



**ESTADO DE LAS CAPACIDADES
EN CIENCIA, TECNOLOGÍA
E INNOVACIÓN**

Investigación reciente en las universidades del CONARE y su relación con la oferta de tecnologías licenciables y venta de servicios técnicos: aproximación preliminar

Investigadores:

María Santos Pasamontes

Esteban Durán Monge

Gabriel Salas Gutiérrez

Amram Aragón Ramírez

San José | 2021



338.8
I62i

Investigación reciente en las universidades del CONARE y su relación con la oferta de tecnologías licenciables y venta de servicios técnicos: aproximación preliminar / María Santos Pasamontes [et al.] -- Datos electrónicos (1 archivo : 2.500 kb). -- San José, C.R. : CONARE - PEN, 2021.

ISBN 978-9930-607-91-6
Formato PDF, 56 páginas.

1. TRANSFERENCIA DE CONOCIMIENTO. 2. INVESTIGACIÓN. 3. ACUERDOS DE LICENCIAS. 4. PRESTACIÓN DE SERVICIOS. 5. UNIVERSIDADES ESTATALES. 6. PROPIEDAD INTELECTUAL. 7. VINCULACIÓN UNIVERSITARIA. 8. COSTA RICA. I. Santos Pasamontes, María. II. Durán Monge, Esteban. III. Salas Gutiérrez, Gabriel. IV. Aragón Ramírez, Amram. V. Título.



Tabla de contenido

INTRODUCCIÓN	3
ABORDAJE METODOLÓGICO	5
CONCEPTOS CLAVE	5
FUENTES DE INFORMACIÓN	5
MÉTODOS.....	6
<i>Análisis de la evolución de los proyectos de investigación y sus temáticas predominantes</i>	6
<i>Análisis comparativo interinstitucional de la actual oferta de tecnologías licenciables..</i>	8
<i>Caracterización de la oferta de servicios técnicos</i>	9
LIMITACIONES DEL ESTUDIO	9
PRINCIPALES RESULTADOS	10
EVOLUCIÓN DE LOS PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN DE LAS UNIVERSIDADES PÚBLICAS Y SUS TEMÁTICAS	10
<i>Relación entre las temáticas predominantes de investigación y los ODS</i>	23
LICENCIAMIENTO DE PI Y OFERTA DE SERVICIOS TÉCNICOS	24
<i>Transferencia de conocimientos mediante licenciamiento de propiedad intelectual</i>	24
<i>Transferencia de conocimientos mediante la oferta de servicios técnicos</i>	33
UNA SUGERENCIA PRÁCTICA: LA CREACIÓN DE PIPELINES DE TECNOLOGÍAS EN ÁREAS DE MAYOR AMPLITUD Y PROFUNDIDAD DE LA INNOVACIÓN DE LAS UNIVERSIDADES DEL CONARE	38
4. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	40
REFERENCIAS	47
DOCUMENTOS	47
COMUNICACIONES PERSONALES	48
6. ANEXOS	49

Introducción

Las universidades públicas tienen una importancia estratégica en el mundo contemporáneo. Cumplen con una triple misión: la formación de profesionales e investigadores, la generación y difusión de conocimiento, y la vinculación con la sociedad. Apalancadas por esa triple misión, tienen un papel central en la conexión entre educación, investigación e innovación, a partir del cual adquieren relevancia nuevos roles y tareas que se espera que ellas realicen (Ranga *et al.* 2016).

En este contexto, a las universidades latinoamericanas se les ha señalado por no articular suficientemente la investigación académica con una agenda más integral de aportes al desarrollo, que incorpore la lógica del emprendimiento y potencie un cambio cultural y científico en la sociedad, por ejemplo, resolviendo problemas específicos a partir de la innovación. Este tipo de consideraciones ha llevado a advertir que, de no desarrollarse suficientemente los nexos de forma bidireccional entre enseñanza, investigación y la vinculación con las necesidades de la sociedad, pueden acentuarse desafíos para las universidades en otros ámbitos como el de su financiamiento y la calidad y relevancia de sus servicios. Otros autores afirman que cada vez más tiende a valorarse la pertinencia social de la universidad, en la medida en que los resultados de la investigación, docencia y vinculación con la sociedad puedan ser transferidos y asimilados por el entorno (Rueda *et al.*, 2020).

Una manera de abordar la importancia de la articulación entre las distintas misiones universitarias es mediante el análisis de las actividades de transferencia de conocimiento (también conocida como transferencia de tecnología o TT). La afirmación: “sin investigación es imposible hacer TT y sin TT no se puede realizar vinculación con la sociedad” resume con bastante claridad dicha relación (Rueda *et al.*, 2020). Esos autores van más allá y agregan: “la TT es un mecanismo que habilita que las universidades consoliden su vínculo con la sociedad de forma fidedigna”.

Consecuentemente, para que la TT pueda desarrollarse de manera exitosa las instituciones académicas deben contar con sólidas comunidades de investigación ya que entre sus principales insumos están los resultados de I+D generados por el personal investigador. Gutiérrez (2021), sin embargo, hace la salvedad de que debe tenerse presente que la investigación científica y la tecnológica tienen distintas derivaciones por lo que no deben confundirse. Si bien los resultados de la primera se traducen en publicaciones en libros o revistas especializadas, los de la investigación tecnológica lo hacen en términos de publicaciones, patentes, prototipos o procesos de transferencia de tecnología.

En general, la TT busca transferir la propiedad intelectual de la institución para obtener logros económicos e impactos sociales y podrán o no recibir réditos económicos en función del actor que recibe el servicio o conocimiento. Puede darse dentro de una amplia gama de modalidades que incluyen la participación en la vida social y cultural, la acción social, así como las actividades de transferencia de tecnología a los distintos actores de la sociedad: el Estado, las ONGs, la sociedad civil y las empresas privadas. Rueda *et al.* (2020) las concentra en tres grupos relacionados con:

- la gestión de la propiedad intelectual (PI), basada en los resultados de la investigación y que incluye acuerdos de licenciamiento de la PI o tecnologías licenciables.
- los servicios de consultoría, prestación de servicios especializados, capacitación e educación continua, asistencia técnica, gestión de contratos de investigación y acuerdos de investigación y desarrollo corporativo.

- la creación de spin-offs y servicios de incubación de empresas y parques tecnológicos.

Varios estudios previos caracterizan los resultados de la investigación de una o de las distintas universidades estatales (Lomonte y Ainsworth, 2002; Ulate y Fallas, 2011; PEN, 2014; Mesén *et al.*, 2019; Sáenz-León, 2021), varios de ellos enfocándose en indicadores bibliométricos. Sin embargo, se ha estudiado menos la labor investigativa medida a partir de los proyectos de investigación, para comprender cómo esa actividad se decanta en ciertas modalidades de vinculación externa.

A partir de estas consideraciones, el objetivo principal de este trabajo es el análisis de las temáticas predominantes de la labor investigativa reciente de las universidades estatales. En particular, procura entender las maneras como ese quehacer se ha traducido en proyectos innovadores y servicios técnicos ofertados a la sociedad. Con esa finalidad, se propone responder las siguientes preguntas:

- ¿Cómo ha sido la evolución de los proyectos de investigación de las universidades?
- Como resultado del quehacer de investigación durante el periodo 2009-2020, ¿se evidencia una especialización en ciertas áreas académicas?
- ¿Cuáles son los temas de investigación predominantes de las universidades públicas? ¿Cómo han variado a través del periodo de estudio?
- ¿Cómo se caracterizan los aportes tecnológicos que generan las universidades públicas? ¿A cuáles sectores se dirigen?
- ¿Cómo se caracteriza la oferta de servicios técnicos?
- ¿Se corresponde la generación de proyectos innovadores y la oferta de venta de servicios técnicos con las disciplinas en las que más se investiga y con los sectores definidos como prioritarios por el Estado?

Este estudio aplica técnicas novedosas de minería de texto para identificar las temáticas más recurrentes en el quehacer investigativo de las cinco universidades del Consejo Nacional de Rectores (CONARE) y es el primero en analizar de manera comparativa la oferta de proyectos innovadores y de servicios técnicos institucionales a partir del trabajo de investigación e integración realizado por el equipo técnico del portal interactivo “HIPATIA” (www.hipatia.cr) del Programa Estado de la Nación (PEN-CONARE). Las fuentes de información fueron suministradas por las propias universidades a partir de los canales formalmente habilitados para la recopilación y envío de los datos institucionales.

El documento se organiza en cinco secciones incluyendo la introducción. La segunda aborda la metodología utilizada y las fuentes de información. La tercera explora los hallazgos del estudio. En la cuarta se resumen y discuten las principales conclusiones que se derivan del análisis y finalmente la quinta presenta el anexo que brinda un mayor detalle de los resultados y procesamientos efectuados.

Abordaje metodológico

El presente trabajo analiza las temáticas predominantes de la investigación reciente llevada a cabo por las universidades estatales costarricense: Instituto Tecnológico de Costa Rica, Universidad de Costa Rica, Universidad Estatal a Distancia, Universidad Nacional y Universidad Técnica Nacional. Interesa aportar datos que permitan problematizar la medida en que ese quehacer se ha traducido en proyectos innovadores y servicios técnicos ofertados actualmente a la sociedad. En esta sección, se detallan los conceptos clave para el desarrollo del trabajo, las fuentes de información y los métodos utilizados.

Conceptos clave

Esta sección presenta algunos conceptos relevantes de cara a la interpretación de los resultados que serán presentados más adelante:

- **Temáticas predominantes de investigación:** se refiere a las temáticas más frecuentes que abordan los proyectos de investigación durante el período analizado.
- **Tecnologías licenciables:** modalidad de transferencia de conocimiento por licenciamiento. Incluye el suministro de conocimiento generado o adaptado por la universidad, por medio de un convenio o contrato de licencia, autorización, permiso o concesión de uso, a cambio de algún tipo de contraprestación, o bien con un fin social, de forma gratuita.
- **Pipelines de tecnologías licenciables:** línea de trabajo sistémica en áreas temáticas o sectores específicos en la que se identifica una cartera de tecnologías licenciables que evolucionan de manera orgánica en su nivel de madurez tecnológica. Evidencian la amplitud y profundidad de la innovación ya sea a nivel intra o interinstitucional entre las universidades del CONARE.
- **Servicios técnicos:** modalidad de transferencia de conocimiento que llevan a cabo unidades de I+D o laboratorios pertenecientes a centros o institutos de investigación o a unidades académicas. Se trata de servicios que implican la utilización de procedimientos y equipos especializados para el análisis de parámetros físicos, mecánicos, químicos, biológicos y microbiológicos, de materiales y productos.

