyo pueden brindar servicios de manera directa o intermediar la búsqueda del canal o mecanismo de apoyo adecuado.</p> <p>Se relaciona con segmentos agroproductivos modernizados, orientados a mercados externos y en que la relación con los actores en los eslabones de elaboración y comercialización no es estrictamente jerárquica.</p>
iv) Local tácito con incorporación de conocimiento codificado	<p>En esta categoría, los productores tienden a ampliar sus canales y mecanismos de acceso, situándose en espacios intermedios entre las categorías i) y iii). Suelen estar bien conectados con las redes de asistencia técnico-financiera que operan sobre la base de mecanismos de políticas públicas.</p> <p>Este segmento corresponde a productores que originalmente se situaban en la primera categoría (local con conocimiento tácito), quienes —en la medida en que se han organizado en redes y han incorporado mejoras tecnológicas y de manejo productivo— desarrollan una capacidad de absorción continua de mejoras, al tiempo que su organización —en un proceso que con frecuencia debe ser inducido— les permite desarrollar cierta infraestructura logística y/o tecnológica compartida, que mejora el desempeño productivo del colectivo.</p>

Fuente: C. Maggi, "Marco metodológico. Examen de sistemas de innovación sectoriales en países pequeños emergentes (Centroamérica)", México, D.F., sede subregional de la CEPAL en México, 2011, inédito.

#### **4. Caracterización de las relaciones relevantes entre actores del sistema y sus movilizadores**

Esta fase ofrece elementos que contribuyen a explicar la intensidad innovadora, la velocidad de la difusión tecnológica y la existencia de brechas dentro de un SSI. También permite comprender, y en alguna medida proyectar a futuro, las tendencias relacionadas con los procesos de aprendizaje y las rutas evolutivas que pueden seguir los agentes en el marco de diferentes patrones de conocimiento y transferencia tecnológica que pueden coexistir en SSI heterogéneos, como los agroproductivos.

El mapeo, la caracterización y la interpretación de las relaciones e interacciones existentes entre actores de un SSI pueden abordarse considerando:

- i) Los contenidos movilizadores que las sustentan:
  - a) técnico-habilitantes: transferencia de conocimientos, tecnologías, competencias laborales y conocimientos especializados en general;
  - b) financieros: entrega de recursos financieros en esquemas reembolsables (créditos) o no reembolsables (subvenciones), y
  - c) acceso a mercados: cumplimiento de estándares, inserción en canales de mercadeo y comercialización, y desarrollo de marcas, entre otros.
- ii) La fase del ciclo innovador en que se sitúan, que puede ser:
  - a) científica;
  - b) precompetitiva, y
  - c) de introducción al mercado.
- iii) El patrón de gobernanza predominante de cada relación, que puede corresponder a:
  - a) patrón de gobernanza jerárquico o semijerárquico: se caracteriza por la presencia de actores dominantes, normalmente debido a la existencia de poderes monopólicos o monopsónicos frente a segmentos productores, o bien debido a esquemas de organización altamente reglamentados de productores. Bajo este patrón la relación se establece en función de las especificaciones del actor dominante, que deben ser cumplidas por el productor o proveedor, quien a cambio asegura la comercialización y muchas veces recibe asistencia técnica e, incluso, financiera;
  - b) patrón de gobernanza transaccional de mercado: corresponde a relaciones establecidas en el marco de procesos de oferta y demanda de servicios y tecnologías, ya sea en el mercado o por medio de contratos de servicios tecnológicos, con representantes de tecnologías o variedades propietarias, o de I+D adjudicados mediante procesos competitivos, y

- c) redes colaborativas de difusión y extensionismo tecnológico: son esquemas mediante los cuales una o varias entidades proveen servicios de difusión y transferencia de mejoras tecnológicas a los productores, en modalidades de amplia cobertura. También se incluyen actividades conjuntas de I+D.

## 5. Selección y seguimiento de indicadores de desempeño

Como último paso se incluye el análisis de los indicadores generales del sistema nacional de innovación de cada país y, en la medida en que se cuente con información, indicadores sobre el sector en particular. Los indicadores pueden agruparse en las siguientes dos categorías:

- i) Indicadores de esfuerzo en CTI, por ejemplo: gasto en I+D como proporción del producto sectorial agropecuario, componente público y privado del gasto, porcentaje de empresas que desarrollan innovaciones de producto o proceso de manera sistemática, gasto de empresas nacionales en pago de regalías tecnológicas, porcentaje de investigadores e ingenieros en relación con la población activa o total, e
- ii) indicadores de resultado, por ejemplo: patentes obtenidas per cápita por residentes y no residentes, publicaciones nacionales indexadas y sus citas, porcentaje de empresas que han introducido recientemente productos innovadores en el mercado.

En la medida de lo posible, se requiere seleccionar aquellos indicadores que puedan estimarse a nivel sectorial y cuyo conjunto establezca un adecuado equilibrio entre los criterios de esfuerzo y de resultado, así como entre los ámbitos científico, precompetitivo y empresarial<sup>3</sup>.

## D. Diagnóstico de los sistemas agroproductivos de innovación

El sector agroproductivo en Centroamérica, al igual que en la gran mayoría de los países de América Latina y el Caribe, reviste particular importancia por varias razones: su contribución a la oferta de alimentos y a la seguridad alimentaria, su demanda de mano de obra, la ocupación de extensas superficies de los territorios nacionales, la generación de encadenamientos con otros

---

<sup>3</sup> Un buen referente en materia de indicadores de desempeño innovador a nivel sectorial es la métrica consolidada por la Agencia Finlandesa de Financiación de la Tecnología y la Innovación (Tekes) para sus programas tecnológicos. Estos son iniciativas de alcance sectorial o subsectorial mediante las cuales se busca gestionar de manera integral instrumentos e iniciativas de apoyo para responder a desafíos u oportunidades de dar saltos de competitividad en una determinada industria, a partir de una agenda compartida de proyectos de I+D y transferencia tecnológica. Véase [en línea] [www.tekes.fi](http://www.tekes.fi).



sectores y actividades, la contribución a las exportaciones y, desde hace algunos años, su condición de fuente estratégica de generación de energías renovables no convencionales (CEPAL, 2008).

Cabe destacar también el papel que pueden desempeñar empresas del sector agroproductivo como fuente de competitividad y aprendizaje tecnológico. En muchos países de la subregión, las ventajas competitivas dependen en gran medida de una favorable dotación de recursos naturales. Los sectores basados en tales recursos pueden cumplir un papel importante en estrategias competitivas orientadas a promover el aprendizaje y la diversificación productiva, como lo muestra la experiencia que atravesaron en el pasado otros países relativamente pequeños y ricos en recursos naturales que han alcanzado niveles elevados de ingreso por habitante (por ejemplo, Nueva Zelanda y Finlandia)<sup>4</sup>. Por ello, debe reconocerse el potencial tecnológico del sector agroproductivo como base para fomentar actividades productivas de mayor complejidad, más aun si se tiene en cuenta la existencia previa, y de cierta relevancia, de una base tecnológico-productiva, empresarial, científica e incluso reguladora (CEPAL, 2008).

La base de la información que se presenta a continuación son los estudios nacionales sobre sistemas agroproductivos de innovación realizados por expertos en cada país, en el marco del proyecto de cooperación técnica de la CEPAL y la Agencia Alemana de Cooperación Internacional (GIZ) antes mencionado (véase la nota 2). Los análisis nacionales de los sistemas agroproductivos se basaron principalmente en fuentes secundarias de información. Cubrir cada uno de los puntos del marco metodológico demanda una gran cantidad de estudios detallados con base en fuentes primarias de información, tarea que hubiera requerido recursos y tiempo que estaban fuera del alcance del proyecto de asistencia técnica. El marco expone una metodología para el examen exhaustivo de los SSI. El diagnóstico se basa en dicho marco, pero la información disponible no siempre permitió abordar en detalle cada uno de sus elementos.

## **1. Caracterización del sistema agroproductivo**

El diagnóstico se centra en el sector agroproductivo, que para fines de este estudio se entiende como aquel que comprende las actividades agrícolas y agroindustriales relacionadas con la agricultura, de acuerdo con la definición que se presenta en el anexo de este capítulo. Debido a que el análisis del sistema sectorial de innovación requiere información sobre cadenas específicas, se consideró necesario delimitar el sector y dejar fuera otros rubros agropecuarios y agroindustriales.

---

<sup>4</sup> Un mayor análisis sobre la experiencia de estos países puede encontrarse en Devlin y Mougillansky (2009).

En los países centroamericanos el sector agrícola representó en promedio el 7,6% del PIB en 2010. Este sector perdió participación en la última década, ya que en 2000 representaba el 8,4% del PIB. No obstante, se observan diferencias importantes entre los porcentajes que registran los países de esta subregión, que van desde un 1,5% del PIB en Panamá hasta un 11,6% del PIB en Guatemala. Entre 2000 y 2010, el sector agrícola creció a una tasa anual media del 2%, en comparación con un 3,8% del PIB total<sup>5</sup>.

Por su parte, en 2010 la producción agroindustrial de la subregión relacionada con agricultura (incluidas manufacturas de alimentos, bebidas y tabaco) representó en promedio el 7,4% del PIB y el 41,9% de la producción manufacturera. Estos coeficientes varían significativamente entre los países: en el caso de la participación en el PIB, van desde el 2,9% en Panamá hasta el 13% en Nicaragua y en el caso de la participación en la producción manufacturera, desde el 20,7% en Costa Rica hasta el 56,7% en Nicaragua. Entre 2000 y 2010, la producción agroindustrial creció a una tasa anual media del 3,5%<sup>6</sup>. De esta manera, la participación conjunta del sector agroproductivo en el PIB de la subregión fue del 15% en 2010.

Las exportaciones agroproductivas de los países de Centroamérica sumaron 8.747 millones de dólares en 2010, lo que representa el 37,3% de las exportaciones totales<sup>7</sup>. Entre 2000 y 2010, estas exportaciones registraron una tasa de crecimiento anual media del 5,8%, en comparación con el 6,7% de las exportaciones totales de bienes.

Los principales productos agropecuarios que la subregión exportó en 2009 fueron café verde o tostado (cuyas exportaciones sumaron 1.814 millones de dólares), plátanos (1.376 millones de dólares), azúcar de remolacha y caña (691 millones de dólares), frutas tropicales frescas, incluida la piña (666 millones de dólares), aceite de palma (327 millones de dólares), nuez moscada, manís y cardamomo (304 millones de dólares), jugos de frutas y jugos de legumbres (232 millones de dólares), limonadas y aguas aromatizadas no alcohólicas (184 millones de dólares), pan, galletas y otros productos de panadería (120 millones de dólares) y melazas (103 millones de dólares)<sup>8</sup>.

---

<sup>5</sup> CEPAL, Sistema de Información Agropecuario (SIAGRO) [en línea], fecha de consulta: 4 de mayo de 2012.

<sup>6</sup> La fuente de información de la producción agrícola y agroindustrial es CEPAL, sobre la base de cifras oficiales.

<sup>7</sup> Las exportaciones agroproductivas incluyen los siguientes capítulos de la Clasificación Uniforme para el Comercio Internacional (CUCI), revisión 1: 04 Cereales y preparados de cereales; 05 Frutas y legumbres; 06 Azúcar, preparados de azúcar y miel; 07 Café, té, cacao, especias y sus preparados; 09 Preparados alimenticios diversos; 11 Bebidas; 12 Tabaco y sus manufacturas; 22 Semillas, nueces y almendras oleaginosas, y 42 Aceites vegetales fijos.

<sup>8</sup> CEPAL, Banco de Datos del Comercio Exterior de América Latina y el Caribe (BADECEL), sobre la base de cifras oficiales [fecha de consulta: 4 de mayo de 2012].

La información desagregada sobre empleo por sector es limitada en los países centroamericanos. Los datos disponibles y comparables que fue posible encontrar corresponden a la población ocupada en el sector agropecuario. En 2010, este sector empleaba a 5,8 millones de personas, que representaban el 39,3% de la población ocupada total.

La estructura productiva del sector agrícola en la subregión se caracteriza por un predominio de pequeñas fincas de tamaño familiar con una superficie muy reducida. Por ejemplo, se estima que en 2007 el 87% de los productores de El Salvador cultivaban menos de 1,5 hectáreas, mientras que en Guatemala en 2008 más del 80% de las unidades productivas tenían una extensión inferior a 10 hectáreas y el resto de las propiedades no superaban las 25 hectáreas. Por otro lado, se estima que en Nicaragua entre el 80% y el 90% de las fincas corresponden a la agricultura familiar<sup>9</sup>.

Entre los actores del sector no existe gran interés ni capacidad de manejar los temas de ciencia, tecnología e innovación, puesto que predominan las pequeñas producciones familiares de subsistencia. Los grandes productores agrícolas y agroindustriales suelen ser más activos que los productores pequeños en el uso y generación de nuevas tecnologías.

En cuanto al clima de negocios y la competitividad en general, el índice de competitividad mundial, elaborado por el Foro Económico Mundial, ilustra las disparidades y las áreas pendientes que existen en la subregión. En el informe del período comprendido entre 2011 y 2012 se publica que, en términos de la calidad de la infraestructura (transporte, telecomunicaciones y energía), entre un total de 142 países, Guatemala se encuentra en el lugar 51, Panamá en el 55, El Salvador en el 58, Honduras en el 89, Costa Rica en el 101 y Nicaragua en el 118. En cuanto a capacidades globales para la innovación, Costa Rica se sitúa en el lugar 40, Guatemala en el 69, Honduras en el 88, Panamá en el 98, Nicaragua en el 111 y El Salvador en el 115. En términos de protección del inversionista, Nicaragua se ubica en el lugar 77, Panamá en el 93, El Salvador en el 100, Guatemala en el 111, y Costa Rica y Honduras en el 131. Por último, en cuanto a la competitividad de las economías, cuatro de los países tuvieron un retroceso en el último año: Costa Rica del lugar 56 al 61, Guatemala del 78 al 84, El Salvador del 82 al 91 y Nicaragua del 112 al 115. En contraste, mejoró la posición de Panamá y Honduras, que pasaron del lugar 53 al 49 y del lugar 91 al 86, respectivamente (Foro Económico Mundial, 2012).

## **2. Tipificación de organizaciones e instituciones relevantes del sistema agroproductivo**

Todos los países de la subregión cuentan con una estructura sólida de organizaciones del sector agroproductivo conformada por entidades como centros de investigación, universidades, grupos industriales nacionales y

<sup>9</sup> Véase [en línea] [www.ine.gob.gt](http://www.ine.gob.gt) [fecha de consulta: 9 de mayo de 2012].

transnacionales, cooperativas, organizaciones que ofrecen servicios a cadenas agroproductivas en particular, agencias públicas y legislación específica para el sector. A continuación se analizan las características principales de cada uno de los tipos de entidades. Es importante precisar que este análisis no tiene por objetivo enumerar en forma exhaustiva todas las organizaciones, sino ilustrar de manera sistemática y ordenada las principales capacidades de los sistemas agroproductivos de innovación de la subregión.

### **a) Organizaciones públicas e instituciones**

Los países de la subregión cuentan con ministerios que apoyan el sector agroproductivo y disponen de recursos propios para llevar a cabo actividades de investigación y proporcionar servicios de asistencia técnica a los actores productivos. Incluso existen fondos de apoyo a la CTI específicos para el sector. Estos ministerios, junto con otros organismos gubernamentales (comisiones, institutos, centros y consejos, entre otros), realizan gran parte de las inversiones en I+D de los países de la subregión.

Todos los países de Centroamérica cuentan con un ministerio de agricultura que funciona como rector de la política de innovación en el sector agroproductivo. En Costa Rica y El Salvador existe un Ministerio de Agricultura y Ganadería; en Guatemala, un Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación y un Fondo Nacional para la Reactivación y Modernización de la Agricultura (FONAGRO); en Honduras, una Secretaría de Agricultura y Ganadería; en Nicaragua, un Ministerio Agropecuario y Forestal, y en Panamá, un Ministerio de Desarrollo Agropecuario.

Por otro lado, los organismos nacionales de ciencia y tecnología, que realizan actividades paralelas o en conjunto con los ministerios de agricultura, apoyan proyectos de I+D en el sector agroproductivo. Por ejemplo, en Guatemala la Secretaría Nacional de Ciencia y Tecnología (SENACYT) creó el Fondo Competitivo de Desarrollo Tecnológico Agroalimentario (AGROCYT). En Honduras existe el Sistema Nacional de Investigación y Transferencia de Tecnología Agropecuaria (SNITTA), que a través del Programa Nacional Agroalimentario (PRONAGRO), el Programa Nacional de Desarrollo Rural y Urbano Sostenible (PRONADERS) y el Fondo Nacional de Desarrollo Rural Sostenible (FONADERS) busca fortalecer las capacidades tecnológicas de los productores del sistema agroproductivo para mejorar la competitividad de sus cadenas. En El Salvador, el Viceministerio de Ciencia y Tecnología apoya iniciativas del sector agroproductivo.

En cuanto a las instituciones relevantes para el sistema sectorial de innovación agroproductivo, los países de la subregión tienen un marco legal institucional específico para el sector. Mediante estas leyes se establecen mecanismos referentes a la protección e incentivo de inversiones, el registro de la propiedad intelectual, la creación de organizaciones específicas del

sector y la operación bajo regímenes especiales como las zonas francas, entre otras. En Panamá y Honduras, además, se cuenta con una institucionalidad específica del sector agroproductivo. Por ejemplo, en Panamá existen la ley de transformación agropecuaria, la llamada Ley 4 de 1994, en que se establece el sistema de intereses preferenciales para el sector agropecuario y el sector agroindustrial exportador de productos no tradicionales, y la Ley 82 de 2009, mediante la cual se crea el certificado de fomento a las agroexportaciones (CeFA). Por su parte, en Honduras se dictó la Ley para la Modernización y el Desarrollo del Sector Agrícola, con que se busca aumentar la producción nacional, estableciendo incentivos a la inversión y la seguridad jurídica sobre los activos productivos. También existen la Ley Especial de Inversiones Agrícolas y Generación de Empleo Rural y la ley de Zonas Agrícolas de Exportación (ZADE), orientadas a crear zonas agrícolas de propiedad privada para fomentar la producción agrícola y agroindustrial exportable, utilizando mano de obra local y recibiendo beneficios de exenciones de impuestos y servicios por parte del Estado.

Los estudios nacionales sobre los sistemas agroproductivos de innovación en Centroamérica elaborados como insumo para este análisis ofrecen evidencia de que los organismos públicos de apoyo al sector enfrentan limitaciones para la ejecución y evaluación de políticas e iniciativas, debido a falta de recursos financieros y humanos. La carencia de equipamiento dificulta también su operación. Otro aspecto pendiente es la poca continuidad de las políticas públicas, ya que no suelen estar basadas en consensos entre los sectores público y privado que les permitan superar los cambios de gobierno. En Honduras y Nicaragua, principalmente, las actividades operativas que llevan a cabo estos organismos públicos tienden a depender del apoyo de la cooperación internacional. Por otro lado, la ejecución de políticas adolece de poca efectividad debido a la falta de coordinación existente entre diversas instancias gubernamentales, la duplicidad de programas y la falta de mecanismos de evaluación sistemática y periódica.

## **b) Centros de investigación y universidades**

Todos los países de la subregión cuentan con centros públicos de investigación específicos del sector agroproductivo. Estos centros suelen cubrir sus gastos administrativos (infraestructura y salarios) mediante un presupuesto asignado por el gobierno. También dependen de donaciones internacionales y fondos nacionales del presupuesto total destinado a ciencia y tecnología para solventar sus gastos operativos e implementar proyectos específicos (Stads y otros, 2008). Por ejemplo, en Costa Rica existe el Instituto de Investigación e Innovación en Transferencia de Tecnología Agropecuaria (INTA); en El Salvador, el Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal (CENTA); en Guatemala, el Instituto de Ciencia y Tecnología Agropecuaria (ICTA); en Honduras, el Instituto Nacional Agrario (INA); en

Nicaragua, el Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria (INTA), y en Panamá, el Instituto de Investigaciones Agropecuarias de Panamá (IDIAP).

Estos centros llevan a cabo diversas actividades para apoyar el desempeño del sector agroproductivo: oferta de paquetes tecnológicos para productores, capacitación para utilizar nuevas tecnologías, generación y transferencia tecnológica mediante la publicación y difusión de material informativo, investigación encaminada a mejorar métodos y recursos para incrementar la productividad por medio del mejoramiento de semillas y plantas de cultivos importantes para los países de la subregión, como el maíz y el café. No obstante, las investigaciones que se realizan no suelen tener una orientación al mercado y se caracterizan por un bajo nivel de vinculación con el sector productivo.

También existen centros de investigación no gubernamentales que llevan a cabo actividades de I+D específicas para una cadena. Estos centros comúnmente están financiados por el gobierno, sobre la base de la recaudación de impuestos comerciales a la producción o las exportaciones (Stads y otros, 2008). Por ejemplo, en Costa Rica existe el Instituto Nacional del Café (ICAFÉ); en Honduras, el Instituto Hondureño del Café (IHCAFÉ), y en Guatemala, el Centro Guatemalteco de Investigación y Capacitación de la Caña de Azúcar (CENGICANÁ). En la misma línea, la Fundación Salvadoreña para Investigaciones del Café (PROCAFÉ) es una institución privada que se dedica a la investigación y transferencia tecnológica para los productores cafetaleros y es financiada por las diferentes cámaras productoras de café de El Salvador.

Existen también otro tipo de centros o institutos privados que realizan actividades específicas en el sector y que tienen como finalidad la aplicación comercial de los resultados de sus investigaciones. Por ejemplo, la Fundación Hondureña de Investigación Agrícola (FHIA), a través de su Programa de Banano y Plátano, ha logrado desarrollar variedades de bananos resistentes a plagas y enfermedades, con lo que se ha mejorado significativamente su calidad<sup>10</sup>.

En un proyecto de asistencia técnica financiado por el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) y ejecutado por la Comisión para el Desarrollo Científico y Tecnológico de Centroamérica y Panamá (CTCAP) se identificaron 18 centros de desarrollo tecnológico en la subregión que realizan actividades de I+D en el sector agroproductivo. En el diagnóstico se encontraron 42 proyectos en que se obtuvieron resultados con potencial de comercialización, como semillas mejoradas, biocombustibles y productos para la industria de alimentos (BID/CTCAP, 2011).

El Centro Nacional de Innovaciones Biotecnológicas (CeniBiot) de Costa Rica es un caso interesante en la subregión, por ser un centro de investigación con orientación comercial y aplicada, en áreas como la utilización

---

<sup>10</sup> Véase [en línea] [http://www.fhia.org.hn/htdocs/banano\\_y\\_platano.html](http://www.fhia.org.hn/htdocs/banano_y_platano.html).

de residuos agroindustriales para la producción de fertilizantes destinados a los cultivos de café y la producción de medicinas y fermentativos para la formulación de productos de interés industrial en las áreas alimentaria, nutricional, cosmocéutica y farmacéutica. Entre 2008 y 2012, el centro desarrolló más de 20 proyectos de investigación con fines comerciales para el sector agroproductivo. La Unión Europea, en el Plan Operativo 2006-2010, financió el CeniBiot con 10,9 millones de euros y el Gobierno de Costa Rica con 4,0 millones de euros<sup>11</sup>.

Por otro lado, todos los países cuentan con universidades que imparten programas de enseñanza superior y realizan actividades de investigación dirigidas específicamente al sector agroproductivo. Las universidades públicas tienen comúnmente las mayores capacidades de investigación en el sector agroproductivo, gracias a la cantidad de recursos que se les asignan. En Costa Rica, la Universidad de Costa Rica (UCR), la Escuela de la Agricultura de la Región Tropical Húmeda (EARTH) y la Universidad Nacional disponen de centros de investigación y carreras profesionales relativas al sector.

En El Salvador, las universidades de El Salvador (UES) y Dr. José Matías Delgado (UJMD) ofrecen las carreras de ingeniería agroindustrial e ingeniería en alimentos. Además, la Escuela Nacional de Agricultura Roberto Quiñónez (ENA) es una institución autónoma del Ministerio de Agricultura especializada en la educación superior agropecuaria.

En Guatemala, la Universidad de San Carlos (USAC) y la Universidad Rafael Landívar (URL) tienen facultades de Agronomía y de Ciencias Agrícolas y Ambientales.

En Honduras, la Universidad Nacional Autónoma de Honduras (UNAH) y la Escuela Agrícola Panamericana Zamorano (EAP) cuentan con carreras de ingeniería agronómica. La EAP lleva a cabo investigaciones sobre nutrientes del suelo con el fin de mejorar las técnicas de fertilización de la tierra para los cultivos de maíz y desarrolla un programa que incluye la producción de biocombustibles a partir de la caña de azúcar.

En Nicaragua, la Universidad Centroamericana (UCA), la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua (UNAN), la Universidad Nacional Agraria (UNA), la Universidad Católica del Trópico Seco (UCATSE) y la Universidad de Ciencias Comerciales ofrecen carreras de ingeniería y llevan a cabo investigaciones específicas del sector.

En Panamá, la Universidad de Panamá (UP), a través de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, ofrece 5 carreras de pregrado, 5 maestrías y 1 diplomado relacionados con el sector agropecuario. La Universidad Tecnológica de Panamá (UTP) cuenta con carreras y maestrías vinculadas al sector y

---

<sup>11</sup> Véase el Plan Operativo Global CeniBiot/Micit de junio de 2006.

tiene un centro especializado (el Centro de Producción e Investigaciones Agroindustriales, CEPIA), cuyos estudios benefician a empresas del sector y son financiados por la Secretaría Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (SENACYT). El CEPIA ejecuta proyectos en que participan actores gubernamentales, otros centros de investigación y empresas<sup>12</sup>. Además, opera el Instituto de Mercadeo Agropecuario (IMA), que se especializa en formular e implementar políticas de mercadeo para la comercialización de productos del sector agroproductivo, por medio de dos programas: el de agroexportación y el de apoyo a la comercialización. Ambos programas tienen como objetivo brindar servicios de capacitación, asesoría, investigación y suministro de información a los productores para hacer más competitivos sus negocios.

De acuerdo con la evidencia recogida en los estudios nacionales, el contenido de los programas universitarios dirigidos al sector agroproductivo no siempre satisface las demandas y necesidades del sector productivo, además de que no se gradúan todos los alumnos que requiere el sector. La investigación que se desarrolla en las universidades es principalmente de carácter académico y documental, y solo en algunos casos está orientada a la comercialización de productos. La interacción con el sector productivo no suele darse a través de acuerdos o mecanismos permanentes. Algunas de las barreras que dificultan una mayor interacción entre universidades y sector productivo son las divergencias en cuanto a cultura organizacional y objetivos, que se expresan en la orientación académica de la investigación y en la falta de interés de los productores por tener acceso a fuentes de conocimientos que les permitan innovar. Asimismo, hay una falta de información tanto sobre la oferta de conocimientos disponible en las universidades, como sobre la demanda de conocimientos por parte de las empresas. Las interacciones rara vez se establecen para el desarrollo de proyectos conjuntos de investigación o servicios de asistencia técnica, y se concentran en pasantías e intercambio de personal.

De igual manera, se observa escasa relación entre universidades dentro de los países, a pesar de que tienen vocaciones y necesidades comunes. Existen casos exitosos de cooperación entre universidades de la subregión en el sector agroproductivo, pero se concentran en programas de intercambio de estudiantes. Suelen privilegiarse las relaciones con universidades ubicadas fuera de la subregión, en particular en los Estados Unidos y América del Sur.

Los centros de investigación enfrentan retos similares a los de las universidades: falta de financiamiento y de recursos humanos altamente calificados, orientación a la investigación académica con poca atención a las necesidades del sector productivo, débil interacción con productores e incluso con otros centros de investigación y falta de equipamiento, entre otros.

---

<sup>12</sup> Mayor información sobre el proyecto puede encontrarse en [en línea] <http://www.cepia.utp.ac.pa/proyectos-de-investigacion-desarrollo-e-innovacion-ano-2011>.



### **c) Empresas y productores del sistema agroproductivo de innovación**

En los países de la subregión el sector agroproductivo tiene una participación significativa en términos de generación de valor agregado, exportaciones y empleo, como ya se mencionó. Es posible identificar cuatro tipos de productores (incluidos tanto los agrícolas como los agroindustriales):

- i) Productores de infrasubsistencia: se caracterizan por enfrentar notorias limitaciones de recursos y generar bajos volúmenes de producción para el autoconsumo, lo que no les permite cubrir sus necesidades básicas (vivienda, alimentación, salud y educación).
- ii) Productores de subsistencia: junto con los de infrasubsistencia, son denominados productores tradicionales. Aunque la comercialización de una parte mínima de su producción sea para ellos una fuente de ingresos, tampoco logran cubrir todas sus necesidades.
- iii) Productores excedentarios: alcanzan mayores niveles de producción, lo que les permite obtener ingresos que cubren sus necesidades, así como algún grado de capitalización.
- iv) Productores comerciales: se caracterizan por tener acceso a recursos financieros y tecnológicos, y generar altos volúmenes de producción para comercialización.

Si bien en Centroamérica predominan los pequeños productores con bajas capacidades productivas y tecnológicas, también existen grandes empresas que exportan sus bienes y son proveedores de compañías transnacionales. Un ejemplo es el Grupo Agroindustrial CALESA de Panamá, que está conformado por siete empresas y genera más de 3.200 empleos directos. Fue fundado en 1918 y se ha consolidado como el más importante generador de trabajo y de I+D del sector agroproductivo panameño. Las empresas que forman el grupo se interesan en el mejoramiento de material genético del arroz y la caña, control biológico de plagas, biofábricas para la reproducción de la caña y resistencia a herbicidas, entre otros temas. Cuenta con laboratorios de biotecnología y análisis moleculares. Sus investigaciones se financian con fondos propios y en ocasiones con subsidios públicos que otorga la SENACYT.

También en Panamá, la empresa Productos Pascual S.A. se dedica a la fabricación de galletas, caramelos y pastas, entre otros productos. En la última década ha logrado posicionar sus productos en siete países del continente y cuenta con un departamento de I+D donde laboran investigadores de tiempo completo. Los fondos para solventar las actividades de I+D son propios. Otro ejemplo es Eviday, que se dedica a la exportación de concentrado natural de jugo de caña y es una empresa pequeña pero innovadora que se ha beneficiado de fondos de la SENACYT y de las investigaciones de universidades locales.

En Guatemala, la empresa Derivados del Maíz de Guatemala (DEMAGUSA) exporta derivados industriales del maíz, como tostadas o tacos congelados.

En Nicaragua, el Grupo Pellas reúne a 20 empresas, algunas de las cuales son parte del sector agroproductivo, como la Compañía Licorera de Nicaragua, la Compañía Azucarera Chumbagua, el Grupo Alcoholes del Istmo y Nicaragua Sugar Estates Limited. En Honduras, el Grupo Agrolíbano está conformado por varias empresas entre las que se encuentra Agropecuaria Montelibano, que exporta frutas a América del Norte, Europa y el Oriente Medio.

En Costa Rica, existen la Cooperativa de Productores de Leche Dos Pinos, que comercializa productos lácteos, jugos, néctares, té y sodas, y Florida Ice and Farm, un conglomerado empresarial que opera en toda Centroamérica, dedicado principalmente a la comercialización de bebidas. En El Salvador, la Compañía Azucarera Salvadoreña (CASSA) produce y comercializa azúcar y derivados de la caña para el mercado nacional e internacional.

También están presentes empresas transnacionales. Por ejemplo en Guatemala, Industrias Agroquímicas Bayer comercializa más de 90 productos fitosanitarios. El 70% de los productos que comercializa esta empresa se formulan en la planta ubicada en Amatitlán (Guatemala), aunque es importante destacar que los ingredientes activos son desarrollados en centros de I+D ubicados en Alemania, los Estados Unidos y el Japón. La compañía Chiquita, con presencia en Costa Rica, Honduras, Nicaragua y Panamá, es la empresa líder comercializadora de plátanos en los Estados Unidos y vende sus productos en casi 70 países. El Grupo Bimbo, la empresa panificadora más grande del mundo, tiene presencia en todos los países de la subregión. Otro ejemplo es el Grupo Gruma, que se ha consolidado como la empresa líder de harina de maíz y tortillas a nivel mundial, y tiene operaciones en El Salvador, Guatemala y Honduras.

En cuanto a las agrupaciones de productores y empresas, todos los países cuentan con cámaras o asociaciones del sector agroproductivo, que tienen como objetivo representar los intereses de sus miembros y ofrecerles una amplia gama de servicios, incluidas la capacitación y la difusión de información relevante para el sector. Por ejemplo, Costa Rica cuenta con la Cámara de Insumos Agropecuarios, la Cámara Costarricense de la Industria Alimentaria (CACIA), la Liga Agrícola Industrial de la Caña de Azúcar (LAICA), la Corporación Bananera Nacional (CORBANA), la Corporación Arrocería Nacional (CONARROZ) y la Unión de Productores Agropecuarios (UPA Nacional).

En El Salvador existen la Cámara Agropecuaria y Agroindustrial (CAMAGRO), la Unión de Cooperativas de Cafetaleros de El Salvador (UCAFES) y la Asociación Cafetalera de El Salvador (UCAFÉ). Guatemala cuenta, entre

otras, con la Asociación del Gremio Químico Agrícola (AGREQUIMA), la Gremial de Fabricantes de Alimentos y la Gremial de Fabricantes de Alimentos para Animales. En Honduras existen la Federación Nacional de Agricultores y Ganaderos (FENAGH), la Asociación de Alimentos Balanceados, la Federación de Agroexportadores (FPX), la Federación Nacional de Palmeros de Honduras (FENAPALMAH), la Federación Hondureña de Productores de Caña de Azúcar (FEPROCAH) y la Asociación Hondureña de Productores de Café (AHPROCAFÉ). Nicaragua tiene la central de Cooperativas de Servicios Múltiples (PRODECCOP), la Central de Cooperativas de Café de Nicaragua Norte (CECOCAFEN) y la Unión de Productores Agropecuarios de Nicaragua (UPANIC). Por su parte, en Panamá se encuentran la Unión de Productores Agropecuarios de Panamá (UNPAP), la Asociación Nacional de Molineros de Arroz (ANALMO), la Cámara de Comercio, Industria y Agricultura (CCIAP), la Gremial de Exportadores de Productos No Tradicionales de Panamá (GANTRAP) y la Asociación Nacional de Productores de Seguros de Panamá (APROSEPA).

También es necesario mencionar que existen algunas cooperativas o asociaciones empresariales de carácter regional que fomentan actividades de fortalecimiento conjunto. Por ejemplo, la Confederación de Cooperativas del Caribe y Centroamérica (CCC-CA), a través de su Programa de Mejoramiento de la Participación Cooperativa en el Desarrollo Rural (PMDR), busca mejorar la estructura organizacional de las cooperativas dentro de los países. Además, tiene como objetivos formar un banco de información con datos actualizados y crear vínculos de cooperación regionales entre las distintas cooperativas rurales. Otros ejemplos son la Federación de Entidades Privadas de Centroamérica, Panamá y la República Dominicana (FEDPRICAP) o el Centro Regional para la Promoción de la Micro y Pequeña Empresa en Centroamérica (CENPROMYPE), que si bien no son exclusivas de un sector en particular realizan actividades que benefician al sector agroproductivo.

Las empresas y productores del sector agroproductivo llevan a cabo, en general, pocas actividades de I+D. Como se mencionó anteriormente, predominan los productores tradicionales, que cuentan con bajas capacidades e interés por invertir en el mejoramiento de sus procesos y productos. Esto se traduce en falta de innovación y reducido valor agregado de las exportaciones del sector. Por otro lado, se observa una vinculación débil entre empresas, más allá de las relaciones comerciales. Son escasos los proyectos de I+D conjuntos entre empresas, así como entre estas y universidades o centros de investigación.

#### **d) Entidades que difunden, transfieren y facilitan el acceso a tecnología**

Los países de la subregión se caracterizan por contar con un fuerte apoyo y una amplia presencia de organismos de la cooperación internacional, así como de organizaciones no gubernamentales. Entre sus tareas está la colaboración

estrecha con los actores nacionales encargados de las actividades de I+D, para facilitar, promover y transferir conocimiento y tecnologías específicas al sector, mediante financiamiento o programas de asistencia técnica. En algunos países, la presencia de este tipo de organizaciones resulta vital para las actividades de I+D del sector. Por ejemplo en Nicaragua, alrededor del 70% del gasto en I+D en el sector agropecuario está financiado por programas de cooperación internacional y por los bancos internacionales de desarrollo.

La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) es uno de los organismos internacionales que tiene presencia en toda la subregión. En Guatemala, por ejemplo, ejecutaba en 2011 ocho programas nacionales y tres regionales enfocados en el desarrollo rural sostenible, brindando asesoría técnica y capacitación. En Costa Rica, la FAO llevaba adelante más de 20 proyectos, como el fortalecimiento operativo del Ministerio de Agricultura y Ganadería, para responder a las demandas de las agrocadenas estratégicas nacionales y de regiones dentro del país. En Panamá, la FAO apoya el Programa Huertos Familiares, Escolares y Comunitarios, que refuerza las políticas de producción de semilla y granos básicos en apoyo a la agricultura campesina para la seguridad alimentaria en países miembros del Consejo Agropecuario Centroamericano (CAC). En el proyecto Fortalecimiento de la Estrategia de Producción Nacional de Semillas de Granos Básicos para la Seguridad Alimentaria en Nicaragua, ejecutado conjuntamente por la FAO y el Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria, se busca producir semillas certificadas de alta calidad, en cantidades suficientes para responder a las necesidades de los planes nacionales de producción de granos básicos.

Otros organismos de la cooperación internacional que tienen una fuerte presencia en los países centroamericanos son las instituciones de la cooperación alemana, que promueven, mediante distintos programas, el fortalecimiento de los sistemas nacionales de innovación. Entre los mecanismos que utilizan están el asesoramiento para la implementación de políticas de innovación, el fomento del espíritu de emprendimiento y el apoyo a la formación de redes y plataformas de intercambio de conocimientos. La Agencia Alemana de Cooperación Internacional (GIZ) apoya desde 2009 la Mesa Técnica de Innovación de Honduras, un espacio de colaboración entre los distintos actores del sistema para la formulación de políticas públicas favorables a las actividades productivas. Esta mesa tiene como objetivo apoyar la creación de políticas más eficientes y efectivas para el desarrollo del sector industrial, con énfasis en las microempresas y empresas pequeñas y medianas; promover acercamientos entre los sectores académico y privado para que los proveedores y los usuarios de innovación y recursos humanos colaboren mutuamente, así como cooperar y apoyar al sector público en la identificación y desarrollo de estrategias y acciones que faciliten las sinergias entre empresarios, investigadores, sector académico y gobierno. De igual forma, la cooperación suiza, a través de la

Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación (COSUDE), trabaja de manera conjunta con la Secretaría de Agricultura y Ganadería de Honduras para fortalecer y mejorar la competitividad de los pequeños productores rurales del país mediante la integración de cadenas agroproductivas. Entre las actividades que realiza la COSUDE están la asistencia técnica, la capacitación y el cofinanciamiento de programas.

El Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA) es un organismo internacional con presencia en toda la subregión. Se dedica a la promoción de actividades de I+D agroindustrial y al fortalecimiento de cadenas productivas por medio de asesoramiento técnico, capacitación y conducción de investigaciones específicas en el sector, incluida su publicación. En su Plan 2010-2014, el IICA plantea dos programas de especial interés para este diagnóstico, Innovación para la Productividad y la Competitividad, y La Comercialización de los Agronegocios (IICA, 2012). En El Salvador puso en marcha el Programa de Inversión de Desarrollo Competitivo del Sector Frutícola, que tiene como objetivo aumentar por lo menos en un 15% el ingreso medio neto real de 1.600 beneficiarios que integran las cadenas frutícolas, a través de la asistencia técnica y la capacitación a pequeños productores, a los que se motiva a organizarse de manera conjunta y cooperar entre sí<sup>13</sup>. En Panamá, el IICA desarrolla el Programa de Fortalecimiento y Modernización Institucional del Ministerio de Desarrollo Agropecuario, mientras que en Honduras se llevó a cabo el Proyecto de Mejoramiento del Beneficio y la Comercialización del Café (IICA, 2012).