Fuentes de información

El estudio se basa en tres fuentes de información disponibles en el portal HIPATIA del PEN-CONARE (HIPATIA, 2021). Todas se originan en los datos suministrados por las propias universidades.

La primera fuente es la base de datos de proyectos de investigación de universidades públicas. Esta información se obtuvo mediante una consulta en línea alimentada gracias a la contribución de funcionarios de las vicerrectorías de investigación de cada universidad y la Vicerrectoría de Acción Social de la UCR. El formulario utilizado se encuentra disponible en el anexo 1. Una vez depurada, la base de datos recopila un total de 5.840 proyectos iniciados entre los años 2009 y 2020, que serán objeto de análisis en este trabajo.

La segunda fuente de información es la base de datos del Portafolio de tecnologías licenciables del portal HIPATIA. Se basa en información suministrada por las oficinas de transferencia tecnológica (OTTs) de las universidades: la Unidad de Gestión y Transferencia del Conocimiento para la Innovación (Proinnova) de la UCR; el Centro de Vinculación del TEC; la Unidad de Enlace con el Sector Externo de la UNED; y la Oficina de Transferencia de Conocimiento y Vinculación Externa de la UNA. Según se detalla más adelante, esta información es sistematizada y homologada por el equipo del portal HIPATIA en la forma de propuestas de valor. Esta fuente integra información de 46 tecnologías licenciables.

La tercera fuente es la base de datos de servicios técnicos. Esta se construye a partir de una consulta en línea en la que participan personas responsables de laboratorios, centros e institutos de investigación de las universidades del CONARE¹. Integra información sobre la oferta de servicios técnicos de 132 unidades de I+D.

Para más detalle sobre aspectos metodológicos relacionados con la captura de datos de estas fuentes de información véase la sección de metodología del portal HIPATIA (2021) en www.hipatia.cr.

Métodos

El estudio de las temáticas predominantes de investigación de las universidades públicas y la caracterización de modalidades específicas de vinculación externa se basa en un abordaje metodológico que contempla tres dimensiones:

- Análisis de la evolución de los proyectos de investigación y sus temáticas predominantes.
- Análisis comparativo interinstitucional de la actual oferta de tecnologías licenciables
- Caracterización de la oferta actual de servicios técnicos de las universidades

En el presente acápite se describen con detalle los principales aspectos metodológicos implicados en cada dimensión, sus alcances, así como las limitaciones que se derivan de las fuentes de información disponibles.

Análisis de la evolución de los proyectos de investigación y sus temáticas predominantes

La base de datos de proyectos de investigación de las universidades públicas registra, en principio, un universo de 6.965 proyectos de investigación entre los años 2009 y 2020. Sin embargo, el análisis realizado en este trabajo se basa únicamente en proyectos iniciados y que se encuentran activos o que finalizaron durante ese periodo. Por tanto, se excluyen los proyectos cerrados con permiso, cerrados por incumplimiento, no ejecutados, por cerrar, en cierre, suspendidos y vencidos. Como resultado, se contemplan en el análisis un total de 5.840 proyectos que cumplen con dichas características, el 83,8% del universo registrado².

Los proyectos fueron clasificados por las vicerrectorías de investigación según disciplinas. Luego estas disciplinas son categorizadas por el equipo técnico de HIPATIA según áreas del conocimiento y disciplinas con base en la clasificación del Manual de Frascati recomendado

¹El formulario utilizado en la consulta está disponible en el siguiente enlace: <https://forms.hipatia.cr/index.php/742696?lang=es>.

²Un trabajo reciente de Sáenz *et al.* (2021) contabiliza un total de 10.860 proyectos de investigación durante el periodo 2015-2019. Dicha estimación utiliza un enfoque distinto al utilizado en la presente investigación, pues se basa en una sumatoria de los proyectos vigentes cada año. En contraste, el análisis realizado en este trabajo contabiliza cada proyecto una única vez según su año de inicio. Por este motivo, los conteos de proyectos entre ambos trabajos no son comparables.

por la OCDE (OCDE, 2007). De esta forma, el análisis comparativo entre universidades se basa en las siguientes variables: año de inicio del proyecto, la institución, el área del conocimiento y disciplina de los proyectos.

Para estudiar las temáticas predominantes de investigación de las universidades a lo largo del periodo de estudio, se llevó a cabo un análisis mediante técnicas de minería de texto. Con base en el nombre de los proyectos de investigación se estiman dos indicadores para aproximar los temas más relevantes desarrollados por la educación superior pública: la frecuencia de palabras y la frecuencia de coocurrencias entre palabras.

La frecuencia de palabras permite contabilizar e identificar los términos más utilizados en los nombres de los proyectos. Por su parte, la frecuencia de coocurrencias cuantifica la utilización conjunta de dos palabras, es decir, las combinaciones más comunes. Este indicador permite analizar las agrupaciones de palabras dentro de un mismo proyecto de investigación, para analizar sus vínculos semánticos (Bourgeois, 2015). Así, la utilización conjunta de ambos indicadores permite la identificación de grupos de palabras con valores altos en frecuencia y coocurrencia, como una aproximación para distinguir las apuestas temáticas de los proyectos de investigación de las universidades.

Con el objetivo de identificar las temáticas predominantes, se analizó la distribución de estos indicadores para cada universidad, con énfasis en el análisis en los valores más altos de frecuencias. Debido a que la cantidad de datos de las universidades es desigual, se aplican criterios distintos entre universidades, con valores que oscilan entre el 0,1% de las coocurrencias más frecuentes en la UCR, hasta el 2,0% de las coocurrencias más frecuentes en los casos de la UTN y el TEC. Así, por ejemplo, para la UCR el análisis de minería de texto identifica cerca de 27.300 coocurrencias entre las palabras incluidas en los nombres de los proyectos³. Sin embargo, para enfocar el análisis en los temas más predominantes, se considera únicamente el 0,1% de las coocurrencias con los valores más altos, esto es, las 273 coocurrencias más frecuentes.

Para visualizar los resultados, se utilizan redes de palabras donde el tamaño de cada nodo (círculo) representa la frecuencia de la palabra y el grosor de los vínculos (líneas) indica la cantidad de coocurrencias entre palabras. En estas redes, se identifican los grupos de palabras asociados con temáticas específicas mediante criterio de experto. Estas agrupaciones representan las apuestas temáticas más recurrentes de las universidades, y se visualizan en las redes de palabras mediante áreas sombreadas. Para definir la posición de los nodos se utiliza el algoritmo basado en fuerza Fruchterman–Reingold.

Este procedimiento se repite para cada universidad. Adicionalmente, para el caso de la UCR, que cuenta con la mayor cantidad de datos, se lleva a cabo un ejercicio para analizar esas “apuestas temáticas” a través del tiempo. Para tal efecto se realiza un análisis comparativo que considera dos periodos de seis años: 2009-2014 y 2015-2020. Este análisis no se replica para las otras universidades debido a su reducida cantidad de datos, pues al dividir los datos en dos periodos, el número de datos se reduce drásticamente y se pierde consistencia con el concepto de temática predominante planteado en el trabajo.

³Sin contemplar las palabras vacías o *stopwords*, es decir, palabras sin significado como artículos o pronombres, entre otros.

Análisis comparativo interinstitucional de la actual oferta de tecnologías licenciables

El estudio comparativo en este ámbito se basa en el portafolio de 46 tecnologías licenciables que actualmente ofertan las universidades. Este portafolio fue generado por el equipo de investigación del portal HIPATIA durante el periodo 2017-2021 y parte de la información brindada por las OTTs de las universidades estatales y se encuentra disponible al público en este enlace: <https://hipatia.cr/dashboard/tecnologias-licenciables>.

A partir de la información de tecnologías licenciables proporcionada por las mismas instituciones, y en conjunto con cada fuente, se construyó una propuesta de valor. Para tal propósito y con la finalidad de homologar la información, se utilizó la plantilla que se muestra en el anexo 2, que sigue un formato general conocido internacionalmente como “One Page”. El cuadro 1 muestra la clasificación utilizada para categorizar el nivel de madurez tecnológica de estas tecnologías.

A partir de la base de datos de tecnologías licenciables se llevó a cabo un análisis basado en las siguientes variables: sector al que se dirige, nivel de madurez tecnológica, figura de protección del conocimiento, modalidad bajo la cual se transfiere y área del conocimiento del equipo investigador.

Cuadro 1
Clasificación del nivel de madurez tecnológica de las tecnologías licenciables

Nivel	Descripción resumida	Descripción	Según actividad I+D+i
L1	Investigación básica. Principios básicos observados y reportados en laboratorio	Nivel más bajo de preparación tecnológica. La investigación científica empieza a ser traducida a investigación aplicada y desarrollo (I+D). Como ejemplos se pueden incluir publicaciones de las propiedades básicas de una tecnología.	Prueba de concepto Investigación industrial
L2	Concepto de tecnología formulado en laboratorio	Empieza la invención. Una vez que se observan principios básicos, las aplicaciones prácticas pueden ser inventadas. Las aplicaciones son especulativas y puede no haber pruebas o análisis detallados para apoyar las suposiciones. Los ejemplos se limitan a estudios analíticos.	
L3	Investigación aplicada. Prueba de concepto en laboratorio	Se inicia la I+D activa. Esto incluye estudios analíticos y de laboratorio para validar físicamente las predicciones analíticas de elementos separados de la tecnología. Los ejemplos incluyen desarrollos tecnológicos que todavía no están integrados y aún no son representativos.	
L4	Desarrollo tecnológico a pequeña escala en laboratorio	Se integran los desarrollos tecnológicos básicos para establecer que van a trabajar juntos. Esto implica pruebas preliminares a nivel de laboratorio para realizar análisis de tendencias. Los ejemplos incluyen la integración ad hoc de hardware en el laboratorio.	Prototipo/Demostrador Desarrollo tecnológico
L5	Desarrollo tecnológico a escala real en entorno simulado	La fidelidad del desarrollo tecnológico se incrementa significativamente y se integran con elementos de apoyo razonablemente realistas para que puedan ser evaluados en un ambiente relevante (“alta fidelidad”). Ese es un ambiente en que se demuestran las capacidades básicas y se valida la	

Nivel	Descripción resumida	Descripción	Según actividad I+D+i
		forma, función con el uso de equipamiento que puede simular y validar todas las especificaciones dentro de un laboratorio.	
L6	Prototipo validado en entorno simulado	Se pasa de un desarrollo tecnológico a un prototipo más completo que se prueba en un ambiente relevante, que simula los aspectos clave del ambiente operativo o real. Los ejemplos incluyen probar un prototipo en un laboratorio relevante: ambiente en que se valida tanto la forma como la función mediante el uso de equipamiento que puede simular y validar todas las especificaciones dentro del laboratorio.	
L7	Prototipo validado en entorno real	Prototipo cercano al producto o servicio. Este nivel implica demostraciones de un producto o servicio en un entorno operativo como sería un avión, vehículo o espacio.	
L8	Producto o servicio comercializable	La tecnología demostró que trabaja en su forma final y bajo las condiciones esperadas. Se pasa de un prototipo a un producto o servicio. Los ejemplos incluyen pruebas de desarrollo y evaluación (DT&E) en el entorno real para determinar si cumple con las especificaciones de diseño.	Producto o servicio comercializable Certificaciones específicas Innovación
L9	Producto o servicio en aplicación comercial	La aplicación de la tecnología se encuentra en su forma final y se puede usar en cualquier entorno real. Los ejemplos incluyen el uso del producto o servicio bajo las condiciones operacionales de la misión.	Despliegue Innovación

Nota: Se consideran las siguientes traducciones “components”: desarrollo tecnológico; “system”: prototipo; “actual system prototype”: producto o servicio; “operational environment”: entorno real / mercado.

Fuentes: Basado en Ibáñez, 2014 y Pollack, 2016.

Caracterización de la oferta de servicios técnicos

La base de datos de servicios técnicos ofrecidos por las universidades públicas costarricenses integra información de 132 unidades de investigación y desarrollo (I+D) que ofrecen en conjunto 10.503 servicios. Esta información se encuentra a disposición pública en el portal HIPATIA en la forma de una aplicación interactiva bajo el nombre “Buscador de servicios técnicos”, disponible en esta liga: <https://hipatia.cr/dashboard/oferta-de-servicios-tecnicos>.

Para caracterizar esta oferta se analizan las variables: institución, sectores a los que se dirigen los servicios, certificaciones de calidad que los avalan y venta al sector privado en los últimos dos años.

Limitaciones del estudio

Los hallazgos expuestos en la siguiente sección presentan una serie de limitaciones asociadas principalmente con los datos proporcionados por las universidades. El estudio se basa en la información disponible y facilitada por estas instituciones y no es posible estimar la cantidad de datos faltantes.

En relación con los proyectos de investigación, existe un importante desbalance en la cantidad de datos para cada universidad. La información proporcionada por las vicerrectorías de investigación de cada centro de educación puede no ser similarmente exhaustiva y comprensiva. Un indicador de ello es que el 92,1% de los datos se concentran en dos universidades. Como resultado de esta limitación, en los casos de la UNED, TEC y UTN el análisis se basa en una cantidad limitada de datos. Por este motivo, algunos de los hallazgos de dicha sección se enfocan en las universidades con mayor volumen de datos.

Otra limitación importante se relaciona con la información utilizada para el análisis temático de los proyectos de investigación. Los resultados se basan en la única información disponible, a saber, los nombres de los proyectos. Sin embargo, otra información sobre estos proyectos -que actualmente no se encuentra disponible- podría brindar resultados más precisos, por ejemplo: resúmenes, descripciones, palabras clave u objetivos.

Finalmente, como las fuentes de información se basan en consultas en línea realizadas por el equipo de investigación del portal HIPATIA, la información presentada no considera todo el universo de unidades de I+D y sus respectivos servicios técnicos, es decir, los resultados se limitan al alcance y cobertura de la consulta efectuada.

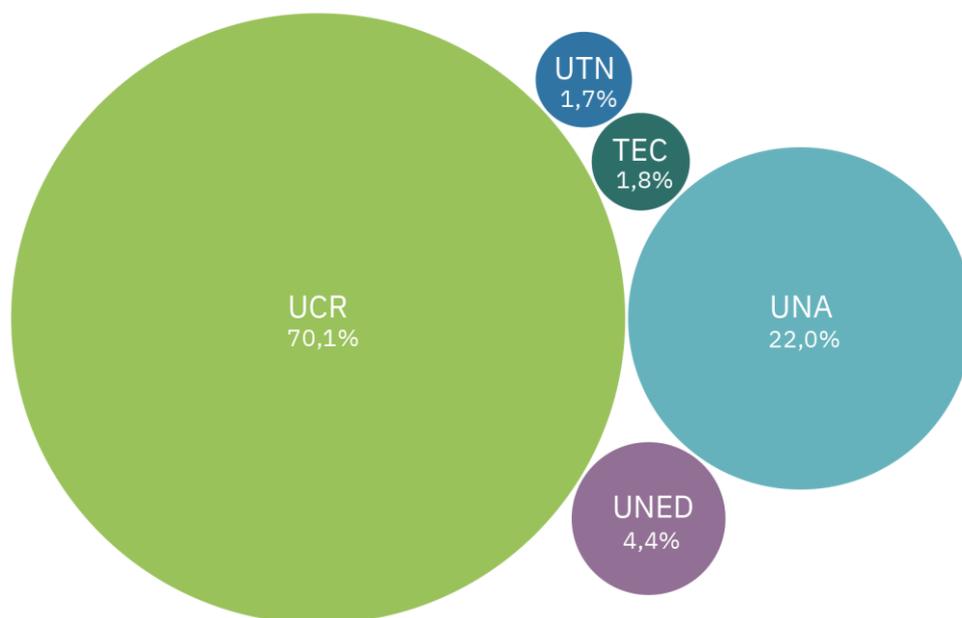
Por todo lo anterior, debe subrayarse el alcance preliminar y exploratorio del presente trabajo. Las principales tendencias y constataciones deben tomarse como resultados iniciales, más de carácter indicativo, como una primera plataforma de conocimientos que debiera dar paso a una línea de trabajo sistemática y profunda, con visión panorámica, sobre la investigación universitaria en Costa Rica. Resultados más precisos, sin embargo, requerirán de mejoras significativa en la exhaustividad, calidad y comparabilidad de los registros que las universidades tienen sobre su propio quehacer.

Principales resultados

Evolución de los proyectos de investigación de las universidades públicas y sus temáticas

Entre los años 2009 y 2020 se registró un total de 5.840 proyectos de investigación que se encuentran concentrados principalmente en dos instituciones. La UCR acumuló la mayor parte de estas iniciativas con un aporte del 70,1% de los proyectos iniciados durante dicho periodo (gráfico 1). En segundo lugar, con una amplia diferencia, le sigue la UNA con una participación del 22,0%, mientras que la UNED, TEC y UTN muestran un aporte más modesto.

Gráfico 1
Proyectos de investigación según universidad. 2009-2020
(porcentajes)



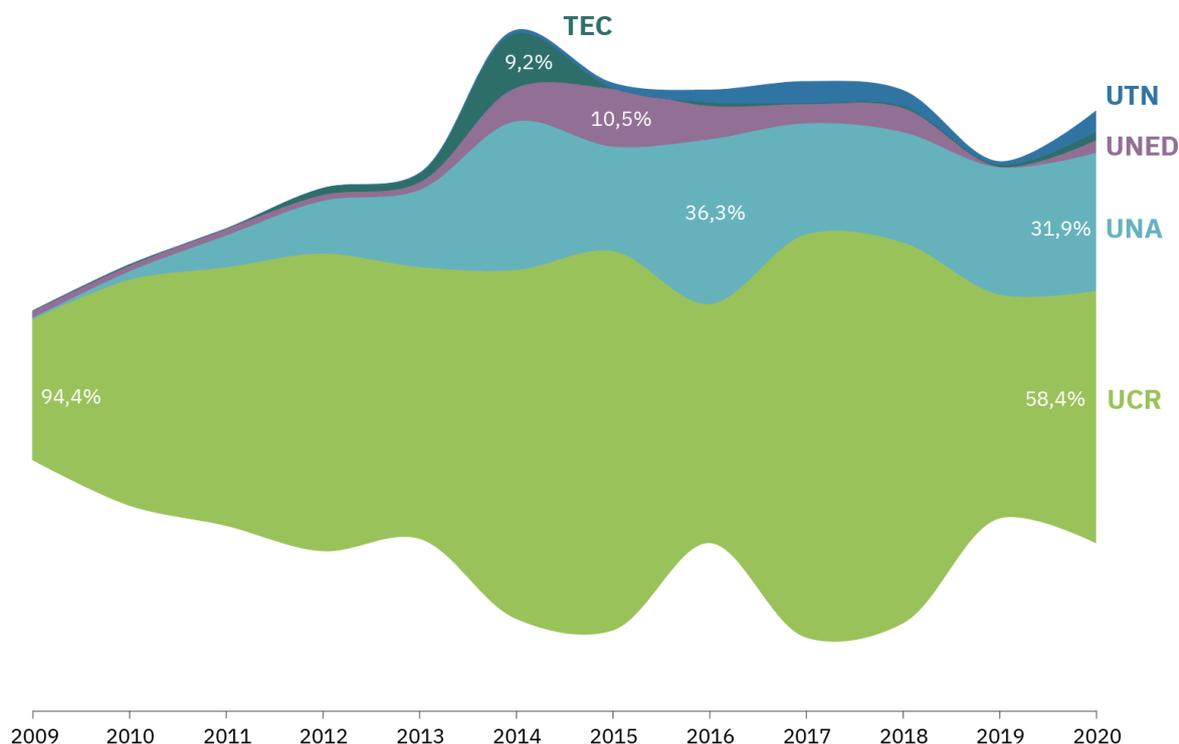
Fuente: Elaboración propia a partir de información suministrada por vicerrectorías de investigación.

La participación destacada de la UCR se mantiene a lo largo de los doce años analizados. Sin embargo, ha perdido peso relativo con el paso del tiempo. El aporte de esta universidad alcanzó el valor más alto en el año 2009 (94,4% de los proyectos); sin embargo, se redujo considerablemente en el 2020 cuando alcanzó un valor de 58,4% (gráfico 2). Esto se refleja en una tasa de crecimiento promedio de -3,0% entre esos años.

La UNA, por su parte, mostró el mayor avance en esta participación con una tasa de crecimiento promedio del 55,5% que al final de la serie se tradujo en un aporte del 31,9%. En contraste, las otras tres universidades presentaron una participación promedio baja a lo largo del periodo, de apenas 2,7%, aunque tanto el TEC, como la UNED, presentaron momentos de alta participación con valores de 9,2% y 10,5% en los años 2014 y 2015 respectivamente.

No se conoce la medida en que estas variaciones en el peso de cada universidad dentro de la investigación total, obedece a factores sustantivos, ligados a su desempeño e iniciativas, o es un artificio de la calidad de las fuentes de información.