También tiene presencia en toda la subregión el Instituto Internacional de Investigación sobre Políticas Alimentarias (IFPRI), que se dedica a la investigación y difusión de políticas agrícolas, para lograr una agricultura sostenible que disminuya la desigualdad y la pobreza. El IFPRI colabora de manera estrecha con diferentes actores, cuyas competencias y actividades repercuten en el sector agroproductivo.

Existen centros de asistencia técnica y organizaciones privadas que ejecutan proyectos de manera bilateral en los países de la subregión. Por ejemplo, la Misión Técnica de Taiwán (MITET), con presencia en Panamá, brinda apoyo técnico al proyecto de cultivo y micropropagación de orquídeas desarrollado por la UTP y el Ministerio de Desarrollo Agropecuario. En Honduras, el Centro de Conocimiento y Transferencia (CECOT), una organización privada de Cataluña (España), coopera con la Asociación Nacional de Industriales (ANDI) para que sus afiliados reciban nuevas tecnologías y desarrollen un proyecto de negocios denominado *Business Angels*. El proyecto se basa en la transferencia de conocimientos del CECOT a la ANDI, con el objetivo de crear una nueva herramienta de financiamiento para las pequeñas empresas.

---

<sup>13</sup> Mayor información puede encontrarse en [en línea] <http://www.iica.int/Esp/regiones/central/salvador/proyectos/Paginas/PDPIICA-CHEMONICS.aspx>.

Otro tipo de actores son las organizaciones no gubernamentales (ONG) de carácter nacional como, por ejemplo, la Fundación para el Desarrollo Tecnológico Agropecuario y Forestal (FUNICA) en Nicaragua, una asociación civil integrada por productores, universidades y otras ONG que trabajan en proyectos nacionales y regionales específicos del sector. La FUNICA ha financiado más de 400 proyectos, con aportes por más de 20 millones de dólares. En la misma línea, El Salvador cuenta con la Fundación para la Innovación Tecnológica Agropecuaria (FIAGRO), que tiene como objetivo la promoción de la innovación tecnológica para mejorar el acceso a mercados y la competitividad de las empresas del sector.

El INTA y la FUNICA pusieron en marcha el programa Desarrollo de Mercados de Tecnologías, dirigido a poner al alcance de pequeños y medianos agricultores tecnologías generadas o validadas en Nicaragua. Con el programa se mejoró la accesibilidad y disponibilidad de servicios tecnológicos para más de 5.000 productores, principalmente en tecnologías asociadas a granos básicos, apicultura, hortalizas, ajonjolí, raíces y tubérculos, café y ganadería. En particular, se les proporcionó asistencia técnica en el fortalecimiento para reconversión productiva, producción primaria, manejo de postcosecha, transformación y certificación.

Como se pudo observar en los párrafos anteriores, hay una fuerte presencia de agencias de cooperación internacional, centros de asistencia técnica y ONG que apoyan mecanismos de transferencia y adquisición de conocimientos por parte de actores locales. Sin embargo, falta aún impulsar una mayor inversión y esfuerzos locales que permitan crear capacidades endógenas que, a su vez, reduzcan la dependencia con respecto a la ayuda internacional. Las diferencias dentro de la subregión resultan particularmente visibles y son Nicaragua y Honduras los países que presentan una mayor dependencia frente a organismos de cooperación internacional.

#### **e) Organizaciones transversales al sector**

Los países de la subregión cuentan con organizaciones transversales que, si bien no son exclusivas del sector, es imprescindible mencionar dada la importancia del papel que desempeñan en los sistemas sectoriales de innovación. Es el caso de las redes metrológicas y las organizaciones que ofrecen financiamiento, entre otras.

En primer lugar, en los países de Centroamérica existen organizaciones y fondos públicos de financiamiento para actividades de innovación. Por ejemplo, en Costa Rica la Fundación para el Fomento y la Promoción de la Investigación y la Transferencia de Tecnología Agropecuaria (FITTACORI), el Banco Nacional de Costa Rica, el Banco Popular y de Desarrollo Comunal y la Red de Ángeles Inversores ofrecen servicios de financiamiento para las actividades de I+D. El Salvador cuenta con el Fondo FOEX-FONDEPRO, que

ofrece líneas de crédito para la agroindustria. En Guatemala, el Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación apoya a productores para la comercialización de sus productos. En Panamá se observa un mayor número de organizaciones de financiamiento cuyos fondos son dedicados específicamente al sector agroproductivo. Por ejemplo, existe el Banco de Desarrollo Agropecuario, que financia actividades agropecuarias y agroindustriales y en 2011 contaba con una cartera vigente de 157 millones de dólares. También opera el Banco Nacional de Panamá, que ofrece financiamiento para rubros agrícolas de corto, mediano y largo plazo, desde 5.000 hasta 200.000 balboas, y además ofrece seguimiento y asesoría financiera para la adecuada utilización del crédito. La SENACYT, el Ministerio de Desarrollo Agropecuario y el Ministerio de Economía y Finanzas tienen disponibles fondos de apoyo financiero para actividades de I+D.

En segundo lugar, los bancos de desarrollo internacionales y los organismos de la cooperación internacional cumplen un papel importante en el financiamiento de proyectos de I+D del sector agroproductivo. En Panamá, por ejemplo, el BID financia varios proyectos específicos del sector como los fondos para la investigación agrícola por un monto de 2 millones de dólares. En Nicaragua y Honduras, gran parte del financiamiento para actividades de I+D proviene de la cooperación internacional, que trabaja en conjunto con actores locales como el Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria y el Instituto de Desarrollo Rural, que proporcionan servicios de investigación y extensión agrícola.

Tercero, las ONG ofrecen microcréditos a actores del sector productivo. En Guatemala, por ejemplo, la Fundación para el Desarrollo Integral de Programas Socioeconómicos (FUNDAP), las cooperativas de ahorro y crédito, y Génesis Empresarial son las principales ONG proveedoras de microcréditos. De la misma manera, existe la Red de Instituciones de Microfinanzas de Guatemala (REDIMIF), que ofrece soluciones de financiamiento a los actores del sector productivo. En sentido contrario, se estima que la banca comercial guatemalteca representa menos del 4% del financiamiento destinado al sector productivo agroindustrial.

A pesar de que existen mecanismos de financiamiento, los productores agrícolas y agroindustriales de la subregión enfrentan barreras significativas para acceder a créditos procedentes del sector financiero formal. La mayor parte del financiamiento para el área rural proviene del sector financiero informal e incluye préstamos en dinero y bienes. Los proveedores de insumos agrícolas representan también una fuente importante de financiamiento, a través de la venta de insumos a crédito a los agricultores sin exigir garantía, basándose en el conocimiento a lo largo de varios años de los antecedentes de crédito de sus clientes. La banca comercial tiene relaciones permanentes solo con un número reducido de grandes productores. Sin embargo, existen

bancos especializados para los actores pequeños, como el Banco de Desarrollo Rural de Guatemala (BANRURAL S.A.), que tiene gran importancia como fuente formal de financiamiento.

Cuarto, como se mencionó en el capítulo II, todos los países cuentan con una institucionalidad desarrollada de fomento a la calidad que, si bien no es exclusiva para el sector agroproductivo, lo beneficia directamente. En particular, se ha creado en cada país de la subregión un sistema nacional de calidad, incorporado al sistema nacional de innovación, que se compone de centros y laboratorios de calidad, metrología, normas, estandarización y acreditación.

En Costa Rica, el Ente Costarricense de Acreditación (ECA) es la autoridad que dirige el sistema nacional de calidad. Integran también el Sistema Nacional Costarricense de Calidad, además del ECA, el Consejo Nacional para la Calidad (CONACAC), el Laboratorio Costarricense de Metrología (LACOMET), el Órgano de Reglamentación Técnica (ORT) y el Ente Nacional de Normalización (INTEC). En El Salvador, dentro del Ministerio de Economía, hay una Dirección de Calidad y Tecnología. El país cuenta además con el Laboratorio Nacional de Metrología Legal, el Instituto Salvadoreño de Normalización (ISANOR) y la Dirección de Acreditación, que forma parte del Ministerio de Educación. En Guatemala, la Dirección del Sistema Nacional de Calidad está integrada al Ministerio de Economía y cuenta con la colaboración de tres organizaciones: la Comisión Guatemalteca de Normas (COGUANOR), la Oficina Guatemalteca de Acreditación (OGA) y el Centro Nacional de Metrología (CENAME). En Honduras, existen el Centro Hondureño de Metrología (CEHM), el Organismo Hondureño de Normalización (OHN) y el Organismo Hondureño de Acreditación (OHA), organizaciones que forman parte de la Dirección de Competitividad e Innovación de la Secretaría Técnica de Planificación y Cooperación Externa (SEPLAN). En Nicaragua existe un Sistema Nacional de Calidad, presidido por el Ministerio de Fomento, Industria y Comercio, la Comisión Nacional de Normalización Técnica y la Comisión Nacional de Metrología. En Panamá, opera desde 2002 el Centro Nacional de Metrología de Panamá (CENAMEP), que es la autoridad rectora del sistema nacional de calidad.

#### **f) Dimensionamiento de recursos críticos (personal y equipamiento)**

En el análisis de este componente de los sistemas agroproductivos de innovación se enfrentó una falta generalizada de información, en particular cuantitativa, sobre el equipamiento y los recursos humanos con que cuentan los distintos tipos de organizaciones del sector.

En materia de recursos humanos, en 2006 los países de la subregión sumaban un total de 886 investigadores en el sector agrícola, de acuerdo con información del Sistema de Indicadores de Ciencia y Tecnología Agrícola



(ASTI)<sup>14</sup>. Costa Rica era el país que contaba con un mayor número (283), mientras que El Salvador y Guatemala tenían las menores dotaciones de investigadores del sector (77 y 102, respectivamente). Cerca de la mitad del total de investigadores del sector agrícola trabajan en organismos gubernamentales, con excepción de Honduras (donde la proporción es del 14,6%). Además, como se detalla más adelante en la sección sobre indicadores, el número de investigadores del sector que se desempeñan en las universidades es reducido y varía desde 11 en El Salvador hasta 115 en Costa Rica. Por otro lado, el número de investigadores del sector que trabajan para organizaciones no gubernamentales varía desde 6 en Honduras hasta 57 en Costa Rica (ASTI, 2012). En la subregión existen pocos investigadores con estudios de maestría o doctorado en el sector agrícola. Según información de 2006, Nicaragua cuenta con 57 y El Salvador con 19.

En una evaluación del sistema nacional de innovación de El Salvador, realizada por la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Comercio y Desarrollo (UNCTAD), se señala que la oferta de profesionales en las áreas relacionadas con la agroindustria no es adecuada. No solo son escasos los investigadores vinculados al sector, sino que también están poco calificados, pues el 80% de los investigadores del país cuentan únicamente con nivel de licenciatura. Cada año se gradúan unos 150 ingenieros y 150 técnicos en áreas relacionadas con la agroindustria, pero no se ofrece ningún doctorado en esas áreas y el número de graduados de maestría es aún limitado (UNCTAD, 2011).

Finalmente, el número total de investigadores de género femenino en el sector agrícola es aproximadamente 107. Costa Rica y Nicaragua son los que suman mayor número de investigadoras (27 cada uno), mientras que en Honduras solo existen alrededor de 7 mujeres investigadoras que trabajan en el sector (ASTI, 2012).

En cuanto a infraestructura y equipamiento, las universidades públicas suelen disponer de equipos para la realización de actividades de I+D en el sector agroproductivo. Por ejemplo, la Universidad de Costa Rica cuenta con 14 centros de investigación. En Panamá, la UP tiene laboratorios de suelo, fitopatología e informática; la UTP cuenta con tres laboratorios de procesamiento de alimentos, microbiología y fisicoquímica, y la Universidad Autónoma de Chiriquí (UNACHI), con una planta piloto de producción de hongos comestibles, laboratorios de control de calidad e invernaderos para demostrar la eficacia de abonos orgánicos. También existe infraestructura para I+D en universidades privadas, como la Escuela Agrícola Panamericana Zamorano de Honduras, que cuenta con cinco plantas de producción agroindustrial y una planta de I+D, en que se promueve la investigación y la creatividad de los alumnos para la generación de nuevos productos.

---

<sup>14</sup> La información de este sistema corresponde al sector agrícola. No fue posible encontrar indicadores comparables del sector agroproductivo, tal como está definido en este documento.

Las organizaciones y centros públicos de investigación también cuentan con equipamiento para I+D. Por ejemplo, el CENTA de El Salvador tiene 1 gerencia de investigación tecnológica, 36 agencias de extensión a nivel nacional, 3 estaciones experimentales, 1 estación de investigación en el área de semilla básica, laboratorios especializados, 1 banco genético y 4 programas de investigación (granos básicos, frutas, hortalizas y agroindustria). Sin embargo, es necesario mencionar que, pese a ser el centro público que mayor capacidad de investigación tiene en el país, el número de computadores en 2008 era de tres por investigador, lo que ilustra la necesidad de fortalecer y mejorar el equipamiento. PROCAFÉ en El Salvador cuenta con tres centros tecnológicos para la validación de variedades, la producción de semillas certificadas y de plántulas de café. Además dispone de un laboratorio para trabajo con el hongo *Beauveria bassiana*, que se emplea como controlador biológico para combatir la broca del fruto del café.

En el marco metodológico se propone como siguiente paso el análisis de la cobertura y foco de acción de los agentes, que hace necesario examinar las características de las actividades específicas y los beneficiarios concretos. No obstante, la falta de evaluaciones periódicas y sistemáticas de las acciones del gobierno, así como de información sobre las actividades de otros agentes del SSI, impide realizar un análisis en profundidad. Pese a que se ejecutan en la subregión programas y proyectos para mejorar las capacidades de innovación y de producción del sector, existe muy poca información disponible sobre los alcances y beneficiarios de dichos proyectos.

### **3. Descripción de los patrones predominantes de acceso a conocimientos tecnológicos en el sistema agroproductivo**

#### **a) Categorización de bases de conocimiento y patrones tecnológicos**

En los países de la subregión las bases de conocimientos y los patrones tecnológicos tienen características similares. En primer lugar, se observan diferencias significativas entre productores grandes y pequeños en términos de su acceso a conocimientos e insumos tecnológicos. En segundo lugar, predominan los productores pequeños que enfrentan una falta de recursos cognitivos y financieros para acceder a nuevos conocimientos que les permitirían aumentar su productividad y superar su condición de pobreza. En tercer lugar, existen productores más integrados a las cadenas de producción, que tienen acceso a mayores conocimientos e insumos tecnológicos.

De acuerdo con los distintos tipos de conocimientos (local, codificado empaquetado, codificado abierto y local con incorporación de conocimiento codificado) (véase el cuadro III.1) y los cuatro tipos de productores antes descritos (véase la sección D, apartado 2, c), se analizan a continuación las bases de conocimientos, los patrones tecnológicos y las vinculaciones específicas de cada uno.

Los pequeños productores tradicionales, es decir, los productores que se encuentran en situación de subsistencia o infrasubsistencia, cuentan con conocimientos locales y con bajas capacidades para absorber nuevos conocimientos y tecnologías. Puede tratarse de productores agrícolas o pequeñas empresas transformadoras de productos agrícolas. El bajo nivel de educación y de recursos económicos no les permite tener acceso a nuevos conocimientos. Las cadenas de maíz y de frijol son las más importantes para las producciones de tipo tradicional en la subregión. Las semillas que se utilizan suelen ser las mismas desde hace mucho tiempo, sin que los productores hayan tenido la capacidad de aumentar su productividad gracias a la compra de nuevas variedades. Las producciones son consumidas a nivel local, de modo que escapan a las exigencias del mercado, que podrían fomentar un aumento de la productividad. La producción de maíz y frijol también suele ser transformada, empaçada y comercializada dentro del país.

Los productores excedentarios y comerciales pueden adquirir conocimientos a través de las relaciones que mantienen con sus clientes, que suelen ser las empresas procesadoras y exportadoras que compran los productos excedentes de los pequeños productores. A partir de las relaciones comerciales se originan nuevos conocimientos para los productores. Sin embargo, esos conocimientos son adquiridos a través de una relación jerárquica entre las empresas compradoras y procesadoras, por un lado, y los pequeños productores agrícolas o agroindustriales, por otro lado. Los conocimientos se caracterizan por ser específicamente adquiridos a través de una relación mercantil. Se puede hablar de una dependencia tecnológica y cognitiva de los productores que forman parte de cadenas orientadas a la exportación: este tipo de productores se enfrentan a dificultades para adquirir nuevos conocimientos porque sus interacciones se limitan a las relaciones comerciales que tienen con las empresas compradoras y exportadoras. La producción y venta de maíz para su transformación en harina, por ejemplo, puede resultar de esta relación comercial. Las cadenas de maíz, azúcar, tabaco y, en menor medida, hortalizas y legumbres son aquellas en que más se recurre a este tipo de conocimientos y patrón tecnológico.

Por otra parte, los productores excedentarios y comerciales suelen tener mayores conocimientos que los productores tradicionales. Por ejemplo, trabajan directamente con empresas procesadoras y exportadoras que suelen también desempeñar el papel de proveedores de insumos. Son estas empresas las que tienen acceso a los conocimientos de mercado. Los proveedores de insumos para la producción pueden clasificarse en dos tipos: los especializados, como los proveedores de semillas, y los generales, como los que proveen fertilizantes y pesticidas. Los proveedores son el canal que más utilizan estos productores para la incorporación de paquetes tecnológicos, pero se suele crear una dependencia para los que necesitan ofrecer productos que cumplan con las exigencias del mercado. Los proveedores de insumos que financian la producción, asegurando el mercado, tienden a establecer patrones de gobernanza jerárquicos, con esquemas de organización altamente reglamentados.

Las empresas grandes hacen las inversiones más cuantiosas en I+D y poseen las tierras, los conocimientos y las tecnologías más desarrolladas. Los conocimientos de tecnologías en materia de insumos, variedades y prácticas de siembra y de manejo del producto están bastante monopolizados por las empresas grandes. En la misma línea, el conocimiento sobre mercados está muy concentrado en las empresas grandes, los exportadores y comercializadores locales.

### **b) Canales y mecanismos de transferencia y acceso a conocimientos**

De acuerdo con lo planteado en el marco metodológico, en esta sección se examinan los canales y mecanismos de transferencia y acceso a conocimientos de los distintos componentes del sistema sectorial de innovación: empresas, asociaciones de empresas, cooperativas, organizaciones propias de las cadenas, universidades, intermediarios comerciales, proveedores de insumos y cooperación extranjera.

Los países de la subregión cuentan con mecanismos de acceso a conocimientos similares. Como se mencionó antes, cada país tiene centros públicos de investigación específicos del sector agroproductivo. Existen también organizaciones que facilitan el acceso a conocimientos a los productores que de manera aislada no lo lograrían. Los pequeños productores se enfrentan a una gran dependencia cognitiva y financiera. Además, las grandes empresas representan una fuente importante de conocimientos para el sector agroproductivo.

Las empresas individuales pueden seguir distintos patrones de acceso a conocimientos dependiendo de sus capacidades productivas y tecnológicas (tradicionales de infrasubsistencia o subsistencia, comerciales o excedentarias), como se analizó anteriormente. Los productores agrícolas y agroindustriales cuentan con niveles muy diversos de capacidades técnicas, asociados a distintos patrones de producción. Los pequeños productores tradicionales de subsistencia que producen para el autoconsumo no tienen las herramientas cognitivas ni financieras para poder innovar con un impacto real sobre la productividad. La falta de relaciones con el mercado les dificulta la adquisición de nuevos conocimientos que les permitan avanzar más allá de innovaciones marginales. Estos productores son particularmente dependientes de los conocimientos y técnicas que provienen de la cooperación internacional y de los programas de asistencia técnica de las cooperativas y asociaciones de productores específicas de cada cadena.

En sentido opuesto, los productores más grandes pueden desarrollar relaciones de tipo comercial en que el mercado, los proveedores de insumos tecnológicos y los clientes (empresas procesadoras o exportadoras) desempeñan un papel importante para la adquisición de conocimientos nuevos.

Todos estos canales y mecanismos de acceso al conocimiento tienen un fuerte componente tácito. Para los productores tradicionales y los productores que comercializan sus bienes existen mecanismos tácitos de adquisición y absorción de conocimientos. Los pequeños productores suelen depender de fuentes externas de conocimientos, sin poder desarrollar capacidades endógenas suficientemente sólidas para salir de la relación jerárquica antes descrita. Los intermediarios comerciales transmiten a los pequeños productores conocimientos y técnicas de producción a fin de que cumplan con ciertas exigencias del mercado. En este contexto, la transferencia de conocimientos sigue siendo marginal y tácita, pues lo que se privilegia es la relación comercial. La estructura jerárquica de las relaciones que existen entre actores no facilita el desarrollo de capacidades endógenas de producción por parte de los pequeños productores.

Los patrones de acceso a conocimientos de los productores o empresas son susceptibles de variar gracias a su participación en asociaciones empresariales. Existen organizaciones específicas de ciertas cadenas que ofrecen servicios de financiamiento y de asistencia técnica a los productores. También pueden llevar a cabo actividades de investigación y hacer posible que los productores tengan mayores capacidades de acceso a conocimientos. Los productores organizados en redes pueden absorber conocimientos nuevos y adquirir nuevas tecnologías sin limitarse a modelos de gobernanza jerárquicos, en que se crea dependencia con respecto a los proveedores de insumos tecnológicos.

En el caso de las cooperativas, que pueden ser específicas de ciertas cadenas, el patrón predominante de acceso al conocimiento y a la tecnología son las actividades de I+D que se llevan a cabo de manera colectiva con fondos públicos o mixtos. La difusión del conocimiento se produce mediante esquemas de asesoría directa. Las cooperativas que reúnen a pequeñas empresas agroindustriales desempeñan un papel muy importante para la adquisición de conocimientos a través de programas de asistencia técnica y de capacitación.

Además existen organizaciones propias de cada cadena, como se mencionó anteriormente. En el caso del café, por ejemplo, en Costa Rica existe el ICAFÉ; en El Salvador, PROCAFÉ, y en Nicaragua, el Consejo Nacional del Café (CONACAFÉ) y la Unión Nicaragüense de Caficultores (UNICAFÉ). Cada país cuenta con organizaciones vinculadas a distintas cadenas productivas. En Costa Rica, existe CORBANA en la cadena del plátano y CONARROZ en la del arroz, que llevan a cabo actividades de I+D para el desarrollo de nuevas variedades vegetales y ofrecen apoyos técnicos a los productores e industriales. El Salvador cuenta con la Compañía Azucarera Salvadoreña (CASSA). En Guatemala existe la Coordinadora Nacional de Granos Básicos (CONAGRAB), que facilita el acceso a nuevos conocimientos y técnicas de producción a los actores del sistema. En Honduras, actúan la Asociación Nacional de Apicultores de Honduras (ANAPIH) y el Centro

Experimental y Demostrativo de Cacao (CEDEC), que brindan servicios de asistencia técnica. En Panamá, existen la Asociación Nacional de Molineros de Arroz, la Asociación Nacional de Benefactores y Empacadores del Café y la Asociación Nacional de Productores del Maíz.

También se observa la existencia de estructuras más generales, que no son específicas de ciertas cadenas, pero tienen gran importancia para la transferencia y el acceso a conocimientos de los actores del sector agroproductivo. Se pueden mencionar la Fundación para el Desarrollo Tecnológico Agropecuario y Forestal de Nicaragua (FUNICA) y el Instituto de Desarrollo Rural (IDR), que apoyan a los productores a fin de fortalecer su productividad. En Honduras, por su parte, existen el Centro Agroforestal y Demostrativo del Trópico Húmedo (CADETH) y la Fundación Hondureña de Investigación Agrícola (FHIA), que ofrecen servicios de asistencia técnica a productores de la zona norte del país.

Las universidades pueden intervenir de manera directa con los productores para transmitir conocimientos y fomentar buenas prácticas. En Nicaragua, la Universidad Nacional Agraria (UNA) trabaja con los productores para evitar los problemas relacionados con plagas en los cultivos de café. En Panamá, la UP y la UTP realizan actividades y proyectos de I+D en que se transmiten conocimientos a los productores. Por ejemplo, la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad de Panamá produce miel de calidad a través de su programa apícola, que tiene como objetivo apoyar la docencia, realizar investigaciones, vender núcleos a productores y comercializar la miel. El programa favorece además la extensión de buenas prácticas a productores locales<sup>15</sup>. Como se mencionó antes, el CEPIA tiene como objetivo generar y transferir conocimientos y tecnologías a pequeños, medianos y grandes productores; en 2011 inició seis proyectos específicos en el sector agroindustrial.

A través de los programas de asistencia técnica, capacitación y apoyo financiero, las entidades de cooperación extranjera desempeñan un papel importante en la subregión para que los actores del sistema accedan a conocimientos y nuevas tecnologías. Como ya se señaló, la GIZ y el IICA son dos actores relevantes en la subregión en materia de financiamiento y asistencia técnica dirigida a transferir y favorecer el acceso de los productores a fuentes de conocimientos.

En síntesis, para los productores tradicionales el patrón de acceso a conocimientos sigue siendo en general local y tácito, dada la debilidad de sus relaciones con los demás actores del sistema sectorial de innovación. Estos procesos de transferencia tecnológica y acceso a conocimientos se caracterizan

---

<sup>15</sup> Mayores detalles sobre el programa pueden consultarse en [en línea] <http://www.up.ac.pa/PortalUp/FacCienciasAgropecuarias.aspx?menu=89>.

por su escasa formalidad, que limita la capacidad de desarrollo de los actores. Entre los productores excedentarios y comerciales, el patrón de acceso a conocimientos de tipo local y tácito se complementa con conocimientos de tipo formal, que se intercambian con una mayor variedad de actores del sistema sectorial de innovación.

#### **4. Caracterización de las relaciones relevantes entre actores del sistema agroproductivo y sus movilizadores**

En todos los países de la subregión las relaciones entre actores del SSI son débiles, entre otras razones porque no son duraderas y estables, en particular aquellas que existen entre actores que llevan a cabo actividades de I+D y el sector productivo. Estos vínculos muchas veces dependen de iniciativas aisladas, con un plazo limitado, sin que existan relaciones sistémicas y continuas entre los distintos actores. En este sentido, las relaciones entre universidades y centros de investigación, por una parte, y asociaciones profesionales y productores, por otra, pueden definirse como redes colaborativas de difusión y extensionismo tecnológico débiles o emergentes, en que existen casos exitosos, pero sin que se establezcan relaciones permanentes.

De acuerdo con los elementos del marco metodológico, es posible identificar distintos tipos de relaciones para cada uno de los actores del sistema sectorial de innovación.

La vinculación de las universidades y los centros de investigación con los productores se concentra en la formación y en los flujos de recursos humanos hacia las empresas. Existen pocos casos exitosos en que las universidades y centros de investigación lleven a cabo proyectos conjuntos con empresas. Las características de las relaciones dependen del tipo de productor. En general, las universidades proveen pocos servicios de asistencia técnica y existen escasas oficinas de transferencia tecnológica.

En Nicaragua, por ejemplo, las relaciones entre el INTA y el IDR, por una parte, y el sector productivo, por otra, son muy débiles. Esta debilidad se explica en gran medida por la falta de recursos para poder llevar a cabo actividades conjuntas. De la misma manera, las empresas se relacionan muy poco con las universidades nacionales para adquirir nuevos conocimientos y desarrollar sus actividades. La Universidad Nacional Agraria de Nicaragua (UNA) desarrollaba hasta 2010 el programa La Universidad Emprendedora (PUE), con financiamiento de la Agencia Sueca de Cooperación Internacional para el Desarrollo (ASDI). El PUE tenía como propósito compartir con los demás actores del SSI capacidades y conocimientos técnicos que se originaban, entre otras fuentes, en las actividades de investigación llevadas a cabo por la UNA (Alemán y Scheinberg, 2011).

Las universidades de Costa Rica realizan actividades de investigación en conjunto con centros como el CeniBiot y el Centro Nacional de Alta Tecnología. Además, la UCR trabaja en conjunto con el Ministerio de Comercio Exterior (COMEX) y la Promotora del Comercio Exterior de Costa Rica (PROCOMER), a fin de facilitar sus relaciones con el sector privado. Las universidades también ofrecen servicios de capacitación a todos los actores del sistema y llevan a cabo actividades de investigación en conjunto con organizaciones propias de ciertas cadenas, como la CONARROZ o el Centro para la Investigación del Café del ICAFÉ (CICAFÉ). Asimismo, tres de las universidades públicas —el Instituto Tecnológico de Costa Rica, la Universidad Nacional y la Universidad de Costa Rica— desarrollaron un laboratorio de biocontroladores con el fin de producirlos en condiciones controladas y aplicarlos en los sistemas agrícolas para el manejo de plagas, como una alternativa para evitar el uso de agroquímicos.

En Guatemala, el Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas (ICTA), la Facultad de Agricultura de la Universidad San Carlos, la Universidad Landívar (URL) y la Escuela Nacional Central de Agricultura (ENCA) ofrecen servicios de asistencia técnica a los productores. Sin embargo, son programas aislados y temporales. Además, el Instituto Técnico de Capacitación y Productividad (INTECAP) ofrece servicios de capacitación y asistencia técnica a los actores del sector productivo agroindustrial para mejorar la calidad y el cumplimiento de normas nacionales e internacionales.

En Panamá destaca el Centro de Producción e Investigaciones Agroindustriales (CEPIA) de la UTP, que desarrolla proyectos en conjunto con ministerios para el beneficio específico de empresas locales. Además, la UTP cuenta con un Centro de Dirección de Gestión y Transferencia de Conocimiento, cuyo fin es asesorar, orientar y capacitar a empresarios para desarrollar nuevos productos en una cultura de propiedad intelectual. Con estos proyectos se beneficia a las pequeñas y medianas empresas (pymes), universidades, entidades públicas, emprendedores, estudiantes, investigadores y docentes. Finalmente, la UTP tiene suscritos una amplia variedad de convenios con instituciones locales y organismos internacionales para que sus estudiantes puedan realizar pasantías.

Debido a la falta de información, las empresas en general no perciben que las universidades ofrecen soluciones a sus necesidades. Existen pocos casos de proyectos de I+D llevados a cabo por empresas y universidades en forma conjunta. Los actores académicos y productivos locales tienen motivaciones distintas y las empresas no privilegian a las universidades locales como fuentes para adquirir nuevos conocimientos y nuevas técnicas para desarrollar sus actividades. Las universidades, por su parte, muestran poco protagonismo en la búsqueda de vínculos con el sector productivo. Entre las empresas más grandes hay desconfianza sobre las capacidades de las universidades locales y generalmente procuran resolver sus necesidades tecnológicas con colaboradores o consultores extranjeros.



En la subregión existen pocos programas públicos de fomento a la colaboración entre universidades y empresas, y no son específicos para el sector agroproductivo. Sin embargo, cabe mencionar el caso del Fondo de Investigación de Educación Superior (FIES) en El Salvador que, entre otros objetivos, fomenta las relaciones entre academia y sector productivo. También en Costa Rica y Panamá existen iniciativas públicas de fomento a la investigación conjunta entre empresas y universidades. Dentro de los fondos concursables, están disponibles líneas específicas en que se considera la vinculación como requisito para la asignación de recursos. La falta de resultados concretos y comerciales es una debilidad común de estas iniciativas.

En Costa Rica, Guatemala y Nicaragua existen programas para fomentar la interacción entre empresas y universidades; la mayoría de estas interacciones tienen lugar en el ámbito de la capacitación y las pasantías profesionales. Sin embargo, se cuenta con algunos ejemplos exitosos de colaboración entre universidad y empresa, como es el caso de la Escuela Agrícola Panamericana Zamorano de Honduras, que ha comercializado los resultados de sus investigaciones en leche, o de la Universidad de El Salvador, que ha sido exitosa en la comercialización de resultados en café y marañón. En Panamá existen algunas iniciativas exitosas en que se ha logrado coordinar a centros de investigación privados y públicos, universidades y productores para desarrollar proyectos, como las ya mencionadas del CEPIA.

Entre los gobiernos de la subregión y los actores del sector agroproductivo prevalecen las relaciones de tipo jerárquico o semijerárquico, dada la dependencia de los productores (sobre todo los que se encuentran en situación de subsistencia) frente a los organismos gubernamentales, ya sea en términos de asistencia técnica o de financiamiento. Los pequeños productores del sector no logran desarrollar capacidades endógenas y autónomas. Dependen de los programas de asistencia técnica para poder adquirir y absorber los conocimientos y técnicas de producción que les permitirían desarrollar de manera más eficiente sus actividades productivas.

Como ya se mencionó, todos los países de la subregión cuentan con un ministerio de agricultura y ganadería que ofrece a los actores del sector productivo servicios de asistencia técnica para el desarrollo productivo y tecnológico. Estos ministerios apoyan la transferencia de tecnologías, competencias laborales y conocimientos, incluidos los especializados, en particular para que el sector productivo pueda cumplir con normas y estándares internacionales de calidad. También ofrecen servicios a empresas procesadoras y exportadoras. En Guatemala, por ejemplo, la Asociación Guatemalteca de Exportadores (AGEXPORT) respalda la incorporación de buenas prácticas de manufactura, particularmente por parte de empresas exportadoras.

Además, en algunos países los organismos públicos ofrecen recursos financieros a través de fondos reembolsables y no reembolsables. De la misma

manera, los ministerios de economía ofrecen servicios de apoyo técnico, financiamiento y transferencia de tecnología sin enfocarse exclusivamente en el sector agroproductivo.

Entre los encargados de la formulación de políticas de CTI se observa un creciente interés por contar con oficinas de transferencia de tecnología (OTT) en universidades, así como con parques científicos y tecnológicos públicos. El Instituto Tecnológico de Costa Rica tiene un centro de vinculación entre universidad y empresa, y la Universidad de Costa Rica cuenta con Proinnova, entidad que presta apoyo en temas de propiedad intelectual y licenciamiento. La Universidad de Panamá y la Universidad Tecnológica de Panamá cuentan con oficinas de transferencia de tecnología y también, en Guatemala, las universidades privadas de Quetzaltenango y del Valle. La Escuela Agrícola Panamericana Zamorano de Honduras dispone asimismo de una oficina de transferencia de tecnología, en temas agrícolas. Además, Costa Rica y Panamá disponen de incubadoras de empresas establecidas con fondos públicos, como las del ITCR y la UTP. En los demás países de la subregión, existen iniciativas cofinanciadas por el sector privado o la cooperación internacional. En El Salvador, se creó a principios de 2000 el Sistema de Innovación Nacional de Alianzas para la Innovación Tecnológica (SINALIT), con el propósito de fomentar el desarrollo tecnológico agropecuario y agroindustrial, mediante el financiamiento de proyectos de innovación tecnológica enfocados en el sector agroproductivo, a través de la Bolsa de Recursos Competitivos (BRC). La organización fue cofinanciada principalmente por el BID y contó con el aporte económico del sector empresarial y el apoyo del Ministerio de Agricultura. En 2007, la Bolsa de Recursos Competitivos favoreció a alrededor de 23 proyectos de empresarios e instituciones de investigación del sector agroproductivo.

En cuanto al tipo de relaciones, el más relevante para los productores del sector agroproductivo es el patrón de gobernanza transaccional de mercado. Los productores tradicionales suelen encontrarse en situación de dependencia cognitiva y tecnológica ante los programas de asistencia técnica que llevan a cabo los gobiernos, las ONG y las cooperativas de productores. También se encuentran en dependencia cognitiva y tecnológica los productores excedentarios frente a los intermediarios comerciales y las empresas procesadoras y exportadoras.

Las relaciones entre productores son predominantemente comerciales y tienen lugar entre productores aislados, intermediarios y transportistas de productos primarios o transformados. Por ejemplo, los intermediarios comerciales suelen adelantar productos y cobrar en efectivo cuando el productor vende su cosecha. Así brindan acceso a los mercados a una gran cantidad de productores que de otro modo quedarían excluidos del sistema. Los productores comerciales y excedentarios reciben apoyos técnicos de grandes empresas, como Bayer CropScience y Monsanto, pero los tradicionales no tienen acceso a estos servicios.

En el caso de las cadenas de maíz o de frijol, las asociaciones de productores, como la CONAGRAB en Guatemala, ejercen un papel central para la transferencia de conocimientos y de técnicas de producción, ya que la mayoría de los productores no comercializan sus productos. La base de conocimientos se caracteriza por ser local de tipo tácito.

En el caso de las cadenas de café, caña de azúcar o piña, los pequeños y medianos productores tienen acceso a más conocimientos, puesto que la mayoría de su producción se comercializa. La orientación empresarial y excedentaria de las producciones crea modelos de acceso a conocimientos más abiertos a las exigencias del mercado y de mayor incorporación tecnológica. Los modelos de articulación y desarrollo tecnológico de estas cadenas suelen distinguirse de aquellos de las producciones de autoconsumo.

El sector productivo muchas veces no percibe el interés de crear alianzas interinstitucionales para el desarrollo productivo y la innovación. Así, la falta de interrelación suele ser resultado de diversas razones: escasa tradición de vinculación, desconfianza, desconocimiento de la labor que realiza cada una de las partes y poca claridad sobre las condiciones de la vinculación o la propiedad intelectual.

La empresa CASSA ilustra el tipo de vínculos que existen entre compañías agroproductivas y sus proveedores. Más de 300 productores agrícolas venden caña de azúcar a CASSA y esta comparte con ellos los ingresos netos generados por la venta de los productos. Además de las relaciones comerciales, la empresa otorga asistencia técnica, vende semilla de calidad internacional y ofrece diagnósticos y recomendaciones para prevenir el desarrollo de plagas dañinas para la caña<sup>16</sup>. Este tipo de vínculos corresponden a un patrón de gobernanza jerárquico o semijerárquico, en que los pequeños proveedores desarrollan dependencia hacia la compradora.

La cadena de maíz ilustra el peso que tienen las relaciones comerciales. Los productores organizados en cooperativas y organizaciones empresariales se encuentran encerrados en patrones de gobernanza jerárquicos en que cada actor de la cadena depende del que se encuentra por encima de él (procesador, transportista, exportador). Esta dependencia es de tipo cognitivo y técnico: por un lado, los productores tradicionales dependen de los programas de asistencia técnica y, por el otro, los productores excedentarios dependen de las exigencias de los intermediarios comerciales que compran sus productos. En ambos casos, la oportunidad de desarrollo de capacidades endógenas es limitada porque los productores se encuentran en situación de dependencia cognitiva y tecnológica. Por ejemplo, el proveedor de semillas también puede constituirse en financista del proceso productivo, asegurando la comercialización, pero las especificaciones del actor dominante (proveedor de semilla y de financiamiento) deben ser cumplidas por el productor.

<sup>16</sup> Véase [en línea] <http://www.grupocassa.com/?lang=es>.

A modo de conclusión, puede afirmarse que los actores de los sistemas agroproductivos centroamericanos no siempre toman en cuenta la dimensión sistémica y colectiva de los procesos de innovación: las alianzas identificadas en este análisis no siempre son consideradas como estrategias relevantes para la innovación. Sin embargo, existen algunos casos de cooperación entre centros de investigación y empresas para proyectos muy específicos. Además, aunque los actores del sistema reciban conocimientos, estos muchas veces no son aprovechados para enfrentar retos y emprender cambios innovadores. Los pocos conocimientos que son asimilados e integrados tienen una incidencia reducida en términos de innovación y desarrollo productivo.