Gráfico 2
Evolución de la distribución de los proyectos de investigación según universidad. 2009-2020 (porcentajes)



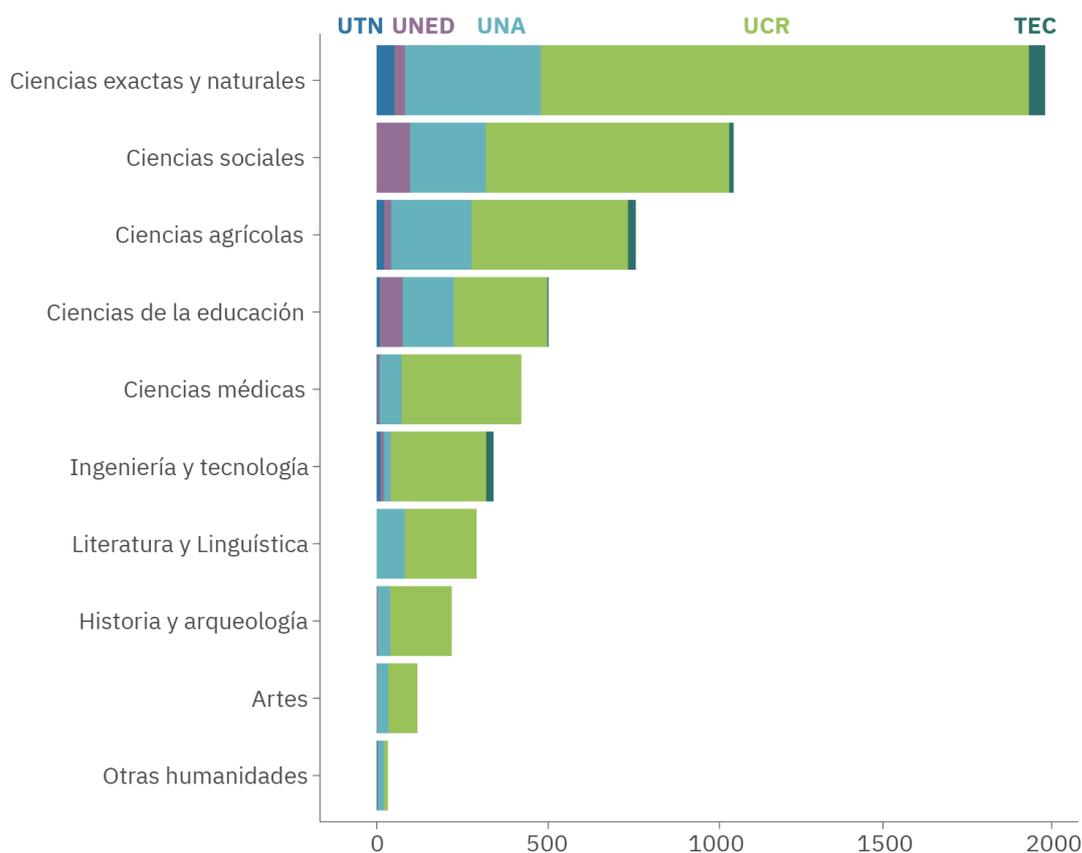
Fuente: Elaboración propia a partir de información suministrada por vicerrectorías de investigación.

La distribución de los proyectos de investigación según el área del conocimiento evidencia una marcada heterogeneidad a la que contribuye un desarrollo pronunciado en las Ciencias Exactas y Naturales, seguido con una amplia diferencia por las Ciencias Sociales y las Ciencias Agrícolas. Las áreas que muestran mayores debilidades son las de Historia⁴, Arqueología y Artes (gráfico 3).

Un hallazgo sugerente es la baja actividad investigativa en Ingeniería y Tecnología. Esta área de conocimiento es de vital importancia para un país cuyo estilo de desarrollo se basa en la incorporación de valor agregado y la participación en cadenas globales de valor de contenido tecnológico. Cabe indicar que esta situación se mantiene aún en el caso del TEC, institución que persigue el liderazgo nacional en dichos ámbitos del conocimiento. Como ocurre en el comportamiento general antes descrito, en todas las áreas de conocimiento la UCR muestra un dominio en la cantidad de proyectos.

⁴ “Historia” ciertamente forma parte de las Ciencias Sociales pero en la clasificación utilizada por las universidades, la tratan por aparte.

Gráfico 3
Proyectos de investigación según universidad y área del conocimiento. 2009-2020
(cantidad de proyectos)



Fuente: Elaboración propia a partir de información suministrada por vicerrectorías de investigación.

La información disponible permite una mayor desagregación del estudio utilizando como unidad de análisis a la disciplina científica particular. Ello permite identificar aquellas que son predominantes dentro de sus respectivas áreas del conocimiento. Tal es el caso de Agricultura, Silvicultura y Pesca perteneciente al área de Ciencias Agrícolas, así como Biología dentro del área de Ciencias Exactas y Naturales. En conjunto con “Educación General”, estas son las tres disciplinas de mayor concentración de la investigación entre los años 2009 y 2020.

La UCR presenta, como era de esperar, la participación más alta en la mayoría de las disciplinas científicas. Sin embargo, la UNA destaca en ciertas disciplinas como Ciencias de la Tierra y Medio Ambiente y Veterinaria (gráfico 4). Aunque la investigación reportada para Ingeniería y Tecnología es de las más modestas, como ya se indicó, dentro de esta área el mayor quehacer proviene de Tecnologías de alimentos.

Gráfico 4
Proyectos de investigación según universidad, área del conocimiento y disciplina. 2009-2020 (cantidad de proyectos)

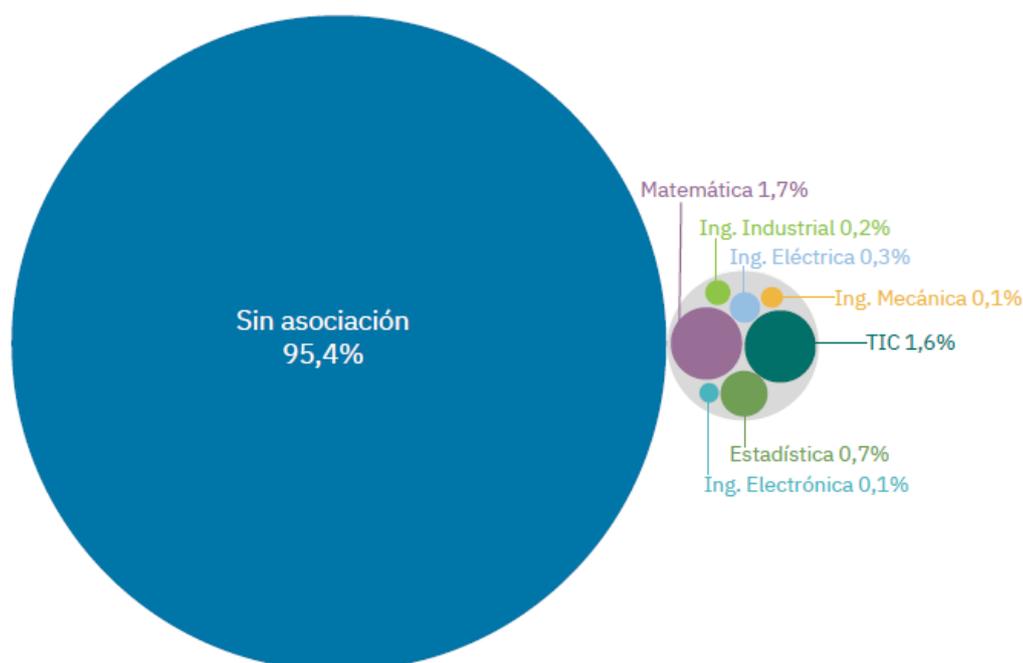


Fuente: Elaboración propia a partir de información suministrada por vicerrectorías de investigación.

La investigación en disciplinas relacionadas con las tecnologías emergentes vinculadas con la cuarta revolución industrial es mínima y alcanza sólo el 4,6% de los proyectos. La determinación de cuáles son esas disciplinas se muestra en el gráfico 5. Entre ellas se incluyen, además de las TIC, Matemática y Estadísticas en las que se apoya el desarrollo de la inteligencia artificial, así como varias disciplinas ingenieriles cuya malla curricular en mayor o menor grado, aborda las competencias digitales o resultan fundamentales en el desarrollo de tecnologías emergentes como son la robótica y la automatización. En términos generales, estas tecnologías enmarcan una gran cantidad de retos y oportunidades que a su vez intersectan una diversidad de actividades económicas y de la vida cotidiana.

Los proyectos asociados con Matemáticas y TIC, corresponden a un 1,7% y 1,6% respectivamente; mientras que el aporte al total de la investigación universitaria en Ingeniería Mecánica, así como en Ingeniería Electrónica, es de solo el 0,1% en ambos casos.

Gráfico 5
Investigación de las universidades estatales en disciplinas asociadas con la cuarta revolución industrial. 2009-2020 (porcentaje de proyectos)



Fuente: Elaboración propia a partir de información suministrada por vicerrectorías de investigación.

Un segundo paso en el estudio de los proyectos de investigación de las universidades costarricenses es el análisis de minería de texto para identificar sus temáticas de investigación más recurrentes. Ello permite profundizar en los enfoques temáticos de las universidades dentro de las áreas de conocimiento y disciplinas científicas, vistas en su conjunto. Los resultados del análisis se presentan gráficamente como redes de palabras, según las indicaciones mencionadas en la sección de metodología

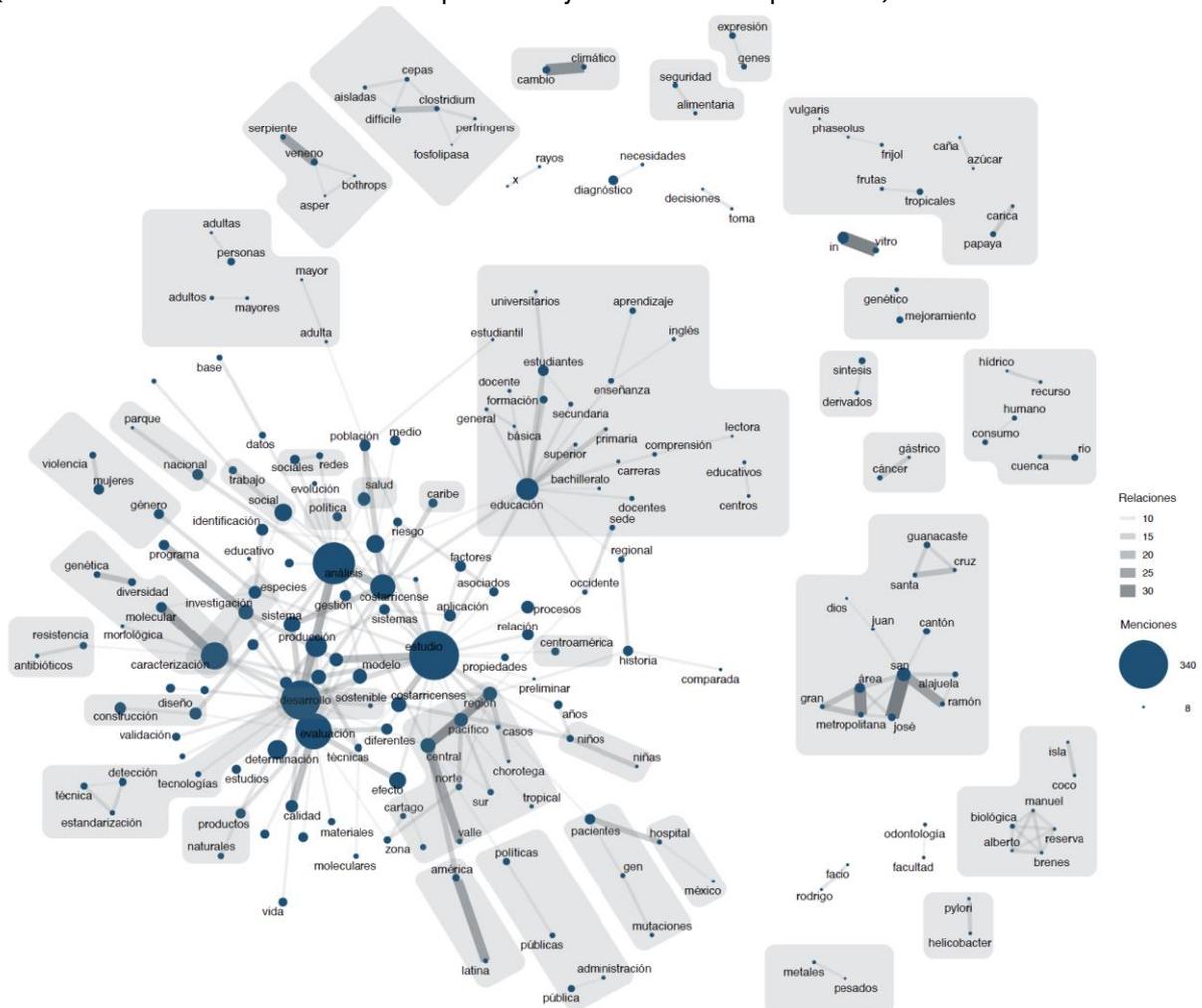
La minería de texto arroja que la UCR es, comparativamente, la que muestra la mayor diversidad con cerca de 30 temáticas identificadas. No obstante, este hallazgo podría reflejar la preponderancia numérica del aporte de información por parte de este centro de estudios (gráfico 6).

De acuerdo con el análisis de frecuencia y coocurrencia de palabras en los títulos de los proyectos de investigación, los temas más recurrentes de esta universidad son el cambio climático; análisis de diversidad genética a nivel molecular; veneno de serpientes; aislamiento de cepas de *Clostridium difficile* y *Clostridium perfringens*; manejo integral cuenca de ríos y recursos hídricos; educación (incluye primaria, secundaria y superior, comprensión lectora, enseñanza del inglés, centros educativos y docentes); atención de la niñez en condiciones de vulnerabilidad; Agronomía (caña de azúcar, papaya carica, frijol *Phaseolus vulgaris*, frutas tropicales); cáncer gástrico; y caracterización de especies.

Por otro lado, destacan proyectos desarrollados en diversas zonas del país como la Reserva Biológica Alberto Manuel Brenes, el Parque Nacional Isla del Coco, la Gran Área Metropolitana, San José, la Región Chorotega, Región Occidente, Alajuela, San Ramón, Caribe, Pacífico Norte, Pacífico Sur, Zona Norte, Cartago, Guanacaste y Santa Cruz.

Gráfico 6 Red semántica de las temáticas predominantes en proyectos de investigación de la UCR^a. 2009-2020

(Relaciones más frecuentes entre palabras y frecuencia de palabras)



^a Cada nodo representa una palabra, las líneas que los unen muestran las relaciones entre pares de palabras o coocurrencias y las áreas sombreadas de color gris representan conglomerados de palabras asociados con temas específicos. El tamaño del nodo representa la cantidad de menciones de esa palabra y el grosor del vínculo representa la cantidad de relaciones entre palabras.

Fuente: Elaboración propia a partir de información suministrada por vicerrectorías de investigación.

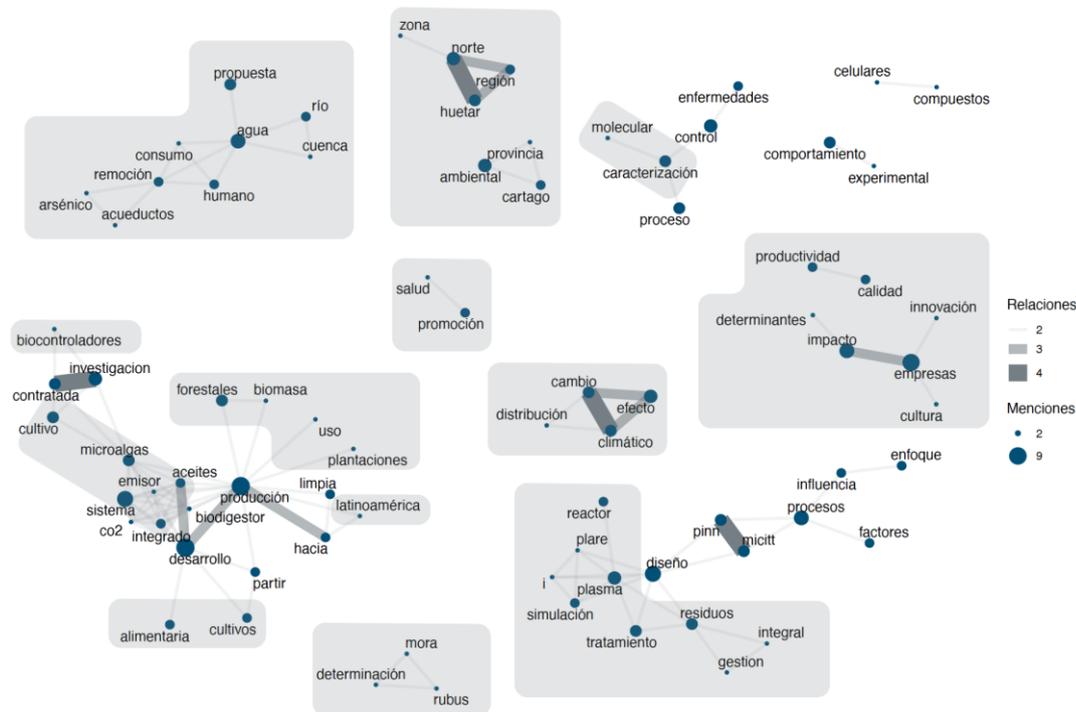
La UNA muestra también una importante diversidad temática, con 23 temas predominantes identificados a partir del análisis en las zonas grises del gráfico 7. Éstos incluyen: cambio climático; manejo integral cuenca de ríos y recursos hídricos; asadas; desarrollo sostenible; educación (incluye primaria, secundaria y superior, enseñanza de la matemática, educación cívica, estudio sociales y docentes); tratamiento aguas residuales; análisis de diversidad genética a nivel molecular; promoción de la salud; mejoramiento genético; derechos humanos; y atención de la niñez; entre otros.

específicos. El tamaño del nodo representa la cantidad de menciones de esa palabra y el grosor del vínculo representa la cantidad de relaciones entre palabras.

Fuente: Elaboración propia a partir de información suministrada por vicerrectorías de investigación.

Gráfico 9 Red semántica de las temáticas predominantes en proyectos de investigación del TEC^{/a}. 2009-2020

(Relaciones más frecuentes entre palabras y frecuencia de palabras)



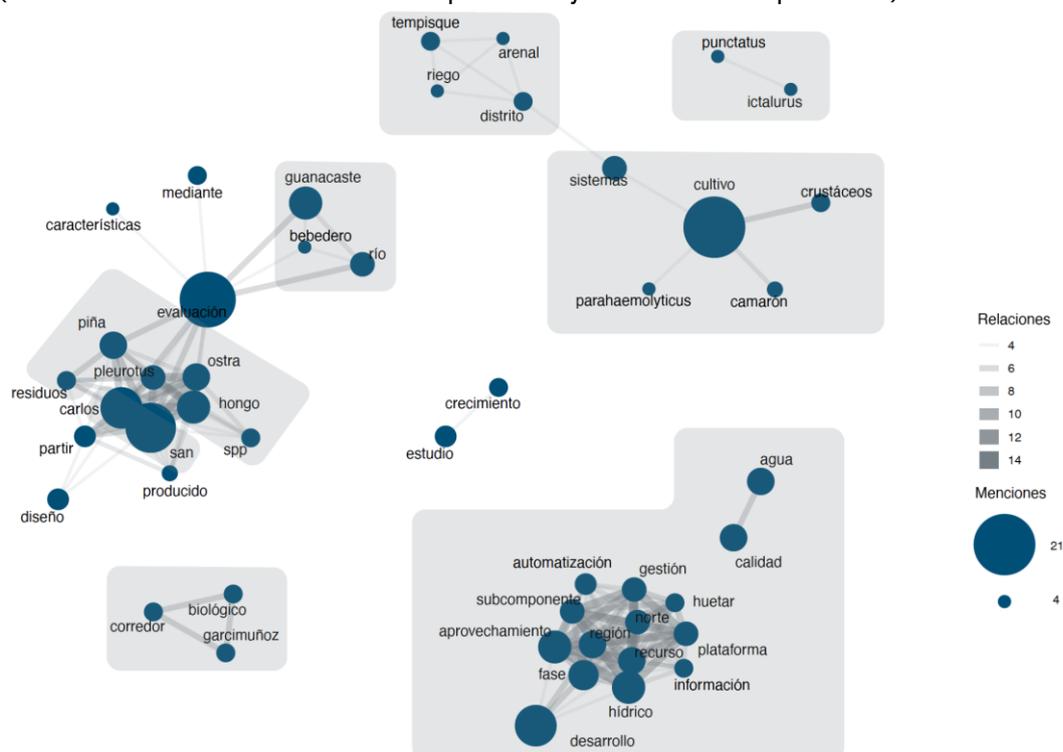
^{/a}Cada nodo representa una palabra, las líneas que los unen muestran las relaciones entre pares de palabras o co-palabras y las áreas sombreadas de color gris representan conglomerados de palabras asociados con temas específicos. El tamaño del nodo representa la cantidad de menciones de esa palabra y el grosor del vínculo representa la cantidad de relaciones entre palabras.