## **5. Indicadores de desempeño del sector agroproductivo**

Los indicadores generales de las capacidades tecnológicas de los países centroamericanos fueron analizados en el capítulo anterior. Los indicadores específicos del sector agroproductivo provienen de dos fuentes: la Red Iberoamericana de Indicadores de Ciencia y Tecnología (RICYT) y el Sistema de Indicadores de Ciencia y Tecnología Agrícola (ASTI) del Instituto Internacional de Investigación sobre Políticas Alimentarias (IFPRI). No obstante, estos indicadores no son específicos para el sector tal como está definido en este documento, sino que corresponden principalmente al sector agrícola.

El primer indicador es el gasto en I+D en producción y tecnología agrícola como porcentaje del gasto total en I+D. Existe información sobre cuatro países de la subregión que ilustra el bajo peso de las actividades de I+D en el sector: en Costa Rica dicho gasto fue del 6,9% del gasto total en I+D, en El Salvador del 4,8%, en Guatemala del 16,7%, y en Panamá del 0,7%.

El gasto público agrícola en I+D como porcentaje del PIB agrícola es del 0,93% en Costa Rica y el 0,94% en Nicaragua (véase el cuadro III.2), mientras que en Guatemala representa solamente el 0,06%. Otros países de la región, como el Brasil (1,66%) y México (1,21%), tienen una mayor inversión relativa, pero países asiáticos como China (0,49%), la India (0,36%) y Viet Nam (0,17%) se encuentran bajo el promedio centroamericano.

El gasto público agrícola en I+D por investigador de la subregión se compara favorablemente con el de otros países latinoamericanos y asiáticos. Según datos de 2006, incluso el de Nicaragua (0,18 millones de dólares de 2005 en paridad del poder adquisitivo (PPA)) supera al de México (0,13 millones de dólares de 2005 en PPA) y es cercano al del Brasil (0,24 millones de dólares de 2005 en PPA). El gasto público agrícola en I+D por habitante de Costa Rica (7,83 dólares de 2005 en PPA) es mayor que el brasileño (6,94 dólares de 2005 en PPA) y el mexicano (4,53 dólares de 2005 en PPA). En sentido contrario, Guatemala (0,68 dólares de 2005 en PPA) y El Salvador (0,69 dólares de 2005 en PPA) se encuentran rezagados también en este indicador.

Según los indicadores sectoriales de gasto en I+D, la subregión se ubica en una mejor posición relativa que grandes países latinoamericanos como el Brasil y México, lo que ilustra la importancia y las capacidades tecnológicas del sector agroproductivo centroamericano.

La mayoría del gasto en I+D agrícola de Centroamérica se realiza con fondos públicos o de la cooperación internacional. Por ejemplo, en El Salvador el 93,9% del financiamiento proviene del gobierno y el 4,7% de donantes; en la misma línea, en Panamá el 92,8% viene del gobierno y el 2,3% de donantes. En Honduras y Nicaragua el 30% y el 70% del financiamiento, respectivamente, tienen su origen en la cooperación internacional.

El número de investigadores en el sector agrícola que se desempeñan en universidades (en equivalencia a jornada completa, EJC) es bajo en la subregión. No obstante, hay diferencias importantes entre los países: Costa Rica y Nicaragua reportaron 115 y 89 investigadores, respectivamente, mientras que El Salvador y Guatemala contabilizaron 11 y 16 investigadores, respectivamente.

Cuadro III.2  
CENTROAMÉRICA Y PAÍSES SELECCIONADOS: INDICADORES DE CIENCIA Y  
TECNOLOGÍA DEL SECTOR AGROPRODUCTIVO

	Gasto público agrícola en I+D como porcentaje del PIB agrícola (2006)	Gasto público agrícola en I+D por investigador en el sector agrícola (2006) (millones de dólares de 2005 en PPA <sup>a</sup> )	Gasto público agrícola en I+D por habitante (2004) (dólares de 2005 en PPA <sup>a</sup> )	Porcentaje de participación del aporte del gobierno en el financiamiento total de la I+D agrícola (2006)	Porcentaje de participación del aporte de donantes internacionales en el financiamiento total de la I+D agrícola (2006)	Número de investigadores en el sector agrícola en universidades (en equivalencia a jornada completa, EJC) (2006)
Costa Rica	0,93	0,11	7,83	35,2	4,1	115
El Salvador	0,15	0,07	0,69	93,9	4,7	11
Guatemala	0,06	0,08	0,68	42,6	0	16
Honduras	0,43	0,1	1,67	9,2	30,4	68
Nicaragua	0,94	0,18	4,38	26	70	89
Panamá	0,5	0,06	nd b	92,8	2,3	24
Brasil	1,66	0,24	6,94	94,3	1,2	880
México	1,21	0,13	4,53	78,3	3,7	2 194
Paraguay	0,2	0,02	0,35	75,1	0	61
China	0,49	nd b	2,71	nd b	nd b	nd b
India	0,36	0,11	1,33	92,7	0,9	8 036
Viet Nam	0,17	0,02	0,69	72,7	26,1	582

Fuente: Sistema de Indicadores de Ciencia y Tecnología Agrícola (ASTI), "Internationally comparable data on agricultural R&D investments and capacity for developing countries", 2012 [en línea] <http://www.asti.cgiar.org/>.

<sup>a</sup> PPA: en paridad del poder adquisitivo.

<sup>b</sup> nd: no disponible.

Como se mencionó en el capítulo II, Costa Rica y Panamá son los primeros países centroamericanos en contar con encuestas de innovación. En Costa Rica, cerca del 30% de las empresas estudiadas en la encuesta nacional de innovación al sector manufacturero son empresas agroindustriales. Prácticamente todas las empresas grandes declararon que realizan algún tipo de actividades para lograr innovaciones, mientras que un 90% de las medianas y un 83% de las pequeñas hacen ese tipo de esfuerzos. No obstante, se deben tomar con reserva los resultados de la encuesta, ya que este porcentaje es muy alto incluso comparado con datos de los países europeos, en que se lleva a cabo la Encuesta de Innovación Comunitaria, con una metodología similar<sup>17</sup>.

A manera de síntesis, el análisis de los indicadores arroja los siguientes puntos principales. Primero, en Centroamérica hay una carencia generalizada de indicadores sectoriales de CTI. Esta carencia se extiende, en la mayoría de los países, a los indicadores generales de CTI, lo que dificulta el diseño y la evaluación de políticas. Segundo, los indicadores muestran el atraso relativo de los países de la subregión en términos de esfuerzos y resultados. Sin embargo, los indicadores disponibles del sector agroproductivo revelan una fortaleza relativa de este sector, en comparación con el desempeño general de los sistemas nacionales de innovación. Tercero, prevalecen disparidades importantes entre los países de la subregión tanto en los indicadores de CTI generales como sectoriales.

## 6. Fortalezas y debilidades

Los sistemas agroproductivos de innovación de Centroamérica pueden ser catalogados como sistemas emergentes, puesto que cuentan con todos los elementos característicos de un sistema sectorial: productores, empresas, organismos gubernamentales, universidades, centros de investigación y asociaciones empresariales, entre otros. También poseen una base de conocimientos sectoriales robusta, instituciones y organizaciones específicas del sector, y canales de transmisión de conocimientos. No obstante, como se detalla más adelante, para que se conviertan en sistemas sectoriales consolidados falta fortalecer las capacidades de los distintos componentes, así como las relaciones entre ellos y los mecanismos de transmisión y absorción de conocimientos. En el cuadro III.3 se resumen las fortalezas y debilidades de los sistemas agroproductivos de innovación de Centroamérica.

Los sistemas agroproductivos de innovación de los países de la subregión muestran una mayor solidez que los sistemas nacionales de innovación generales, ya que concentran una parte significativa de la capacidad tecnológica y productiva de cada uno de los países<sup>18</sup>.

<sup>17</sup> Según información de la cuarta encuesta comunitaria, Alemania es el país con mayor porcentaje de empresas innovadoras, con un 65,1%, seguido por Austria (52,5%) y Luxemburgo (52,2%). Entre los países del este de Europa el porcentaje es menor, por ejemplo en Bulgaria es del 16,1% y en Rumania del 19,5%. Mayor información sobre este aspecto puede consultarse en Eurostat (2008).

<sup>18</sup> Un análisis comparativo de los sistemas nacionales de innovación en Centroamérica puede verse en Padilla, Gaudin y Rodríguez (2012).

Cuadro III.3  
CENTROAMÉRICA: FORTALEZAS Y DEBILIDADES DE LOS SISTEMAS  
AGROPRODUCTIVOS DE INNOVACIÓN

Fortalezas	Debilidades
i) Todos los países son importantes productores y exportadores de bienes agroproductivos (café, azúcar de caña y banano).	i) El sector se caracteriza por reunir un gran porcentaje de productores que cuentan con pequeñas extensiones de tierra, uso de modelos tradicionales, escasa incorporación de tecnologías y baja productividad.
ii) En años recientes ha aumentado la producción de bienes agrícolas no tradicionales (piña, sandía, melón, entre otros).	ii) La producción de los pequeños propietarios no tiene acceso a los mercados, ya que se orienta fundamentalmente al autoconsumo.
iii) El sector agroproductivo es fundamental para el crecimiento de la subregión por su aporte a la actividad económica, a las exportaciones y al empleo.	iii) Los pequeños productores no cuentan con opciones para incrementar su productividad debido a la falta de acceso a semillas mejoradas, capacitación para la producción, y maquinaria y equipo.
iv) Todos los países de la subregión tienen centros de investigación públicos específicos del sector.	iv) Los programas nacionales de incentivos para el sector tienen limitaciones de cobertura y de financiamiento, por lo que solo un número reducido de productores pueden acceder a los apoyos.
v) La subregión cuenta con universidades públicas y privadas que ofrecen programas dirigidos al sector.	v) En la subregión hay una deficiente dotación de infraestructura (carreteras, electricidad), lo que limita el acceso a la tecnología e incrementa los costos de transporte al mercado.
vi) Las universidades han creado laboratorios y centros de prueba para experimentación de productos locales.	vi) Los productos de exportación incorporan escaso valor agregado.
vii) Existen asociaciones nacionales de productores que apoyan el desarrollo de soluciones a problemas puntuales de la producción.	vii) El sistema financiero ofrece pocos recursos para las actividades agropecuarias.
viii) Todos los países cuentan con organismos que apoyan de manera indirecta al sector (en aspectos de calidad y metrología, protección de la propiedad intelectual y otros).	viii) Existe insuficiente presupuesto para las instancias de gestión pública encargadas de impulsar la innovación en el sector agroproductivo.
ix) Todos los países cuentan con un marco institucional en la forma de ministerios, consejos, institutos, fondos y legislación específica para el sector.	ix) Las políticas públicas dirigidas al sector adolecen en general de falta de efectividad y continuidad.
x) Existe una amplia red de organizaciones no gubernamentales que funcionan como movilizados y difusores de conocimiento.	x) En algunos países se observa dependencia de la cooperación internacional para la ejecución de programas de apoyo al sector.
xi) Se cuenta con mecanismos regionales de vinculación para el fortalecimiento del sector, como asociaciones industriales regionales, organismos de integración regional y centros de investigación de alcance regional.	xi) Las organizaciones no gubernamentales realizan acciones limitadas en alcance y extensión, debido a los recursos escasos con que cuentan.
	xii) Se generan relaciones de dependencia entre los proveedores internacionales así como entre las grandes empresas transformadoras y supermercados, y los proveedores locales, con una estructura jerárquica que limita las posibilidades de transferencia de conocimientos y tecnología.

Cuadro III.3 (conclusión)

Fortalezas	Debilidades
xii) Las universidades, centros de investigación y asociaciones de productores han desarrollado una base sólida de conocimientos técnico-científicos en productos específicos (café, caña de azúcar, banano).	xiii) Un número limitado de grandes empresas concentran las actividades de I+D privada, que realizan con sus propios medios y con escasa vinculación con otros agentes del sistema sectorial de innovación.
xiii) Los grandes productores cuentan con acceso a conocimientos y tecnología internacional que ya están adaptados a las condiciones físicas y meteorológicas de la región.	xiv) Se dispone de insuficientes capacidades para la absorción de nuevos conocimientos y su aplicación en los procesos para aumentar la productividad subregional.
xiv) Los productos tradicionales de exportación se caracterizan por tener cadenas de producción relativamente articuladas que incorporan a los productores, centros de investigación y comercializadores.	xv) Falta articulación entre las empresas y las instituciones de educación superior para la realización de actividades de I+D y su aplicación a la producción.
	xvi) La subregión invierte una baja proporción del PIB en actividades de I+D.
	xvii) No se han realizado esfuerzos de prospectiva en ciencia, tecnología e innovación, en que se identifiquen las áreas prioritarias y los mecanismos para apoyarlas.
	xviii) La disponibilidad de indicadores de capacidades tecnológicas sectoriales es muy limitada en la subregión y en algunos casos inexistente.

Fuente: Elaboración propia.

Los países centroamericanos son importantes productores de bienes agrícolas como café, caña de azúcar, banano y frutas tropicales, así como de productos agrícolas procesados. El sector agroproductivo tiene un peso importante en la producción y las exportaciones de la subregión (representa el 15% del PIB y el 37,3% de las exportaciones totales). Los grandes productores disponen de conocimientos y tecnologías internacionales que están adaptadas a las condiciones físicas y meteorológicas de la región. Los productos tradicionales de exportación cuentan con cadenas de producción relativamente articuladas que incorporan a productores, proveedores de insumos, comercializadores y, en menor medida, centros de investigación y universidades.

Existe en la subregión una institucionalidad de apoyo al sector agroproductivo en la forma de ministerios, institutos, consejos y fondos, así como una legislación específica para el sector. También se cuenta con organismos públicos y privados que cumplen una función de apoyo indirecto, no exclusivo para el sector, incluidas organizaciones de fomento a la calidad, la metrología, la propiedad intelectual y el financiamiento.

En todos los países se han creado centros públicos de investigación específicos para el sector agroproductivo. Se observan casos exitosos, aunque aún escasos, de comercialización de productos que se han originado como resultado de las investigaciones. Incluso existen centros de investigación y



asistencia orientados a cadenas específicas como las del café y la caña de azúcar. Las universidades tienen programas de enseñanza superior y actividades de investigación dirigidas específicamente al sector agroproductivo.

Los países de la subregión cuentan con diversas cámaras y asociaciones de productores que apoyan a los actores del sector a través de asistencia técnica a la producción, capacitación, apoyo a la comercialización y financiamiento, entre otros aspectos. En la misma línea, existe una red de organizaciones no gubernamentales y cooperativas que funcionan como movilizadores y difusores de conocimientos.

Por último, sobre la base del análisis presentado en los párrafos anteriores se puede concluir que existe una base de conocimientos científicos y tecnológicos particulares del sector, que poseen las empresas, universidades y centros de investigación.

La evidencia empírica y el análisis realizado en este documento permiten también detectar debilidades importantes de los sistemas agroproductivos de innovación centroamericanos. Las políticas públicas dirigidas al sector adolecen en general de falta de efectividad y continuidad. Los cambios de gobierno traen consigo nuevas políticas y la discontinuidad de las existentes. Los avances en la creación de instituciones y en la formación de capacidades de diseño de políticas públicas no son lineales; se observan casos en que un nuevo gobierno da marcha atrás y termina con los logros de gobiernos anteriores, por tener prioridades distintas o por cuestiones ideológicas.

Las organizaciones públicas de apoyo a la I+D (ministerios, centros de investigación y universidades públicas, entre otras) se enfrentan a una falta de recursos financieros y humanos. Los programas nacionales de fomento y apoyo al sector tienen limitaciones de cobertura y financiamiento, y solo un número limitado de productores puede acceder a ellos.

Las actividades de I+D se concentran casi exclusivamente en el sector público, con poca participación de otros actores, en particular del sector privado. Existe además una notoria heterogeneidad estructural: la mayoría del sector empresarial está conformado por productores y empresas con baja productividad, mano de obra poco calificada y escasa actividad de innovación. Entre los productores predominan el autoempleo y las pequeñas extensiones de tierra, donde la producción se realiza con uso de modelos tradicionales y escasa incorporación de tecnologías. La I+D, cuando se lleva a cabo, está concentrada en un pequeño grupo de grandes empresas.

La oferta de educación superior para el sector agroproductivo se enfoca en el nivel de licenciatura, mientras que la formación de posgrado se encuentra limitada. Los programas de enseñanza no satisfacen adecuadamente las demandas de formación del sector productivo.

Las universidades y centros públicos de investigación se relacionan escasamente con el sector privado para llevar a cabo actividades de I+D y permitir la aplicación comercial de los resultados. De igual forma, existen pocas interacciones entre productores, así como entre las distintas cooperativas pertenecientes al sector. Se observa una estructura jerárquica en las relaciones entre productores locales y grandes empresas, que genera dependencia económica, cognitiva y tecnológica.

Asimismo, se advierte cierta dependencia con respecto a la ayuda internacional, en particular en Honduras y Nicaragua, sobre todo para la investigación y la asistencia técnica a pequeños productores del sector. Otro aspecto pendiente es la falta de mecanismos de financiamiento formal para productores y empresas del sector.

Los indicadores disponibles muestran una debilidad de los esfuerzos realizados y de los resultados obtenidos. No obstante, es importante señalar que se carece de indicadores sistemáticos y periódicos sobre las actividades de CTI que se desarrollan en la subregión, sobre todo en materia sectorial. En consecuencia, los gobiernos no cuentan con insumos adecuados para un mejor diseño, ejecución y evaluación de las políticas públicas.

El análisis de fortalezas y debilidades del sector agroproductivo centroamericano arroja una serie de recomendaciones de políticas públicas, en que se deben tener presentes las características específicas del sector. Es necesario fortalecer la formación de recursos humanos especializados, las capacidades de investigación, la comercialización de resultados, la interacción entre actores, las capacidades de innovación de productores y empresas, y el acceso a financiamiento, entre otros aspectos. Se requiere sobre todo un mayor compromiso político que otorgue recursos y un carácter duradero a las políticas.

Además de los esfuerzos nacionales, la integración centroamericana es un mecanismo central para reducir la fragmentación de los esfuerzos y aprovechar los recursos existentes. Una mayor integración subregional permitiría lograr economías de escala y complementariedades en un sector que ha desarrollado una base sólida de conocimientos, instituciones y organizaciones. Es necesario evitar duplicidades en los esfuerzos de la subregión y llevar a cabo actividades conjuntas que permitan un mejor diseño, ejecución y evaluación de políticas. El diseño y la ejecución de iniciativas subregionales deben tener como punto de partida las capacidades existentes. En este sentido, este capítulo ofrece insumos para el diseño de las estrategias de integración que se presentan en el capítulo V de este libro.

## Anexo

### El sector agroproductivo

El diagnóstico que se realiza en este capítulo se centra en el sector agroproductivo, que para el propósito de este estudio comprende las actividades agrícolas y agroindustriales relacionadas con la agricultura. La razón para seleccionar estas actividades es, por una parte, la necesidad de delimitar la unidad de análisis dado que la metodología incluye, en algunas secciones, estudios de cadenas de valor. Por otra parte, el sector agroproductivo, tal como está definido aquí, tiene un peso significativo en la estructura productiva de estos países<sup>a</sup>. Los productos que se incluyen en el sector agroproductivo son los siguientes:

06 Plantas vivas y productos de la floricultura
07 Hortalizas, plantas, raíces y tubérculos alimenticios
08 Frutas y frutos comestibles; corteza de agrios (cítricos), melones y sandías
09 Café, té, yerba mate y especias
10 Cereales
11 Productos de molinería; malta; almidón y fécula; inulina; gluten de trigo
12 Semillas y frutos oleaginosos; semillas y frutos diversos; plantas industriales o medicinales; paja y forrajes
15 Grasas y aceites animales o vegetales; productos de su desdoblamiento; grasas alimenticias elaboradas; ceras de origen animal o vegetal
17 Azúcares y artículos de confitería
18 Cacao y sus preparaciones
19 Preparaciones a base de cereales, harina, almidón, fécula; productos de pastelería
20 Preparaciones de hortalizas, frutas u otros frutos o demás partes de plantas
21 Preparaciones alimenticias diversas
22 Bebidas, líquidos alcohólicos y vinagre
23 Residuos y desperdicios de las industrias alimentarias; alimentos preparados para animales
24 Tabaco y sucedáneos del tabaco, elaborados

Fuente: Elaboración propia sobre la base del Sistema Arancelario Centroamericano (SAC).

<sup>a</sup> Las actividades del sector agropecuario y agroindustrial que se dejan fuera del análisis son: 01 Animales vivos; 02 Carnes y despojos comestibles; 03 Pescado y crustáceos, moluscos y demás invertebrados acuáticos; 04 Leche y productos lácteos, huevos de ave; miel natural; productos comestibles de origen animal, no expresados ni comprendidos en otra parte; 05 Los demás productos de origen animal no expresados ni comprendidos en otra parte; 13 Gomas, resinas y demás jugos y extractos vegetales; 41 Pieles (excepto la peletería) y cueros; 44 Madera, carbón vegetal y manufactura de madera; 52 Algodón.

## Capítulo IV

# **Lecciones de la integración europea en políticas de ciencia, tecnología e innovación<sup>1</sup>**

*Ramón Padilla Pérez*

El caso más complejo y profundo de integración supranacional a nivel mundial en políticas de CTI es el de la Unión Europea. A lo largo de más de cinco décadas, si se toman como punto de partida el Tratado de Roma y la Comunidad Europea de la Energía Atómica (EURATOM), se han creado una amplia gama de instituciones, organizaciones y programas. En la actualidad, existen cuatro programas gestionados en forma centralizada (desde la Comisión Europea) y cuatro programas administrados de manera compartida (por la Comisión Europea y los gobiernos locales) para apoyar directamente la CTI. También hay otros programas y organizaciones europeos, por ejemplo el Banco Europeo de Inversiones, que apoyan la innovación indirectamente. Se estima que el 16,5% del presupuesto total de la Unión Europea (UE) del período comprendido entre 2007 y 2013 se ha destinado a actividades relacionadas con CTI (Anvret, Granieri y Renda, 2010).

---

<sup>1</sup> El autor elaboró este documento durante su estancia como investigador visitante en el Departamento de Geografía Económica de la London School of Economics (LSE) durante el verano de 2012. El autor agradece el invaluable apoyo de la profesora Simona Iammarino durante su estancia en LSE.

En la última década, la CTI ha estado en el centro de las nuevas estrategias europeas, como la Estrategia de Lisboa y Europa 2020<sup>2</sup>. En ambas se reconoce que la competitividad de los países de la UE, así como su capacidad de generar nuevos puestos de trabajo y garantizar altos estándares de vida en el futuro, dependerán del esfuerzo para impulsar la innovación de productos, procesos y servicios (Comisión Europea, 2010a). La competitividad internacional europea no puede depender de sus recursos naturales y no se espera que esté basada en mano de obra barata o que se logre en desmedro del medio ambiente (Comisión Europea, 2005d). Por lo tanto, la UE reconoce que su competitividad internacional en el largo plazo depende de productos y servicios con alto valor agregado.

En América Latina, las organizaciones regionales han creado instituciones y programas para fortalecer la integración en materia de CTI. La Reunión Especializada de Ciencia y Tecnología (RECYT), del MERCOSUR, y la Comisión para el Desarrollo Científico y Tecnológico de Centroamérica, Panamá y la República Dominicana (CTCAP), del Sistema de la Integración Centroamericana (SICA), son dos ejemplos de organizaciones a nivel subregional. Sin embargo, hasta ahora se ha observado un avance insuficiente en la coordinación de políticas nacionales de CTI y en la promoción efectiva de actividades de investigación y desarrollo (I+D).

El objetivo de este capítulo es identificar las lecciones que se pueden derivar de la integración europea en materia de políticas de CTI. En particular, se abordan las siguientes tres preguntas: i) ¿Cuáles son los factores clave que han impulsado la integración europea en materia de políticas de CTI?; ii) ¿Por qué la CTI se ha puesto en el centro de la agenda económica de la Unión Europea?, y iii) ¿Cuál ha sido la justificación económica para la transferencia de presupuesto y de poder desde los gobiernos nacionales hacia los organismos europeos? La evidencia para responder a estas preguntas proviene de una revisión exhaustiva de la literatura existente y de los documentos oficiales de la Comisión Europea y otros organismos europeos, así como de entrevistas con académicos y funcionarios de alto nivel de la Comisión Europea.

El capítulo se divide en cinco secciones. En la primera sección se presenta el marco conceptual de esta investigación, se discute la importancia de las políticas de CTI y se examina la justificación económica de centralizar políticas, en particular en el campo de la CTI. En la segunda, se examina la evolución de la integración europea en general y se analiza el largo y complejo proceso de integración de las políticas de CTI. En la tercera, se estudian en profundidad tres instrumentos de política específicos: el Programa Marco de I+D, el Espacio Europeo de Investigación y los programas de aprendizaje en

---

<sup>2</sup> Europa 2020 es la nueva estrategia de crecimiento de la Unión Europea, lanzada en 2010, con posterioridad a la Estrategia de Lisboa.

políticas de innovación. En la cuarta, se identifican 14 lecciones que pueden extraerse de la experiencia europea de integración de políticas de CTI. En la quinta y última sección se hace una breve reflexión sobre los avances y retos de la integración centroamericana en esta materia.

## **A. Políticas de ciencia, tecnología e innovación e integración transfronteriza**

### **1. Políticas de ciencia, tecnología e innovación**

Existe un reconocimiento creciente entre los encargados de formular políticas públicas sobre el papel central que cumple la CTI para el desarrollo económico y social de largo plazo y el rol que desempeñan las políticas públicas para su promoción. La evidencia empírica sobre la correlación positiva que existe entre la I+D y el crecimiento de la productividad es abundante<sup>3</sup>.

Desde mediados de la década de los noventa, organizaciones internacionales, como la Comisión Europea y la OCDE, se han abierto a nuevas teorías económicas basadas en evidencia empírica, que reconocen la innovación como un proceso sistémico e interactivo, y sostienen que los gobiernos deben implementar políticas activas en la materia (Mytelka y Smith, 2002; Rossi, 2005). Por ejemplo, estos organismos han adoptado nuevas teorías de geografía económica, que enfatizan la importancia de factores sociales, culturales e institucionales en los procesos de aprendizaje e intercambio de conocimientos<sup>4</sup>. También ha ejercido una gran influencia la economía evolucionista, que entiende la innovación como un proceso no lineal, sistémico y costoso<sup>5</sup>.

El marco conceptual de sistemas de innovación, que asume que la innovación es un proceso interactivo y no lineal, se ha difundido ampliamente en las últimas dos décadas. Este marco se ha utilizado para estudiar países, regiones dentro de un país (subnacionales), sectores, tecnologías y regiones transfronterizas<sup>6</sup>. Ha sido adoptado por organizaciones internacionales como la CEPAL, la OCDE y el BID para examinar la dinámica de cambio tecnológico de los países y regiones, así como las políticas públicas nacionales y subnacionales<sup>7</sup>. También ha sido usado por los encargados de la formulación

---

<sup>3</sup> Véanse, por ejemplo, BID (2010), CEPAL (2010), OCDE (2010) y Crespi (2010).

<sup>4</sup> Véanse Saxenian (1990), Florida (1995), Cantwell e Iammarino (2003) y Bilbao-Osorio y Rodríguez-Pose (2004), entre otros.

<sup>5</sup> Véanse, por ejemplo, Freeman (1987), Lundvall (1992) y Nelson (1993).

<sup>6</sup> Véanse, por ejemplo, Lundvall (1992), Nelson (1993), OCDE (1999), Iammarino (2005), Malerba y Manni (2009) y Trippl (2010).

<sup>7</sup> Véanse, por ejemplo, Buitelaar, Padilla Pérez y Urrutia (1997), CEPAL (2002), OCDE (2009), Llisterry y Pietrobelli (2011) y Padilla Pérez, Gaudin y Rodríguez (2012).

de políticas en países desarrollados y en desarrollo para diseñar, ejecutar y evaluar las políticas públicas. Como se describió en el capítulo I, los gobiernos cumplen un papel central en los sistemas de innovación.

## **2. La justificación de las políticas supranacionales y la integración regional**

La integración transnacional o transfronteriza, ya sea a través de la coordinación o de la centralización, puede ser estudiada desde una perspectiva política o económica. El debate desde la primera perspectiva se enfoca en la legitimidad política y los conflictos de poder entre los distintos niveles de gobierno, mientras que el punto de partida de la segunda perspectiva es cuestionar si la integración de las políticas públicas es eficiente y mejora el bienestar (Pelkmans, 2006). En esta sección, el análisis se centra en el debate económico.

Dos conceptos básicos para el estudio de la integración son la subsidiariedad y la proporcionalidad. El principio de subsidiariedad, en el contexto de la integración transnacional, significa que los poderes solo deben ser transferidos a las instituciones supranacionales cuando los países de manera individual no pueden lograr los mismos resultados. Este principio fue introducido oficialmente en el proceso de integración europea a través del Tratado de Maastricht en 1992. Se establece allí que en los ámbitos que no sean de su competencia exclusiva, la Comunidad intervendrá, conforme al principio de subsidiariedad, sólo en la medida en que los objetivos de la acción pretendida no puedan ser alcanzados de manera suficiente por los Estados miembros, y, por consiguiente, puedan lograrse mejor, debido a la dimensión o a los efectos de la acción contemplada, a nivel comunitario (Comunidad Europea, 1992, artículo 3 B).

El principio de proporcionalidad establece que las acciones a nivel central no se excederán más de lo necesario para alcanzar los objetivos planteados (Ederveen, Gelauff y Pelkmans, 2006). En Europa, la versión consolidada del Tratado que establece la Unión Europea dispone, en su artículo 5, que el contenido y forma de la acción de la Unión no excederán más de lo necesario para alcanzar los objetivos de los Tratados (Unión Europea, 2002). Estos dos principios son la base para evaluar el grado óptimo y las formas de integración entre los países, que deben decidir si transfieren el poder a un nivel común o coordinan el diseño y ejecución de políticas (Pelkmans, 2006). En Europa, estos principios implican que la Comisión Europea debe fundamentar la importancia y la justificación de cualquier propuesta y evaluar los costos y beneficios de la centralización. Estos dos principios en sí mismos son neutrales sobre el grado óptimo de centralización, pero demandan un adecuado análisis de costos y beneficios (Ederveen, Gelauff y Pelkmans, 2006).

La justificación económica para centralizar una política específica tiene su origen en las teorías del federalismo fiscal, que sostienen la existencia de un balance entre las ganancias de eficiencia que puede generar la centralización política a través de economías de escala e internalización de las externalidades transfronterizas, y la pérdida de eficiencia resultante de una respuesta indirecta a las preferencias de los electores (Comisión Europea, 2012).

Un análisis profundo y detallado de la integración regional de políticas debe considerar elementos de diversas escuelas de pensamiento económico:

- i) En primer lugar, la economía neoclásica destaca dos factores centrales: las economías de escala y las externalidades. En la actualidad suele haber una interdependencia fuerte entre países que comparten fronteras geográficas. Las políticas nacionales de un país pueden tener efectos negativos y positivos en un país vecino, que normalmente no se tienen en cuenta en el proceso de toma de decisiones. Las externalidades positivas implican que la efectividad de la política ejecutada en el país A se reduce debido a los efectos positivos que tiene sobre el país B, que es competidor del primero<sup>8</sup>. La descentralización o la falta de coordinación puede conducir a un menor esfuerzo del país A, a menos que el país B coopere o pague por los beneficios (Pelkmans, 2006).

Las economías de escala son el resultado de dos factores. Por un lado, cuando se aplican políticas similares en más de un país, puede ser eficiente transferir su administración a un gobierno central (costos fijos de la administración pública). Por otro lado, cuando las políticas son costosas y tienen costos fijos altos, la integración puede traer beneficios. Las políticas pueden requerir grandes inversiones en infraestructura o equipos, por ejemplo laboratorios de investigación o infraestructura de transporte, y las economías de escala pueden lograrse mediante proyectos transnacionales (economías técnicas de escala).

- ii) En segundo lugar, la economía evolucionista y la economía estructuralista reconocen que las capacidades productivas y tecnológicas varían entre países y sectores industriales, y que las políticas públicas deben atender a esas diferencias. En las políticas coordinadas o centralizadas puede reducirse la capacidad de satisfacer las necesidades locales, de respetar las diferentes preferencias nacionales y de adaptarse a las circunstancias locales

---

<sup>8</sup> En el caso de la inversión pública en CTI, el país A invierte recursos para fortalecer su competitividad internacional. Pero las externalidades positivas se traducen en que el país B, que es competidor del país A, resulte también beneficiado por los gastos del país A sin tener que pagar por ello. En consecuencia, la efectividad del gasto del país A para incrementar su competitividad se ve reducida.



(Radosevic, White y Furlani, 2008). En la literatura teórica y empírica sobre los distritos industriales, *clusters* y sistemas regionales de innovación se destaca la importancia del entorno tecnológico-económico local para la competitividad y cómo este puede ser modificado mediante políticas públicas activas<sup>9</sup>.

Esta segunda corriente también se sustenta en las teorías de múltiples niveles de gobierno, en que el principio de subsidiariedad significa que debe existir una estrecha correspondencia entre las políticas públicas y las preferencias de los electores, que podría demandar la asignación de competencias políticas a los gobiernos locales (Pelkmans, 2006). Es decir, los gobiernos locales con frecuencia tienen mayores habilidades para alinear las políticas en sintonía con las preferencias de sus electores.

Además, los sistemas de gobierno de multinivel, que son el resultado de tener gobiernos supranacionales y locales, pueden llevar a la duplicación de esfuerzos entre las diferentes administraciones implicadas. También pueden dar lugar a menores oportunidades para los participantes potenciales que no tienen la capacidad de trabajar en entornos complejos, como es el caso de las pymes y las regiones subnacionales menos favorecidas (IRE Working Group, 2008)<sup>10</sup>.

- iii) En tercer lugar, una vez que se han evaluado los dos primeros conjuntos de factores y se ha concluido que existe una justificación para la acción transnacional común, se debe examinar un último factor: la capacidad de coordinación entre los países. La economía institucional destaca la importancia de las instituciones formales e informales en la conformación de dinámicas económicas<sup>11</sup>. La confianza, la cercanía relacional y una estrecha interacción entre las organizaciones nacionales fomentan la cooperación transnacional y desalientan la centralización. La acción conjunta puede tener lugar en grupos pequeños (por ejemplo, un grupo de países limítrofes que comparten necesidades comunes y fortalezas) y no necesariamente incluir a todos los países que pertenecen a una comunidad transnacional.

---

<sup>9</sup> Véase, por ejemplo, Llisterri y Pietrobelli (2011), Padilla Pérez, Chaminade y Vang (2009), Iammarino (2005), Howells (1999), Florida (1995) y Saxenian (1990).

<sup>10</sup> Bilbao-Osorio y Rodríguez-Pose (2004) muestran que las políticas de apoyo a la I+D en la Unión Europea han tenido un gran impacto en el desarrollo económico cuando los países y regiones poseen capacidades tecnológicas previas. Es decir, las políticas supranacionales de I+D tienden a ofrecer mayores beneficios a los países y regiones subnacionales más desarrollados.

<sup>11</sup> El concepto de institución es amplio y, como se ha señalado antes, se entiende aquí como un conjunto común de hábitos, rutinas, prácticas, reglas y leyes que regulan la relación e interacción entre individuos y grupos (Edquist y Johnson, 1997, pág. 46).

Desde el punto de vista económico (teoría de juegos), lo que realmente importa para los agentes es si la cooperación es creíble, y por tanto, sostenible (Pelkmans, 2006). Si la cooperación voluntaria no puede darse, o no es creíble y sostenible, hay elementos a favor de la centralización (Ederveen, Gelauff y Pelkmans, 2006). La escala de un proyecto no implica de manera automática la centralización, ya que una cooperación sólida puede funcionar de forma óptima (Pelkmans, 2006). Por ejemplo, la Organización Europea de Investigación Nuclear (CERN), situada cerca de Ginebra, es financiada gracias a la colaboración de 20 países, por razones de escala.

En el cuadro IV.1 se resumen los factores analizados sobre la justificación y los fundamentos de las políticas supranacionales. La primera etapa consiste en identificar las posibles economías de escala (costos fijos y economías de escala técnicas) y las externalidades transfronterizas. En la segunda etapa se evalúa la heterogeneidad estructural existente entre los países y los beneficios potenciales de la formulación de políticas que aborden específicamente las necesidades y capacidades locales. Si los beneficios derivados de las economías de escala y las externalidades transfronterizas son mayores que los derivados de atender a la heterogeneidad, hay una justificación económica para la formulación de políticas transnacionales. La tercera y última etapa consiste en comparar la capacidad de coordinación que existe entre los países con los costos y beneficios de la centralización y de la gobernanza a diferentes niveles.

Cuadro IV.1  
FACTORES PARA ANALIZAR LA JUSTIFICACIÓN DE LAS  
POLÍTICAS SUPRANACIONALES

Primera etapa	Economías de escala a) Costos fijos de la administración pública b) Economías de escala técnicas	Externalidades transfronterizas
Segunda etapa	Heterogeneidad estructural y preferencias de los electores	
Tercera etapa	Coordinación transnacional versus gobernanza de multiniveles	

Fuente: Elaboración propia.

### 3. La justificación de las políticas regionales de ciencia, tecnología e innovación

En esta sección se examina la justificación para la integración de las políticas de CTI, a partir de los tres conjuntos de factores que se describieron en la sección anterior. En primer lugar, la presencia de economías de escala y de externalidades apoya la formulación de políticas o iniciativas transnacionales. La segmentación y la complejidad creciente de los mercados, las cadenas mundiales de valor y las tecnologías exigen como respuesta la cooperación transnacional para crear sinergias y evitar la fragmentación de los esfuerzos. En este sentido, la integración de políticas de CTI puede originar beneficios significativos gracias a las economías de escala que surgen en el diseño y ejecución de políticas que demandan inversiones cuantiosas.

La integración puede ser más eficiente para proyectos de I+D de gran magnitud y otras actividades de CTI que requieren inversiones significativas (economías de escala técnicas). Algunos proyectos de investigación son demasiado grandes y riesgosos para ser ejecutados por un solo país. A manera de ilustración, puede señalarse que varios países europeos participan en la CERN y en el programa Galileo por razones de escala (Radosevic, White y Furlani, 2008). La CERN, que posee el mayor laboratorio mundial de partículas físicas, descubrió recientemente la partícula de Higgs, en lo que constituye un claro ejemplo de los resultados que se pueden alcanzar al unir recursos provenientes de muchos países cooperantes. Las organizaciones supranacionales, como la Unión Europea, pueden alentar la ejecución de grandes proyectos en áreas de tecnologías de punta y la creación de redes transnacionales (IRE Working Group, 2008). La coordinación transnacional de la investigación pública también puede mejorar la difusión del conocimiento entre países, creando así una mayor base de conocimiento regional, con la participación de investigadores más especializados y menor duplicidad de proyectos. En la misma línea, también es posible abordar mediante la integración transnacional la duplicación y la fragmentación de la I+D entre países vecinos geográficamente, tanto pública como privada (Van der Horst, Lejour y Straathof, 2006)<sup>12</sup>.

Además, la integración de políticas de CTI puede ser más eficiente si existen políticas nacionales con características similares, pues en ese caso es posible cubrir una sola vez los costos fijos de administración, en lugar de que todos los países tengan que incurrir en ellos. El mismo argumento es válido para la supervisión y evaluación de los programas (Van der Horst, Lejour y Straathof, 2006). El intercambio de experiencias y buenas prácticas entre los responsables de políticas nacionales es otra actividad que podría

---

<sup>12</sup> Una de las causas de la duplicación es la inversión pública que se destina a muchas áreas, pero con pequeños montos, para mantener capacidades en diversos campos de la ciencia (Van der Horst, Lejour y Straathof, 2006).

promoverse a nivel transnacional. De igual manera, existen economías de escala significativas en la coordinación de normas y estándares, y en la creación de un sistema de patentes común transnacional<sup>13</sup>.

Las externalidades de las políticas se producen cuando las acciones de CTI del gobierno de un país tienen efectos no intencionales sobre otros países (Van der Horst, Lejour y Straathof, 2006). La interdependencia entre países genera un libre flujo transfronterizo de conocimiento (externalidades), al que los destinatarios no han contribuido (Radosevic, White y Furlani, 2008). Estos flujos transfronterizos de conocimientos debilitan la relación entre el PIB y la inversión pública nacional en I+D (Van der Horst, Lejour y Straathof, 2006). La presencia de externalidades desincentiva el apoyo a la I+D por parte de los gobiernos nacionales, ya que produce algunos beneficios que no pueden ser captados por individuos y organizaciones nacionales. La integración transnacional de políticas puede traducirse en mayores inversiones y mejores resultados.

El segundo conjunto de factores, la heterogeneidad y las preferencias de los electores, favorece la descentralización de políticas. La integración puede reducir la capacidad de satisfacer las necesidades locales y abordar preferencias regionales (subnacionales) o nacionales diversas. Los gobiernos nacionales y regionales (subnacionales) tienen la oportunidad de concentrar sus esfuerzos en las áreas científicas y tecnológicas que son importantes para el desarrollo nacional o en áreas en que existe excelencia científica local (IRE Working Group, 2008).

Otra área en que los gobiernos nacionales o de regiones dentro de un país tienen ventaja, en comparación con organizaciones supranacionales, es la provisión de infraestructura de apoyo para la innovación en empresas, que se adapta a las características e idiosincrasia locales. Los países y las regiones también pueden contribuir a crear clusters y redes locales, fomentando la especialización (IRE Working Group, 2008).

No hay una justificación única o general para la integración de las políticas de CTI, ya sea a través de la centralización o de la cooperación. Por lo tanto, se debe llevar a cabo un análisis de costos versus beneficios para cada política o instrumento. Van der Host, Lejour y Straathof (2006) afirman que existe evidencia de economías de escala y externalidades en la investigación pública y el apoyo público a la investigación privada, y que por ello es eficiente ejecutar esas políticas a nivel transnacional. Las ventajas de la integración son evidentes cuando se trata de promover la

---

<sup>13</sup> En la actualidad, en Europa se pueden solicitar las patentes en la Oficina Europea de Patentes (OEP). Una vez que la OEP ha aceptado una patente, esta tiene que ser reconocida posteriormente en cada país de acuerdo con la legislación nacional, lo que incluye los requisitos de traducción (Van der Host, Lejour y Straathof, 2006). En junio de 2012, después de un proceso de más de tres décadas de negociaciones, se acordaron las bases para el futuro sistema de una patente común de la Unión Europea. Hasta la fecha aún no está en funcionamiento, dado que está pendiente la definición de elementos operativos.

estandarización, la protección de los derechos de propiedad intelectual y la prevención de conductas anticompetitivas. Por el contrario, los programas para fomentar la innovación en pymes no suelen tener economías de escala ni crear externalidades, pero su diseño a nivel local se puede beneficiar de la posibilidad de atender a las necesidades y capacidades de regiones (subnacionales) y sectores específicos.

En la misma línea, Radosevic, White y Furlani (2008) llevaron a cabo un análisis de diversos instrumentos de política y concluyeron que en el caso de Europa la cooperación puede tener efectos positivos en los siguientes ámbitos: apoyo a las iniciativas de políticas transfronterizas, fomento de servicios intensivos en conocimiento, promoción de políticas de compras públicas y fortalecimiento de las instituciones europeas en materia de derechos de propiedad intelectual.

Por último, una vez que se han justificado los beneficios potenciales de la integración, se debe analizar la capacidad de coordinación existente entre los países. La cooperación transnacional en I+D es posible, como lo demuestran los casos de la CERN y Airbus<sup>14</sup>. En contraste, el Programa Marco de la Unión Europea, administrado por la Comisión Europea, es un ejemplo exitoso de centralización. Se deben tener en cuenta diversos factores, como la fortaleza de las instituciones nacionales y la existencia de confianza y cercanía relacional entre los países, para tomar una decisión.

## **B. Políticas europeas de ciencia, tecnología e innovación**

### **1. Integración económica europea**

En esta sección se presentan algunos hechos básicos de la integración económica europea, como base para el análisis posterior de un aspecto particular: la integración de las políticas de CTI. Existe un consenso general acerca de los dos motores principales de la integración económica europea. En primer lugar, la idea de una Europa unida adquirió gran urgencia después de la Segunda Guerra Mundial<sup>15</sup>. Los objetivos eran imposibilitar el estallido de una nueva guerra y cooperar en el proceso de reconstrucción (Baldwin y Wyplosz, 2009; Senior, 2009). En segundo lugar, la integración se ha visto como un poderoso instrumento para aumentar la competitividad de

---

<sup>14</sup> Airbus, uno de los principales fabricantes mundiales de aviones, se estableció en 1967, cuando los gobiernos de Alemania, Francia y el Reino Unido anunciaron acciones para construir un avión europeo.

<sup>15</sup> En esa guerra murieron alrededor de 8 millones de personas en Europa occidental, más de 9 millones en Europa central y del este, y un número superior a 20 millones en la ex Unión Soviética (Baldwin y Wyplosz, 2009).

Europa. Durante las décadas de 1950 y 1960, la creación del bloque del Este, por un lado, y los Estados Unidos, por otro, se consideraron las principales amenazas para la competitividad europea. Más recientemente, políticas clave, como la Estrategia de Lisboa (2000), se han diseñado para reducir la brecha con los Estados Unidos y el Japón, así como para enfrentar la creciente competencia de Asia.

Antes de examinar el proceso de integración europea, es útil recordar lo que se señala en la literatura sobre las diferentes etapas conceptuales de un proceso de integración, aunque estas no deben ser consideradas como pasos en un esquema lineal y ascendente<sup>16</sup>:

- i) Zona de libre comercio: las barreras al comercio se eliminan, pero los países mantienen la libertad de establecer políticas comerciales con terceros países.
- ii) Unión aduanera: además de eliminarse las barreras al comercio, se introduce una política comercial común hacia el resto del mundo.
- iii) Mercado común: se trata de una unión aduanera que también permite la libre movilidad de factores (trabajo y capital).
- iv) Unión económica y monetaria: incluye un mercado común, la coordinación o el control central de las políticas monetarias y fiscales, una moneda común o la convertibilidad total entre las monedas nacionales y un banco central común.
- v) Unión política: implica una autoridad central que tiene poderes supranacionales en diversas áreas como la política exterior y de seguridad.

La teoría económica elogia los beneficios de la integración económica, que pueden ser el resultado de una mayor competencia, economías de escala, especialización y transferencia de tecnología. Además, la integración regional puede aumentar el poder de negociación a nivel internacional, ya que un bloque regional tiene mayor peso en las negociaciones de acuerdos comerciales (Senior, 2009). La liberalización arancelaria tiende a reducir los precios y aumentar la competencia en los mercados locales<sup>17</sup>. La eliminación de cuotas y barreras técnicas y físicas al comercio exterior reduce la fragmentación del mercado y aumenta la competencia, lo que a su vez redundaría en empresas más eficientes, precios más bajos y una mayor producción. Un tamaño de mercado más grande puede fortalecer la competitividad de las empresas regionales, como resultado de economías de escala y transferencia de tecnología. A su vez, la integración del mercado de factores puede mejorar la eficiencia con que estos se combinan para producir bienes (Baldwin y Wyplosz, 2009).

<sup>16</sup> Más detalles sobre este proceso de integración pueden encontrarse en Senior (2009).

<sup>17</sup> No obstante, en la literatura sobre las uniones aduaneras se sostiene que el impacto de la liberalización arancelaria en el bienestar es ambiguo para los países que se abren, debido a que hay creación de comercio (positivo) y desviación del comercio (negativo) (Baldwin y Wyplosz, 2009).

La creación de instituciones comunes ha sido un pilar fundamental del proceso de integración europea. Los tratados europeos han proporcionado la base legal para la integración económica. El primero de ellos, el Tratado de Roma, fue firmado en 1957 por los miembros fundadores (Alemania, Bélgica, Francia, Italia, Luxemburgo y los Países Bajos)<sup>18</sup>. En él se sentaron las bases legales para el establecimiento de la Comunidad Económica Europea (CEE) y la formación gradual de una unión aduanera: la abolición de los aranceles y las restricciones cuantitativas y cualitativas al comercio dentro de la CEE, así como la creación de una política exterior común. Además, se establecieron los mecanismos para contar con políticas agrícolas y de transporte comunes y un Banco Europeo de Inversiones, entre otros. Ese mismo año también se firmó el tratado para establecer la EURATOM, que se discute en la siguiente sección.

El Acta Única Europea entró en vigor en 1987 y tuvo como objetivo la creación progresiva de un mercado único europeo (mercado común) hacia 1992, reforzando así las cuatro libertades económicas: la libre circulación de bienes, servicios, trabajo y capital. Por su parte, mediante el Tratado de Maastricht, firmado en 1992, se creó la Unión Europea, previendo una mayor integración. Se establecieron las bases para la unión monetaria, una mayor cohesión económica y social, la creación de la ciudadanía europea (el derecho a vivir en cualquier Estado de la UE y a trasladarse entre ellos) y la ampliación de competencias de la UE a nuevos ámbitos.

El Tratado de Amsterdam entró en vigor en 1999. Incorporó el Acuerdo de Schengen, con el cual se eliminaron los controles fronterizos entre los países miembros y se puso énfasis en la ciudadanía y los derechos de las personas. Por medio del Tratado de Niza, que entró en vigor en 2003, se reformó la estructura institucional de la Unión Europea para preparar la ampliación hacia el este.

En 2004 hubo un intento por aumentar aún más la integración política mediante una constitución europea que sustituyese los tratados existentes a través de un solo texto, ampliara el voto por mayoría calificada en los ámbitos políticos que habían sido previamente decididos por unanimidad entre los Estados miembros y otorgara fuerza legal a la Carta de los Derechos Fundamentales. Sin embargo, dicha constitución no fue ratificada, con lo que se inició un período de reflexión sobre el futuro de la integración europea.

---

<sup>18</sup> La primera semilla de la integración europea moderna es la Declaración de Schuman de mayo de 1950, solamente cinco años tras el término de la Segunda Guerra Mundial. Robert Schuman, que entonces era Ministro de Asuntos Exteriores de Francia, promovió la creación de una organización europea transnacional a cargo de la administración y la producción del carbón y del acero. Este acuerdo dio lugar a la Comunidad Europea del Carbón y del Acero (CECA).

Por último, en el Tratado de Lisboa, que entró en vigor en 2009, se modificaron los tratados anteriores que conforman la base constitucional de la UE y se incluyeron muchos de los cambios que se habían incorporado originalmente en la Constitución de la UE. Mediante el tratado, se convirtió la Carta de los Derechos Fundamentales en derecho primario europeo, se reforzó el papel del Parlamento Europeo y se crearon instituciones para una política exterior más coordinada, como el Alto Representante de la Unión para Asuntos Exteriores y Política de Seguridad.

El segundo pilar de la integración europea han sido las organizaciones y las políticas. Existen muchos organismos, agencias y comités de la UE, pero los seis principales son<sup>19</sup>:

- i) El Consejo Europeo: formado por los Jefes de Estado o de Gobierno de los Estados miembros, así como por su Presidente y el Presidente de la Comisión. Tiene una doble función: el establecimiento general de la dirección política y las prioridades de la UE, y la resolución de asuntos complejos o delicados que no pueden ser tratados a un nivel inferior de cooperación intergubernamental.
- ii) El Consejo de Ministros o Consejo de la Unión Europea: es la instancia en que los ministros nacionales de cada país de la UE se reúnen para aprobar leyes y coordinar políticas. No existen miembros fijos. Los países envían a cada reunión del Consejo al ministro del ámbito de la política que esté previsto discutir en esa oportunidad.
- iii) La Comisión Europea: representa y defiende los intereses de la UE en su conjunto. La Comisión elabora propuestas para las nuevas leyes europeas y gestiona los asuntos diarios sobre la aplicación de las políticas y el uso de los fondos de la UE.
- iv) El Parlamento Europeo: es elegido directamente por los ciudadanos de la UE cada cinco años. Es una de las instituciones legislativas principales de la UE, junto con el Consejo de la Unión Europea.
- v) El Tribunal de Justicia Europeo: interpreta la legislación para asegurar que se aplique en los mismos términos en todos los países de la UE. También resuelve las disputas legales entre los gobiernos e instituciones de la UE. Las personas, empresas u organizaciones pueden presentar casos ante el Tribunal si consideran que sus derechos han sido vulnerados por una institución de la Unión.
- vi) El Banco Central Europeo (BCE): administra el euro y la estabilidad de precios de la UE. El BCE es también responsable de la elaboración y aplicación de la política económica y monetaria común.

---

<sup>19</sup> Más detalles pueden encontrarse en [en línea] <http://europa.eu>.



Los países miembros han transferido parte de su autoridad legislativa a la UE en algunos ámbitos, como la agricultura y la pesca. En otros, como la cultura, el diseño de políticas es compartido por la UE y los gobiernos nacionales (Unión Europea, 2012). La UE pone en marcha periódicamente estrategias de gran alcance para hacer frente a sus principales preocupaciones. Por ejemplo, en la Estrategia de Lisboa y la estrategia Europa 2020, elaboradas en 2000 y 2010, respectivamente, se han propuesto nuevas iniciativas para reforzar la competitividad de Europa, en que la innovación es un factor clave.

El tamaño de la Unión se ha incrementado en las últimas décadas. En 1973, Dinamarca, Irlanda y el Reino Unido se unieron a los seis miembros fundadores. Grecia ingresó en 1981, y España y Portugal en 1986. Austria, Finlandia y Suecia lo hicieron en 1995. En 2004 se integraron diez países, principalmente de Europa del este: Chipre, Eslovaquia, Eslovenia, Estonia, Hungría, Letonia, Lituania, Malta, Polonia y la República Checa. Por último, Bulgaria y Rumania se sumaron en 2007, y está previsto que Croacia lo haga en 2013.

Los tratados europeos son válidos para los 27 Estados miembros. Sin embargo, algunos Estados han quedado fuera de ciertas políticas por medio de las llamadas cláusulas de exclusión voluntaria. Por ejemplo, Irlanda y el Reino Unido no se adhirieron al Acuerdo de Schengen, mientras que Dinamarca, el Reino Unido y Suecia no son miembros de la unión monetaria.

La Unión Europea dispone de un presupuesto propio, al que tiene derecho anualmente de acuerdo con lo establecido en los tratados europeos. Este presupuesto tiene un máximo equivalente al 1,23% del producto nacional bruto (PNB) de la UE para el período comprendido entre 2007 y 2013, y debe estar equilibrado cada año. El presupuesto de la UE ha aumentado considerablemente en las últimas décadas: en 1960 representaba el 0,3% del PNB de la UE y en 1973 era del 0,53% (Senior, 2009). Desde 1988, las fuentes de ingresos presupuestarias han sido: i) los aranceles sobre las importaciones de productos industriales y agrícolas procedentes de terceros países; ii) un porcentaje del total del impuesto sobre el valor agregado (IVA) recaudado por los Estados miembros, fijado en el 0,5% a partir de 2004, y iii) las contribuciones basadas en el PNB, si el financiamiento de las otras dos fuentes resultase insuficiente (Unión Europea, 2012).

En 2012, el presupuesto de la UE se distribuyó en las siguientes cinco áreas: crecimiento sostenible (45,9%), conservación y gestión de los recursos naturales (40,8%), ciudadanía, libertad, seguridad y justicia (1,4%), la UE como actor global (6,4%) y administración (5,6%) (Unión Europea, 2012).

Como se analiza más adelante, la integración económica es necesaria antes de abordar una integración real de las políticas de CTI. El libre comercio de servicios, la movilidad laboral, contar con instituciones comunes fuertes y disponer de un presupuesto conjunto son factores clave para poner en marcha políticas transnacionales de CTI exitosas.

## 2. Antecedentes e historia

La construcción de las instituciones europeas de CTI ha sido un proceso gradual, complejo y no lineal. Ha sido el resultado de la evaluación continua de las políticas y sus impactos, en una búsqueda permanente por aumentar la competitividad. Sin embargo, este proceso ha tenido lugar mediante el establecimiento de acuerdos *ad hoc* en una dinámica de construcción institucional lenta y gradual, a veces impulsado por los nuevos tratados, pero obstaculizado por normas y preferencias nacionales (Caracostas y Soete, 1997).

La UE lleva a cabo un ejercicio reflexivo permanente a través de los llamados libros verdes (*green papers*), debates, evaluaciones de políticas, perspectivas y ejercicios de comparación que han dado lugar a transformaciones importantes de las políticas de CTI a través de varias décadas. La creciente globalización y competencia internacional de bienes y servicios, el rápido ritmo del cambio tecnológico y la apertura a nuevas teorías y conceptos económicos han llevado al diseño de nuevas políticas y programas, para avanzar desde un enfoque centrado en las políticas de ciencia hacia un enfoque más integral, que comprende también las políticas de tecnología e innovación.

Después de la Segunda Guerra Mundial, la política industrial se convirtió rápidamente en uno de los pilares de la política económica europea para apoyar una acelerada transformación estructural de los sectores industriales más fuertes y complejos (Soete, 2008). La ciencia se volvió una preocupación central de los políticos, como un recurso clave de la recuperación económica en la posguerra, sobre la base de nuevas formas de organización industrial, fuentes de energía y desarrollo tecnológico (Borrás, 2003).

Las políticas industriales europeas son obviamente mucho más amplias que las políticas de CTI. En efecto, estas últimas pueden ser consideradas un subconjunto de las primeras. Pelkmans (2005) realizó un estudio sobre las políticas industriales de la UE y las clasificó en tres grupos: marco institucional (política de competencia, normas, reglamentos y propiedad intelectual), políticas industriales horizontales (habilidades y capital humano, contratos públicos y fondos de reestructuración) y políticas sectoriales específicas (políticas de *cluster*, tecnología e innovación y políticas regionales).

Los esfuerzos iniciales de colaboración europea se concentraron en el área de la energía nuclear, en el marco de la EURATOM. Este proceso fue impulsado por tres preocupaciones comunes: la emergente supremacía tecnológica de los Estados Unidos y la Unión Soviética, la fuga de talentos científicos europeos durante la guerra y después de ella, y la falta de instalaciones experimentales y laboratorios (Borrás, 2003). El objetivo del Tratado EURATOM, firmado en 1957 junto con el Tratado de Roma, fue combinar la experiencia y la capacidad europea en el área nuclear (Peterson y Sharp, 1998). A fines de la década de 1950, la energía nuclear era considerada como la base de una revolución

industrial. El razonamiento detrás de la EURATOM era apoyar la política industrial a través de la política energética, así como la ciencia nuclear y el desarrollo tecnológico (Caracostas y Soete, 1997). En el Tratado de Roma no se otorgaron competencias supranacionales significativas en el campo de la CTI, ya que en la década de 1960 los esfuerzos se concentraron en la consolidación de las capacidades nacionales de investigación (Borrás, 2003).

En la década de 1970, la Comunidad Europea desarrolló nuevas acciones en materia de política industrial, en medio de una caída drástica de las tasas de crecimiento y de la producción industrial derivada de la crisis internacional del petróleo. Los gobiernos europeos estaban interesados en utilizar el conocimiento científico más aplicado para contribuir a la recuperación de la actividad económica y el empleo. La mayoría de los países europeos pusieron en marcha grandes programas nacionales de I+D para apoyar a los sectores industriales estratégicos (Borrás, 2003). Los gobiernos trataron de reducir la brecha tecnológica y la dependencia con respecto a los Estados Unidos, ofreciendo subsidios y créditos blandos a las empresas, promoviendo así la creación de “campeones nacionales” (Peterson y Sharp, 1998). A nivel transnacional, en 1971 se creó el programa Cooperación Europea en Ciencia y Tecnología (COST), como un marco intergubernamental para promover la coordinación europea de la investigación financiada a nivel nacional y para reducir la fragmentación de las inversiones en materia de investigación (Bacaria-Colom, Casanova y Rullán, 2010).

Para hacer frente a la creciente competencia de las empresas estadounidenses y japonesas, la Comunidad desarrolló a mediados de la década de 1980 nuevos instrumentos de apoyo a las empresas para que actualizaran sus capacidades tecnológicas. El Programa Estratégico Europeo de Investigación y Desarrollo en Tecnología de la Información (ESPRIT) se inició en 1983 con el objetivo de promover la investigación precompetitiva y genérica con amplias aplicaciones en varios sectores económicos. La investigación se llevó a cabo de manera conjunta entre empresas, centros de investigación y universidades, y los proyectos tenían que involucrar a las organizaciones de al menos dos países de la UE.

El Programa Marco Europeo de Investigación y Desarrollo se creó en 1984 e introdujo la investigación y el desarrollo tecnológico como un nuevo ámbito de política común, adoptado formalmente en el Acta Única Europea. La justificación de este programa era que la acción pública no podía seguir concentrada únicamente en la generación de conocimiento científico, sino que también tenía que apoyar la transición hacia aplicaciones industriales. El objetivo era que las iniciativas supranacionales en esta área complementaran los esfuerzos nacionales y que la intervención conjunta se centrara en las industrias estratégicas (Borrás, 2003). Desde entonces, el programa ha crecido de manera exponencial y se ha convertido en un pilar central de las políticas de CTI de la UE, como se describe a continuación.

En 1985, se creó el Organismo Europeo de Cooperación para la Investigación (EUREKA) para promover la investigación con fines comerciales, es decir, la I+D que conduce a productos, procesos y servicios que tienen un potencial de alcanzar los mercados mundiales en un período de tiempo relativamente corto (Peterson y Sharp, 1998). El programa insignia de la Unión Europea para la movilidad en educación y formación, el Programa de acción comunitario en materia de movilidad de los estudiantes universitarios (ERASMUS), comenzó a operar en 1987. Ofrece financiamiento para estudiar y trabajar en el extranjero a 200.000 estudiantes cada año, pero también brinda apoyo a profesores y profesionales que quieren enseñar en el extranjero<sup>20</sup>.

Mediante el Acta Única Europea se otorgaron a la Comunidad, por primera vez, competencias en materia de investigación y tecnología. En el artículo 130 F se afirma que la Comunidad se fija como objetivo fortalecer las bases científicas y tecnológicas de la industria europea y favorecer el desarrollo de su competitividad internacional (Comunidad Europea, 1986, pág. 15). En el Acta Única Europea se propusieron una serie de actividades para promover la I+D, como el Programa Marco, ya mencionado.

En la década de 1990, la innovación se convirtió en un elemento fundamental para hacer frente a los problemas económicos de la UE<sup>21</sup>. Además, en el Tratado de Maastricht se estableció que la UE tiene la competencia de promover la investigación y el desarrollo tecnológico<sup>22</sup>. En el libro verde de 1995 sobre la innovación (Comisión Europea, 1995) se hicieron propuestas de un conjunto de iniciativas para aumentar la actividad innovadora europea, sobre la base de teorías de la economía evolucionista y de un enfoque sistémico<sup>23</sup>. Se afirmó explícitamente que la innovación no es un proceso lineal, con secuencias claramente delimitadas y un progreso automático, sino más bien un sistema de interacciones, de idas y venidas entre diferentes funciones y diferentes agentes involucrados (Comisión Europea, 1995, pág. 4). En el documento también se reconoció que Europa tenía importantes deficiencias para transformar los resultados de la investigación tecnológica en innovaciones y ventajas competitivas, y asimismo se reconoció la innovación como un componente esencial de las estrategias de política empresarial e industrial<sup>24</sup>. Algunas de las iniciativas

<sup>20</sup> Para más detalles, véase [en línea] [http://ec.europa.eu/education/lifelong-learning-programme/erasmus\\_en.htm](http://ec.europa.eu/education/lifelong-learning-programme/erasmus_en.htm).

<sup>21</sup> Véase el libro blanco sobre crecimiento, competitividad y empleo (Comisión Europea, 1993).

<sup>22</sup> Véase el título XV del Tratado de Maastricht (Comunidad Europea, 1992).

<sup>23</sup> Mytelka y Smith (2002) argumentan que a inicios de la década de 1990, organizaciones internacionales como la OCDE y la Comisión Europea estaban abiertas a nuevas ideas y escuelas heterodoxas, como la economía evolucionista y las teorías basadas en la evidencia empírica. Los encargados de la formulación de políticas en la UE consideraron las políticas de I+D y de innovación no solo como áreas de acción importantes por sí mismas, sino como instrumentos para una gama más amplia de políticas.

<sup>24</sup> En el documento se hacía referencia a lo que se denominaba la “paradoja europea”, ya que en comparación con los resultados científicos de sus competidores principales, el de la UE

promovidas en el libro verde eran fomentar la movilidad de estudiantes e investigadores en la UE a través de las becas Marie Curie<sup>25</sup>; fortalecer las redes interregionales de cooperación para la promoción de la innovación, y apoyar los proyectos de innovación a nivel europeo sobre la base de la cooperación entre empresas, laboratorios, intermediarios y sector financiero.

En la Cumbre de Lisboa celebrada en 2000, la innovación se consideró el elemento central de la estrategia de crecimiento económico de la UE. La Unión fijó el objetivo de convertirse en la economía basada en conocimiento más competitiva y dinámica del mundo para el año 2010. Se reconoció la inversión en I+D como factor clave de esta estrategia, dado su papel significativo en la generación de crecimiento económico, empleo y cohesión social (Consejo Europeo, 2000). La Comisión Europea cumplió un papel central en el análisis y la identificación de las tendencias económicas y sociales, con el apoyo de un amplio conjunto de indicadores cuantitativos.

Una política central de la Estrategia de Lisboa fue la creación del Espacio Europeo de Investigación (EEI). La UE reconoció el papel crucial de la I+D en una economía cada vez más global: “Por la creación de nuevos productos y métodos, y de nuevos mercados, la investigación y la tecnología constituyen uno de los principales motores del crecimiento económico y de la competitividad [...]. En general contribuyen, directa e indirectamente, a mantener y desarrollar el empleo” (Comisión Europea, 2000). Algunos de los principales elementos incluidos en el EEI son: la creación de redes de centros de investigación en Europa, más movilidad de los recursos humanos y una mayor cohesión europea en la investigación (véase la sección C de este capítulo).

En el Consejo Europeo de Barcelona, celebrado en 2002, se convino en que, a fin de cerrar la brecha entre la UE y sus principales competidores, era necesario un aumento significativo del esfuerzo general en I+D e innovación. Por ello, los países de la UE acordaron que el gasto total de la Unión en I+D debería aumentar hasta el 3% del PIB en 2010, y que dos tercios deberían provenir del sector privado (Consejo Europeo, 2002). Aunque esta cifra no se alcanzó, se ha producido un incremento gradual: en 2007 el gasto en I+D de los países de la UE fue del 1,82% del PIB, mientras que en 2010 llegó al 1,99% (ProInno Europe, 2008; ProInno Europe, 2012).

---

era excelente, pero en los quince años anteriores su desempeño tecnológico y comercial en sectores de alta tecnología, como la electrónica y las tecnologías de la información, se había deteriorado (Comisión Europea, 1995, pág. 5).

<sup>25</sup> Se trata de un conjunto de subvenciones para favorecer la movilidad de los investigadores en Europa en varias disciplinas científicas. En el Séptimo Programa Marco, las acciones Marie Curie se agrupan en las siguientes áreas: redes de formación inicial, becas intraeuropeas para el desarrollo profesional, becas para la integración de carreras, asociaciones entre la industria y la academia, becas internacionales, cofinanciamiento de programas regionales, nacionales e internacionales y el Programa de Intercambio Internacional de Personal Investigador (IRSES). Más detalles pueden consultarse en [en línea] <http://ec.europa.eu/research/mariecurieactions>.

En 2005, la Estrategia de Lisboa se relanzó bajo la presidencia de Luxemburgo, con tres prioridades: la promoción del conocimiento y la innovación como motores de un crecimiento sostenible, una Europa más atractiva para invertir y trabajar, y la generación de más puestos de trabajo para una mayor cohesión social. Ese año, se puso en marcha el Programa Comunitario de Lisboa con el objetivo de hacer más flexible el marco regulador y económico de Europa.

El Consejo Europeo de Investigación (CEI), la primera organización paneuropea de financiamiento de la investigación, se puso en marcha en 2007. Sus principales objetivos son: apoyar los mejores esfuerzos científicos en Europa en todos los campos de la ciencia, la academia y la ingeniería; promover la investigación motivada por investigadores o investigaciones de frontera de “abajo hacia arriba”, y recompensar las propuestas innovadoras, centrandó la atención en la calidad de la idea más que en el área de investigación<sup>26</sup>. En 2008, se creó el Instituto Europeo de Innovación y Tecnología (IEIT). Su misión es fortalecer el crecimiento europeo sostenible y la competitividad industrial consolidando la capacidad de innovación de la UE, a través de estructuras integradas (llamadas comunidades de conocimiento e innovación) que vinculan entre sí las áreas de la educación superior, la investigación y los negocios<sup>27</sup>.

En la actualidad, la principal iniciativa de la UE en materia de CTI es la llamada Unión por la Innovación (*Innovation Union*), una de las siete iniciativas emblemáticas de la estrategia Europa 2020 para una economía inteligente, sostenible e inclusiva, lanzada en 2010. La Comisión Europea reconoce que en una época de restricciones presupuestarias públicas, grandes cambios demográficos y creciente competencia global, la competitividad de Europa, su capacidad de crear millones de nuevos puestos de trabajo para reemplazar los perdidos durante la crisis y, sobre todo, su futuro nivel de vida dependen de su capacidad para impulsar la innovación en productos, servicios, y procesos y modelos de negocios y sociales (Comisión Europea, 2010a, pág. 2).

En la Unión por la Innovación se incluyen más de 30 acciones con los objetivos de hacer de Europa una región con desempeño científico de clase mundial, eliminar los obstáculos a la innovación y revolucionar la forma en que los sectores público y privado trabajan juntos<sup>28</sup>. Esta iniciativa, a cargo de la Dirección General de Investigación e Innovación, promueve que otras direcciones generales de la Comisión, así como otras organizaciones de la UE, incluyan la innovación como una parte central de sus agendas. En el cuadro IV.2 se resume la evolución de las estrategias, políticas y programas de ciencia, tecnología e innovación de la UE.

---

<sup>26</sup> Para más detalles, véase [en línea] <http://erc.europa.eu>.

<sup>27</sup> Para más detalles, véase [en línea] <http://eit.europa.eu>.

<sup>28</sup> Mayor información puede verse en [en línea] [http://ec.europa.eu/research/innovation-union/index\\_en.cfm](http://ec.europa.eu/research/innovation-union/index_en.cfm).

Cuadro IV.2  
UNIÓN EUROPEA: PRINCIPALES ESTRATEGIAS, POLÍTICAS Y PROGRAMAS  
DE CIENCIA, TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN

1957	Tratado EURATOM (Comunidad Europea de la Energía Atómica)
1971	Programa Cooperación Europea en Ciencia y Tecnología (COST)
1983	Programa Estratégico Europeo de Investigación y Desarrollo en Tecnología de la Información (ESPRIT)
1984	Programa Marco Europeo de Investigación y Desarrollo
1985	Organismo Europeo de Cooperación para la Investigación (EUREKA)
1986	Acta Única Europea
1987	Programa de acción comunitario en materia de movilidad de los estudiantes universitarios (ERASMUS)
1992	Tratado de Maastricht
1995	Libro verde (green paper) sobre la innovación
2000	Estrategia de Lisboa Espacio Europeo de Investigación (EEI)
2002	Consejo Europeo de Barcelona
2007	Consejo Europeo de Investigación (CEI)
2008	Instituto Europeo de Innovación y Tecnología (IEIT)
2010	Estrategia Europa 2020 Unión por la Innovación

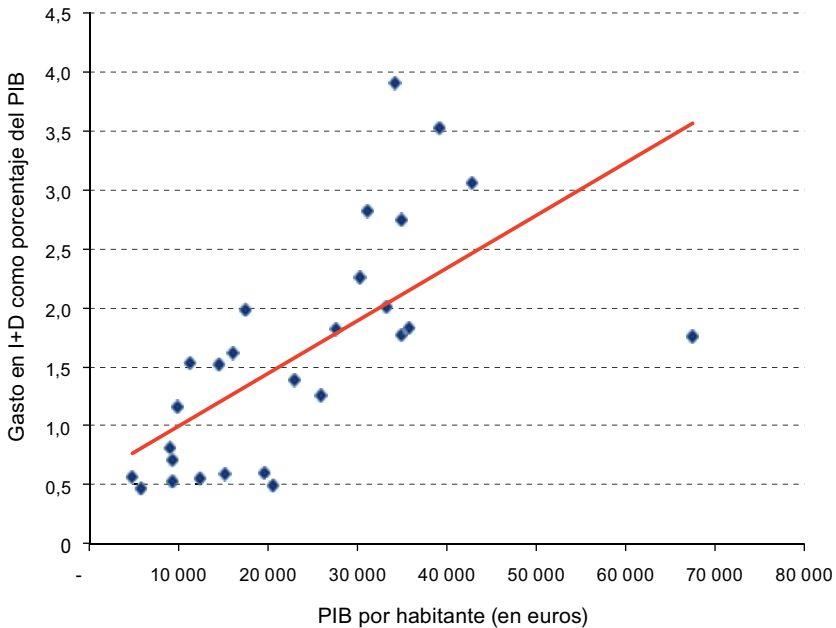
Fuente: Elaboración propia.

El construir capacidades para la innovación se ha convertido en un objetivo clave para la política de la UE. La Comisión Europea ha duplicado su presupuesto destinado a fomentar la innovación en el período comprendido entre 2007 y 2013, y se espera un nuevo aumento significativo para el período de 2014 a 2020. La Comisión apoya de manera amplia y continua las áreas de fomento de la investigación científica y la producción de conocimiento, la mejora de la educación y la formación profesional, la construcción de infraestructura europea, el desarrollo de las pymes, la construcción de capacidades en las regiones menos avanzadas (política regional) y la promoción de una sociedad de la información. La UE ha sido muy activa también en el ámbito regulatorio en materia de innovación, en aspectos de derechos de propiedad intelectual, estandarización, política de competencia, desregulación de los mercados de las tecnologías de la información y las comunicaciones, y reglamentos en materia de bioética, seguridad alimentaria y protección del medio ambiente (Borrás, 2003).

La Comisión Europea reconoce que existe una correlación positiva entre ingreso por habitante y gasto en I+D entre los Estados miembros, tal como se muestra en el gráfico IV.1. Además, los países de la UE, como España,

que basaron su crecimiento anterior a la crisis económica en sectores menos avanzados desde el punto de vista tecnológico (por ejemplo, la construcción y el turismo), actualmente tienen enormes tasas de desempleo y están luchando para reactivar el crecimiento económico.

Gráfico IV.1  
UNIÓN EUROPEA: GASTO EN I+D COMO PORCENTAJE DEL PIB (2009-2010) Y PIB POR HABITANTE (2010-2011)



Fuente: Elaboración propia sobre la base de Eurostat [en línea] <http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/eurostat/home/>.

Después de más de cinco décadas de construir instituciones y organizaciones, la estructura de la UE en materia de políticas de CTI es bastante compleja. Estas políticas se distribuyen en varias áreas y en diferentes programas. Anvret, Granieri y Renda (2010) identifican la siguiente estructura:

- Cuatro programas de fondos europeos de gestión centralizada: el Programa Marco, el Programa marco para la innovación y la competitividad (CIP), el Programa de aprendizaje permanente y el programa LIFE+<sup>29</sup>. Dentro del CIP, hay tres subprogramas distintos, cada uno con sus propias actividades.

<sup>29</sup> Los fondos se distribuyen a los Estados miembros de la UE y a sus regiones subnacionales, y son administrados por ellos mismos de acuerdo con las normas comunitarias y las áreas prioritarias.



- Cuatro programas de gestión compartida que incluyen la innovación entre sus objetivos: el Fondo Europeo de Desarrollo Regional (FEDER), el Fondo Social Europeo (FSE), el Fondo Europeo Agrícola para el Desarrollo Rural (FEADER) y el Fondo Europeo de Pesca (FEP).
- Tres programas indirectos de apoyo a la innovación: el programa Red Transeuropea de Transporte, el programa Marco Polo (transporte y contaminación) y el programa Prestación interoperable de servicios paneuropeos de administración electrónica al sector público, las empresas y los ciudadanos (IDABC).
- El Banco Europeo de Inversiones (BEI) apoya la innovación a través de diversas actividades, tales como el proyecto Apoyo a la economía del conocimiento, que financia la I+D, la innovación y la educación, haciendo uso de préstamos, garantías para las inversiones de alto riesgo y planes de participación en el capital<sup>30</sup>.

En cuanto a los organismos encargados de su ejecución, hay ocho direcciones generales a cargo de los programas centralizados: Investigación e Innovación (RTD), Empresa e Industria (ENTR), Medio Ambiente (ENV), Asuntos Económicos y Financieros (ECFIN), Educación y Cultura (EAC), Energía (ENER), Movilidad y Transporte (MOVE) y Redes de Comunicación, Contenido y Tecnologías (CNECT). Otras cinco direcciones generales participan en los fondos de administración compartida: Política Regional (REGIO), Empleo, Asuntos Sociales e Inclusión (EMPL), Agricultura y Desarrollo Rural (AGRI), Asuntos Marítimos y Pesca (MARE) e Informática (DIGIT). Además, 24 comités se ocupan de la vigilancia y la programación de los programas de gestión centralizada (Anvret, Granieri y Renda, 2010).

Se estima que el 16,5% del presupuesto de la UE en el período comprendido entre 2007 y 2013 se ha destinado a actividades relacionadas con la CTI (Anvret, Granieri y Renda, 2010). El presupuesto del Séptimo Programa Marco asciende a 54.000 millones de euros. El CIP cuenta con un presupuesto global de 3.600 millones de euros, el Programa de aprendizaje permanente con 7.000 millones de euros y el programa LIFE+ con 2.200 millones de euros. La suma global del presupuesto de los programas de gestión centralizada llega a 67.000 millones de euros. Los programas de gestión compartida y otros programas tienen sus propios presupuestos.

Los fondos europeos de I+D son un pequeño monto en comparación con los gastos de los gobiernos centrales de los Estados miembros. Durante el Sexto Programa Marco, los fondos de la Comisión Europea representaban menos del 5% del total del gasto público en investigación de la UE (Comisión Europea, 2009b), pero se produjo un aumento sustancial en el Séptimo

<sup>30</sup> Más detalles pueden verse en [en línea] <http://www.eib.org/index.htm>.

Programa Marco, con lo que esta cifra aumentó hasta el 10% (Comisión Europea, 2010b). Sin embargo, si se suman las subvenciones a la I+D procedentes de los fondos estructurales, la contribución de la UE puede ascender a más del 50% del gasto público total en I+D en algunos de los Estados menos ricos (Peterson y Sharp, 1998).

La división de tareas entre la UE y los gobiernos nacionales no se ha basado solamente en los principios de subsidiariedad y proporcionalidad, antes mencionados, sino también en los criterios de no sustitución y complementariedad: los fondos de la UE y sus políticas no deben sustituir sino que complementar los recursos nacionales (Borrás, 2003; Bacaria-Colom, Casanova y Rullán, 2010).

La Comisión Europea, a través de las direcciones generales clave, está en el centro del proceso de formulación de políticas, que han sido acordadas o modificadas por el Consejo de Ministros y el Parlamento Europeo. Sin embargo, las direcciones generales y el Parlamento interactúan a través de diálogos y consultas a grupos industriales y científicos, y a los propios Estados miembros (Cooke, Gómez Uranga y Etxebarria, 2000).

La importancia de las políticas de CTI en la agenda económica de la Unión Europea es resultado de factores de oferta y demanda. Por un lado, la Comisión Europea ha impulsado a los Estados miembros a asumir un mayor compromiso político y financiero con la CTI. La Comisión funciona como un centro de pensamiento (*think tank*) que promueve nuevas políticas, pero también cuenta con recursos financieros para incentivar a los Estados miembros a adoptar sus recomendaciones. Por otro lado, los Estados miembros, en especial aquellos altamente comprometidos con la CTI, junto con las grandes empresas multinacionales que invierten en forma intensiva en I+D, han demandado un mayor apoyo por parte de la UE.