Fuente: Elaboración propia a partir de información suministrada por vicerrectorías de investigación.

Gráfico 10

Red semántica de las temáticas predominantes en proyectos de investigación de la UTN^a. 2009-2020

(Relaciones más frecuentes entre palabras y frecuencia de palabras)



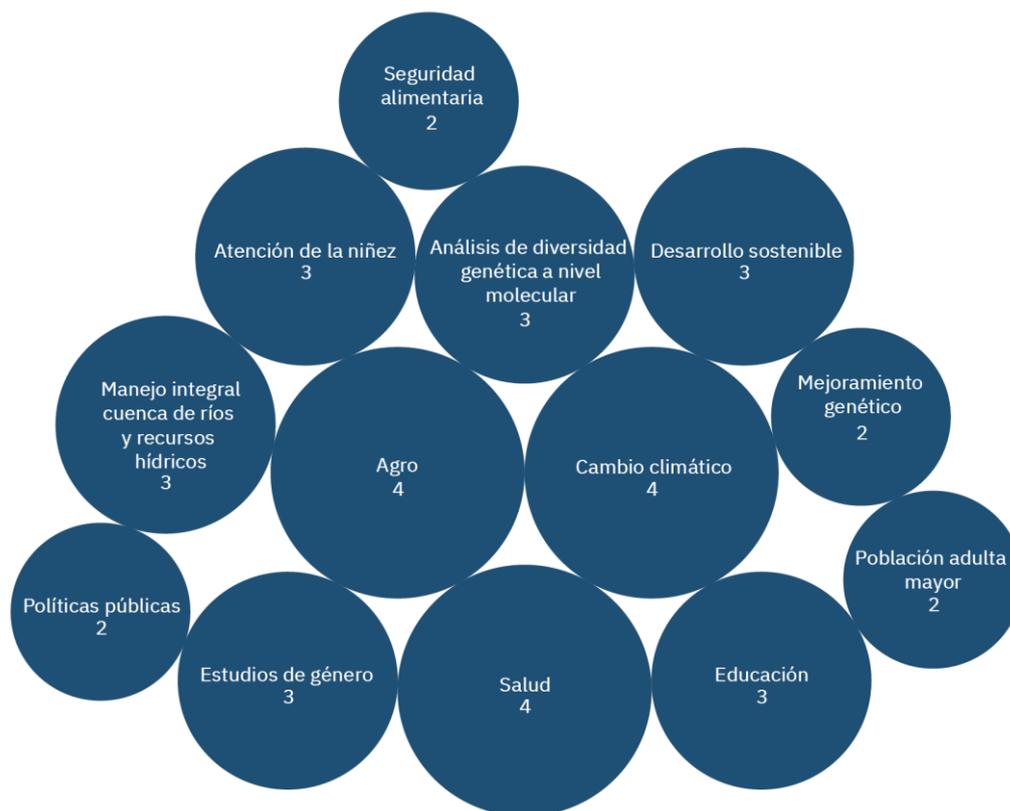
^aCada nodo representa una palabra, las líneas que los unen muestran las relaciones entre pares de palabras o co-palabras y las áreas sombreadas de color gris representan conglomerados de palabras asociados con temas específicos. El tamaño del nodo representa la cantidad de menciones de esa palabra y el grosor del vínculo representa la cantidad de relaciones entre palabras.

Fuente: Elaboración propia a partir de información suministrada por vicerrectorías de investigación.

El análisis evidencia temas exclusivos de algunas universidades, que pueden trazarse mediante una lectura detallada de las redes de palabras para cada institución. A partir de ellas, sin embargo, fue posible identificar 13 temas recurrentes entre dos o más instituciones (gráfico 11). Destacan, en particular, los temas de cambio climático, salud y agronomía (estos dos últimos con temas específicos según universidad), que corresponden con temáticas predominantes en cuatro de las cinco universidades.

Gráfico 11

Temáticas predominantes recurrentes entre dos o más instituciones ^{a/}



^{a/}El tamaño del nodo, así como el número que aparece dentro de cada uno, representa la cantidad de universidades que comparten esas temáticas predominantes.

Fuente: Elaboración propia a partir de información suministrada por vicerrectorías de investigación.

Con el propósito de analizar cómo varían los temas predominantes a través del periodo analizado, se llevó a cabo un ejercicio de estudio de caso de la UCR. El propósito del ejercicio fue contrastar los temas investigados para los periodos: 2009-2014 y 2015-2020. Según se detalla en la metodología, esta sección se concentra exclusivamente en dicho centro universitario debido a la escasez de datos proporcionados para las otras instituciones. La razón que explica la escogencia de la UCR es que, como se indicó previamente, ésta concentra el 70,1% de los proyectos registrados en los doce años comprendidos en este análisis. Si bien estos resultados se limitan a dicha universidad, debe recordarse que representan una proporción muy importante del total de iniciativas ejecutadas por el sistema universitario público costarricense.

El análisis evidencia claras diferencias en las apuestas de investigación de la UCR entre ambos momentos (gráfico 12). Durante el primer periodo (2009-2014), el esfuerzo se concentró en pocos temas, exclusivos de dicho periodo, a saber: desarrollo sostenible, atención de la niñez e investigación sobre cáncer gástrico. La diversidad aumenta durante el segundo periodo (2015-2020), cuando aparecen iniciativas en las áreas de educación, estudio de la bacteria *Helicobacter pylori*, aislamiento de cepas de *Clostridium difficile*, manejo integral de cuencas de ríos y recursos hídricos, violencia contra las mujeres, administración pública y política.

Relación entre las temáticas predominantes de investigación y los ODS

Un ángulo importante de estudiar es la relación entre la investigación que ejecutan las universidades públicas costarricenses y las prioridades del desarrollo sostenible, suscritas por el gobierno de nuestro país. Una manera de aproximarla es examinando la correspondencia entre las temáticas de investigación predominantes en las universidades y los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de las Naciones Unidas.

La principal constatación del ejercicio es que existe una importante correspondencia entre las temáticas investigativas y los ámbitos de los ODS. Nueve de las trece temáticas predominantes y comunes entre dos o más universidades se corresponden con siete ODS (gráfico 13.a), a saber: hambre cero; salud y bienestar; educación de calidad; igualdad de género; agua y saneamiento; producción y consumo responsable; y acción por el clima.

Siete de los 10 ODS no cubiertos por dos o más universidades, sí aparecen en temáticas exclusivas de determinadas instituciones. Estos son: reducción de las desigualdades; vida submarina; ecosistemas terrestres; paz, justicia e instituciones públicas; energía asequible y no contaminante; trabajo decente y crecimiento económico; industria, innovación e infraestructura.

Tres ODS de gran trascendencia para el país como el fin de la pobreza; ciudades y comunidades sostenibles, y alianzas para el logro de objetivos no se reflejan en las temáticas predominantes de investigación (gráfico 13.b). Para más detalle sobre esta correspondencia véase el anexo 4.

Gráfico 13

Coincidencia entre los ODS y las temáticas predominantes exclusivas o comunes entre 2 o más universidades

a. Temáticas comunes entre 2 o más universidades



b. Temáticas exclusivas a una universidad



Fuente: Elaboración propia a partir de información suministrada por vicerrectorías de investigación.

Licenciamiento de PI y Oferta de servicios técnicos

Una segunda dimensión importante para el análisis de la articulación de la investigación universitaria con el desarrollo del país es la transferencia del conocimiento generado por su quehacer de investigación a sectores sociales y productivos y, en general, a la sociedad costarricense. En el marco de las distintas modalidades a través de las cuales las universidades transfieren el conocimiento, la presente sección se enfoca en la caracterización de dos de esas rutas: el licenciamiento y la oferta de servicios técnicos.

Transferencia de conocimientos mediante licenciamiento de propiedad intelectual

Uno de los instrumentos de transferencia de conocimientos es el licenciamiento de la PI derivada de conocimiento endógeno con potencial de convertirse en prototipos de productos o invenciones escalables al mercado, para su uso y aprovechamiento por parte de los distintos sectores de la sociedad. Estas actividades son gestionadas en cada institución a través de la intervención de respectivas OTTs.

Es importante recordar que no todas las invenciones buscan una remuneración económica para su aprovechamiento y los convenios pueden tener un fin comercial o social. Consecuentemente, la innovación puede transferirse a la sociedad a través de distintos mecanismos, los cuales se especifican para cada idea innovadora y las OTTs incluso pueden definir diversas modalidades bajo las cuales podrá transferirse una misma invención. Como explica Cortés (2021), entre éstas se encuentra la opción de que la universidad firme directamente con otro actor externo el licenciamiento de la PI, o que la PI se dé a una spin-off, es decir, una empresa derivada de la investigación de la universidad que se crea específicamente para utilizar ese conocimiento.

Un ejemplo de estas invenciones es la “Tarjeta escalonada para personas ciegas” de la Universidad de Costa Rica. Su “OnePage” se muestra en la figura 1 y constituye un ejemplo de la transferencia mediante convenios en las que un tercero financia la introducción al mercado de una invención de carácter social. Se trata de un dispositivo desarrollado por la Escuela de Artes Plásticas de la UCR que permite a personas ciegas reconocer la denominación de los billetes para no ser estafadas. La invención se protegió como diseño industrial y se distribuye en forma gratuita mediante el patrocinio del BAC Credomatic institución bancaria que pagó la elaboración de las tarjetas. Además, existen alianzas con el Patronato Nacional de Ciegos, el Centro de Asesoría y servicios a estudiantes con discapacidad de la UCR, el Instituto de Rehabilitación y Formación Helen Keller y el Centro de Enseñanza Especial de Heredia para su distribución a personas no videntes (Ibid).

Figura 1

ONEPAGE de la tecnología: “Tarjetas escalonadas para la identificación de billetes”

Tarjeta escalonada para la identificación de billetes

Sector de aplicación

Cultura y Arte

Nivel de madurez tecnológica

L9 Producto o servicio en aplicación comercial.



Solución

Reduce el margen de error y de estafa que sufre la población con discapacidad visual.

Descripción

El dispositivo provee a la población ciega del país la capacidad para identificar la denominación de los billetes según su tamaño. La tarjeta escalonada se diseñó como un dispositivo de corroboración que brinda una seguridad adicional para identificar las distintas denominaciones de la familia de billetes de Costa Rica. Actualmente se distribuye de manera gratuita a través del Patronato Nacional de Ciegos (PANACI) y el Instituto Helen Keller.

Necesidad

En Costa Rica, desde el año 2013 se utiliza una familia escalonada de billetes, lo que demanda un mecanismo que facilitara la identificación de los mismos para personas con discapacidad visual.

Ventajas

No requiere de costos elevados de fabricación, utilizable por personas con discapacidad visual sin conocimiento de códigos de escritura, adaptable en cualquier país que utilice el sistema escalonado, basado en el tamaño de los billetes

Oportunidad de negocio

Se buscan aliados interesados en contribuir mediante financiamiento u otras formas de apoyo a proyectos orientados a la innovación social que no persiguen fines comerciales. Dicho aporte podrá ser reconocido mediante la mención de



UNIVERSIDAD DE COSTA RICA

Propiedad intelectual

- Diseño industrial: Protección otorgada, N° 20119338

Contacto

Bach. Yorlery Campos
Gestora de innovación, PROINNOVA
Teléfono: (506) 2511-5835
yorleni.campos@ucr.ac.cr
<http://www.proinnova.ucr.ac.cr>

Equipo investigador

M.Sc. Eric Hidalgo Valverde
Escuela de Artes Plásticas

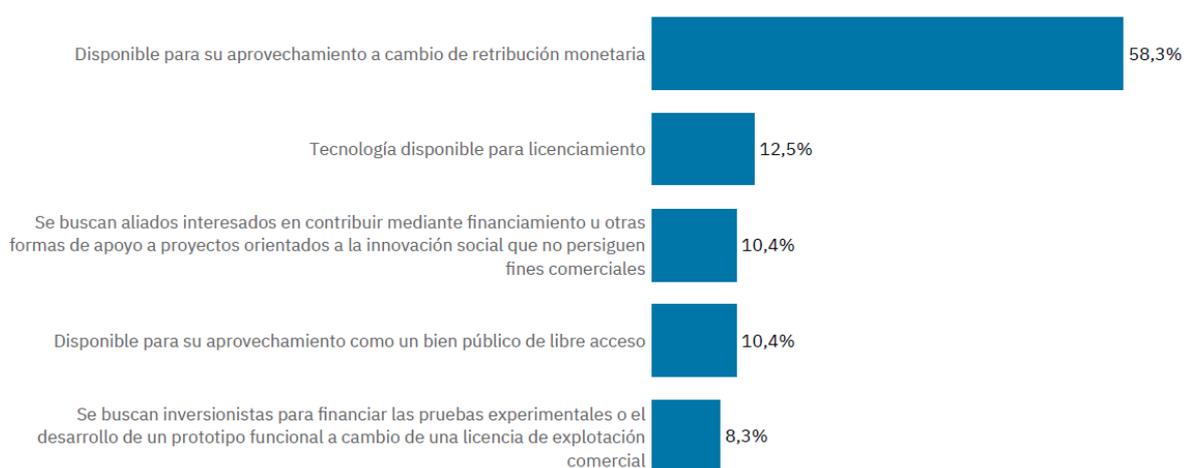


Fuente: Tomado de HIPATIA (2021), disponible en: <https://hipatia.cr/dashboard/tecnologias-licenciables/fe6966c6-496e-44a9-93d0-036c0830b6f0>

En términos generales, la revisión de información recopilada sobre las tecnologías licenciables disponibles reportadas por las universidades públicas a HIPATIA-PEN, sugiere que la mayoría de éstas (66%) persigue un fin de retorno económico mediante regalías y un 34% de las invenciones podrían ser aprovechadas como un bien público de libre acceso. De manera más detallada, según se despliega en el gráfico 14, se incluyen las opciones de proyectos orientados desde un principio a la innovación social, otros para los cuales solo se solicita cubrir los costos y tecnologías que se ofrecen de manera gratuita para un uso personal pero que si se desea comercializarlas se debe adquirir un contrato de licenciamiento mediado por regalías.

Gráfico 14

Opciones^a de transferencia de las tecnologías generadas por las universidades del CONARE (porcentajes de menciones)



^a “Disponible para su aprovechamiento a cambio de retribución económica”: siempre incluye las regalías de por medio;

“Tecnología disponible para su licenciamiento”: se trata de tecnologías libres y gratuitas para un uso personal pero si se desea comercializar, se debe adquirir un contrato de licenciamiento mediado por regalías;

“Se buscan aliados interesados en contribuir mediante financiamiento u otras formas de apoyo a proyectos orientados a la innovación social que no persiguen fines comerciales. Dicho aporte podrá ser reconocido mediante la mención de marca”: este apoyo no necesariamente tiene que ser financiero, y si lo fuese, no se da licencia, ya que son proyectos de innovación social que se buscan "liberar" a quienes lo necesiten. El apoyo puede ser para su distribución, o promoción en redes sociales, etc.;

“Disponible para su aprovechamiento como un bien público de libre acceso”: tecnologías que se liberan a quien las necesite;

“Se buscan inversionistas para financiar las pruebas experimentales o el desarrollo de un prototipo funcional a cambio de una licencia de explotación comercial”: esta opción se da cuando el prototipo aún no se ha desarrollado. Se ofrece a terceros la posibilidad de financiar su desarrollo, mediado por la firma de un convenio que le otorga la licencia de la tecnología para su posterior comercialización, con regalías de por medio.

Fuente: Elaboración propia con datos del portal HIPATIA (disponible en: <https://hipatia.cr/>) y comunicación personal con Génesis Durán y Ana Cristina Rivas.

La UCR lidera de manera significativa la generación de estas invenciones, con 32 tecnologías licenciables disponibles, lo que representa el 69,6% del total de tecnologías que actualmente ofertan las cinco universidades estatales. Con una importante distancia, se ubica el TEC con 9, la UNA con 4 y la UNED con 1 tecnología. Al cierre de la captura de esta información (agosto del 2021), la UTN no había desarrollado ninguna de estas iniciativas.

Si bien no se conoce una agenda institucional explícita que priorice áreas para el desarrollo de PI, en la práctica se identifica una concentración en el sector agroalimentario, al que se dirige el 30% de la cartera de derechos de PI actualmente disponible (gráfico 12). Ese sector empata con una de las áreas señaladas por el gobierno como prioritarias a la que atiende la Estrategia Nacional de Bioeconomía. Costa Rica 2020-2030 (MICITT, 2020).

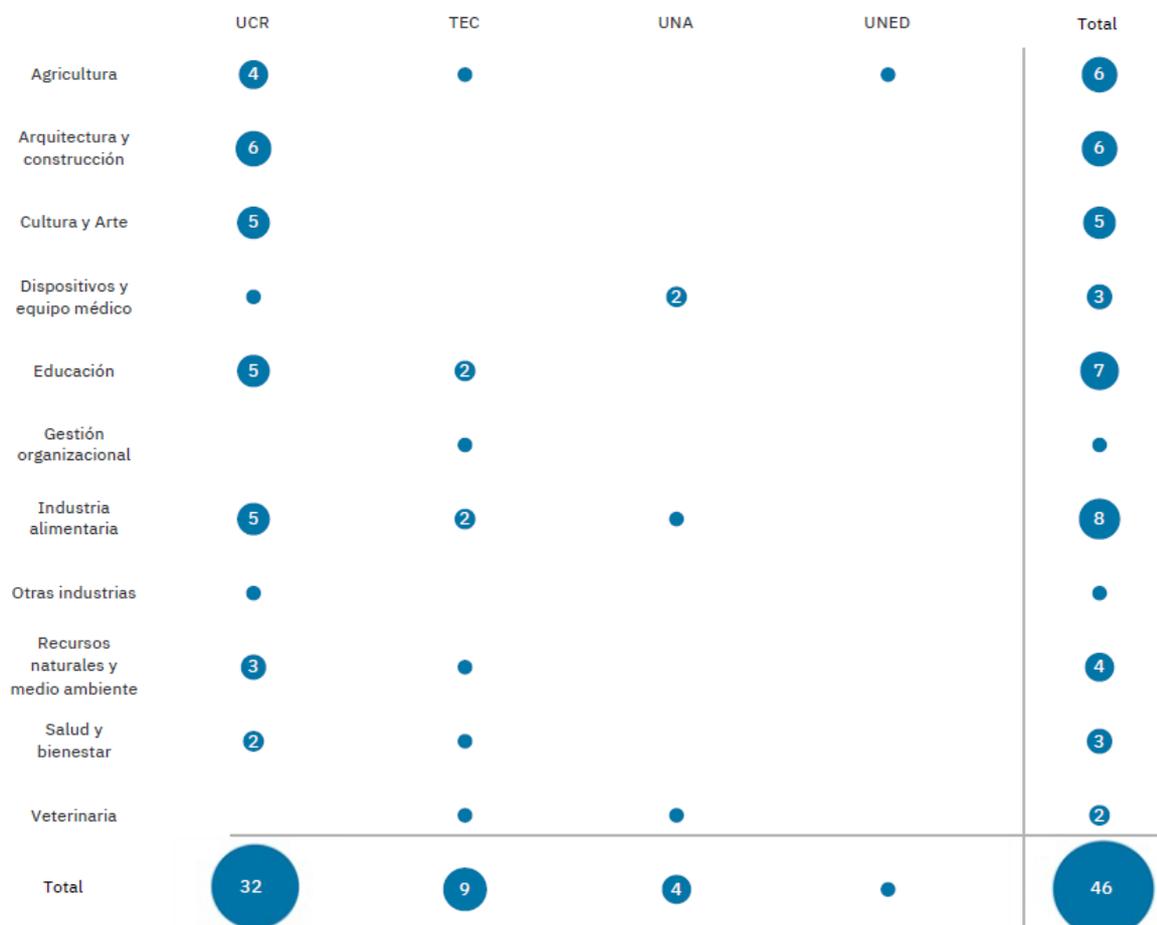
En contraste, el desarrollo es más modesto en lo concerniente a la industria médica y de bienestar, que ha sido declarada como de interés público y nacional por la posibilidad de posicionar al país como un destino de turismo médico y de negocios, y centro de bienestar, innovación y Ciencias de la Vida (Poder Ejecutivo, 2020). En las áreas de salud y bienestar, así como dispositivos y equipo médico, únicamente se han generado tres tecnologías licenciables en cada caso.

Valga mencionar que, en el caso de la UCR, una de las temáticas predominantes de la labor de investigación ha decantado en la generación de PI. Ello se ejemplifica en la tecnología “Detección basada en pangenómica de cepas de clado C-I de *Clostridium difficile*” (<https://hipatia.cr/dashboard/tecnologias-licenciables/2ee30744-50ba-4a20-8751-8b6540f75f9e>). Esta tecnología es un resultado del amplio desarrollo de la comunidad nacional de investigación en el área biomédica.