Las políticas europeas de CTI, obviamente complementadas por los esfuerzos nacionales, han alcanzado logros significativos. En el llamado tablero de la innovación, se observa que algunas de las regiones y países más innovadores del mundo están en Europa, por ejemplo, Alemania, Dinamarca, Finlandia y Suecia, aunque otros países, como Grecia y Polonia, se han quedado atrás (ProInno Europa, 2012). En el cuadro IV.3 se presentan algunos indicadores seleccionados de CTI que muestran el positivo comportamiento global de los líderes europeos, así como las diferencias significativas que existen entre los países de la UE, y una comparación con algunos países de la OCDE.

CUADRO IV.3  
UNIÓN EUROPEA Y OCDE (PAÍSES SELECCIONADOS): INDICADORES SELECCIONADOS DE CIENCIA,  
TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN, 2010<sup>a</sup>

	UE (27 países)	Alemania	Dinamarca	Finlandia	Grecia	Polonia	Suecia	Canadá	Estados Unidos	México	República de Corea
Gasto nacional bruto en I+D (como porcentaje del PIB)	1,9	2,8	3,1	3,9	0,6	0,7	3,4	1,8	2,9	0,4	3,7
Gasto de la educación superior en I+D (como porcentaje del PIB)	0,5	0,5	0,9	0,8	0,3	0,3	0,9	0,7	0,4	0,1	0,4
Personal dedicado a actividades de I+D por mil personas económicamente activas	10,4	13,2	18,3	20,8	7,2	4,6	15,6	12,7	nd <sup>b</sup>	1,6	13,5
Número de familias de patentes triádicas <sup>c</sup>	14 124	5 685	303	353	9	27	882	638	13 837	12	2 182
Número de familias de patentes triádicas por millón de habitantes <sup>c</sup>	28,1	69,5	54,4	65,4	0,9	0,7	92,9	18,3	44,1	0,1	44,9

Fuente: Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos (OCDE), "Main Science and Technology Indicators", agosto de 2012 [en línea] <http://stats.oecd.org>.

<sup>a</sup> Las cifras corresponden a 2010 o al año disponible más reciente.

<sup>b</sup> nd: no disponible.

<sup>c</sup> Las familias de patentes triádicas son una categoría que define la OCDE para eliminar las duplicidades en el recuento de patentes solicitadas ante distintas oficinas.

Una evaluación dinámica de los resultados de innovación de la UE (sobre la base del Índice de desempeño en innovación, que calcula la Comisión Europea) muestra que, entre 2007 y 2010, se redujeron las diferencias con los Estados Unidos y el Japón, y aumentó la ventaja sobre el Canadá y el Brasil. Sin embargo, China está cerrando la brecha, al mismo tiempo que se incrementa la brecha de la República de Corea con respecto a la UE. En el gráfico IV.2 se muestra la evolución de la brecha existente entre un grupo de países seleccionados y la UE. Las cifras positivas significan que el desempeño innovador del país de comparación es superior al de la UE, mientras que las cifras negativas indican un mejor desempeño de la UE.

Los programas de la UE han beneficiado también a las políticas nacionales. Por ejemplo, en el campo de la investigación en medio ambiente y de la investigación relacionada con las tecnologías de la información, las actividades de la UE han sido el principal recurso para la investigación nacional o han influido en el diseño de políticas complementarias a las nacionales. El impacto de las políticas de la UE ha sido mayor en los países menos avanzados (Caracostas y Soete, 1997).

Gráfico IV.2  
UNIÓN EUROPEA (27 PAÍSES): EVOLUCIÓN DE LA BRECHA DEL ÍNDICE DE DESEMPEÑO EN INNOVACIÓN CON PAÍSES SELECCIONADOS, 2007-2011 <sup>a</sup>  
(Brecha porcentual entre el índice de la UE y el de países seleccionados)

#### A. Países con desempeño innovador superior al de la Unión Europea

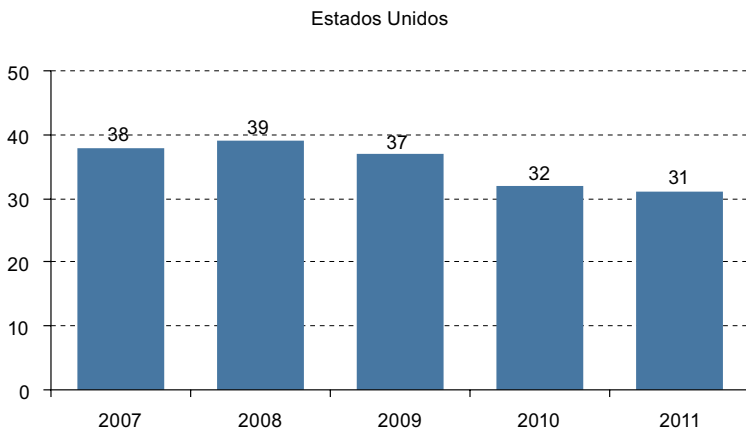
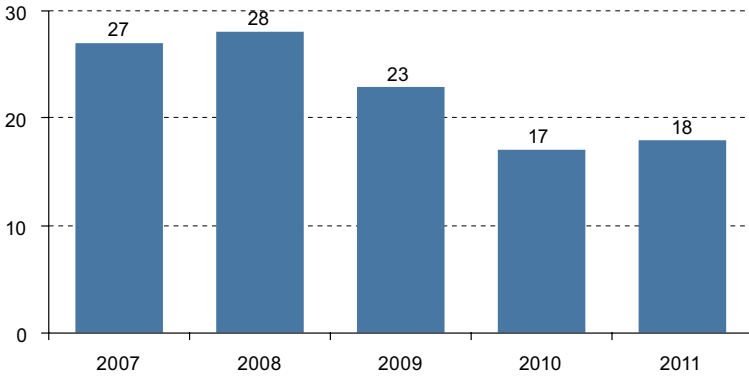
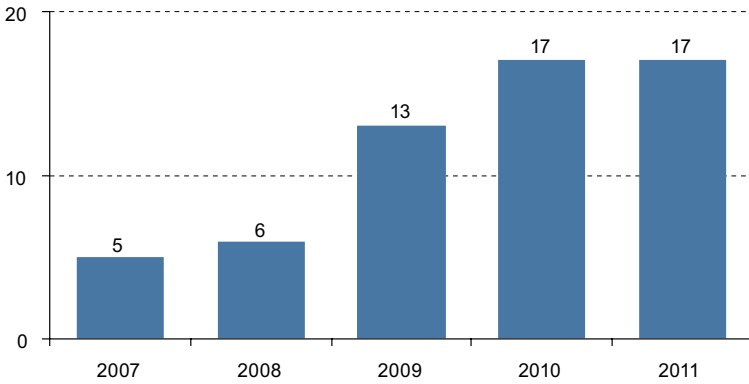


Gráfico IV.2 (continuación)

Japón



República de Corea



B. Países con desempeño innovador inferior al de la Unión Europea

Canadá

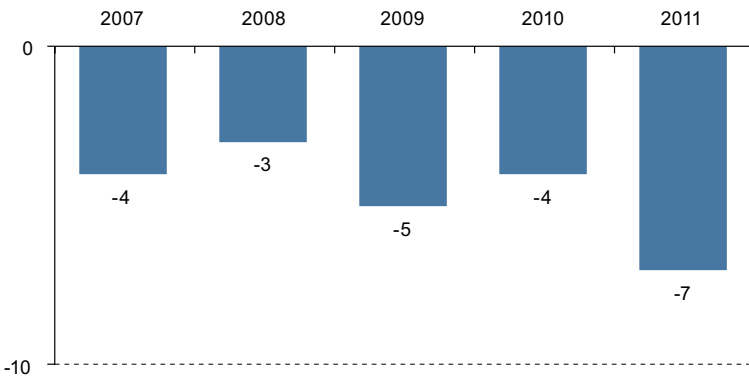
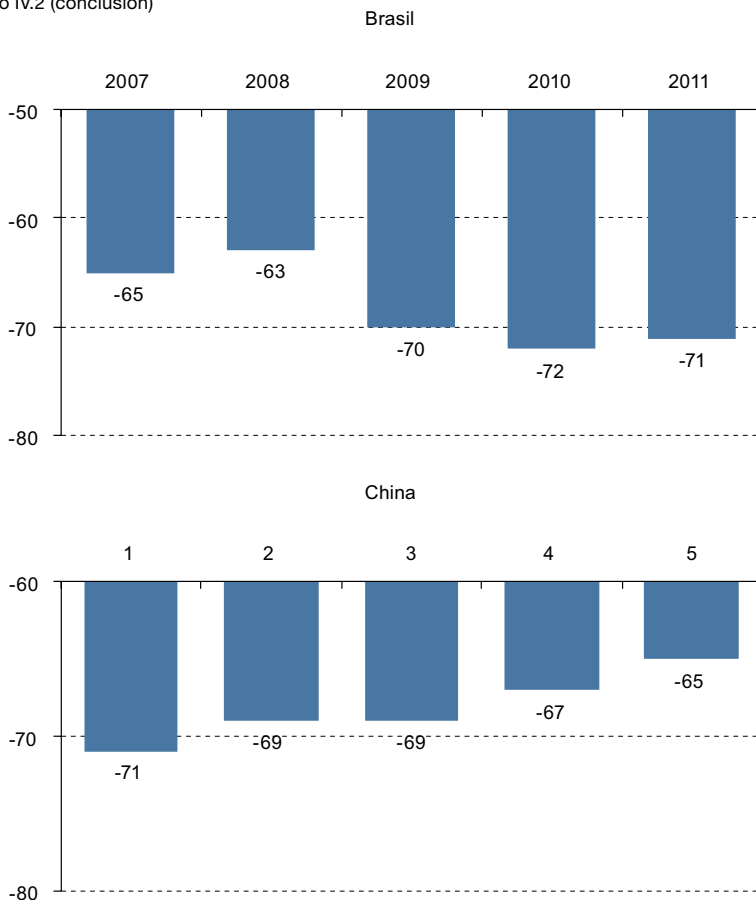


Gráfico IV.2 (conclusión)



Fuente: Prolnno Europe, "Innovation Union Scoreboard 2011", Bruselas, Comisión Europea, 2012.

<sup>a</sup> El índice de desempeño en innovación, que calcula anualmente la Comisión Europea, está compuesto por 25 indicadores divididos en tres áreas: facilitadores (recursos humanos, financieros y de apoyo, entre otros), actividades de las empresas y resultados. En el gráfico, las cifras positivas significan que el desempeño innovador del país de comparación es superior al de la UE, mientras que las cifras negativas indican un mejor desempeño de la UE. Más detalles pueden encontrarse en Prolnno Europa (2012).

No obstante, la Comisión Europea está consciente de que, a pesar de los avances, aún existen importantes deficiencias, como un marco legal incompleto para la protección de la propiedad intelectual; mercados de capitales fragmentados y bajo nivel de financiamiento a través de acciones; un proceso de estandarización que no está lo suficientemente sincronizado con los resultados de la investigación y las necesidades del mercado, y una insuficiente interacción transfronteriza entre las empresas, la educación y la investigación (el llamado triángulo del conocimiento) (Comisión Europea, 2009a). La UE reconoce también que hay una falta de masa crítica y de coherencia debido a la existencia de diversos programas y organismos de implementación (Comisión Europea, 2009a).

Además, aún hay un camino largo por recorrer en términos de integración de las políticas nacionales y transnacionales. La gran mayoría de las políticas públicas de I+D todavía son de los gobiernos nacionales. La falta de un sistema de patente única europea sigue siendo un obstáculo para una integración creciente. Además, como se mencionó anteriormente, existe una brecha importante entre los países avanzados y menos avanzados dentro de la UE, y el promedio de los indicadores de CTI están por detrás de los que registran los Estados Unidos y el Japón.

En las siguientes secciones, se estudian tres instrumentos específicos de la UE: el Programa Marco de Investigación y Desarrollo Tecnológico, el Espacio Europeo de Investigación e iniciativas políticas de evaluación comparativa en el marco de la iniciativa ProInno Europa. Ellos ilustran la amplia gama de instrumentos que ha puesto en marcha la UE y ofrecen valiosas lecciones para otras regiones.

## **C. Tres instrumentos de las políticas europeas de ciencia, tecnología e innovación**

### **1. El Programa Marco**

En 1984, la Comisión Europea puso en marcha el Programa Marco con el objetivo de agrupar todas sus actividades de apoyo a la I+D. En ese momento, el fortalecimiento de la competitividad internacional de determinadas empresas y sectores de alta tecnología se consideraba fundamental para el desarrollo económico y social de Europa (Soete, 2008). El programa introdujo algunas novedades en las políticas europeas de CTI, como una estructura plurianual, esquemas de cofinanciamiento y proyectos estrictamente transnacionales y de colaboración (Borrás, 2003). El Programa Marco es todavía la principal fuente de financiamiento público de la I+D transnacional en Europa.

Como se ha mencionado, el Acta Única Europea estableció una base legal para el Programa Marco. Posteriormente, en los artículos 163 a 173 del tratado reformado de la Unión Europea se describieron los objetivos de la política de la UE en materia de investigación y desarrollo tecnológico y se definió el Programa Marco como el mecanismo básico para la aplicación de esta política (Comisión Europea, 2002). En 2005, la Comisión Europea publicó un documento de trabajo en que se presentaba una clara justificación del Programa Marco (Comisión Europea, 2005e). En este documento se sostiene que su razón de ser fundamental es el financiamiento de I+D en las áreas que se benefician del apoyo del sector público y que se llevan a cabo con mayor eficacia a nivel europeo. Se identifican tres tipos principales de “valor agregado europeo”:

### **a) Uso conjunto de recursos**

Este argumento se relaciona principalmente con las economías de escala. En primer lugar, algunas actividades de investigación son de tal envergadura y complejidad que ningún país por sí solo puede comprometer los recursos financieros y humanos necesarios. Por lo tanto, se requiere llevarlas a cabo a nivel europeo para alcanzar la masa crítica necesaria. También hay una fuerte necesidad de contar con capacidades y conocimientos complementarios (campos multidisciplinarios).

En segundo lugar, el financiamiento público de la I+D que realizan las empresas privadas puede generar un efecto de atracción de inversión adicional, es decir, puede estimular a las empresas a invertir en I+D un monto mayor de sus propios recursos del que hubiesen destinado de no existir el apoyo público. La Comisión Europea señala que en el caso del Programa Marco hay evidencia de que muchos proyectos de I+D no se habrían llevado a cabo sin el financiamiento de la UE. El apoyo de la UE fomenta un tipo particular de proyectos de investigación, en que las empresas privadas pueden colaborar con socios extranjeros a una escala que no es posible a nivel nacional y ganar acceso valioso a habilidades y conocimientos complementarios.

En tercer lugar, algunos trabajos de I+D exigen una inversión muy cuantiosa (por ejemplo, en laboratorios de investigación y bases de datos). Este es el llamado efecto de “la gran ciencia” y justifica la intervención de la UE mediante el apoyo a grandes instalaciones transnacionales y a proyectos de cooperación destinados a mejorar la interoperabilidad de las instalaciones.

### **b) Fomento de la capacidad humana y la excelencia en ciencia y tecnología**

La Comisión Europea identifica tres elementos en esta categoría. En primer lugar, las acciones de la UE estimulan la formación y la movilidad en todas las etapas de las carreras de investigación, tanto en la academia como en la industria, haciendo que Europa sea más atractiva para los investigadores. Esto contribuye a garantizar que permanezcan en Europa y a atraer a los mejores que trabajan en terceros países. Las iniciativas comunitarias evitan los altos costos de los acuerdos bilaterales entre los Estados miembros. En segundo lugar, la investigación de la UE promueve la transferencia de conocimientos y la difusión a través de las fronteras. En tercer lugar, la intervención de la UE es un mecanismo eficaz para promover la competencia paneuropea para el financiamiento de la investigación pública, lo que se traduce en una mayor calidad y excelencia.

### **c) Una mejor integración de la I+D**

Los desafíos de la política paneuropea (por ejemplo, el cambio climático, la seguridad alimentaria y la salud) pueden ser mejor atendidos



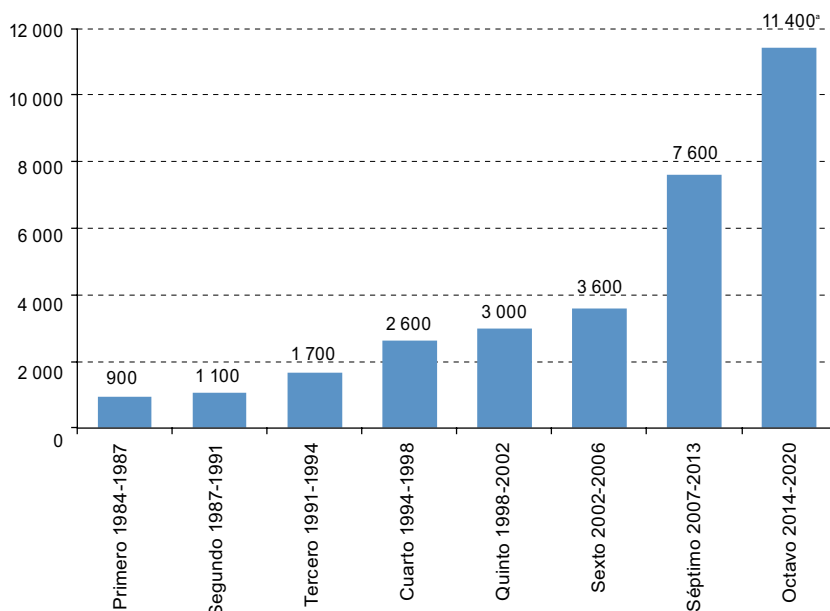
por las políticas de la UE que por las políticas nacionales, teniendo en cuenta el interés común y la escala en que estos problemas deben ser abordados. Asimismo, una mejor coordinación de las políticas de CTI puede ayudar a reducir la fragmentación y dirigir la inversión pública más eficientemente. Por último, algunos campos de investigación se estudian mejor en un contexto comparativo internacional y las políticas de la UE ofrecen la posibilidad de formar equipos de investigación internacionales.

El Programa Marco ha evolucionado en forma considerable desde su inicio. Mediante el primero, segundo y tercer programas se promovió el desarrollo de tecnología principalmente desde un enfoque de oferta, en el supuesto de que el apoyo público es necesario para impulsar la inversión privada en I+D y para obtener beneficios colectivos de las actividades de colaboración. En los programas cuarto y quinto, la difusión de las nuevas tecnologías, la integración de las pymes y la orientación hacia el usuario se convirtieron en objetivos clave. El soporte teórico de este nuevo enfoque fue el marco de sistemas de innovación que se describió anteriormente. El sexto programa se centró en la excelencia científica y de investigación, y se convirtió en el instrumento financiero para apoyar la creación de un Espacio Europeo de Investigación (Roediger-Schluga y Barber, 2007).

Cada nuevo programa ha sido más amplio que su predecesor en términos del alcance de las tecnologías y los temas de investigación, y del presupuesto (Van der Horst, Lejour y Straathof, 2006). En el gráfico IV.3 se resumen los períodos de vigencia y la evolución del presupuesto de los Programas Marco, desde sus inicios. Como se puede observar, el presupuesto medio anual aumentó de 900 millones de euros en el período comprendido entre 1984 y 1987 a 7.600 millones de euros en el período que va de 2007 a 2013. Se espera que el Octavo Programa Marco, que también se conoce como Horizonte 2020 y se extenderá desde 2014 hasta 2020, tenga un presupuesto medio anual de 11.400 millones de euros.

El Séptimo Programa Marco de Investigación y Desarrollo Tecnológico tiene una duración de siete años (2007-2013) y un presupuesto total superior a 53.000 millones de euros. Esto representa un aumento significativo en comparación con el Sexto Programa Marco (del 41% en términos reales). Tiene dos objetivos principales: fortalecer la base científica y tecnológica de la industria europea y favorecer su competitividad internacional. Al igual que los programas anteriores, el Séptimo Programa Marco aporta un valor agregado europeo, dado el carácter transnacional de sus acciones. Por ejemplo, los proyectos de investigación son realizados por consorcios que incluyen a participantes de diferentes países europeos y las subvenciones exigen la movilidad transfronteriza. La participación está abierta a una amplia gama de organizaciones y personas individuales, como grupos de investigación de universidades o institutos de investigación, empresas privadas, investigadores principiantes y con experiencia, organizaciones de la administración pública o de gobierno y organizaciones internacionales (Comisión Europea, 2011a).

Gráfico IV.3  
 CRONOLOGÍA Y PRESUPUESTO MEDIO ANUAL DE LOS PROGRAMAS MARCO  
 EUROPEOS DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO  
 (En millones de euros)



Fuente: Elaboración propia sobre la base de información oficial [en línea] <http://europa.eu>.

<sup>a</sup> Estimación

La Comisión Europea sostiene que el aumento de la inversión pública en I+D de la UE tendrá un efecto multiplicador significativo en las inversiones privadas. Cada euro de gasto público en I+D genera 93 centavos de euro adicionales de inversión privada para el mismo fin. Se requiere poner atención especial en los campos científicos emergentes, en que los efectos económicos de largo plazo son notables y se necesita investigación costosa y de alto riesgo. Como se ejemplifica, ningún país de la UE por sí solo puede desarrollar la economía del hidrógeno o hacer realidad la fusión nuclear (Comisión Europea, 2005d, pág. 15).

El Séptimo Programa Marco se ejecuta a través de cinco programas específicos:

- **Cooperación:** fomenta la investigación colaborativa dentro de Europa y con otros países socios mediante proyectos de consorcios transnacionales de la industria y la academia. Este componente representa dos terceras partes del presupuesto total y apoya diez áreas específicas de investigación, entre ellas salud, alimentación, medio ambiente, nanociencias y tecnologías de la información y las comunicaciones.

- **Ideas:** ejecutado por el Consejo Europeo de Investigación, apoya la investigación de frontera sobre la base de la excelencia científica.
- **Gente:** brinda apoyo a la movilidad de investigadores y el desarrollo de carreras profesionales. Se implementa a través de las llamadas Acciones Marie Curie, entre las que se incluyen asociaciones entre la industria y la academia, formación inicial de los investigadores y becas intraeuropeas, entre otras.
- **Capacidades:** tiene como objetivo fortalecer la base de conocimiento europea en los siguientes ámbitos: infraestructura de investigación, investigación en beneficio de las pymes, regiones del conocimiento y actividades de cooperación internacional, entre otros.
- **Programa EURATOM:** se enfoca en las actividades de investigación y formación en el ámbito nuclear, incluidos desarrollo tecnológico, cooperación internacional y difusión de información técnica, entre otras<sup>31</sup>.

Como parte del Séptimo Programa Marco se incluye un monto de 185 millones de euros para la cooperación internacional. Más de 100 países de todo el mundo participan en los programas de investigación de la UE. La Comisión Europea reconoce que la cooperación internacional, por un lado, contribuye a impulsar la investigación y la tecnología en los países que están construyendo sus propias capacidades tecnológicas y, por otro, permite enriquecer la investigación europea a través del intercambio de conocimientos generados en todo el mundo (Comisión Europea, 2006).

El Séptimo Programa Marco otorga subvenciones a proyectos de I+D, aportando un cierto porcentaje de los costos totales. Los porcentajes máximos de reembolso de los costos de un proyecto dependen del esquema de financiamiento, la situación jurídica de los participantes y el tipo de actividad. El esquema general es del 50%, pero puede llegar hasta el 100%, por ejemplo para investigación de frontera en el marco del Consejo Europeo de Investigación<sup>32</sup>. Al igual que los programas anteriores, el Séptimo Programa Marco se centra en áreas en que la UE debe reforzar y explotar mejor su base de conocimientos y desarrollar liderazgo tecnológico: salud, biotecnología, nanotecnología, transporte, energía y medio ambiente, tecnologías de la información, y seguridad y espacio (Comisión Europea, 2005d). Por último, existen diversos esquemas de financiamiento: proyectos de colaboración, redes

---

<sup>31</sup> Más detalles sobre estos programas pueden consultarse en [en línea] [http://cordis.europa.eu/fp7/home\\_en.html](http://cordis.europa.eu/fp7/home_en.html).

<sup>32</sup> Algunos académicos sostienen que los subsidios directos, como los que se conceden en el Programa Marco, no han sido eficaces para promover investigación cercana a las necesidades del mercado. Por ejemplo, Di Pietrantonio (2009) afirma que las ayudas fiscales a la I+D promoverían mejores innovaciones y reducirían los costos administrativos de los programas europeos existentes.

de excelencia, proyectos individuales, acciones de coordinación, formación y desarrollo profesional, e investigación en beneficio de grupos específicos.

Horizonte 2020 (el Octavo Programa Marco) tiene como objetivo fomentar la competitividad global de Europa. La Comisión Europea afirma que la ciencia y la innovación son factores clave que ayudarán a Europa a transitar hacia un crecimiento sostenible e inclusivo, y a afrontar la crisis económica actual. La inversión en investigación e innovación es crucial para mantener un alto nivel de vida, al mismo tiempo que por medio de ella se atienden problemas sociales apremiantes como el cambio climático y el envejecimiento de la población (Comisión Europea, 2011b). Horizonte 2020 aportará una simplificación importante a través de un único conjunto de reglas, y combinará todo el financiamiento a la investigación y la innovación que en la actualidad se ofrece a través del Programa Marco, las actividades relacionadas con la innovación del Programa marco para la innovación y la competitividad (CIP) y el Instituto Europeo de Innovación y Tecnología<sup>33</sup>.

Los Programas Marco se evalúan periódicamente a mitad de su ejecución, ex post y cada cinco años. Además, se realizan evaluaciones centradas en acciones específicas del programa, países o temas<sup>34</sup>. Los resultados se usan para revisar el alcance, los instrumentos y las reglas de los programas actuales y futuros<sup>35</sup>. Algunos hallazgos de estas evaluaciones son:

- Los proyectos participantes producen principalmente conocimiento y redes, fortaleciendo el capital humano y las capacidades en I+D europeos. Asimismo, generan valor agregado europeo, ya que sin el financiamiento de la Comisión, los proyectos no se hubieran llevado a cabo. En general, financian trabajos de buena calidad, en que las universidades y los centros de investigación desempeñan un papel cada vez mayor. Los principales beneficios que se derivan de la participación en los Programas Marco son: desarrollo de nuevas herramientas y técnicas, fortalecimiento de

---

<sup>33</sup> El presupuesto de Horizonte 2020 se distribuye en tres áreas principales: apoyar la investigación científica, con un aumento significativo del financiamiento para el Consejo Europeo de Investigación (30,1% del presupuesto total); fortalecer la innovación industrial, incluidas las pymes (22,4%), y brindar apoyo para hacer frente a las principales preocupaciones compartidas por los europeos, como el cambio climático, el desarrollo del transporte y la movilidad sostenible, y garantizar la seguridad alimentaria (39,7%). Para más detalles véase [en línea] [http://ec.europa.eu/research/horizon2020/index\\_en.cfm](http://ec.europa.eu/research/horizon2020/index_en.cfm).

<sup>34</sup> Por ejemplo, la Comisión Europea (2010c) llevó a cabo una evaluación del impacto del Programa Marco para la creación de un Espacio Europeo de Investigación en ciencias sociales y humanidades. Varios países han realizado evaluaciones del impacto nacional de los Programas Marco de la UE. Véanse, por ejemplo, DTI (2004), Guy, Tebbutt y Stroyan (2000) y Uotila y otros (2004).

<sup>35</sup> Por ejemplo, la evaluación de los nuevos instrumentos introducidos en el Sexto Programa Marco se tradujo en una nueva serie de medidas para simplificar el Séptimo Programa Marco, basadas en la flexibilidad, la racionalización (un mejor equilibrio entre los riesgos y controles) y la coherencia, clarificando los derechos y obligaciones (Comisión Europea, 2005c).

las habilidades del personal que realiza I+D, mayor acceso a las fuentes de conocimiento, mejores bases de conocimiento y mayor competitividad, entre otros (Arnold, 2005).

- De acuerdo con un estudio sobre el impacto del programa Brite-Euram (Tecnologías Industriales y de Materiales), dentro del Programa Marco, que finalizó en 1996, cada proyecto generó en promedio ventas adicionales y reducción de costos por 2,13 millones de euros. En términos de retorno de la inversión, a los tres años de la finalización del programa cada euro invertido por la Comisión y los socios participantes en los proyectos generó 3,7 euros adicionales. También se protegieron puestos de trabajo y se crearon nuevos puestos: tres años después de la finalización del programa se generaron 1.900 puestos de trabajo y 870 fueron protegidos. Otros resultados de Brite-Euram fueron: 9,9 publicaciones por proyecto; 3,9 solicitudes de patentes por proyecto; 3,1 nuevos procesos y 3,2 nuevos productos por proyecto (GOPA, 2002).
- La Comisión Europea realiza encuestas entre los participantes en los Programas Marco para evaluar su impacto. Por ejemplo, una evaluación del Quinto Programa Marco encontró que para los equipos de investigación los resultados más importantes fueron los relativos a mayores conocimientos y habilidades, nuevas herramientas y técnicas, y nuevas redes. Además, el 60% de los participantes obtuvieron beneficios comerciales del proyecto. El 57% de los participantes no hubieran llevado a cabo el proyecto sin el financiamiento de la UE y otro 36% de los participantes ejecutaron proyectos a una escala mayor que la que les hubiera sido posible sin ese financiamiento (Comisión Europea, 2005b).
- La evaluación *ex post* del Sexto Programa Marco indicó entre sus conclusiones que el programa incluyó proyectos de alto nivel, participación de investigadores de la más alta calidad y consorcios bien administrados; asimismo, que contribuyó a la mejora de la movilidad de los investigadores y la internacionalización de los equipos de investigación. De acuerdo con la evaluación, las actividades previstas en el programa generaron valor agregado europeo y contribuyeron en general a una mayor competitividad industrial; se crearon externalidades en la red y se fortaleció la infraestructura del conocimiento en Europa.
- En una evaluación a mitad de la ejecución del Séptimo Programa Marco se concluyó que el Consejo Europeo de Investigación ha logrado atraer y financiar investigación de clase mundial y que está desempeñando un papel importante en retener talentos. Como parte de las políticas de mejora continua, se recomienda en el informe

una mayor simplificación de los procesos administrativos y se señala que los esfuerzos europeos de investigación e innovación deben concentrarse en temas en que la masa crítica es esencial para el éxito y en que los descubrimientos radicales requieren soluciones transfronterizas (Comisión Europea, 2010b).

## **2. El Espacio Europeo de Investigación**

La creación de un Espacio Europeo de Investigación (EEI) está en el centro de las políticas europeas de CTI. Se define dicho espacio como un área de investigación unificada y abierta al mundo basada en el mercado interno, en que los investigadores, los conocimientos científicos y las tecnologías circulan libremente y mediante la cual la Unión y sus Estados miembros fortalecen sus bases científicas y tecnológicas, su competitividad y su capacidad para abordar colectivamente grandes desafíos (Comisión Europea, 2012b, pág. 3). La construcción del EEI necesita que efectivamente tenga lugar la llamada quinta libertad de la Unión Europea, es decir, la libre circulación de investigadores y conocimiento científico, incluso a través de medios digitales (Comisión Europea, 2012b). Se deben tener en cuenta tres características fundamentales del EEI.

En primer lugar, el EEI es una política supranacional. Su ejecución se apoya en diversos programas e iniciativas, como el Programa Marco. En segundo lugar, dado que la puesta en marcha del EEI necesita la quinta libertad, es requisito contar con un mercado único con libre circulación de bienes, servicios, capitales y personas. Consolidar el EEI demanda que la UE tenga instituciones y políticas dirigidas a abrir los sistemas nacionales de investigación, pero se reconoce que una integración efectiva y completa de dichos sistemas es una tarea compleja y de muy largo plazo. En tercer lugar, el EEI se basa en los 27 sistemas nacionales de investigación de los Estados miembros, así como en las relaciones entre ellos y en las organizaciones europeas de CTI.

La idea de un área de investigación paneuropea surgió en la Cumbre de Lisboa de 2000, como se mencionó antes, en la que se reconoció a la innovación como un elemento clave de la estrategia de crecimiento económico de la UE. La Comisión Europea argumentaba que la UE no podía competir sobre la base de los recursos naturales y no tenía intención de hacerlo sobre la base de mano de obra barata o a costa del medio ambiente, por lo que la innovación era la estrategia que debía seguirse (Comisión Europea, 2005d). Asimismo, reconoció que Europa enfrentaba la fragmentación de los sistemas públicos de investigación y la falta de coordinación entre las políticas de investigación nacionales, y entre estas y las políticas europeas (Comisión Europea, 2000).

El EEI es una piedra angular de la sociedad europea del conocimiento, en un mundo cambiante, caracterizado por la globalización acelerada de la investigación y la tecnología, y por la aparición de nuevas potencias científicas y tecnológicas, como China y la India (Comisión Europea, 2007). En 2012, en medio de una profunda crisis económica e institucional, el EEI fue visto además como un instrumento clave para lograr una recuperación económica sostenible (Comisión Europea, 2012a). El EEI tiene como objetivo reducir la fuga de talentos, sobre todo en las regiones más débiles, y disminuir las brechas en investigación e innovación que separan a las regiones europeas. Además, es un instrumento clave para una especialización inteligente (basada en sectores intensivos en conocimientos) y para el fomento de clusters y redes de investigación (Comisión Europea, 2012b).

Para consolidar el EEI, se necesitan los siguientes seis elementos<sup>36</sup>:

- i) flujo de investigadores competentes: los investigadores deben ser incentivados por un mercado laboral único, sin obstáculos financieros o transaccionales para la movilidad internacional;
- ii) infraestructura de clase mundial para la investigación: los grandes proyectos de infraestructura deben ser construidos y explotados mediante iniciativas europeas conjuntas, a las que tengan acceso los equipos de investigación de toda Europa y del mundo;
- iii) excelentes instituciones de investigación: deben tener la capacidad de interactuar de forma rutinaria con las empresas privadas y establecer alianzas público-privadas;
- iv) difusión efectiva de conocimiento: comprende el acceso fácil a bases de conocimiento público, un régimen sencillo y armonizado de derechos de propiedad intelectual y canales de comunicación innovadores para facilitar al público en general el acceso a los conocimientos científicos;
- v) coordinación entre los programas y las prioridades de investigación: incluye la programación conjunta de la ejecución y la evaluación de las inversiones públicas en investigación a nivel europeo en temas que van más allá de las capacidades de cada país, y
- vi) apertura amplia del EEI al mundo: se hace especial énfasis en la participación de las regiones limítrofes con la UE.

En el último elemento se reconoce la importancia que tiene para Europa estar abierta a nuevos conocimientos científicos y tecnológicos procedentes de países no europeos. Por un lado, la creciente globalización de las actividades de I+D ha llevado a las empresas europeas a trasladar actividades intensivas en conocimiento al extranjero, en búsqueda de nuevos conocimientos y reducción de costos. Por otro lado, la I+D genera externalidades positivas en otros países y Europa debería beneficiarse también de la I+D realizada en terceros países.

---

<sup>36</sup> Más detalles pueden verse en Comisión Europea (2007).

Los principales resultados esperados del EEI son: la creación de redes de centros de excelencia en Europa; el desarrollo de un enfoque común de necesidades y medios de financiamiento de grandes instalaciones de investigación; el fortalecimiento de la coherencia en la ejecución de las actividades de investigación nacionales y europeas; la movilidad creciente de investigadores y la introducción de una dimensión europea en las carreras científicas; una mejora del atractivo de Europa para los investigadores locales y no europeos; mayores fondos asignados a los investigadores con mejor rendimiento; aumento de la calidad e impacto de la investigación; mejor utilización de los recursos disponibles cualificados, y mejor acceso al conocimiento de los sectores público y privado (Comisión Europea, 2000 y 2012c).

El EEI no está orientado a centralizar las políticas de investigación a nivel europeo, sino a organizar el complejo panorama de la investigación en Europa. El éxito del EEI se basa en sistemas nacionales de innovación sólidos, que están abiertos a otros sistemas nacionales de la UE. Por ello, los gobiernos nacionales deberán seguir teniendo un papel central. La idea del EEI es desarrollar un marco de política más coherente que propicie la investigación europea, mediante la reducción de la fragmentación y la duplicación, la movilización de masa crítica y el fomento de mecanismos de coordinación e integración en que participen todos los niveles de gobierno en la Unión Europea (Comisión Europea, 2012a).

La justificación para crear el EEI es la ganancia en eficiencia y la reducción de pérdidas por ineficiencias<sup>37</sup>. Con respecto a la ganancia en eficiencia, un mayor número de investigadores y de ideas aumenta la competencia y mejora la calidad de la investigación. Las economías de escala son también significativas, especialmente en infraestructura de investigación de gran envergadura. Además, incrementar la competencia mediante una selección más amplia crea mayor presión hacia la especialización. Esta puede tener lugar dentro de los límites de las organizaciones (interna) o en las redes (conjunta).

La reducción de las pérdidas por ineficiencia es resultado de una menor duplicación de esfuerzos en investigación. Cierta grado de duplicación es inherente a la ciencia y positivo para ella. La investigación científica es incierta y arriesgada, por ello es mejor contar con distintas líneas de investigación que avanzan en un mismo sentido. Sin embargo, la duplicación excesiva conduce a la fragmentación y al uso ineficiente de recursos.

El EEI consiste en actividades y programas que se diseñan y ejecutan en todos los niveles: regional (subnacional), nacional y europeo. En el nivel europeo, los principales instrumentos son el Programa Marco, los Fondos Estructurales, el Programa marco para la innovación y la competitividad (CIP), y el Instituto Europeo de Innovación y Tecnología (IEIT)<sup>38</sup>.

<sup>37</sup> Mayores detalles pueden consultarse en Comisión Europea (2012a).

<sup>38</sup> Véase [en línea] [http://ec.europa.eu/research/era/index\\_en.htm](http://ec.europa.eu/research/era/index_en.htm).



El Séptimo Programa Marco fue diseñado explícitamente para apoyar la creación del EEI. Como ya se mencionó, dos tercios de su presupuesto total están destinados a fomentar la investigación colaborativa en toda Europa y con otros países socios mediante proyectos de consorcios transnacionales de la industria y la academia. Los Fondos Estructurales tienen un papel fundamental para apoyar la construcción de capacidades de investigación e innovación en todas las regiones de la UE, de acuerdo con su situación y sus prioridades<sup>39</sup>. A su vez, el Programa marco para la innovación y la competitividad apoya las actividades de innovación (incluida la innovación ecológica), proporciona un mejor acceso a financiamiento y ofrece servicios de apoyo empresarial a las regiones, teniendo a las pymes como su objetivo principal<sup>40</sup>. El Instituto Europeo de Innovación y Tecnología fue creado para aumentar la competitividad y el crecimiento sostenible de la Unión mediante el fortalecimiento de las capacidades de innovación. Cuenta con programas de educación, espíritu y capacidad emprendedora, difusión de conocimientos y creación de comunidades de innovación<sup>41</sup>.

El EEI comprende también las actividades y programas que operan a nivel nacional. Por ejemplo, la plataforma Erawatch proporciona información sobre los sistemas de investigación europeos, nacionales y regionales, las políticas y programas de la UE y otros países. Además apoya la formulación de políticas basadas en evidencia científica<sup>42</sup>. A nivel regional (subnacional), el Servicio Regional de Investigación e Innovación ofrece un espacio de trabajo para actividades regionales de innovación e investigación, centrándose principalmente en los actores locales de la región (pymes, universidades, agentes de gobierno locales, entre otros)<sup>43</sup>.

El EEI es un buen ejemplo de que no todas las políticas de integración regional necesitan estar respaldadas por grandes recursos financieros. La idea principal es abrir los sistemas nacionales de investigación y hacerlos más permeables. Un mercado laboral abierto para los investigadores, el agrupamiento de fondos regionales y nacionales para la I+D pública y la negociación conjunta para acceder a bases de datos científicas son algunos ejemplos de iniciativas que requieren una alta coordinación regional, pero no necesariamente grandes cantidades de dinero.

La Comisión Europea construye y analiza una amplia gama de indicadores para apoyar la toma de decisiones en materia de políticas de CTI. Estos indicadores proporcionan un panorama, basado en evidencia empírica, del progreso hacia la construcción del EEI. Se ha establecido un punto de

---

<sup>39</sup> Véase [en línea] [http://ec.europa.eu/regional\\_policy/index\\_en.cfm](http://ec.europa.eu/regional_policy/index_en.cfm).

<sup>40</sup> Véase [en línea] <http://ec.europa.eu/cip>.

<sup>41</sup> Véase [en línea] <http://eit.europa.eu>.

<sup>42</sup> Véase [en línea] <http://erawatch.jrc.ec.europa.eu>.

<sup>43</sup> Véase [en línea] [http://cordis.europa.eu/regions/about\\_en.html](http://cordis.europa.eu/regions/about_en.html).

partida para una amplia gama de áreas y los indicadores se construyen de manera periódica. Mediante los llamados indicadores principales, elaborados para el Consejo Europeo, se monitorea el progreso hacia el logro de los objetivos de la estrategia Europa 2020. El marcador de resultados en materia de investigación e innovación (*Innovation Union Scoreboard*) monitorea el desempeño de la investigación y la innovación de Europa para el Consejo de Competitividad (ministros encargados de investigación, innovación, industria y mercado interno). Además, la Comisión Europea (a través de informes sobre ciencia, tecnología y competitividad) mantiene y ofrece un conjunto completo de indicadores con los cuales se monitorea el progreso hacia el objetivo de la UE de invertir el 3% del PIB en I+D y los avances hacia la construcción del EEI<sup>44</sup>.

La integración de las políticas nacionales y de la UE, así como la coordinación de las políticas nacionales de CTI, ha sido una tarea compleja y queda todavía un largo camino por recorrer. Los indicadores que provee el informe del período 2008/2009 muestran algunos logros del EEI, pero también algunas áreas que deben mejorarse (Comisión Europea, 2008):

- Aunque la intensidad de la I+D en la UE (27 países, considerando el promedio de todos los Estados miembros) ha evolucionado en forma moderada, se observa un aumento considerable entre 2000 y 2006: la I+D creció un 14,8% en términos reales.
- La gran mayoría de los sectores industriales y de servicios de la UE se han vuelto más intensivos en I+D.
- La UE atrae una proporción creciente de la inversión privada de los Estados Unidos: el 62,5% de todo el gasto en I+D de las filiales estadounidenses en el extranjero se realiza en la UE.
- Se ha avanzado en la creación de nueva infraestructura de investigación de gran escala a nivel europeo. Se han identificado 35 proyectos, de los cuales 32 han entrado ya en fase preparatoria.
- El conocimiento se genera cada vez más mediante la cooperación transnacional, medida por las publicaciones y las patentes conjuntas.
- Ha habido un aumento de la movilidad de los profesionales de ciencia y tecnología.
- La UE se está quedando atrás de los Estados Unidos, el Japón y la República de Corea en materia de intensidad de la inversión en I+D, debido principalmente a un menor nivel de financiamiento del sector empresarial.

---

<sup>44</sup> Véase [en línea] [http://ec.europa.eu/research/era/facts/figures/key\\_figures\\_en.htm](http://ec.europa.eu/research/era/facts/figures/key_figures_en.htm).

- El patrón de especialización científica de la UE, identificado sobre la base de datos bibliométricos, es menos pronunciado que el de los Estados Unidos y el Japón en campos científicos de rápido crecimiento como los de ciencias de los materiales, ciencias ambientales y ciencias de la salud.

### 3. Programas de aprendizaje en políticas de innovación

La UE ha puesto en marcha diversas acciones para ofrecer oportunidades de aprendizaje en materia de política de innovación a los Estados miembros, a través de iniciativas como la Red de Regiones Innovadoras en Europa, ProInno Europa y Europa INNOVA, entre otras. Esta sección se centra en ProInno Europa, que lleva a cabo análisis y fomenta la cooperación en Europa en materia de políticas, con la visión de aprender de los mejores y contribuir al desarrollo de nuevas ideas y mejores políticas de innovación. El objetivo final es ayudar a las empresas privadas europeas a innovar mejor y más rápido, y aprovechar las complementariedades que existen entre las diversas iniciativas de apoyo público a la innovación en toda Europa (a nivel regional, nacional y transnacional)<sup>45</sup>.

La necesidad de fortalecer la complementariedad de las políticas de innovación en Europa surge de la creciente segmentación y complejidad de mercados, cadenas mundiales de valor y tecnologías. Estos fenómenos crean interdependencias que, a su vez, aumentan la necesidad de cooperar horizontal y verticalmente, como una manera de crear sinergias y superar la fragmentación. Por lo tanto, estos procesos requieren una mejor coordinación de las políticas de innovación entre países, regiones subnacionales y organizaciones de la UE (Radosevic, White y Furlani, 2008).

Suele ser difícil mantener la cooperación en el largo plazo, debido a la incapacidad de las partes interesadas para coordinar sus acciones con la finalidad de alcanzar los objetivos acordados (Radosevic, White y Furlani, 2008). Algunos aspectos que los países y las regiones participantes deben concertar son el financiamiento, las prioridades y las responsabilidades. Una organización transnacional como la Comisión Europea está en mejores condiciones para realizar un análisis comparativo transnacional y difundir las mejores prácticas y lecciones sobre políticas de innovación. En el artículo 157 del Tratado de Amsterdam se establece que la Comisión Europea podrá adoptar cualquier iniciativa útil para alentar la coordinación de las acciones de los Estados miembros que fomenten la competitividad industrial de la UE<sup>46</sup>.

Las actividades de ProInno Europa se estructuran en cinco líneas, que se agrupan en dos pilares. En primer lugar, el análisis de políticas tiene como objetivo medir y comparar el desempeño innovador; analizar

<sup>45</sup> Para más detalles sobre ProInno Europa, véase [en línea] <http://www.proinno-europe.eu>.

<sup>46</sup> Véase el Tratado Consolidado de la Creación de la Comunidad Europea (Unión Europea, 2002).

las tendencias de las políticas de innovación a nivel nacional y regional, y reunir la información disponible a nivel mundial sobre temas de innovación en materia de políticas, negocios y academia. En segundo lugar, el pilar de políticas de cooperación apoya la colaboración entre los responsables de las políticas de innovación en Europa, y desarrolla y prueba nuevos conceptos de política de innovación. Cada una de estas líneas y sus instrumentos se detallan a continuación.

#### **a) Análisis de políticas**

- Evaluar de forma comparativa el desempeño en innovación (*Inno-Metrics*). Se compone de dos instrumentos: el marcador de la innovación, mencionado anteriormente, en que se evalúan cada año los resultados de los Estados miembros, y el Innobarómetro, que analiza aspectos concretos de la innovación mediante una encuesta a 3.500 empresas seleccionadas aleatoriamente en la UE.
- Analizar las tendencias de innovación más importantes (*Inno-Policy Trendchart*). Este instrumento describe y analiza las principales tendencias de las políticas de innovación nacionales en toda Europa. La información recabada por esta iniciativa se sistematiza en bases de datos en línea (en un inventario europeo de medidas de política de investigación e innovación).
- Apoyar a los formuladores de políticas en la adopción de respuestas a necesidades de innovación, tendencias y fenómenos emergentes (*Inno-Grips*). Esta iniciativa reúne conocimiento y contactos a nivel mundial en materia de políticas de innovación e innovación empresarial, y facilita el diálogo sobre políticas de innovación entre las autoridades públicas, la industria y el mundo académico. Entre 2010 y 2012, estaba previsto en el marco de este instrumento elaborar 12 estudios y organizar 12 talleres para intercambiar opiniones, ideas y mejores prácticas de innovación con el fin de mejorar las políticas de innovación europeas, en temas diversos como políticas de innovación para apoyar a las pymes altamente innovadoras y políticas de apoyo a la innovación en servicios.

#### **b) Políticas de cooperación**

- Estimular la cooperación transnacional en políticas de innovación (*Inno-Nets*). El instrumento para ello son plataformas abiertas para el aprendizaje en políticas de innovación, en que los formuladores regionales (subnacionales) y nacionales analizan nuevos enfoques para el diseño de políticas concretas. Los resultados principales son recomendaciones para mejorar la cooperación entre esquemas de apoyo nacionales y regionales de innovación, así como

actividades específicas y acciones piloto para su implementación. Este instrumento se centra en cuatro áreas: políticas de *cluster*, innovación de servicios, apoyo a la innovación para las pymes y políticas de innovación ecológica en Europa.

Inno-Net reúne a los actores políticos, con lo que contribuye a identificar los factores de éxito para construir una comprensión común de temas estratégicos y para diseñar iniciativas conjuntas. Las agencias de financiamiento de la innovación nacionales y regionales (subnacionales) participan en un proceso de aprendizaje mutuo para fortalecer sus herramientas e instrumentos.

- Ofrecer incentivos para acciones conjuntas de innovación (*Inno-Actions*). Esta iniciativa reúne a agentes públicos responsables de la innovación con el objetivo de fomentar la cooperación transnacional. Por ejemplo, *clusters-excellence.eu* promueve la profesionalización y la excelencia de la gestión de *clusters* en Europa. En esta iniciativa, 13 socios del proyecto procedentes de 9 países, todos con amplia experiencia en el campo de la gestión y el apoyo de *clusters*, han creado materiales de capacitación y asesoría para los administradores de *clusters*.

Además, la plataforma de aprendizaje ProInno examina el valor agregado de la cooperación transnacional entre los Estados miembros y las regiones con el objetivo de proporcionar ideas para la formulación de sus instrumentos (*Inno-Nets* e *Inno-Actions*). Se han publicado informes sobre varios temas, como compras públicas e innovación, innovación ecológica y pymes innovadoras de rápido crecimiento.

ProInno Europa ofrece una colección de mejores prácticas en línea, que incluye fichas que reúnen información detallada sobre resultados y documentos específicos. No obstante, cualquier lección de políticas debe considerar el contexto económico y social en que se desarrolló la iniciativa, así como las características de las instituciones y organismos públicos encargados de su ejecución. Los funcionarios gubernamentales encargados de diseñar las políticas de CTI pueden aprender de la interacción con funcionarios de otros países, por medio de talleres y seminarios, sobre todo considerando que ellos están facultados para aplicar las recomendaciones de política.

La iniciativa ProInno Europa terminó en agosto de 2012, después de seis años de apoyar el desarrollo de mejores políticas de innovación en Europa. La Comisión Europea está diseñando ya un nuevo programa para promover la cooperación en nuevos ámbitos de la política de CTI, como las compras públicas. Además, se espera que los países continúen colaborando por su cuenta, una vez que la Comisión ha creado y facilitado los mecanismos y las interacciones iniciales.

## **D. Principales lecciones de la integración europea de las políticas de ciencia, tecnología e innovación**

En el proceso de integración de las políticas de CTI europeas es posible identificar un conjunto de 14 lecciones principales, que se exponen a continuación. Para comprenderlas adecuadamente, se debe considerar el marco histórico e institucional de estos países.

1. La integración económica europea es resultado de un fuerte compromiso y motivación de todos los Estados miembros. Los principales elementos que han impulsado a los países europeos son la construcción de instituciones para imposibilitar el surgimiento de otra guerra y el fomento de la competitividad. Los países europeos reconocen que para poder competir exitosamente con los Estados Unidos y el Japón y, en forma más reciente, para hacer frente a la creciente competencia de China y la India, tienen que unir capacidades. La cercanía relacional (basada en confianza, instituciones comunes y objetivos de desarrollo compartidos) ha sido fundamental para incrementar la integración transfronteriza y avanzar hacia un sistema transnacional de innovación.

El compromiso continuo y de largo plazo ha sido particularmente importante para las políticas comunes de CTI, ya que muchas de ellas no tienen resultados inmediatos. Las políticas de CTI han sido parte del proceso de integración europea desde que se firmó el Tratado de Roma. En los últimos años han adquirido un papel más relevante, ya que la Comisión Europea y los Estados miembros han puesto en un primer plano la innovación como motor clave de crecimiento y competitividad internacional sostenible y de largo plazo.

Incluso en la coyuntura actual de restricciones presupuestarias y crisis económica, la Comisión Europea ha pedido aumentar los esfuerzos en CTI como la mejor estrategia para fortalecer la competitividad, señalando que en tiempos de restricciones presupuestarias, la UE y los Estados miembros necesitan seguir invirtiendo en educación, I+D, innovación y TIC. Estas inversiones no solo deberían protegerse de los recortes presupuestarios, sino que intensificarse (Comisión Europea, 2010a, pág. 2).

En la UE es ampliamente reconocido que las actividades de CTI tienen beneficios económicos. No son solo un factor clave de crecimiento económico y generación de empleo, sino que también son necesarias para hacer frente a desafíos sociales como el cambio climático. En consecuencia, hoy no se discute que, en medio de una profunda crisis económica, esté previsto un aumento del presupuesto global del Programa Marco desde 53.000 millones de euros en el período comprendido entre 2007 y 2013 hasta 80.000 millones de euros en el período que va de 2014

a 2020. La discusión dentro de las organizaciones de la UE se centra en cómo ejecutar eficientemente los recursos, pero no en las razones de por qué se debe invertir en CTI. Sin embargo, la crisis económica ha aumentado la necesidad de demostrar la rentabilidad económica de la inversión en CTI y, en consecuencia, la Comisión Europea está más comprometida con la evaluación de sus políticas y el apoyo a proyectos con resultados tangibles y aplicados.

Una cultura de innovación antigua y arraigada ha sido otro elemento detrás del apoyo decidido a la integración de las políticas de CTI en Europa. La revolución industrial de los siglos XVIII y XIX se inició en el Reino Unido y se extendió a Europa occidental, antes de llegar a los Estados Unidos, el Japón y el resto del mundo. En la actualidad, varios países y empresas europeas se encuentran entre los más innovadores del mundo.

La importancia de la CTI dentro de la agenda económica de la Unión Europea es el resultado de factores de oferta y demanda. Por un lado, la Comisión Europea ha impulsado a los Estados miembros a que asuman un mayor compromiso político y financiero con la CTI. La Comisión funciona como un centro de pensamiento (*think tank*) que promueve nuevas políticas, pero también dispone de recursos financieros para incentivar a los Estados miembros a adoptar sus recomendaciones. Por otro lado, los Estados miembros, en especial aquellos altamente comprometidos con la CTI, junto con las grandes empresas multinacionales que invierten de manera intensiva en I+D, han demandado un apoyo creciente por parte de la UE.

2. La Unión Europea ha estado abierta a nuevas teorías económicas e ideas con base empírica. Los resultados de sus políticas económicas se han evaluado continuamente en la búsqueda de nuevas estrategias e instrumentos. Durante más de cinco décadas, las políticas de CTI de la Unión se han revisado en forma constante para cumplir de mejor manera con sus principales objetivos de fomentar el crecimiento y fortalecer la competitividad internacional. En las tres primeras décadas, las políticas se orientaron principalmente a apoyar los avances científicos y tecnológicos. En la década de 1990, las nuevas teorías económicas, en particular la economía evolucionista, colocaron a la innovación en el centro de las políticas industriales, con un enfoque sistémico.

La Comisión Europea actúa como un centro de pensamiento con presupuesto propio y con el mandato de fomentar las políticas de CTI en los Estados miembros y sus regiones subnacionales. Elabora documentos y comunicados oficiales destinados a crear un marco para nuevas políticas europeas, que han sido adoptadas por los Estados miembros. Además, realiza análisis empíricos que no están sujetos a consideraciones de países particulares.

3. La integración transnacional y la centralización política no siempre tienen beneficios económicos. Los beneficios derivados de las economías de escala y las externalidades transfronterizas deben ser comparados con los costos de no hacer frente a la heterogeneidad entre países y a las preferencias locales de los ciudadanos. Si se comprueba que hay una justificación económica para la integración transnacional, el último paso es evaluar si se puede concretar mediante cooperación o centralización. El proceso de integración europea ha combinado elementos de centralización (en que la soberanía ha sido transferida a un nivel supranacional), con elementos de cooperación intergubernamental (en que las organizaciones nacionales se vinculan entre sí, pero manteniendo su autonomía) (Caracostas y Soete, 1997). En resumen, cada política y programa debe ser evaluado en un marco como el que se presenta en el cuadro IV.1.
4. Las políticas y programas de la UE se evalúan continuamente. En primer lugar, se debe justificar claramente el “valor agregado europeo” de todos los nuevos instrumentos transnacionales de CTI. Tiene que haber una justificación para la centralización europea, sobre la base de los principios de subsidiariedad y proporcionalidad.

En segundo lugar, las organizaciones transnacionales de la UE construyen una amplia gama de indicadores de CTI a nivel micro y macro para evaluar el impacto de sus políticas. La Encuesta de Innovación Comunitaria se efectúa en todos los Estados miembros para recabar datos sobre las actividades de innovación en las empresas, es decir, la innovación de productos (bienes o servicios) y de procesos (aspectos organizativos y de comercialización). También se realizan regularmente encuestas a empresas, universidades y centros de investigación que participan en los programas de la UE, como el Programa Marco. A nivel macro, el marcador de la innovación y los informes sobre ciencia, tecnología y competitividad, antes mencionados, son ejemplos de un conjunto integral de indicadores.

Este ejercicio continuo de evaluación del desempeño ha sido muy importante para modificar las políticas y adoptar nuevas estrategias. Por ejemplo, los Programas Marco son objeto de evaluaciones cada cinco años, a mitad de su ejecución y *ex post*, que han sido cruciales para revisar los instrumentos, el enfoque y los procedimientos administrativos.

5. La UE ha puesto en marcha programas de CTI de largo plazo que trascienden las nuevas corrientes políticas y los gobiernos. Reconoce que crear vínculos transfronterizos sólidos y avanzar hacia un sistema europeo de innovación es un proceso gradual, que exige un compromiso público de largo plazo. Por ejemplo, el Primer Programa Marco se puso en marcha en 1984 y se ha anunciado el Octavo Programa Marco, que se extenderá de 2014 a 2020. Estos programas de largo plazo se evalúan y ajustan periódicamente.



6. La experiencia de la Unión Europea muestra que las regiones con instituciones y capacidades más fuertes no solo son capaces de atraer más fondos centrales, sino que también los utilizan mejor para dinamizar el crecimiento. El impacto de la I+D en la innovación y el crecimiento depende de la estructura tecnológica-económica local. El nivel de ingreso inicial y la disponibilidad de habilidades y población altamente cualificada son factores clave en la capacidad de un país o región para transformar la I+D en innovaciones (Bilbao-Osorio y Rodríguez-Pose, 2004). Las políticas centralizadas deben incluir mecanismos orientados a ayudar a los países menos adelantados para que soliciten fondos comunes de I+D pero, aún más importante, para que lleven a cabo políticas para el desarrollo de capacidades locales.
7. Las políticas supranacionales de CTI se benefician claramente de un presupuesto común para promover la integración transfronteriza y apoyar proyectos de gran escala, que sin el apoyo supranacional no serían ejecutados por los países en forma aislada. Se estima que el 16,5% del presupuesto de la UE en el período que va de 2007 a 2013 se ha destinado a actividades relacionadas con CTI (Anvret, Granieri y Renda, 2010). En ese período, la suma global de los programas gestionados de forma centralizada relacionados con CTI asciende a 67 millones de euros.

Sin embargo, existe una amplia gama de instrumentos de políticas transnacionales de CTI. Algunos demandan grandes recursos financieros, como el Programa Marco, mientras que otros requieren voluntad política y capacidad de coordinación, pero menos recursos financieros, por ejemplo, las políticas de aprendizaje y evaluación comparativa (como ProInno Europa). En la misma línea, abrir los sistemas nacionales de investigación y hacerlos más permeables (como en el Espacio Europeo de Investigación) requiere una coordinación efectiva entre los países, pero no necesariamente implica grandes cantidades de dinero.

8. La existencia de demasiados programas supranacionales con metas similares puede derivar en fragmentación, ineficiencia y altos costos administrativos. Las políticas de CTI de la Unión Europea adolecen en general de una gobernanza compleja. Los beneficiarios potenciales no tienen un único punto de entrada o de información sobre los diferentes programas de apoyo de la UE y existe una amplia gama de formas de solicitud y reglas administrativas (Anvret, Granieri y Renda, 2010). Otra región transnacional que tenga la intención de promover la integración de las políticas de CTI debería centrarse en pocos programas que sean los más adecuados para su contexto histórico y sus capacidades.
9. Los sistemas nacionales y transnacionales de innovación son complementarios. La integración transfronteriza contribuye a fortalecer los sistemas nacionales, pero se necesitan sistemas nacionales sólidos

para participar en interacciones transfronterizas beneficiosas. La integración y la coordinación de las políticas de CTI nacionales y transnacionales son muy importantes, como se muestra en el caso del Espacio Europeo de Investigación.

La Comisión Europea ha puesto en marcha dos mecanismos para apoyar la creación de capacidades nacionales y regionales, así como para fortalecer la integración transfronteriza. Con el primer mecanismo se busca potenciar las capacidades de investigación e innovación de las regiones menos avanzadas de los países miembros, por ejemplo, mediante los Fondos Estructurales y las Regiones del Conocimiento. El segundo mecanismo está abierto a todos los países europeos y, como se mencionó, favorece principalmente a las regiones que cuentan con las instituciones y capacidades más fuertes. La combinación de estos dos tipos de mecanismos tiene como objetivo impulsar los círculos virtuosos de desarrollo de capacidades e intercambio de conocimientos en las regiones menos avanzadas.

10. La investigación pública que hace frente a los desafíos económicos y sociales, como el cambio climático, genera externalidades de conocimiento. Los países limítrofes con frecuencia tienen prioridades y necesidades comunes (en salud, desarrollo industrial y seguridad, entre otras áreas.). Por ello, existen incentivos para invertir regionalmente en esos temas, de manera de internalizar las externalidades de conocimiento. Otro resultado de la colaboración transfronteriza es el aprovechamiento de las economías de escala.
11. La formulación de políticas de CTI transnacionales se ha beneficiado también de los debates públicos. La Comisión Europea elabora los llamados libros verdes (*green papers*) y comunicados oficiales para promover debates públicos. Por ejemplo, a través del libro verde sobre la innovación, la Comisión Europea propone abrir un debate sobre las distintas acciones que considere necesarias para superar las dificultades y obstáculos que enfrenta la innovación en Europa (Comisión Europea, 1995, pág. 38).
12. Un sistema transnacional de innovación, así como políticas transnacionales eficaces en materia de CTI, necesita de una fuerte integración económica. La creación de instituciones y organizaciones transnacionales que permitan la libre movilidad de bienes, servicios, capital y mano de obra es un proceso gradual. La llamada quinta libertad de la Unión Europea, es decir, la libre circulación de los investigadores y los conocimientos científicos, necesita de las otras cuatro libertades. El flujo transnacional de investigadores resulta estimulado por un mercado laboral único, mientras que el intercambio y la difusión de conocimientos se ven impulsados por mercados económicos estrechamente integrados.

13. La integración de las políticas europeas de CTI no ha significado que la Unión Europea esté cerrada a interactuar con terceros países. El Espacio Europeo de Investigación y los Programas Marco incluyen iniciativas para fomentar la colaboración internacional con países fuera de la UE. Más de 100 países de todo el mundo participan en los programas de investigación de la UE (Comisión Europea, 2006). La Unión tiene como objetivo enriquecer la investigación europea con el conjunto de conocimientos generados en todo el mundo, así como mejorar los conocimientos y las capacidades en ciencia y tecnología de los países en desarrollo.
14. Por último, la Comisión Europea entiende la CTI como un medio y no como un fin en sí mismo. En primer lugar, la CTI es un área horizontal en las organizaciones de la UE. La Dirección General de Investigación e Innovación es responsable de ejecutar la mayoría de los programas y promover que la innovación sea incluida como parte central de la agenda de otras direcciones generales y organismos de la UE. No obstante, ocho direcciones generales están a cargo de los programas centralizados y otras cinco participan en la administración común de los fondos. En segundo lugar, la CTI es un medio para lograr un mayor crecimiento económico, crear empleo, enfrentar los desafíos sociales y estimular la competitividad internacional, entre otros objetivos.

La integración de las políticas europeas de CTI ha sido un proceso largo y que en el presente continúa avanzando. Durante más de cinco décadas se han construido instituciones y organizaciones de apoyo a la CTI y de promoción de la integración transfronteriza. En los tratados y estrategias más recientes se reconoce el papel central de la CTI para la competitividad internacional de la UE y se han otorgado mandatos y responsabilidades más amplios a los organismos europeos en este campo. El presupuesto de la Unión Europea para CTI se ha ampliado progresivamente; por ejemplo, el presupuesto medio anual del Primer Programa Marco era de 900 millones de euros, mientras que el del Séptimo Programa Marco alcanzó los 7.600 millones de euros. Además, se han puesto en marcha nuevas estrategias e instrumentos de política, no solo como resultado de procesos de autoevaluación continua, sino también como consecuencia de la apertura a teorías basadas en la experiencia empírica y a las nuevas escuelas de pensamiento económico, tales como la geografía económica y la economía evolucionista.

La Unión Europea en su conjunto no puede considerarse un sistema transnacional de innovación fuertemente integrado. Cuenta con instituciones y organizaciones supranacionales, pero las capacidades tecnológicas y las interacciones entre los países difieren significativamente. Algunos

países europeos se encuentran entre los líderes mundiales en términos de esfuerzos y resultados de CTI, mientras que otros se han rezagado en forma considerable. Las interacciones de I+D son frecuentes entre los países con capacidades tecnológicas avanzadas, pero escasas o inexistentes entre los países menos adelantados. Sin embargo, las políticas y los procesos endógenos han creado sistemas de innovación transfronterizos integrados. Las políticas comunitarias supranacionales, como los Programas Marco y el EEI, han fortalecido gradualmente los vínculos entre los países y contribuyen a desarrollar políticas comunes de CTI, que a su vez conducen hacia un sistema europeo de innovación más integrado.

La integración europea de las políticas de CTI ha reportado beneficios notables para los Estados miembros. Aunque hay diferencias considerables dentro de la Unión, la UE en su conjunto ha mejorado recientemente su desempeño innovador. Las iniciativas de la UE han tenido efectos positivos también sobre las políticas nacionales de CTI, en particular en los países menos adelantados. No obstante, la Comisión Europea está consciente de que todavía existen importantes deficiencias, como un marco legal incompleto para la protección de la propiedad intelectual e insuficiente interacción transfronteriza entre las empresas, la academia y la investigación. La Comisión también ha expresado su preocupación por el lento avance en el cierre de la brecha en innovación con los Estados Unidos y el Japón.

Al interpretar las lecciones, se deben tener en cuenta los factores históricos e institucionales descritos en este documento, así como los antecedentes culturales, económicos y sociales de los países europeos. Los países en desarrollo pueden enfrentar algunas limitaciones o barreras para aumentar la integración regional de las políticas de CTI, como falta de financiamiento (bajos ingresos fiscales y un compromiso pobre con la CTI), debilidad de las instituciones supranacionales, reducida demanda de los gobiernos nacionales y del sector privado para aumentar el apoyo a la CTI y falta de compromiso regional para aumentar la competitividad internacional a través de la CTI.

Finalmente, es necesario un análisis adicional para aplicar estas lecciones a regiones transnacionales débilmente integradas. Algunos de los temas que es preciso profundizar son: ¿Qué tipo de acuerdos deben alcanzarse para crear un fondo supranacional? Si las organizaciones supranacionales son débiles y no cuentan con una fuente permanente de financiamiento, ¿es más eficiente promover la integración a través de la centralización o de la coordinación? ¿Qué elementos de la integración económica y política son necesarios para apoyar la integración de las políticas de CTI?

## **E. Avances y retos de la integración centroamericana en políticas de ciencia, tecnología e innovación**

En 1960 se firmó el Tratado General de Integración Económica, mediante el cual se estableció el Mercado Común Centroamericano (MCCA). El objetivo era favorecer la industrialización de la subregión en su conjunto, mediante la promoción del comercio intrarregional (Pellandra y Fuentes, 2011).

Cinco décadas después, se observan logros significativos, como la construcción de instituciones subregionales y la profundización de la integración comercial (en 2010, el comercio intrarregional representaba el 28% del comercio total). El Sistema de la Integración Centroamericana (SICA), constituido en diciembre de 1991, cuenta con 10 secretarías y más de 20 instituciones especializadas en una amplia variedad de temas: política monetaria, política fiscal, medio ambiente, seguridad e integración social, entre otros. En materia de integración comercial se han dado pasos importantes con la firma de acuerdos multilaterales comerciales con los Estados Unidos y la Unión Europea, así como para la conformación de una zona de libre comercio. Es esencial reconocer que el libre movimiento de profesionales y de capital aún no es una realidad en Centroamérica.

La integración comercial enfrenta desafíos en materia de infraestructura física (también llamada *hardware*) y de marco regulatorio y políticas (también denominado *software*). El desafío más importante en el *software* de la integración es la conformación de la Unión Aduanera Centroamericana. Su establecimiento fue uno de los objetivos del tratado firmado en 1960, pero su consolidación ha enfrentado y sigue enfrentando obstáculos. La creación de una unión aduanera requiere la formación de un territorio aduanero común, con libre circulación de bienes, independientemente de su origen, y la aplicación de un arancel externo común. La negociación de acuerdos comerciales bilaterales entre países centroamericanos y terceros países, con programas de desgravación arancelaria propios, impide que en el corto plazo se implemente un arancel externo común.

Un segundo aspecto es la profundización de esfuerzos para facilitar el comercio y fortalecer la libre movilidad de bienes y servicios. Está pendiente una mayor simplificación de procedimientos aduaneros, que en el mediano plazo se esperaba que condujera a una zona de libre tránsito de mercancías (Pellandra y Fuentes, 2011). Es necesario también redefinir el papel de las aduanas intrafronterizas, para lo que se deben fortalecer las aduanas periféricas. Asimismo, es necesario profundizar los esfuerzos para armonizar medidas sanitarias y fitosanitarias, y las normas de origen. Se debe prestar atención especial a los avances en la liberalización del comercio de servicios, que en años recientes ha tenido un gran crecimiento.

Con respecto al *hardware*, Centroamérica enfrenta el desafío de disminuir los costos de transporte y logística, que inciden de manera significativa en la competitividad de la subregión. El índice de desempeño logístico de comercio internacional, elaborado por el Banco Mundial (Banco Mundial, 2012), ilustra las debilidades de los países de la subregión en la materia. En 2012 el país mejor ubicado fue Guatemala, en el lugar 74 de una lista de 155 países. Las mayores desventajas se encuentran en la facilidad y costo de envío, y en la infraestructura. La baja inversión pública que caracteriza a la subregión ha redundado en un déficit importante de infraestructura para el comercio, en materia de aeropuertos, carreteras y puertos. La coordinación de proyectos es de gran importancia, en particular cuando se trata de grandes inversiones con impacto en la subregión.

En el área específica de políticas de CTI, los primeros esfuerzos se remontan a 1976, cuando se constituyó formalmente la CTCAP. En sus orígenes se consideró necesario contar con un mercado centroamericano de ciencia y tecnología, y tener una acción común en la materia. La estrecha vinculación entre el desarrollo científico y tecnológico y el crecimiento económico llevó a plantear la necesidad de crear un organismo subregional que hiciera posible la formulación de políticas de CTI comunes. En sus primeros años, sus actividades se concentraron en: i) identificar, formular y promover proyectos de desarrollo tecnológico a nivel subregional; ii) coordinar a nivel subregional las actividades nacionales de planificación científica y tecnológica, y iii) formular propuestas de interés generalizado en tópicos que concernían directamente a todos los países (Nájera, 1984).

La CTCAP está actualmente regida por el Sistema de la Integración Centroamericana (SICA). Su objetivo principal es estimular los vínculos entre las diferentes organizaciones públicas nacionales de ciencia y tecnología. Son miembros de pleno derecho Belice, Costa Rica, El Salvador, Guatemala, Honduras, Nicaragua y Panamá. La República Dominicana es un Estado asociado y España y México son observadores, al igual que la provincia china de Taiwán. Entre sus actividades principales están: gestionar la cooperación en ciencia y tecnología que se otorga a la subregión tanto de fuentes bilaterales como multilaterales; identificar, proponer y elaborar proyectos regionales, y conocer y discutir los temas relacionados con ciencia y tecnología relevantes para la subregión<sup>47</sup>.

Centroamérica cuenta con diversos organismos subregionales que promueven la integración de la subregión en áreas relacionadas de manera directa e indirecta con el desarrollo productivo, científico y tecnológico, muchos de ellos especializados en el sector agroproductivo, que fue objeto de estudio del proyecto de asistencia técnica en que se originó este documento (véase el capítulo III). El Instituto Interamericano de Cooperación para la

<sup>47</sup> Véase [en línea] <http://www.sica.int/ctcap/>.

Agricultura (IICA) brinda cooperación técnica y conocimiento especializado para el desarrollo competitivo y sustentable de la agricultura. El Instituto de Nutrición de Centroamérica y Panamá (INCAP) otorga cooperación técnica para el análisis de los factores determinantes y la atención de la desnutrición. Otro ejemplo es el Consejo Agropecuario Centroamericano (CAC), organismo del SICA que promueve una agricultura sostenible, competitiva y articulada a nivel de la subregión.

A pesar de los avances logrados en la construcción de organizaciones e instituciones, se observa aún poco progreso en la coordinación efectiva de políticas de CTI y la ejecución de actividades subregionales de I+D. Las lecciones que ofrece la experiencia europea son útiles para identificar los retos que enfrenta la integración centroamericana en esta materia:

- La CTI ha ganado espacios en la agenda económica de los países centroamericanos, pero aún no ocupa un lugar central. En consecuencia se destinan pocos recursos financieros y hay escasa continuidad de las políticas. Los bajos ingresos fiscales limitan el espacio de los gobiernos para incrementar el gasto nacional y contribuir a proyectos subregionales. No se cuenta con un presupuesto subregional común para apoyar actividades conjuntas de CTI.
- La CTCAP no dispone de un presupuesto operativo, por lo que depende de los aportes de organismos internacionales para llevar a cabo sus actividades. Esta falta de presupuesto se traduce en insuficiente personal y recursos para ejecutar su plan de trabajo.
- Si bien los países centroamericanos comparten fronteras geográficas, la distancia suele medirse por el tiempo y los costos de traslado entre localidades. La conexión entre los países de la subregión, con la excepción de las capitales de Guatemala y El Salvador, suele hacerse por transporte aéreo comercial y con altos costos.
- Los países centroamericanos cuentan con fortalezas en pocos sectores que puedan ser aprovechadas como base para una mayor integración. Pero las acciones subregionales ofrecen un gran potencial para el desarrollo de capacidades nacionales. Por ello, enfrentan el reto de diseñar instrumentos que permitan crear un círculo virtuoso entre el desarrollo de capacidades nacionales y la integración.
- A pesar del idioma y la cultura compartidos (que son elementos de cercanía relacional), se percibe cierta falta de confianza entre algunos sectores, lo que ha dificultado el proceso de integración centroamericana. El compromiso con un proyecto común y la construcción de acuerdos transnacionales son elementos centrales para el diseño y ejecución de políticas subregionales, ya sea a través de coordinación o centralización.

- La falta de profundidad de la integración económica, es decir, la existencia de barreras para la libre movilidad de bienes y servicios, personas y capital, limita el espacio de integración en actividades de CTI.
- Se observa una débil articulación entre los diferentes organismos subregionales que apoyan la integración productiva, científica y tecnológica de la subregión.
- Es conveniente fortalecer el debate público en Centroamérica sobre la utilidad de incrementar los esfuerzos en materia de CTI, como un imperativo para fortalecer la competitividad y alcanzar mayores niveles de desarrollo económico y social.





## Capítulo V

# **Conclusiones y estrategias para fortalecer la CTI mediante la integración regional**

*Ramón Padilla Pérez*

La ciencia, la tecnología y la innovación (CTI) han ganado un espacio creciente en los países centroamericanos en la última década. Los gobiernos, la academia y el sector privado las han incorporado gradualmente en sus agendas y las han reconocido como motor fundamental de un crecimiento sostenible y de largo plazo. No obstante, subsisten debilidades significativas que se traducen en una baja actividad innovadora y un escaso incremento de la productividad.

La CTI es un elemento central para un cambio estructural que conduzca a mayor desarrollo económico y social (CEPAL, 2012a). Este cambio estructural, caracterizado por un tránsito hacia actividades y sectores más intensivos en conocimientos tecnológicos y un mayor dinamismo de la productividad, permitiría a las economías centroamericanas crecer a mayores tasas, generar empleos mejor remunerados y apropiarse de mayores ganancias como resultado de su participación en cadenas globales de valor.

El marco conceptual de sistemas de innovación fue usado a lo largo de este libro para evaluar las capacidades en materia de CTI de los países de Centroamérica, así como para identificar oportunidades para su fortalecimiento a través de la integración regional. Si bien este marco fue creado inicialmente para estudiar países avanzados en términos científicos y tecnológicos, es también de gran utilidad para examinar a pequeñas economías en desarrollo,

como las centroamericanas. No obstante, como muestra el análisis empírico de los sistemas de innovación (capítulos II y III), es importante poner especial atención al aprendizaje y a las relaciones dirigidas a intercambiar conocimientos, y no solamente a la creación de nuevas tecnologías.

## **A. Conclusiones sobre los sistemas nacionales y agroproductivos de innovación de Centroamérica**

Los sistemas nacionales y agroproductivos de innovación de Centroamérica pueden ser considerados, desde una perspectiva conceptual, como sistemas emergentes o incompletos. Cuentan ya con los elementos clave de un sistema (marco institucional, empresas, autoridades gubernamentales enfocadas en CTI, universidades, centros de investigación y organizaciones no gubernamentales) y entre ellos se produce una amplia gama de interacciones. No obstante, las organizaciones, las instituciones y las relaciones —que son los tres elementos que integran un sistema de innovación— suelen mostrar debilidades que redundan en logros aún reducidos en materia de CTI y un impacto limitado en el desarrollo económico y social. Los indicadores de capacidades tecnológicas, presentados en el capítulo II, muestran que existe una brecha importante entre los países centroamericanos y otros países latinoamericanos más avanzados en el tema (por ejemplo, el Brasil y Chile) y una brecha de grandes proporciones con países líderes en la materia, como Suecia y la República de Corea.

En el análisis de los sistemas nacionales de innovación de los países centroamericanos se identificaron las siguientes fortalezas: i) están conformados por organizaciones (empresas, universidades, centros de investigación y organismos gubernamentales, entre otras) que interactúan en el marco de sistemas de innovación emergentes; ii) disponen de una base de conocimientos en el sector productivo y en universidades y centros de investigación, en sectores específicos como la agroindustria; iii) cuentan con una oferta amplia de programas académicos de educación superior; iv) existe un sector empresarial que compite en mercados locales e internacionales; v) se ha desarrollado un marco institucional de apoyo a las actividades de CTI; vi) operan en ellos laboratorios de investigación que trabajan en temas de prioridad nacional, y vii) disponen de una red amplia de organizaciones que facilitan la difusión y absorción de conocimientos.

En sentido contrario, las principales debilidades identificadas son: i) un sector industrial integrado mayoritariamente por empresas con baja productividad, mano de obra poco calificada y un compromiso reducido con la inversión en innovación; ii) las relaciones entre empresas son de carácter principalmente comercial y, en menor medida, de intercambio y creación de conocimientos; iii) la formación de grado universitario está concentrada en

las ciencias sociales, y la formación de posgrado es reducida; iv) la relación entre universidad y empresa se centra en la formación y flujo de recursos humanos, y muestra una escasa orientación a la difusión y generación de innovaciones y una limitada transferencia de conocimientos (corresponde a un marco débil, según la clasificación que se presenta en el cuadro I.1); v) los recursos dedicados a la investigación en las universidades son bajos; vi) las actividades de investigación suelen carecer de objetivos concretos orientados hacia el mercado; vii) los recursos públicos para fomentar la CTI y la articulación entre los componentes del sistema son insuficientes; viii) falta coordinación a nivel nacional entre las políticas que llevan a cabo los diversos organismos públicos; ix) existe un débil sistema financiero de apoyo a la innovación, y x) no se realiza una recolección sistemática y periódica de indicadores de capacidades tecnológicas y se carece también de ejercicios de monitoreo y evaluación de políticas de CTI.

No obstante, se observan evidentes diferencias entre los países de la subregión en cuanto a la solidez del marco institucional, el diseño y ejecución de políticas públicas, los recursos humanos y financieros comprometidos con la CTI, la calidad de la investigación y la enseñanza, y la capacidad innovadora de las empresas, entre otros aspectos. Así, es posible clasificar a los países en tres grupos:

- i) Costa Rica y Panamá destacan en la subregión por su compromiso político y financiero con las actividades de CTI. La innovación es parte central de los planes nacionales y de la visión de desarrollo de largo plazo y existen instituciones que trascienden a los cambios de gobierno. Los instrumentos de política pública de CTI abarcan una amplia variedad de temas y sectores. Estos países cuentan también con políticas e infraestructura para fomentar la vinculación entre actores del sistema, como oficinas de transferencia tecnológica, incubadoras de empresas y fondos orientados a promover la vinculación. Costa Rica, en particular, dispone de un sistema educativo de alto nivel, incluso comparado con los de países desarrollados. Se observa un mayor consenso en la sociedad en general sobre la importancia de la CTI para el desarrollo. No obstante, como ya se mencionó, existe una distancia considerable de estos países en relación con los líderes de América Latina en esta materia, como el Brasil y Chile, y con países desarrollados, en términos de los recursos invertidos y los resultados observados.
- ii) El Salvador y Guatemala se encuentran en un punto intermedio en la subregión. Destacan iniciativas emprendidas recientemente para robustecer las instituciones, así como las capacidades de los componentes del sistema y las relaciones establecidas entre ellos. Existe espacio para fortalecer la presencia de la CTI en estrategias

nacionales de desarrollo que vayan acompañadas de un mayor compromiso financiero público. También hay oportunidades para ampliar el alcance de la política pública de CTI hacia instrumentos que promuevan una mayor interacción entre los componentes del sistema y que tengan una mayor orientación a resultados.

- iii) En Honduras y Nicaragua hay un camino más largo por recorrer. Las instituciones y políticas de CTI pueden ser fortalecidas de manera que sean parte integral de una visión nacional de desarrollo y trasciendan a los gobiernos. Es necesario aumentar los recursos financieros nacionales (públicos y privados) destinados a la CTI, para reducir la dependencia de la cooperación internacional. Las capacidades tecnológicas y de innovación están concentradas en pocos sectores (por ejemplo, el agropecuario y el agroindustrial).

El fortalecimiento de la integración regional debe tener su punto de partida en áreas o sectores en que existan capacidades comunes. Además, la dinámica y la capacidad de innovación difieren entre los distintos sectores productivos en términos de fuentes, actores e instituciones (Pavitt, 1984; Malerba y Mani, 2009). Para identificar y promover oportunidades de integración se seleccionó el sector agroproductivo, tomando en cuenta el peso económico común que tiene en los países de la subregión, así como las capacidades que ya han sido desarrolladas. El sector agroproductivo, tal como ha sido definido para el propósito de este documento, comprende las actividades agrícolas y agroindustriales relacionadas con la agricultura<sup>1</sup>. En 2010, este sector representó el 15% del PIB y el 37,3% de las exportaciones totales de la subregión. Estos países han desarrollado capacidades científicas, tecnológicas y de innovación significativas en el sector agroproductivo que se materializan, por ejemplo, en organizaciones empresariales y centros de investigación especializados. Las capacidades de CTI de este sector suelen ser superiores a las existentes en otros sectores productivos.

El estudio detallado del sistema agroproductivo de innovación de cada país de Centroamérica permitió identificar las siguientes fortalezas: i) todos los países son importantes productores y exportadores de bienes agroproductivos (café, azúcar de caña, banano); ii) en años recientes ha crecido la producción de bienes agrícolas no tradicionales (piña, sandía y melón, entre otros); iii) el sector agroproductivo es fundamental para el crecimiento de la subregión por su aporte a la actividad económica, a las exportaciones y al empleo; iv) todos los países de la subregión tienen centros de investigación públicos específicos del sector; v) la subregión cuenta con universidades públicas y privadas que ofrecen programas dirigidos al sector; vi) las universidades han creado laboratorios y centros de prueba para

---

<sup>1</sup> Una lista detallada de las actividades que comprende este sector se presenta en el anexo del capítulo III.

experimentación de productos locales; vii) existen asociaciones nacionales de productores que apoyan el desarrollo de soluciones a problemas puntuales de la producción; viii) todos los países cuentan con organismos que apoyan de manera indirecta al sector (en materias de calidad y metrología, protección de la propiedad intelectual y otras); ix) en todos los países existe un marco institucional conformado por ministerios, consejos, institutos, fondos y legislación específica para el sector; x) existe una amplia red de organizaciones no gubernamentales que funcionan como movilizadores y difusores de conocimiento; xi) los países cuentan con mecanismos de vinculación a nivel de la subregión para el fortalecimiento del sector, como asociaciones industriales subregionales, organismos de integración y centros de investigación de alcance subregional; xii) las universidades, centros de investigación y asociaciones de productores han desarrollado una base sólida de conocimientos técnico-científicos en productos específicos (por ejemplo café, caña de azúcar y banano); xiii) los grandes productores cuentan con acceso a conocimientos y tecnologías internacionales que ya están adaptadas a las condiciones físicas y meteorológicas locales, y xiv) los productos tradicionales de exportación se caracterizan por tener cadenas de producción relativamente articuladas que incorporan a productores, centros de investigación y comercializadores.

En sentido contrario, como resultado del análisis se encontraron las siguientes debilidades: i) el sector se caracteriza por un gran porcentaje de productores que cuentan con pequeñas extensiones de tierra, utilizan modelos tradicionales y presentan escasa incorporación de tecnologías y baja productividad; ii) la producción de los pequeños propietarios no tiene acceso a los mercados, ya que se orienta fundamentalmente al autoconsumo; iii) los pequeños productores no disponen de opciones para incrementar su productividad debido a la falta de acceso a semillas mejoradas, capacitación para la producción, y maquinaria y equipo; iv) los programas nacionales de incentivos para el sector tienen limitaciones de cobertura y de financiamiento, por lo que solo un número reducido de productores puede acceder a los apoyos; v) en la subregión hay una dotación deficiente de infraestructura (carreteras, electricidad), lo que limita el acceso a la tecnología e incrementa los costos de transporte al mercado; vi) los productos de exportación incorporan escaso valor agregado; vii) el sistema financiero ofrece pocos recursos para las actividades agropecuarias; viii) el presupuesto de las instancias de gestión pública encargadas de impulsar la innovación en el sector agroproductivo es insuficiente; ix) las políticas públicas dirigidas al sector adolecen en general de falta de efectividad y continuidad; x) en algunos países se observa dependencia con respecto a la cooperación internacional para la ejecución de programas de apoyo al sector; xi) las organizaciones no gubernamentales realizan acciones limitadas en alcance y extensión debido a que cuentan con recursos escasos; xii) se generan relaciones de

dependencia entre los proveedores internacionales, las grandes empresas transformadoras y los supermercados, por un lado, y los proveedores locales, por otro, con una estructura jerárquica que limita las posibilidades de transferencia de conocimientos y tecnología; xiii) un número reducido de grandes empresas concentran las actividades de I+D privada, que realizan con sus propios medios y estableciendo escasa vinculación con otros agentes del sistema; xiv) se dispone de deficientes capacidades para la absorción de nuevos conocimientos y su aplicación en los procesos para aumentar la productividad de la subregión; xv) falta articulación entre las empresas y las universidades para realizar actividades de I+D y aplicar sus resultados a la producción; xvi) la subregión invierte una baja proporción del PIB en actividades de I+D, y xvii) la disponibilidad de indicadores de capacidades tecnológicas sectoriales es muy limitada y en algunos casos, inexistente.

En comparación con los sistemas nacionales de innovación de la subregión, los sistemas agroproductivos muestran una mayor solidez y concentran una parte significativa de la capacidad tecnológica y productiva de cada uno de los países. En la misma línea, en comparación con los indicadores generales de gasto en I+D, los indicadores sectoriales ubican a la subregión en una mejor posición relativa frente a grandes países latinoamericanos como el Brasil y México, lo que también ilustra la importancia y las capacidades tecnológicas del sector agroproductivo centroamericano.

Ante este diagnóstico, la integración de la subregión es un mecanismo central para reducir la fragmentación de las iniciativas y aprovechar los recursos existentes. Una mayor integración permitiría lograr economías de escala y complementariedades en un sector como el agroproductivo, que ha desarrollado ya una base sólida de conocimientos, instituciones y organizaciones. Es necesario evitar duplicidades en los esfuerzos subregionales y llevar a cabo actividades conjuntas que permitan un mejor diseño, ejecución y evaluación de las políticas. Las iniciativas subregionales deben partir de las capacidades existentes. En ese sentido, los diagnósticos presentados en este documento ofrecen insumos para el diseño de las estrategias de integración que se presentan en la siguiente sección de este capítulo de conclusiones.

No obstante, la integración regional de políticas no siempre es la solución más eficiente desde el punto de vista económico. Al examinar su conveniencia, se deben seguir los siguientes tres pasos (véase el cuadro IV.1):

- i) En primer lugar, es necesario examinar la presencia potencial de economías de escala o externalidades como resultado de la integración. Las economías de escala se producen al realizar proyectos conjuntos en áreas que requieren grandes inversiones o al compartir costos de administración fijos de programas públicos similares. Por otra parte, la integración puede conducir a que terceros países internalicen efectos positivos generados como resultado de políticas implementadas en un país en particular.

- ii) En segundo lugar, es preciso comparar los beneficios potenciales de las economías de escala y las externalidades con el costo que significa no atender (eventualmente) a necesidades locales específicas, no adaptarse a las condiciones locales o no responder a las preferencias de los votantes, como consecuencia de la coordinación o centralización supranacional de políticas.
- iii) Si los beneficios de la integración son mayores que los costos, el tercer y último paso es analizar si es más eficiente que la integración se produzca a través de la coordinación transnacional de políticas o bien a través de la centralización en organizaciones supranacionales.

En el campo de la CTI, existen oportunidades significativas de generar economías de escala y externalidades a través de la integración regional. Proyectos de I+D de gran envergadura suelen ser muy costosos y riesgosos para ser emprendidos por un solo país. Por su parte, el apoyo público a la CTI suele tener externalidades positivas en naciones vecinas. El análisis de costos versus beneficios de la integración debe hacerse instrumento por instrumento, incluso dentro del campo de las políticas de CTI. Por ejemplo, los beneficios son mayores que los costos en el caso del financiamiento público de la investigación, la protección de la propiedad intelectual y la promoción de la estandarización. Por el contrario, los programas de apoyo a las pymes suelen resultar favorecidos por el diseño de instrumentos que atienden a las necesidades y capacidades específicas de regiones subnacionales y sectores.

La Unión Europea ha logrado la mayor integración en el mundo en materia de políticas de CTI. El estudio detallado del proceso y los instrumentos de integración permitió identificar 14 lecciones que son de utilidad para otras regiones que buscan fortalecer la integración en la materia (véase la sección C del capítulo IV). Algunas de ellas se resumen brevemente a continuación:

- i) la Unión Europea ha otorgado un apoyo decidido y de largo plazo a la CTI como un factor clave para fortalecer la competitividad internacional y generar nuevos trabajos (un porcentaje estimado del 16,5% del presupuesto común de la Unión se dirige a actividades relacionadas con la CTI);
- ii) la apertura a nuevas teorías económicas y la práctica de la autoevaluación periódica han permitido diseñar nuevas políticas y programas, así como incrementar su impacto y eficiencia, y
- iii) las políticas europeas de CTI se rigen por los principios de subsidiariedad y proporcionalidad, siempre con el objetivo de ofrecer un “valor agregado europeo”.

Sin embargo, el proceso de integración se ha caracterizado por tener demasiados programas supranacionales con características similares, que han redundado en fragmentación, ineficiencias y altos costos administrativos.



Por otro lado, los fondos europeos de apoyo a la I+D pueden incrementar las brechas que existen entre regiones dentro de la Unión, puesto que su impacto depende del grado de avance de la estructura tecnológica-económica local.

El fortalecimiento de la integración centroamericana en materia de CTI enfrenta diversas barreras propias de las características económicas, sociales, políticas y culturales de los países, entre las cuales pueden mencionarse:

- La CTI ha ganado espacios en la agenda económica de los países centroamericanos, pero aún no ocupa un lugar central. En consecuencia, se destinan pocos recursos financieros y existe una escasa continuidad de las políticas. Los bajos ingresos fiscales limitan el espacio de los gobiernos para incrementar el gasto nacional y contribuir a proyectos de la subregión. No se cuenta con un presupuesto subregional común para apoyar actividades conjuntas de CTI.
- La Comisión para el Desarrollo Científico y Tecnológico de Centroamérica y Panamá y la República Dominicana (CTCAP), una institución especializada del Sistema de Integración Centroamericana (SICA), no dispone de un presupuesto operativo, por lo que depende de los aportes de organismos internacionales para llevar a cabo sus actividades. Esta falta de presupuesto se traduce en la insuficiente disponibilidad de personal operativo y recursos para ejecutar su plan de trabajo.
- Si bien los países centroamericanos comparten fronteras geográficas, la distancia suele medirse por el tiempo y los costos de traslado entre localidades. La conexión entre los países de la subregión, con la excepción de las capitales de Guatemala y El Salvador, suele hacerse por transporte aéreo comercial y con altos costos.
- Los países centroamericanos cuentan con fortalezas en pocos sectores que puedan ser usadas como base para una mayor integración. Pero las acciones subregionales ofrecen un gran potencial para el desarrollo de capacidades nacionales. Por ello, los países enfrentan el reto de diseñar instrumentos que permitan crear un círculo virtuoso entre el desarrollo de capacidades nacionales y la integración.
- A pesar del idioma y la cultura compartidos (que constituyen una cercanía relacional), se percibe cierta falta de confianza entre algunos sectores, lo que ha dificultado el proceso de integración centroamericano. El compromiso con un proyecto común y la construcción de acuerdos transnacionales son elementos centrales para el diseño y ejecución de políticas subregionales, ya sea a través de la coordinación o la centralización.

- La falta de profundidad de la integración económica, es decir, la existencia de barreras para la libre movilidad de bienes y servicios, personas y capital, limita el espacio de integración en actividades de CTI.
- Se observa una débil articulación entre los diferentes organismos subregionales que apoyan la integración productiva, científica y tecnológica de los países de Centroamérica.
- Es conveniente fortalecer el debate público en Centroamérica sobre la utilidad de incrementar los esfuerzos en materia de CTI, como un imperativo para fortalecer la competitividad y alcanzar mayores niveles de desarrollo económico y social.

## **B. Líneas estratégicas para fortalecer la integración subregional<sup>2</sup>**

El objetivo de esta sección es ofrecer propuestas concretas de políticas de integración de la subregión en materia de CTI que permitan fortalecer las capacidades de los agentes locales y subregionales. Las líneas estratégicas que aquí se presentan son el resultado final del proyecto de cooperación técnica Hacia un Sistema Regional de Innovación, cuyas principales conclusiones se sintetizan en este libro. A lo largo de sus diversas etapas, la CEPAL trabajó de manera coordinada con la CTCAP. Las líneas estratégicas fueron discutidas y aprobadas en la LXIII Reunión Ordinaria de la CTCAP, celebrada el 21 y 22 de abril de 2012 en Tegucigalpa.

La elaboración de las propuestas se basa en los diagnósticos de los sistemas nacionales y agroproductivos de innovación de Centroamérica, que se presentaron en los capítulos II y III de este libro. En estos diagnósticos se identifican los desafíos que enfrentan las empresas, el sector público, las universidades y los centros de investigación. Asimismo, se señalan los logros que se han alcanzado recientemente. Las propuestas que aquí se presentan tienen como objetivo fortalecer la integración de la subregión centroamericana en el área de CTI. Para ello se plantean acciones de carácter nacional, bilateral y subregional, que constituyen diversos puntos de partida para estimular la integración de las organizaciones de CTI y los agentes intermediarios. Aquí se presenta un resumen de las propuestas, que fueron elaboradas siguiendo la metodología de marco lógico.

---

<sup>2</sup> Para esta sección se toman insumos de las propuestas elaboradas por Mónica Casalet y Edgar Buenostro, consultores de la CEPAL, en el marco del proyecto Hacia un sistema regional de innovación.

## 1. Crear un fondo subregional de apoyo a la CTI

Las experiencias de la Unión Europea y los países del MERCOSUR ofrecen puntos de referencia para la organización y el funcionamiento de un Fondo Subregional Centroamericano para CTI. La estructura organizacional del fondo podría ser un consorcio público-privado internacional, que contribuya al desarrollo de programas y proyectos dirigidos a fortalecer la integración de la subregión en CTI. El fondo se conformaría con la participación de las agencias de la cooperación internacional que actúan en la subregión centroamericana, delegados de los gobiernos nacionales, representantes de grandes grupos empresariales que trabajan en la subregión, rectores de instituciones de educación superior con experiencia previa en el manejo de fondos para la investigación y directores de centros de investigación con experiencia en vinculación con el sector productivo. Además, se contaría con la participación de la CTCAP, que desempeñaría las funciones necesarias para la implementación de las decisiones adoptadas.

Para crear y poner en funcionamiento el fondo subregional, se propone organizar talleres y seminarios en que se establezcan acuerdos sobre una agenda de trabajo. De manera preliminar, se sugiere que el fondo subregional incluya los siguientes ejes básicos:

- i) Apoyar convocatorias de contenido sectorial asociadas a las prioridades estratégicas de la subregión (sectores agroproductivo, salud, medio ambiente), cuyos proyectos constituyan una oportunidad para mejorar la formación de equipos de investigación multidisciplinarios, con vinculación efectiva con el sector productivo y en que participen organizaciones basadas en diversos países de la subregión. A través de la aplicación de técnicas prospectivas se establecerán las preferencias para financiar iniciativas que respondan a las necesidades socioeconómicas de la subregión.
- ii) Apoyar de manera directa proyectos de I+D, articulando la acción de grandes empresas, pymes, universidades, centros de investigación y organizaciones de la sociedad civil, que estimulen la inserción de investigadores a las empresas para desarrollar tareas de I+D. Un requisito para la conformación de equipos es la participación de organizaciones basadas en diversos países de la subregión.
- iii) Fomentar y apoyar convocatorias para la creación de empresas de base tecnológica y apoyar el surgimiento de capital de riesgo.
- iv) Financiar seminarios en que participen universidades, centros de investigación y empresas privadas, sobre derechos de propiedad intelectual y transferencia de conocimientos a la sociedad,

con énfasis en la creación, gestión y evaluación de oficinas de transferencia tecnológica.

- v) Financiar posgrados vinculados al desarrollo de áreas estratégicas para la subregión, cuyo diseño respondería tanto a indicadores de calidad científica y académica, como de empleo y retorno de la formación en el mercado de trabajo.

## **2. Fortalecer la calidad y pertinencia de la investigación en el sector agroproductivo**

Los centros de investigación relacionados con el sector agroproductivo en Centroamérica tienen, en general, las siguientes debilidades: i) son pocos los que cuentan con las capacidades necesarias para realizar investigaciones complejas; ii) se observa una insuficiente vinculación entre ellos, así como con las universidades y el sector productivo, y iii) existen problemas de financiamiento para sus actividades.

El desarrollo de esta línea estratégica exige formular convocatorias para la formación de grupos de investigación con carácter multidisciplinario y transnacional que aborden las prioridades estratégicas de desarrollo de la subregión y que contribuyan a una integración más efectiva. El fortalecimiento de la investigación está ligado al aumento del número de investigadores para afrontar los desafíos del crecimiento económico con mayor igualdad. Los países centroamericanos necesitan una masa de recursos humanos calificados en ciencias e ingeniería para incorporarse al sistema productivo y para alimentar el desarrollo del sistema público de investigación.

Se requiere desarrollar una política de incentivos a la investigación, considerando la labor científica que se realiza en forma individual y en grupos: publicaciones, formación, participación en redes de conocimiento a nivel subregional y nacional, provisión de servicios de asesoría a empresas y/o sectores productivos y patentes. Un aspecto fundamental que se deberá enfrentar a nivel subregional y nacional es cómo establecer una política de incentivos que oriente los esfuerzos en CTI de la subregión centroamericana en línea con los problemas relevantes para el desarrollo, con énfasis en un criterio selectivo que contribuya a construir un umbral adecuado para los países con trayectorias académicas más débiles y fragmentadas.

La creación de redes interinstitucionales por áreas de conocimiento facilitaría los flujos de comunicación entre los investigadores. Su desarrollo supondría una base de apoyo y de interacción necesaria para innovar en nuevas modalidades de investigación. La organización de seminarios subregionales sobre las perspectivas de crecimiento de las diferentes áreas de conocimiento a nivel internacional y de la subregión contribuiría a crear la confianza, la

comunicación y el interés por desarrollar actividades de investigación y difusión conectadas con prioridades nacionales.

La participación en redes temáticas transnacionales (por áreas del conocimiento y con carácter multidisciplinario) permitiría sistematizar el estado del arte del conocimiento en las áreas seleccionadas, con información relevante como las investigaciones realizadas en el país y la subregión, la actualización de los posgrados existentes y los alcances obtenidos en el desarrollo de las investigaciones.

La integración de estudiantes de posgrado en la actividad de las redes temáticas transnacionales fomentaría la transferencia de conocimientos, la movilidad y la creatividad de los investigadores y de los jóvenes egresados para asociarse en grupos interinstitucionales orientados a resolver los problemas en las áreas prioritarias para los países y para la subregión en su conjunto.

### **3. Crear un *cluster* agroproductivo transnacional**

La creación de aglomeraciones agroproductivas (*clusters*) consolidará un espacio para formalizar la colaboración público-privada en cada país y a nivel subregional. Las aglomeraciones productivas constituyen la base a partir de la que se estructuran acciones para fomentar la demanda de conocimientos, apoyar la modernización empresarial en innovación, favorecer cambios regulatorios que estrechen la vinculación y la movilidad entre los diferentes agentes (universidades y centros de investigación, empresas, organizaciones intermedias) y crear nuevas modalidades de transferencia de los conocimientos (formales y tácitos). La creación de aglomeraciones agroproductivas transnacionales favorecerá un cambio estructural de la subregión hacia productos y procesos con mayor valor agregado y contenido tecnológico.

La articulación productiva es una apuesta para desarrollar la capacidad de innovación y constituye una solución operativa a las debilidades y carencias competitivas detectadas anteriormente. Se propone también fomentar la oferta de servicios tecnológicos y de I+D de los centros de investigación a las pymes. La creación de capacidades en el sistema productivo actuará para mejorar los niveles de competencia tecnológica y acceso a la información.

## Bibliografía

- Aguirre Bastos, Carlos, Lourdes Palma y Violetta Cumberbatch (2011), "Research, technology and innovation in the private sector of Panama", *serie Estudios de la Ciencia*, N° 1/2011, Ciudad de Panamá, Secretaría Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (SENACYT).
- Aleman, Freddy y Sari Scheinberg (2011), "El Programa Universidad Emprendedora en Nicaragua: Actividades, productos y resultados", *Revista Científica*, vol. 11, N° 16.
- Amsden, Alice (2001), *The Rise of the Rest*, Nueva York, Oxford University Press.
- Anvret, Maria, Massimiliano Granieri y Andrea Renda (2010), "A new approach to innovation policy in the European Union", CEPS Task Force Report [en línea] <http://www.ceps.eu/book/new-approach-innovation-policy-european-union>.
- Arlänge, Sverker y Sari Scheinberg (2005), *Innovation Systems in Latin America; Examples from Honduras, Nicaragua and Bolivia*, Estocolmo, Agencia Sueca de Cooperación Internacional para el Desarrollo (ASDI).
- Arnold, Erik (2005), *What the Evaluation Record Tells Us about Framework Programme Performance*, Brighton, Technopolis Group.
- Arocena, Rodrigo y Judith Sutz (2000), "Looking at national systems of innovation from the South", *Industry and Innovation*, vol. 7, N° 1, Taylor and Francis.
- ASTI (Agricultural Science and Technology Indicators) (2012), "Internationally comparable data on agricultural R&D investments and capacity for developing countries" [en línea] <http://www.asti.cgiar.org/>.

- Audretsch, David, Werner Bönte y Prashanth Mahagaonkar (2009), "Financial signaling by innovative nascent entrepreneurs", *Schumpeter Discussion Papers*, N° sdp09001, Universitätsbibliothek Wuppertal.
- Bacaria-Colom, Jordi, Lourdes Casanova y Samantha Rullán (2010), "The European Supranational Innovation System: Advantages and Challenges", inédito.
- Baldwin, Richard y Charles Wyplosz (2009), *The Economics of European Integration*, Berkshire, McGraw Hill.
- Banco Mundial (2012), *Connecting to Compete: Trade Logistics in the Global Economy. The Logistics Performance Index and its Indicators*, Washington, D.C.
- \_\_\_\_\_(2006), *Mexico's Competitiveness: Reaching Its Potential*, Washington, D.C.
- Bell, Martin y Keith Pavitt (1995), "The development of technological capabilities", *International Competitiveness: Interaction of the Public and the Private Sectors*, I. Ul Haque (ed.), Washington, D.C., Banco Mundial.
- \_\_\_\_\_(1993), "Technological accumulation and industrial growth", *Industrial and Corporate Change*, vol. 2, N° 1.
- Belussi, Fiorenza (2004), "In search of a useful theory of spatial clustering", documento presentado en la DRUID Summer Conference 2004 on Industrial Dynamics, Innovation and Development, Elsinore, Dinamarca.
- BID (Banco Interamericano de Desarrollo) (2010), *La era de la productividad: Cómo transformar las economías desde sus cimientos*, Washington, D.C.
- BID/CTCAP (Banco Interamericano de Desarrollo/Comisión para el Desarrollo Científico y Tecnológico de Centroamérica, Panamá) (2011), "Presentación del Plan Estratégico Regional y lineamientos para el Plan de Acción. Proyecto BID/CTCAP Creación de una red regional de centros de desarrollo tecnológico", *Documento de trabajo*, San Salvador.
- Bilbao-Osorio, Beñat y Andrés Rodríguez-Pose (2004), "From R&D to innovation and economic growth in the EU", *Growth and Change*, vol. 35, N° 4.
- Blaas, Eddy y Peter Nijkamp (1994), "New technology and regional development in the European snowbelt towards a new emerging network?", *Patterns of a Network Economy*, Börje Johansson, Charlie Karlsson y Lars Westin (eds.), Berlín, Springer.
- BMZ (Bundesministerium für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung) (2004), "Quality Infrastructure, Conformity Assessment - Metrology, Standardization, Testing, Quality Management (MSTQ)", Bonn.
- Borrás, Susana (2007), "The European Commission as network broker", *European Integration Online Papers*, vol. 11, N° 1 [en línea] <http://eiop.or.at/eiop/texte/2007-001a.htm>.

- \_\_\_\_ (2003), *The Innovation Policy of the European Union. From Government to Governance*, Cheltenham, Edward Elgar Publishing.
- Boschma, Ron (2005), "Proximity and innovation. A critical assessment", *Regional Studies*, vol. 39, N° 1.
- Bovenscutlte, Marc (2010), *Fomentando los sistemas nacionales de innovación en Centroamérica. Estrategia de sistemas nacionales de innovación para Honduras y Guatemala: Hacia una agenda de innovación regional*, Berlín, Programa Desarrollo Económico Sostenible en Centroamérica, Desca GTZ, Berlín.
- Britto, Jorge (2003), "Technological diversity, and industrial networks: an analysis of the modus operandi of co-operative arrangements", *SPRU Electronic Working Paper*, N° 4, Sussex, Universidad de Sussex.
- Buitelaar, Rudolf, Ramón Padilla Pérez y Ruth Urrutia (2000), "Costa Rica: Sistema Nacional de Innovación", *serie Desarrollo Productivo*, N° 82 (LC/L.1404-P), Santiago de Chile, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). Publicación de las Naciones Unidas, N° de venta: S.00.II.G.71.
- Cantwell, John (2005), "Innovation and competitiveness", *The Oxford Handbook of Innovation*, J. Fagerberg, D. Mowery y R. Nelson (eds.), Nueva York, Oxford University Press.
- Cantwell, John y Simona Iammarino (2003), *Multinational Corporations and European Regional Systems of Innovation*, Londres, Routledge.
- Caracostas, Paraskevas y Luc Soete (1997), "The building of cross-border institutions in Europe: towards a European System of Innovation", *Open Access Publications from Maastricht University* [en línea] [www.maastrichtuniversity.nl](http://www.maastrichtuniversity.nl).
- Carlsson, Bo y otros (2002), "Innovation systems: analytical and methodological issues", *Research Policy*, vol. 31, N° 2.
- Carlsson, Bo y Richard Stankiewicz (1991), "On the nature, function and composition of technological systems", *Journal of Evolutionary Economics*, vol. 1, N° 2.
- Casalet, Mónica (2004), "Construcción institucional del mercado en la economía del conocimiento", *Economía UNAM*, vol. 1, N° 2.
- Castellaci, Fulvio (2008), "The interactions between national systems and sectoral patterns of innovation. A cross-country analysis of Pavitt's taxonomy", *Journal of Evolutionary Economics*, vol. 19, N° 3.
- CEPAL (Comisión Económica para América Latina y el Caribe) (2012a), *Cambio estructural para la igualdad: Una visión integrada del desarrollo* (LC/G.2524(SES.34/3)), Santiago de Chile.
- \_\_\_\_ (2012b), "CEPALSTAT. Estadísticas de América Latina y el Caribe" [en línea] <http://websie.eclac.cl/sisgen/ConsultaIntegrada.asp>.
- \_\_\_\_ (2012c), *El comercio de bienes y servicios en Centroamérica: una nueva mirada*, (LC/MEX/L.1081), México, D.F., sede subregional de la CEPAL en México.



- \_\_\_\_ (2011a), *Guatemala: Evolución económica durante 2010 y perspectivas para 2011*, México, D.F., sede subregional de la CEPAL en México.
- \_\_\_\_ (2011b), *Nicaragua: Evolución económica durante 2010 y perspectivas para 2011*, México, D.F., sede subregional de la CEPAL en México.
- \_\_\_\_ (2011c), *Costa Rica: Evolución económica durante 2010 y perspectivas para 2011*, México, D.F., sede subregional de la CEPAL en México.
- \_\_\_\_ (2011d), *Honduras: Evolución económica durante 2010 y perspectivas para 2011*, México, D.F., sede subregional de la CEPAL en México.
- \_\_\_\_ (2010a), *Estadísticas del sector manufacturero y de la industria de exportación centroamericana 2010*, México, D.F., sede subregional de la CEPAL en México.
- \_\_\_\_ (2010b), *La hora de la igualdad: Brechas por cerrar, caminos por abrir* (LC/G.2432(SES.33/3)), Santiago de Chile.
- \_\_\_\_ (2010c), *Espacios iberoamericanos. Vínculos entre universidades y empresas para el desarrollo tecnológico* (LC/G.2478), Santiago de Chile, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL)/Secretaría General Iberoamericana (SEGIB).
- \_\_\_\_ (2008), *La transformación productiva 20 años después. Viejos problemas, nuevas oportunidades* (LC/G.2367(SES.32/3)), Santiago de Chile.
- \_\_\_\_ (2002), *Globalización y desarrollo* (LC/G.2157(SES.29/3)), Santiago de Chile.
- CEPAL/SEGIB (Comisión Económica para América Latina y el Caribe/Secretaría General Iberoamericana) (2010), *Innovar para crecer. Desafíos y oportunidades para el desarrollo sostenible e inclusivo en Iberoamérica* (LC/L.3138), Santiago de Chile.
- Chaminade, Cristina y Charles Edquist (2006), "Rationales for public policy intervention from a systems of innovation approach: the case of VINNOVA", *CIRCLE Electronic Working Papers*, N° 2006/4, Lund, Center for Innovation, Research and Competence in the Learning Economy (CIRCLE), Universidad de Lund.
- Chaminade, Cristina y Hjalti Nielsen (2011), "Transnational innovation systems", *serie Estudios y Perspectivas*, N° 132 (LC/MEX/L.1041), México, D.F., sede subregional de la CEPAL en México.
- Chung, Sunyang (2002), "Building a national innovation system through regional innovation systems", *Technovation*, vol. 22, N° 8.
- Cimoli, Mario, João Carlos Ferraz y Annalisa Primi (2007), "Políticas de ciencia y tecnología en economías abiertas: La situación de América Latina y el Caribe", *serie Desarrollo Productivo*, N° 165, Santiago de Chile, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).
- Cimoli, Mario, María Beatriz García y Celso Garrido (2005), *El camino latinoamericano hacia la competitividad. Políticas públicas para el desarrollo productivo y tecnológico*, México, D.F., Siglo XXI.

- Clark, Burton (1998), *Creating Entrepreneurial Universities: Organizational Pathways of Transformation*, Oxford, International Association of Universities/Elsevier Science.
- CNIC (Consejo Nacional de Innovación para la Competitividad) (2007), *Hacia una estrategia nacional de innovación para la competitividad*, Santiago de Chile.
- Cohen, Wesley y Daniel Levinthal (1990), "Absorptive capacity: a new perspective on learning and innovation", *Administrative Science Quarterly*, vol. 35, N° 1, special issue: Technology, Organizations, and Innovation, Cornell, Universidad de Cornell.
- Cohen, Wesley, Richard Nelson y John Walsh (2002), "Links and impacts: the influence of public research on industrial R&D", *Management Science*, vol. 48. N° 1.
- Comisión Europea (2012a), *High Level Panel on the Socio-Economic Benefits of the European Research Area. Final Report*, Bruselas, Dirección General de Investigación e Innovación.
- \_\_\_\_\_(2012b), *A Reinforced European Research Area Partnership for Excellence and Growth* (COM(2012) 392 final), Bruselas.
- \_\_\_\_\_(2012c), *Executive Summary of the Impact Assessment* (SWD(2012) 211 final), Bruselas.
- \_\_\_\_\_(2011a), "New Practical Guide to EU Funding Opportunities for Research and Innovation", Bruselas [en línea] [http://cordis.europa.eu/home\\_en.html](http://cordis.europa.eu/home_en.html).
- \_\_\_\_\_(2011b), *Communication from the Commission Horizon 2020 – The Framework Programme for Research and Innovation* (SEC(2011) 1428 final), Bruselas.
- \_\_\_\_\_(2010a), *Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions. Europe 2020 Flagship Initiative Innovation Union* (COM(2010) 546 final), Bruselas.
- \_\_\_\_\_(2010b), *Interim Evaluation of the Seventh Framework Programme. Report of the Expert Group*, Bruselas.
- \_\_\_\_\_(2010c), *Evaluation of the Impact of the Framework Programme on the Formation of the ERA in Social Sciences and the Humanities (SSH)*, Bruselas, Dirección General de Investigación e Innovación.
- \_\_\_\_\_(2009a), *Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions. Reviewing Community Innovation Policy in a Changing World* (COM(2009) 442 final), Bruselas.
- \_\_\_\_\_(2009b), *Preparing Europe for a New Renaissance. A Strategic View of the European Research Area*, Bruselas.
- \_\_\_\_\_(2008), *A More Research-intensive and Integrated European Research Area: Science, Technology and Competitiveness Key Figures Report 2008/2009*, Bruselas, Dirección General de Investigación e Innovación.

- \_\_\_\_ (2007), *Green Paper. The European Research Area: New Perspectives*, (COM(2007) 161 final), Bruselas.
- \_\_\_\_ (2006), *FP7 Tomorrow's Answers Start Today*, Bruselas, Dirección General de Investigación e Innovación.
- \_\_\_\_ (2005a), "Annex to the proposal for the Council and European Parliament decisions on the 7th Framework Programme", *Commission Staff Working Paper*, N° SEC(2005) 430, Bruselas.
- \_\_\_\_ (2005b), *Assessment of the Impact of the Actions Completed Under the 5th Community Research Framework Programme – Survey*, Bruselas, Dirección General de Investigación e Innovación.
- \_\_\_\_ (2005c), "Simplification in the 7th Framework Programme", *Commission Staff Working Document*, N° SEC (2005) 431, Bruselas.
- \_\_\_\_ (2005d), *Communication from the Commission: Building the ERA of Knowledge for Growth, 2007-2013* (COM (2005) 118 final), Bruselas.
- \_\_\_\_ (2000), *Comunicación de la Comisión al Consejo, al Parlamento Europeo, al Comité Económico y Social y al Comité de las Regiones. Hacia un espacio europeo de investigación* (COM(2000) 6 final), Bruselas.
- \_\_\_\_ (1995), *Green Paper on Innovation* (COM (95) 688 (final)), Bruselas.
- \_\_\_\_ (1993), *Libro blanco para el crecimiento, competitividad y empleo. Retos y pistas para entrar en el siglo XXI* (COM(93)700), Bruselas.
- Comunidad Europea (1992), *The Maastricht Treaty*, Maastricht.
- \_\_\_\_ (1986), *The Single European Act*, Luxemburgo.
- CONACYT (Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología) (2011), *Indicadores de ciencia y tecnología 2010*, San Salvador.
- CONAPE (Comisión Nacional de Préstamos para la Educación) (2010), *Memoria anual 2010*, San José.
- CONICYT (Consejo Nicaragüense de Ciencia y Tecnología) (2010), *Plan Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación, Nicaragua 2010-2013*, México, D.F., sede subregional de la CEPAL en México.
- Consejo Europeo (2002), *Presidency Conclusions*, Barcelona, Barcelona European Council.
- \_\_\_\_ (2000), "Lisbon European Council, 23 and 24 March 2000. Presidency Conclusions" [en línea] [http://www.europarl.europa.eu/summits/lis1\\_en.htm#b](http://www.europarl.europa.eu/summits/lis1_en.htm#b).
- \_\_\_\_ (1992), "Interinstitutional agreements", *Official Journal of the European Union*, N° 191, 29 de julio [en línea] <http://eur-lex.europa.eu/en/treaties/>.
- Cooke, Philip, Mikel Gómez Uranga y Goio Etxebarria (1997), "Regional innovation systems: institutional and organizational dimensions", *Research Policy*, vol. 26, N° 4.
- Cooke, Philip, Patries Boekholt y Franz Todtling (2000), *The Governance of Innovation in Europe. Regional Perspectives on Global Competitiveness*, Ottawa, John de la Mothe.

- Costa Rica, Gobierno de (2010), "Estado de la educación", *Estado de la Nación*, San José.
- Crespi, Gustavo (2010), "Nota técnica sobre el sistema nacional de innovación de Costa Rica: Una contribución al diálogo de políticas públicas entre el gobierno de la República de Costa Rica y el Banco Interamericano de Desarrollo", *Notas Técnicas*, N° IDB-TN 142, Washington, D.C., Banco Interamericano de Desarrollo (BID).
- D'Este, Pablo, Elena Castro Martínez y Jordi Molas-Gallart (2009), *Documento de base para un Manual de indicadores de vinculación de la universidad con el entorno socioeconómico: Un marco para la discusión*, Buenos Aires, Observatorio Iberoamericano de la Ciencia, la Tecnología y la Sociedad.
- Delgado, Mercedes, Michael Porter y Scott Stern (2011), "Clusters, Convergence, and Economic Performance", inédito.
- Devlin, Robert y Graciela Moguillansky (2009), "Alianzas público-privadas como estrategias nacionales de desarrollo a largo plazo", *Revista de la CEPAL*, N° 97 (LC/G.2400-P), Santiago de Chile.
- Di Maio, Michele (2008), "Industrial policies in developing countries: history and perspectives", *Working Papers*, N° 48, Macerata, Universidad de Macerata.
- Di Pietrantonio, L. (2009), "Towards a new (European research) deal: the case for enhanced fiscal policy coordination on research and innovation", *Bruges European Economic Policy Briefings* (BEEP), N° 20, Brujas, College of Europe.
- Dornberger, Utz, Alfredo Suvelza y Luis Bernal (2011), *Gestión de la fase temprana de la innovación*, San Salvador, La Tarjeta.
- Dosi, Giovanni (1997), "Opportunities, incentives and the collective patterns of technological change", *Economic Journal*, vol. 107, N° 444.
- DTI (Departamento de Comercio e Industria) (2004), *The Impact of the EU Framework Programmes in the UK*, Londres, Oficina de Ciencia y Tecnología.
- Ederveen, Sjef, George Gelauff y Jacques Pelkmans (2006), "Assessing subsidiarity", *CPB Document*, N° 133, La Haya.
- Edquist, Charles y Björn Johnson (1997), "Institutions and organizations in systems of innovation", *Systems of Innovation: Technologies, Institutions and Organizations*, C. Edquist, Londres, Pinter.
- Elder, J. y L. Georghiou (2007), "Public procurement and innovation. Resurrecting the demand side", *Research Policy*, vol. 36, N° 7.
- Eurostat (Oficina de Estadística de las Comunidades Europeas) (2008), *Science, Technology and Innovation in Europe*, Luxemburgo, Comisión Europea.
- Evangelista, Rinaldo y otros (2002), "Measuring the regional dimension of innovation: lessons from the Italian innovation survey", *Technovation*, vol. 21, N° 11.

- Feldman, Maryann (1994), "Knowledge complementarity and innovation", *Small Business Economics*, vol. 6, N° 5.
- FEM (Foro Económico Mundial) (2012), *Índice de competitividad global 2011-2012*, Ginebra.
- Florida, R. (1995), "Towards the learning region", *Futures*, vol. 27, N° 5.
- Fraunhofer Institute for Systems and Innovation Research (2005), *Innovation and Public Procurement. Review of Issues at Stake*, Alemania.
- Freeman, Christopher (1987), *Technology, Policy and Economic Performance: Lessons from Japan*, Londres, Pinter.
- Gertler, Meric S. (2003), "Tacit knowledge and the economic geography of context, or the undefinable tacitness of being (there)", *Journal of Economic Geography*, vol. 3, N° 1.
- Gibbons, Michael y otros (1994), *The New Production of Knowledge*, Londres, Sage.
- Gilly, Jean-Pierre y André Torre (2000), "Proximity relations. Elements for an analytical framework", *Industrial Networks and Proximity*, M.B. Green y R.B. McNaughton (eds.), Aldershot, Ashgate.
- Giuliani, Elisa, Andrea Morrison y Roberta Rabellotti (2011), *Innovation and Technology Catch-Up*, Edward Elgar Publishing.
- GOPA (2002), *Evaluation of Finished Projects of the EC Research Programmes in the Field Covered by the Present Growth Programme*, GOPA Consultants, Bad Homburg, Alemania.
- Grabher, Gernot (2000), "Spaces of creativity: heterarchies in the British advertising industry", documento presentado en el seminario "Organizational Innovation: Distributed Intelligence and the Organization of Diversity", Nueva York, Universidad de Columbia.
- Griliches, Zvi (1992), "The search for R&D spillovers", *Scandinavian Journal of Economics*, vol. 94.
- Guerrieri, Paolo y Andrew Tylecote (1997), "Interindustry differences in technical change and national patterns of technological accumulation", *Systems of Innovation: Technologies, Institutions and Organisations*, C. Edquist (ed.), Londres, Pinter.
- Guy, K., J. Tebbutt y J. Stroyan (2001), *The 4th Framework Programme in Ireland: An Evaluation of the Operation and Impacts in Ireland of the EU's Fourth Framework Programme for Research and Development*, Dublin, Forfás.
- Harmes-Liedtke, Ulrich (2010), *The Relevance of Quality Infrastructure to Promote Innovation Systems in Developing Countries*, Braunschweig, Alemania, Physikalisch-Technische Bundesanstalt.
- Hobday, Michael (1995), *Innovation in East Asia: The Challenge to Japan*, Aldershot, Edward Elgar Publishing.
- Hollingsworth, Rogers (2000), "Doing institutional analysis: implications for the study of innovations", *Review of International Political Economy*, vol. 7, N° 4.

- Howells, Jeremy (1999), "Regional systems of innovation?", *Innovation Policy in a Global Economy*, D. Archibugi, J. Howells y J. Michie, Cambridge, Massachusetts, Cambridge University Press.
- Iammarino, Simona (2005), "An evolutionary integrated view of Regional Systems of Innovation: concepts, measures and historical perspectives", *European Planning Studies*, vol. 13, N° 4.
- IICA (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura) (2012), Informe anual 2011. *Por una agricultura competitiva y sustentable para las Américas: Logros del IICA* [en línea] <http://scm.oas.org/pdfs/2012/CP28127S.pdf>.
- IRE Working Group (2008), "Innovating regions in Europe. IRE Innovation Network" [en línea] [www.innovating-regions.org](http://www.innovating-regions.org).
- ITC (International Trade Center) (2012), "TRADE MAP – Estadísticas del comercio para el desarrollo internacional de las empresas" [en línea] <http://www.trademap.org>.
- Jacobsson, Staffan (2005), "Formation and growth of sectoral innovation systems – 'functional analysis' as a tool for policymakers in identifying policy issues", Background Paper Series, Viena, Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (ONUDI).
- Klepper, Steven (1996), "Entry, exit, growth and innovation over the product life cycle", *American Economic Review*, vol. 86, N° 3.
- Lawson, Clive y Edward Lorenz (1999), "Collective learning, tacit knowledge and regional innovative capacity", *Regional Studies*, vol. 33, N° 4.
- Llisterri, Juan José y Carlo Pietrobelli (eds.) (2011), *Los sistemas regionales de innovación en América Latina*, Washington, D.C., Banco Interamericano de Desarrollo (BID).
- Löfgren, Orvar (2008), "Regionauts: the transformation of cross-border regions in Scandinavia", *European Urban and Regional Studies*, vol. 15.
- Lugones, Gustavo, Patricia Gutti y Néstor Le Clech (2008), "Indicadores de capacidades tecnológicas en América Latina", *serie Estudios y Perspectivas*, N° 89 (LC/L.2811-P), México, D.F., sede subregional de la CEPAL en México.
- Lundquist, Karl-Johan y Lars Winther (2006), "The interspace between Denmark and Sweden: the industrial dynamics of the Öresund transnational region", *Geografisk Tidsskrift-Danish Journal of Geography*, vol. 106, N° 1.
- Lundquist, Karl-Johan y Michaela Trippel (2009), "Towards cross-border innovation spaces: a theoretical analysis and empirical comparison of the Öresund region and the Centroepe area", *SRE-Discussion*, N° 05, Viena, Vienna University of Economics and Business.
- Lundvall, Bengt-Åke (ed.) (1992), *National Systems of Innovation: Toward a Theory of Innovation and Interactive Learning*, Londres, Pinter.

- Lundvall, Bengt-Åke y otros (2009), *Handbook of Innovation Systems and Developing Countries*, Edward Elgar Publishing.
- \_\_\_\_\_(2002), "National systems of production, innovation and competence building", *Research Policy*, vol. 31, N° 2.
- Lundvall, Bengt-Åke y Susana Borrás (2005), "Science, technology, and innovation policy", *The Oxford Handbook of Innovation*, Jan Fagerberg, David Mowery y Richard Nelson (eds.), Nueva York, Oxford University Press.
- Maggi, Claudio (2011), "Marco metodológico. Examen de sistemas de innovación sectoriales en países pequeños emergentes (Centroamérica)", México, D.F., sede subregional de la CEPAL en México, inédito.
- Malerba, Franco (2006), "Catch up in different sectoral systems: some introductory remarks", documento presentado en el seminario "Innovation systems for competitiveness and shared prosperity in developing countries" (Trivandrum, Kerala, 4 a 7 de octubre).
- \_\_\_\_\_(2005), "Sectoral systems of innovation. How and why innovation differs across sectors", *The Oxford Handbook of Innovation*, J. Fagerberg, D. Mowery y R. Nelson (eds.), Nueva York, Oxford University Press.
- \_\_\_\_\_(2002), "Sectoral systems of innovation and production", *Research Policy*, vol. 31, N° 1, Cambridge University Press.
- Malerba, Franco y Richard Nelson (2011), "Learning and catching up in different sectoral systems: evidence from six industries", *Industrial Corporate Change*, vol. 20, N° 6.
- Malerba, Franco y Sunil Mani (2009), *Sectoral Systems of Innovation and Developing Countries: Actors, Structure and Evolution*, Cheltenham, Edward Elgar Publishing.
- Maloney, William y Guillermo Perry (2005), "Hacia una política de innovación eficiente", *Revista de la CEPAL*, N° 87 (LC/G.2287-P), Santiago de Chile, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).
- Marroquín, William (2010), "Capacidades para la recolección y análisis de indicadores de ciencia, tecnología e innovación en los países centroamericanos", *Working Paper*, N° 4, Washington, D.C., Banco Interamericano de Desarrollo [en línea] [www.riicyt.com](http://www.riicyt.com).
- Martínez Piva, Jorge Mario (2011), "Incentivos públicos de nueva generación para la atracción de inversión extranjera directa (IED) en Centroamérica", *serie Estudios y Perspectivas*, N° 134 (LC/MEX/L.1044), México, D.F., sede subregional de la CEPAL en México.
- Melo, Alberto (2001), "Industrial policy in Latin America and the Caribbean at the turn of the century", *Documento de Trabajo*, N° 459, Washington, D.C., Banco Interamericano de Desarrollo (BID).

- MICIT (Ministerio de Ciencia y Tecnología) (2011), *Indicadores Nacionales 2009, Ciencia, Tecnología e Innovación Costa Rica*, San José.
- Moodysson, Jerker y Ola Jonsson (2007), "Knowledge collaboration and proximity: the spatial organization of biotech innovation projects", *European Urban Regional Studies*, vol. 14, N° 2.
- Mytelka, Lynn y Keith Smith (2002), "Policy learning and innovation theory: an interactive and co-evolving process", *Research Policy*, vol. 31, N° 8-9.
- Nájera, Rubén (1984), "Mecanismos institucionales para el desarrollo científico-tecnológico del Istmo Centroamericano", inédito.
- Nelson, Richard (ed.) (1993), *National Innovation Systems: A Comparative Analysis*, Nueva York, Oxford University Press.
- \_\_\_\_\_(1992), "National innovation systems: a retrospective on a study", *Industrial and Corporate Change*, vol. 1, N° 2, Nueva York, Oxford University Press.
- \_\_\_\_\_(1982), "The role of knowledge in R&D efficiency", *The Quarterly Journal of Economics*, vol. 97, N° 3.
- Nelson, Richard y Edward N. Wolff (1997), "Factors behind cross-industry differences in technical progress", *Structural Change and Economic Dynamics*, vol. 8, N° 2.
- Nelson, Richard y Nathan Rosenberg (1993), "Technical innovation and national systems", *National Innovation Systems: A Comparative Analysis*, Richard Nelson (ed.), Oxford, Oxford University Press.
- Nelson, Richard y Sidney Winter (1982), *An Evolutionary Theory of Economic Change*, Harvard University Press.
- NESTA (2010), "Demand and innovation. How customer preferences shape the innovation process", *The Work Foundation Working Paper*, Londres.
- North, Douglass C. (1990), *Institutions, Institutional Change and Economic Performance*, Cambridge, Cambridge University Press.
- \_\_\_\_\_(1987), *Structure and Change in Economic History*, Nueva York, W.W. Norton & Company.
- Nooteboom, B. (2000), *Learning and Innovation in Organizations and Economies*, Oxford, Oxford University Press.
- OCDE (Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos) (2012), "Main Science and Technology Indicators" [en línea] <http://stats.oecd.org>.
- \_\_\_\_\_(2010), *Measuring Innovation: A New Perspective*, París.
- \_\_\_\_\_(2009), *OECD Reviews of Innovation Policy: Mexico*, París.
- \_\_\_\_\_(2008), *Reviews of Innovation Policy: Mexico*, París.
- \_\_\_\_\_(2007), *Reviews of Innovation Policy: Chile*, París.
- \_\_\_\_\_(1999), *Managing National Innovation Systems*, París.
- \_\_\_\_\_(1993), *Frascati Manual*, París.
- \_\_\_\_\_(1990), *Oslo Manual*, París.



- Padilla Pérez, Ramón y Jorge Mario Martínez Piva (2007), "Apertura comercial y cambio tecnológico en el Istmo Centroamericano", *serie Estudios y Perspectivas*, N° 81 (LC/MEX/L.777), México, D.F., sede subregional de la CEPAL en México. Publicación de las Naciones Unidas, N° de venta: S.07.II.G.87.
- Padilla Pérez, Ramón y otros (2008), "Evolución reciente y retos de la industria manufacturera de exportación en Centroamérica, México y República Dominicana: una perspectiva regional y sectorial", *serie Estudios y Perspectivas*, N° 95 (LC/MEX/L.839/Rev.1), México, D.F., sede subregional de la CEPAL en México. Publicación de las Naciones Unidas, N° de venta: S.08.II.G.12.
- Padilla Pérez, R., Y. Gaudin y P. Rodríguez (2012), "Sistemas nacionales de innovación en Centroamérica", *serie Estudios y Perspectivas*, N° 140 (LC/MEX/L.1082), México, D.F., sede subregional de la CEPAL en México.
- Padilla Pérez, Ramón, Cristina Chaminade y Jan Vang (2009), "Regional innovation systems, globalization and developing countries", *Handbook of Innovation Systems and Developing Countries*, Edward Elgar Publishing.
- Pavitt, Keith (1984), "Sectoral patterns of technical change: towards a taxonomy and a theory", *Research Policy*, vol. 13.
- Pavitt, Keith y Pari Patel (1995), "Pattern of technological activity: their measurement and interpretation", *Handbook of the Economics of Innovation and Technological Change*, Paul Stoneman (ed.), Oxford, Blackwell.
- Pelkmans, Jacques (2006), "Testing for subsidiarity", *Bruges European Economic Policy Briefings*, N° 13, College of Europe [en línea] <http://www.coleurop.be/eco/publications.htm>.
- (2005), "European industrial policy", *Bruges European Economic Policy Briefings*, N° 15, College of Europe [en línea] <http://www.coleurop.be/eco/publications.htm>.
- Pellandra, Andrea y Juan Alberto Fuentes (2012), "El estado actual de la integración en Centroamérica", *serie Estudios y Perspectivas*, N° 129 (LC/MEX/L.1017), México, D.F., sede subregional de la CEPAL en México.
- Perkmann, M. (2003), "Transnational regions in Europe: significance and drivers of regional transnational co-operation", *European Urban and Regional Studies*, vol. 10, N° 2.
- Peterson, John y Margaret Sharp (1998), *Technology Policy in the European Union*, Londres, MacMillan.
- Pianta, Mario (2005), "Innovation and employment", *The Oxford Handbook of Innovation*, J. Fagerberg, D. Mowery y R. Nelson (eds.), Nueva York, Oxford University Press.

- Pietrobelli, Carlo y Roberta Rabelotti (2010), "The global dimension of innovations systems and enterprise upgrading – Linking innovation systems and global value chains", *SLPTMD Working Paper Series*, N° 025, Oxford, Universidad de Oxford.
- PNUD (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo) (2010), *Informe sobre desarrollo humano 2010*, Nueva York.
- ProInno Europe (2012), *Innovation Union Scoreboard 2011*, Bruselas, Comisión Europea.
- \_\_\_\_\_(2008), *European Innovation Scoreboard 2007*, Bruselas, Comisión Europea.
- Radosevic, Slavo, Michael White y Aleardo Furlani (2008), "Complementarities between regional, national and EU support instruments", Pro Inno Europe [en línea] [www.proinno-europe.eu](http://www.proinno-europe.eu).
- Revilla Diez, Javier y Martin Berger (2003), "Technological capabilities and innovation in Southeast Asia: results from innovation surveys in Singapore, Penang and Bangkok", *Science, Technology & Society*, vol. 11, N° 1.
- RICYT (Red Iberoamericana de Indicadores de Ciencia y Tecnología) (2012) [en línea] [www.ricyt.org](http://www.ricyt.org).
- Robson, Michael, Joe Townsend y Keith Pavitt (1988), "Sectoral patterns of production and use of innovations in the UK: 1945-1983", *Research Policy*, vol. 17, N° 1.
- Rodríguez-Clare, Andrés (2005), "Innovation and technology adoption in Central America", *Working Paper*, N° 525, Washington, D.C., Banco Interamericano de Desarrollo (BID).
- Roediger-Schulga, T. y M.J. Barber (2007), "R&D collaboration networks in the European Framework Programmes: data processing, network construction and selected results", *UNU-Merit Working Paper Series*, N° 2007-032.
- Rossi, Federica (2005), "Innovation policy in the European Union: instruments and objectives", *Munich Personal RePEc Archive Paper*, N° 2009 [en línea] <http://mpra.ub.uni-muenchen.de/2009>.
- Saxenian, AnnaLee (1990), "Regional networks and the resurgence of Silicon Valley", *California Management Review*, vol. 33, N° 1.
- Schmitz, Hubert (1995), "Collective efficiency: growth path for small-scale industry", *Journal Development Studies*, vol. 31, N° 4.
- Schotter, Andrew (1981), *The Economic Theory of Social Institutions*, Cambridge, Cambridge University Press.
- Senior Nello, Susan (2009), *The European Union. Economics, Policies and History*, Berkshire, McGraw-Hill.
- Sheen, Margaret (1992), "Barriers to scientific and technical knowledge acquisition in industrial R&D", *R&D Management*, vol. 22, N° 2.

- Slaughter, Sheila y Larry Leslie (1997), *Academic Capitalism: Politics, Policies and the Entrepreneurial University*, Baltimore, Johns Hopkins University Press.
- Soete, Luc (2008), "Innovation policy in a post-Lisbon Europe: some reflections", *Innovation Policy in Europe. Measurement and Strategy*, Claire Nauwelaers y René Wintjes (eds.), Cheltenham, Edward Elgar Publishing.
- Stads, Gert-Jan y otros (2008), *I&D agropecuaria en América Central: Políticas, inversiones y perfil institucional. Informe Regional ASTI*.
- Stiglitz, J. (2012), *The Price of Inequality: How Today's Divided Society Endangers Our Future*, Nueva York, W.W. Norton & Company.
- Szogs, Astrid (2008), "The role of mediator organisations in the making of innovation systems in least developed countries: evidence from Tanzania", *International Journal of Technology and Globalisation*, vol. 4, N° 3.
- TI Consultores (2009), "Informe final. Creación del Directorio Empresarial de Innovación", Managua, inédito.
- Torre, André y Jean-Pierre Gilly (2000), "On the analytical dimension of proximity dynamics", *Regional Studies*, vol. 34, N° 2.
- Torres Godoy, Edmundo (2009), "Diagnóstico de las capacidades científicas y tecnológicas de las instituciones de educación superior y técnica de Nicaragua", inédito.
- Tripp, Michaela (2010), "Developing cross-border regional innovation systems: key factors and challenges", *Tijdschrift voor Economische en Sociale Geografie*, vol. 101, N° 2.
- UNCTAD (Conferencia de las Naciones Unidas sobre Comercio y Desarrollo) (2011), *Examen de las políticas de ciencia, tecnología e innovación, El Salvador* (UNCTAD/DTL/STICT/2011/4), Ginebra.
- Unión Europea (2012), "Policies and activities of the European Union" [en línea] <http://europa.eu>.
- (2007), "Treaty of Lisbon", *Official Journal of the European Union*, 2007/C 306/01 [en línea] <http://eur-lex.europa.eu/en/treaties/>.
- (2002), "Consolidated version of the Treaty Establishing the European Community", *Official Journal of the European Communities*, C 325/33, Bruselas.
- Uotila, M. y otros (2004), "Finish participation in the EU fifth framework programme and beyond", *VTT Technology Studies*, Helsinki, Finish Secretariat for EU R&D.

- Van der Horst, Albert, Arjan Lejour y Bas Straathof (2006), "Innovation policy: Europe or the Member States", *CPB Document*, N° 132, La Haya.
- Vestergaard, Jakob y Camilo Diaz (2007), *A Strategy for Innovation and Sustainable Development in Costa Rica*, Copenhagen, Copenhagen Business School.
- Viotti, Eduardo (2002), "National learning systems. A new approach on technological change in late industrializing economies and evidences from the cases of Brazil and South Korea", *Technological Forecasting & Social Change*, vol. 69, N° 7.





## Publicaciones de la CEPAL *ECLAC publications*

Comisión Económica para América Latina y el Caribe  
*Economic Commission for Latin America and the Caribbean*  
Casilla 179-D, Santiago de Chile. E-mail: [publications@cepal.org](mailto:publications@cepal.org)

Véelas en: [www.cepal.org/publicaciones](http://www.cepal.org/publicaciones)  
*Publications may be accessed at: [www.eclac.org](http://www.eclac.org)*

### Revista CEPAL / *CEPAL Review*

La Revista se inició en 1976 como parte del Programa de Publicaciones de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe, con el propósito de contribuir al examen de los problemas del desarrollo socioeconómico de la región. Las opiniones expresadas en los artículos firmados, incluidas las colaboraciones de los funcionarios de la Secretaría, son las de los autores y, por lo tanto, no reflejan necesariamente los puntos de vista de la Organización.

La *Revista CEPAL* se publica en español e inglés tres veces por año.

Los precios de suscripción anual vigentes son de US\$ 30 para la versión en español y US\$ 35 para la versión en inglés. El precio por ejemplar suelto es de US\$ 15 para ambas versiones. Los precios de suscripción por dos años son de US\$ 50 para la versión en español y US\$ 60 para la versión en inglés.

*CEPAL Review first appeared in 1976 as part of the Publications Programme of the Economic Commission for Latin America and the Caribbean, its aim being to make a contribution to the study of the economic and social development problems of the region. The views expressed in signed articles, including those by Secretariat staff members, are those of the authors and therefore do not necessarily reflect the point of view of the Organization.*

*CEPAL Review is published in Spanish and English versions three times a year.*

*Annual subscription costs are US\$ 30 for the Spanish version and US\$ 35 for the English version. The price of single issues is US\$ 15 for both versions. The cost of a two-year subscription is US\$ 50 for the Spanish version and US\$ 60 for the English version.*

### Informes periódicos institucionales / *Annual reports*

Todos disponibles para años anteriores / *Issues for previous years also available*

- *Informe Macroeconómico de América Latina y el Caribe, junio de 2012, 86 p.*
- **Macroeconomic Report on Latin America and the Caribbean - June 2012, 80 p.**
- *Balance Preliminar de las Economías de América Latina y el Caribe 2012, 102 p.*

- Preliminary Overview of the Economies of Latin America and the Caribbean 2012, 98 p.**
- *Estudio Económico de América Latina y el Caribe 2012*, 162 p.
- **Economic Survey of Latin America and the Caribbean 2012, 154 p.**
- *Panorama de la Inserción Internacional de América Latina y el Caribe 2011-2012*, 126 p.
- **Latin America and the Caribbean in the World Economy 2011-2012, 116 p.**
- *Panorama Social de América Latina, 2012*. 252 p.
- **Social Panorama of Latin America, 2012. Briefing paper 60 p.**
- *La Inversión Extranjera Directa en América Latina y el Caribe 2011*, 198 p.
- **Foreign direct Investment in Latin America and the Caribbean 2011, 184 p.**
- *Anuario Estadístico de América Latina y el Caribe / Statistical Yearbook for Latin America and the Caribbean, 2012*, 224 p.

## Libros de la CEPAL

- 115 *The changing nature of Asian-Latin American economic relations*, German King, José Carlos Mattos, Nanno Mulder and Osvaldo Rosales (eds.), 2013, 196 p.**
- 114 *China y América Latina y el Caribe. Hacia una relación económica y comercial estratégica*, Osvaldo Rosales y Mikio Kuwayama, 2012, 258 p
- 114 *China and Latin America and the Caribbean Building a strategic economic and trade relationship*, Osvaldo Rosales y Mikio Kuwayama, 2012, 244 p.**
- 113 *Competitividad, sostenibilidad e inclusión social en la agricultura: Nuevas direcciones en el diseño de políticas en América Latina y el Caribe*, Octavio Sotomayor, Adrián Rodríguez y Mónica Rodrigues, 2012, 352 p.
- 112 *El desarrollo inclusivo en América Latina y el Caribe. Ensayos sobre políticas de convergencia productiva para la igualdad*, Ricardo Infante (ed.), 2011, 384 p.
- 111 *Protección social inclusiva en América Latina. Una mirada integral, un enfoque de derechos*, Simone Cecchini y Rodrigo Martínez, 2011, 284 p.
- 110 *Envejecimiento en América Latina. Sistema de pensiones y protección social integral*, Antonio Prado y Ana Sojo (eds.), 2010, 304 p.
- 109 *Modeling Public Policies in Latin America and the Caribbean*, Carlos de Miguel, José Durán Lima, Paolo Giordiano, Julio Guzmán, Andrés Schuschny and Masazaku Watanuki (eds.), 2011, 322 p.**
- 108 *Alianzas público-privadas. Para una nueva visión estratégica del desarrollo*, Robert Devlin y Graciela Mogueillansky, 2010, 196 p.
- 107 *Políticas de apoyo a las pymes en América Latina. Entre avances innovadores y desafíos institucionales*, Carlos Ferraro y Giovanni Stumpo, 2010, 392 p.
- 106 *Temas controversiales en negociaciones comerciales Norte-Sur*, Osvaldo Rosales V. y Sebastián Sáez C. (compiladores), 2011, 322 p.
- 105 *Regulation, Worker Protection and Active Labour-Market Policies in Latin America*, Jürgen Weller (ed.), 2009, 236 p.**
- 104 *La República Dominicana en 2030: hacia una sociedad cohesionada*, Víctor Godínez y Jorge Máttar (coords.), 2009, 582 p.
- 103 *L'Amérique latine et les Caraïbes au seuil du troisième millénaire*, 2009, 138 p.**
- 102 *Migración interna y desarrollo en América Latina entre 1980 y 2005*, Jorge Rodríguez y Gustavo Busso, 2009, 272 p.
- 101 *Claves de la innovación social en América Latina y el Caribe*, Adolfo Rodríguez Herrera y Hernán Alvarado Ugarte, 2009, 236 p.

## Copublicaciones recientes / *Recent co-publications*

***Decentralization and reform in Latin America. Improving Intergovernmental Relations*, Giorgio Brosio and Juan Pablo Jiménez (eds.), ECLAC / Edward Elgar Publishing, United Kingdom, 2012.**

*Sentido de pertenencia en sociedades fragmentadas. América Latina desde una perspectiva global*, Martín Hopenhayn y Ana Sojo (comps.), CEPAL / Siglo Veintiuno, Argentina, 2011.

*Las clases medias en América Latina. Retrospectiva y nuevas tendencias*, Rolando Franco, Martín Hopenhayn y Arturo León (eds.), CEPAL / Siglo XXI, México, 2010.

***Innovation and Economic Development. The Impact of Information and Communication Technologies in Latin America*, Mario Cimoli, André Hofman and Nanno Mulder, ECLAC / Edward Elgar Publishing, United Kingdom, 2010.**

*Las clases medias en América Latina. Retrospectiva y nuevas tendencias*, Rolando Franco, Martín Hopenhayn y Arturo León (eds.), CEPAL / Siglo Veintiuno, México, 2010.

*Sesenta años de la CEPAL. Textos seleccionados del decenio 1998-2008*, Ricardo Bielschowsky (comp.), CEPAL / Siglo Veintiuno, Argentina, 2010.

*El nuevo escenario laboral latinoamericano. Regulación, protección y políticas activas en los mercados de trabajo*, Jürgen Weller (ed.), CEPAL / Siglo Veintiuno, Argentina, 2010.

*Internacionalización y expansión de las empresas eléctricas españolas en América Latina*, Patricio Rozas Balbontín, CEPAL / Lom, Chile, 2009.

*Gobernanza corporativa y desarrollo de mercados de capitales en América Latina*, Georgina Núñez, Andrés Oneto y Germano M. de Paula (coords.), CEPAL / Mayol, Colombia, 2009.

## Coediciones recientes / *Recent co-editions*

*Perspectivas económicas de América Latina 2013. Políticas de Pymes para el Cambio Estructural*, OCDE / CEPAL, Chile, 2012.

***Latin American Economic Outlook 2013. SME Policies For Structural Change*, OECD / ECLAC, Chile, 2012.**

*Perspectivas de la agricultura y del desarrollo rural en las Américas: una mirada hacia América Latina y el Caribe 2013*, CEPAL / FAO / IICA, Chile, Octubre, 2012.

*Reforma fiscal en América Latina. ¿Qué fiscalidad para qué desarrollo?*, Alicia Bárcena y Narcis Serra (editores), CEPAL/SEGIB / CIDOB, Chile, 2012.

*La sostenibilidad del desarrollo a 20 años de la Cumbre para la Tierra. Avances, brechas y lineamientos estratégicos para América Latina y el Caribe*, CEPAL / Naciones Unidas, 2012.

***Sustainable development 20 years on from the Earth Summit. Progress, gaps and strategic guidelines for Latin America and the Caribbean*, ECLAC / United Nations, 2012.**

*Perspectivas económicas de América Latina 2012. Transformación del Estado para el desarrollo*, CEPAL / OCDE, 2011.

***Latin America Outlook 2012. Transforming the State for Development*, ECLAC/OECD, 2011.**

***Perspectives économiques de l'Amérique latine 2012. Transformation de l'État et Développement*, CEPALC / OCDE, 2012.**

***Breeding Latin American Tigers. Operational principles for rehabilitating industrial policies*, Robert Devlin and Graciela Mogueillansky, ECLAC / World Bank, 2011.**

*Espacios iberoamericanos: Hacia una nueva arquitectura del Estado para el desarrollo*, CEPAL / SEGIB, 2011.

***Espaços ibero-americanos: A uma nova arquitetura do Estado para o desenvolvimento*. CEPAL / SEGIB, 2011.**



## Cuadernos de la CEPAL

- 100 *Construyendo autonomía. Compromiso e indicadores de género*, Karina Batthyáni Dighiero, 2012, 338 p.
- 99 *Si no se cuenta, no cuenta*, Diane Alméras y Coral Calderón Magaña (coordinadoras), 2012, 394 p.
- 98 ***Macroeconomic cooperation for uncertain times: The REDIMA experience***, Rodrigo Cárcamo-Díaz, 2012, 164 p.
- 97 *El financiamiento de la infraestructura: Propuestas para el desarrollo sostenible de una política sectorial*, Patricio Rozas Balbontín, José Luis Bonifaz y Gustavo Guerra-García, 2012, 414 p.
- 96 *Una mirada a la crisis desde los márgenes*, Sonia Montaña (coordinadora), 2011, 102 p.
- 95 *Programas de transferencias condicionadas. Balance de la experiencia reciente en América Latina y el Caribe*, Simone Cecchini y Aldo Madariaga, 2011, 226 p.
- 95 ***Conditional cash transfer programmes. The recent experience in Latin America and the Caribbean***, Simone Cecchini and Aldo Madariaga, 2011, 220 p.
- 94 *El cuidado en acción. Entre el derecho y el trabajo*, Sonia Montaña Virreira y Coral Calderón Magaña (coords.), 2010, 236 p.
- 93 *Privilegiadas y discriminadas. Las trabajadoras del sector financiero*, Flavia Marco Navarro y María Nieves Rico Ibáñez (eds.), 2009, 300 p.

## Cuadernos estadísticos de la CEPAL

- 40 *América Latina y el Caribe: Índices de precios al consumidor. Serie enero de 1995 a junio de 2012*. Solo disponible en CD, 2012.
- 39 *América Latina y el Caribe: indicadores macroeconómicos del turismo*. Solo disponible en CD, 2010.
- 38 *Indicadores ambientales de América Latina y el Caribe*, 2009. Solo disponible en CD, 2010.
- 37 *América Latina y el Caribe: Series históricas de estadísticas económicas 1950-2008*. Solo disponible en CD, 2009.

## Observatorio demográfico / Demographic Observatory

Edición bilingüe (español e inglés) que proporciona información estadística actualizada, referente a estimaciones y proyecciones de población de los países de América Latina y el Caribe. Incluye también indicadores demográficos de interés, tales como tasas de natalidad, mortalidad, esperanza de vida al nacer, distribución de la población, etc.

Desde 2013 el Observatorio aparece una vez al año. Valor por ejemplar: US\$ 15.

*Bilingual publication (Spanish and English) providing up-to-date estimates and projections of the populations of the Latin American and Caribbean countries. Also includes various demographic indicators of interest such as fertility and mortality rates, life expectancy, measures of population distribution, etc.*

*Since 2013, the Observatory appears once a year. Per issue: US\$ 15.*

## Notas de población

Revista especializada que publica artículos e informes acerca de las investigaciones más recientes sobre la dinámica demográfica en la región, en español, con resúmenes en español e inglés. También incluye información sobre actividades científicas y profesionales en el campo de población.

La revista se publica desde 1973 y aparece dos veces al año, en junio y diciembre.

Suscripción anual: US\$ 20. Valor por cada ejemplar: US\$ 12.

*Specialized journal which publishes articles and reports on recent studies of demographic dynamics in the region, in Spanish with abstracts in Spanish and English. Also includes information on scientific and professional activities in the field of population.*

*Published since 1973, the journal appears twice a year in June and December.*

*Annual subscription: US\$ 20. Per issue: US\$ 12.*

## Series de la CEPAL

*Comercio Internacional / Desarrollo Productivo / Desarrollo Territorial / Estudios Estadísticos y Prospectivos / Estudios y Perspectivas (Bogotá, Brasilia, Buenos Aires, México, Montevideo) / **Studies and Perspectives** (The Caribbean, Washington) / Financiamiento del Desarrollo / Gestión Pública / Informes y Estudios Especiales / Macroeconomía del Desarrollo / Manuales / Medio Ambiente y Desarrollo / Asuntos de Género (ex Mujer y Desarrollo) / Población y Desarrollo / Políticas Fiscales / Políticas Sociales / Recursos Naturales e Infraestructura / Reformas Económicas / Seminarios y Conferencias.*

Véase el listado completo en: [www.cepal.org/publicaciones](http://www.cepal.org/publicaciones) /

*A complete listing is available at: [www.eclac.org/publications](http://www.eclac.org/publications)*

---

## كيفية الحصول على منشورات الأمم المتحدة

يمكن الحصول على منشورات الأمم المتحدة من المكتبات ودور التوزيع في جميع أنحاء العالم . استعلم عنها من المكتبة التي تتعامل معها أو اكتب إلى : الأمم المتحدة ، قسم البيع في نيويورك أو في جنيف .

### 如何获取联合国出版物

联合国出版物在全世界各地的书店和经售处均有发售。请向书店询问或写信到纽约或日内瓦的联合国销售组。

### HOW TO OBTAIN UNITED NATIONS PUBLICATIONS

United Nations publications may be obtained from bookstores and distributors throughout the world. Consult your bookstore or write to: United Nations, Sales Section, New York or Geneva.

### COMMENT SE PROCURER LES PUBLICATIONS DES NATIONS UNIES

Les publications des Nations Unies sont en vente dans les librairies et les agences dépositaires du monde entier. Informez-vous auprès de votre libraire ou adressez-vous à : Nations Unies, Section des ventes, New York ou Genève.

### КАК ПОЛУЧИТЬ ИЗДАНИЯ ОРГАНИЗАЦИИ ОБЪЕДИНЕННЫХ НАЦИЙ

Издания Организации Объединенных Наций можно купить в книжных магазинах и агентствах во всех районах мира. Наводите справки об изданиях в вашем книжном магазине или пишите по адресу: Организация Объединенных Наций, Секция по продаже изданий, Нью-Йорк или Женева.

### COMO CONSEGUIR PUBLICACIONES DE LAS NACIONES UNIDAS

Las publicaciones de las Naciones Unidas están en venta en librerías y casas distribuidoras en todas partes del mundo. Consulte a su librero o diríjase a: Naciones Unidas, Sección de Ventas, Nueva York o Ginebra.

---

**Las publicaciones de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) y las del Instituto Latinoamericano y del Caribe de Planificación Económica y Social (ILPES) se pueden adquirir a los distribuidores locales o directamente a través de:**

Publicaciones de las Naciones Unidas  
2 United Nations Plaza, Room DC2-853  
Nueva York, NY, 10017  
**Estados Unidos**  
Tel. (1 800)253-9646 Fax (1 212)963-3489  
E-mail: publications@un.org

Publicaciones de las Naciones Unidas  
Sección de Ventas  
Palais des Nations  
1211 Ginebra 10  
**Suiza**  
Tel. (41 22)917-2613 Fax (41 22)917-0027

Unidad de Distribución  
Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL)  
Av. Dag Hammarskjöld 3477, Vitacura  
7630412 Santiago  
**Chile**  
Tel. (56 2)210-2056 Fax (56 2)210-2069  
E-mail: publications@cepal.org

***Publications of the Economic Commission for Latin America and the Caribbean (ECLAC) and those of the Latin American and the Caribbean Institute for Economic and Social Planning (ILPES) can be ordered from your local distributor or directly through:***

United Nations Publications  
2 United Nations Plaza, Room DC2-853  
New York, NY, 10017  
**USA**  
Tel. (1 800)253-9646 Fax (1 212)963-3489  
E-mail: publications@un.org

United Nations Publications  
Sales Sections  
Palais des Nations  
1211 Geneva 10  
**Switzerland**  
Tel. (41 22)917-2613 Fax (41 22)917-0027

Distribution Unit  
Economic Commission for Latin America and the Caribbean (ECLAC)  
Av. Dag Hammarskjöld 3477, Vitacura  
7630412 Santiago  
**Chile**  
Tel. (56 2)210-2056 Fax (56 2)210-2069  
E-mail: publications@eclac.org









# Sistemas de innovación en Centroamérica

## Fortalecimiento a través de la integración regional

Ramón Padilla Pérez

Los países centroamericanos han logrado avances en la conformación y el fortalecimiento de sus sistemas de innovación en la última década. Se observa un reconocimiento creciente entre los gobiernos, la academia y el sector privado sobre la importancia central de la ciencia, la tecnología y la innovación como motores de crecimiento incluyente y de largo plazo. No obstante, subsisten debilidades significativas producto de una inversión insuficiente de recursos y una reducida vinculación entre los actores del sistema, entre otros factores.

En este libro se estudian los sistemas de innovación en Centroamérica, desde diversas perspectivas (nacional, sectorial y transnacional), como una herramienta analítica de gran utilidad para el diseño, la implementación y la evaluación de políticas públicas. El examen de los sistemas nacionales se complementa con el de los sistemas agroproductivos de innovación, sector en el que la subregión ha desarrollado capacidades significativas. Las fortalezas y debilidades compartidas por estas economías pequeñas y abiertas son la base para una mayor integración de las actividades de ciencia, tecnología e innovación, con miras a lograr sinergias y complementariedades en el uso de recursos. El proceso de integración europea en esta materia, que se analiza en un capítulo del libro, ofrece lecciones para la subregión centroamericana. La integración regional (supranacional) de los sistemas de innovación puede contribuir considerablemente al fortalecimiento de las capacidades nacionales, pero debe entenderse como un complemento de los esfuerzos locales.



Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL)  
Economic Commission for Latin America and the Caribbean (ECLAC)

[www.cepal.org](http://www.cepal.org)



Primera edición  
Impreso en Naciones Unidas • Santiago de Chile • 2012-963  
ISBN 978-92-1-221107-7 • N° de venta S.13.JI.G.8  
Copyright © Naciones Unidas 2012