En la UCR, las innovaciones atienden una variedad de sectores. El mayoritario es arquitectura, seguido por la industria alimentaria, educación y cultura y arte (gráfico 15). En el caso del TEC no se identifica una tendencia hacia el desarrollo de tecnologías licenciables dirigidas a sectores particulares, pues las nueve iniciativas reportadas se reparten de manera casi equitativa en siete sectores de aplicación. En la UNA estas tecnologías corresponden con tres sectores, a saber, la industria de dispositivos y equipo médico, Veterinaria, y la industria alimentaria. Finalmente, la única tecnología disponible según la información proporcionada por la UNED atiende al sector agro.

Gráfico 15

Sector de aplicación de las tecnologías licenciables disponibles por universidad. Agosto 2021 (absolutos)



Fuente: Elaboración propia con datos del Portafolio de Tecnologías Licenciables del portal HIPATIA, disponible en: <https://hipatia.cr/dashboard/tecnologias-licenciables>

Las unidades académicas más abocadas a esta modalidad de vinculación pertenecen a las áreas de Ingeniería y Arquitectura. Las unidades con el mayor rezago están relacionadas con las áreas de salud (gráfico 16). Este resultado subraya un hallazgo que tendrá que ser investigado con más profundidad: las ingenierías y arquitecturas generan pocos proyectos de investigación, pero están entre las más activas en el ámbito de las tecnologías licenciables. En cambio, las áreas de salud son especialmente presentes en los proyectos de investigación pero no en la generación de tecnologías licenciables.

Gráfico 16

Cantidad de tecnologías licenciables disponibles según el área de conocimiento de la unidad académica que las desarrolla^{a/} (absolutos)



a/Debido a que las unidades académicas del equipo de inventores de una tecnología pueden involucrar distintas áreas del conocimiento, una misma tecnología podrá contabilizarse en más de un área del conocimiento.

Fuente: Elaboración propia con datos del Portafolio de Tecnologías Licenciables del portal HIPATIA, disponible en: <https://hipatia.cr/dashboard/tecnologias-licenciables>

La colaboración entre las universidades del CONARE para el desarrollo de estas ideas innovadoras es una práctica poco común (cuadro 1). Únicamente fue posible identificar dos casos, uno de los cuales involucra adicionalmente, instituciones académicas del extranjero.

Cuadro 2

Tecnologías licenciables disponibles, desarrolladas en forma colaborativa entre más de una universidad del CONARE

Nombre de la tecnología	Sector de aplicación	Instituciones responsables
Matemáticas de lo cotidiano	Educación	TEC, UNA, UNED, CIENTEC
Valorización del rastrojo de piña por un proceso de biorrefinería	Agricultura	UCR, TEC, UNED, UAM (México), UGR (España)

Fuente: Elaboración propia con datos del portal HIPATIA, disponible en: <https://hipatia.cr/>

Un punto particularmente sensible de examinar es la protección que gestionan las OTTs de las universidades públicas costarricenses sobre los resultados de la investigación con potencial de generar innovaciones. Este aspecto es de gran importancia en la medida en que habilitaría la posibilidad de compartirlo con los distintos sectores de la sociedad bajo las modalidades mencionadas al inicio de la sección.

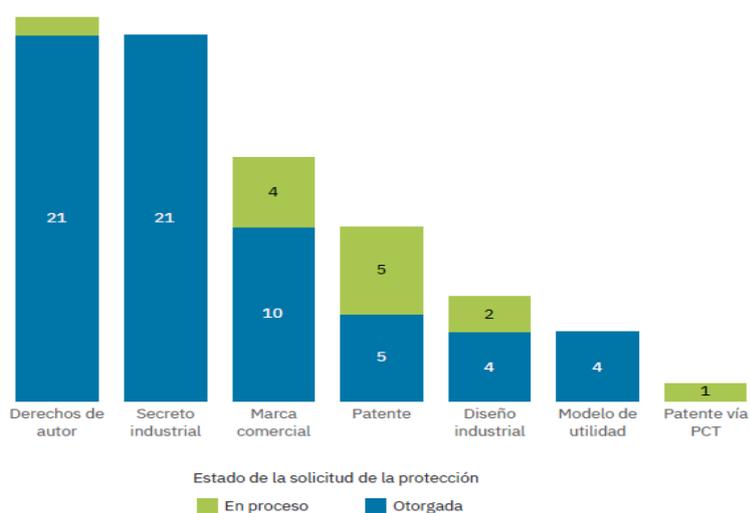
De acuerdo con Argüello (2021), no existe una política marco, compartida por todos los centros universitarios, que oriente la normativa de PI de las instituciones del CONARE. Tal y como se resume en el recuadro 1, en varias de ellas se encuentra un vacío en cuanto a aspectos jurídicos medulares que debe regir la política institucional de PI y, en el mejor de los escenarios, la información pertinente se encuentra dispersa en diferentes normas de la institución que regulan otros temas.

El conocimiento endógeno generado por estos proyectos de innovación se protege principalmente bajo la figura de “derechos de autor”, que abarca las obras literarias y artísticas, los diseños arquitectónicos y los programas informáticos (gráfico 17). El 28,2% de las tecnologías se encuentran protegidas bajo esta figura.

Otras modalidades de PI se ubican dentro de la categoría de derechos de propiedad industrial, la cual comprende las siguientes: patentes, modelos de utilidad, marca, diseño industrial, secreto industrial, indicaciones de origen y otros activos de carácter económico y cultural de los países como son los conocimientos tradicionales y recursos genéticos. Dentro de este grupo, el secreto industrial y la marca, son los más frecuentes entre las tecnologías institucionales, con proporciones del 26,9% y 17,9% respectivamente. En menor medida cuentan con el patentamiento (12,8%) y sólo un caso tramita la solicitud de aprobación para su patentamiento mediante la vía conocida como “PCT” (Patent Cooperation Treaty), la cual simplifica el trámite para optar por la protección en varios países simultáneamente.

Gráfico 17

Figuras de protección de la propiedad intelectual de las tecnologías licenciables generadas por las universidades del CONARE^{a/} (absolutos)



^{a/}Estados de las solicitudes de protección: 1) En proceso: se refiere a que la tecnología se encuentra en proceso de ser registrada ante el Registro de la Propiedad Industrial en Costa Rica. 2) Otorgada: se refiere a que la tecnología se encuentra debidamente registrada mediante alguna de las figuras de PI.

Fuente: Elaboración propia con datos del Portafolio de Tecnologías Licenciables del portal HIPATIA, disponible en: <https://hipatia.cr/dashboard/tecnologias-licenciables>

Recuadro 1

Normativa de las universidades del Conare para la protección de la propiedad intelectual

Un aspecto medular para gerenciar el activo de mayor valor de las universidades -el conocimiento generado a partir de los procesos de investigación- es el contar con una normativa institucional sólida que les facilite cumplir con su misión social de poder disponer de este conocimiento para propiciar actividades de vinculación que lo pongan al servicio de los distintos actores de la sociedad. Dicha normativa es necesaria por una parte, para contar con un entendimiento común sobre PI: derechos, incentivos, pero al mismo tiempo, para efectos de asegurar una base jurídica que permita gestionar su titularidad. Este último aspecto es de suma importancia pues implica que existan reglas claras sobre quiénes son los poseedores de los derechos de PI que surjan en el seno de la investigación universitaria, en cuáles casos es de la Universidad, de los académicos, de los estudiantes o de las empresas privadas.

La Organización Mundial de la Propiedad Intelectual (OMPI) ha generado herramientas prácticas que orientan sobre los principales tópicos que debe regular una política o reglamento de PI, entre los cuales están los siguientes: la propiedad de la PI y los derechos de uso, la divulgación, la gestión y comercialización de la PI, los incentivos y reparto de ingresos para los investigadores, el registro y la contabilidad, los conflictos de intereses, controversias, entre otros aspectos.

Con base en esa referencia, el cuadro 3 resume los principales aspectos del estado de situación de la normativa relacionada con PI, vigente en las universidades estatales:

Cuadro 3

Normativa de las universidades del Conare para la protección de la PI

Institución	Situación vigente	Recomendaciones
UCR	A pesar de que este tópico se encuentra disperso en diferentes normas de la institución que regulan otros temas, la normativa aborda los elementos medulares que debe contener una regulación universitaria. En relación con la titularidad, la normativa estipula que la PI generada de las actividades oficiales de investigación, debidamente aprobadas y registradas ante la Vicerrectoría de Investigación, desde el punto de vista patrimonial, pertenecen a la UCR. No obstante, ello no impide que la institución pueda poner su PI a disposición de la sociedad a través de diferentes instrumentos de transmisión de la PI, tales como los licenciamientos.	Informar claramente a quiénes (miembros del personal, estudiantes y visitantes) y sobre qué tipo de creaciones intelectuales aplica la normativa de PI.
UNA	Si bien dispone de una normativa base que le permita gestionar exitosamente los derechos de PI, aún falta por regular temas básicos que debe contener este tipo de instrumentos jurídicos.	Generar un instrumento completo y especializado sobre el tema. Informar claramente a quiénes (miembros del personal, estudiantes y visitantes) y sobre qué tipo de creaciones intelectuales aplica la normativa de PI y clarificar varios supuestos de titularidad de la PI ausentes

		en la normativa institucional, entre ellos, la derivada del uso de conocimientos tradicionales y recursos genéticos, así como el procedimiento para resolver el surgimiento de posibles conflictos de interés.
UNED	No se encontró normativa especializada que regule los principales tópicos de PI.	Generar y aprobar marco normativo en PI.
UTN	No se encontró normativa especializada relacionada con la gestión de la PI.	Generar y aprobar marco normativo en PI.
TEC	En comparación con las demás universidades estatales, el TEC es el que presenta un mayor desarrollo normativo de PI. Dos instrumentos normativos abordan los principales aspectos básicos a regular. No obstante, se ha recomendado la pertinencia de una mayor claridad en relación con la protección de PI derivada del uso de conocimientos tradicionales y recursos genéticos, así como el procedimiento para resolver el surgimiento de posibles conflictos de interés.	Clarificar algunos supuestos de titularidad de la PI, entre ellos, la derivada del uso de conocimientos tradicionales y recursos genéticos, así como el procedimiento para resolver el surgimiento de posibles conflictos de interés.

Fuente: Elaboración propia a partir de Argüello, 2021.

De manera general, entre los principales desafíos para contar con una sólida normativa institucional por parte de las universidades estatales sobresalen los siguientes: generar reglas de titularidad claras, generar incentivos económicos que estimulen la generación de más PI, incorporar el reconocimiento de estos productos en el régimen de ascenso profesional, que con excepción del ITCR, no los reconoce.

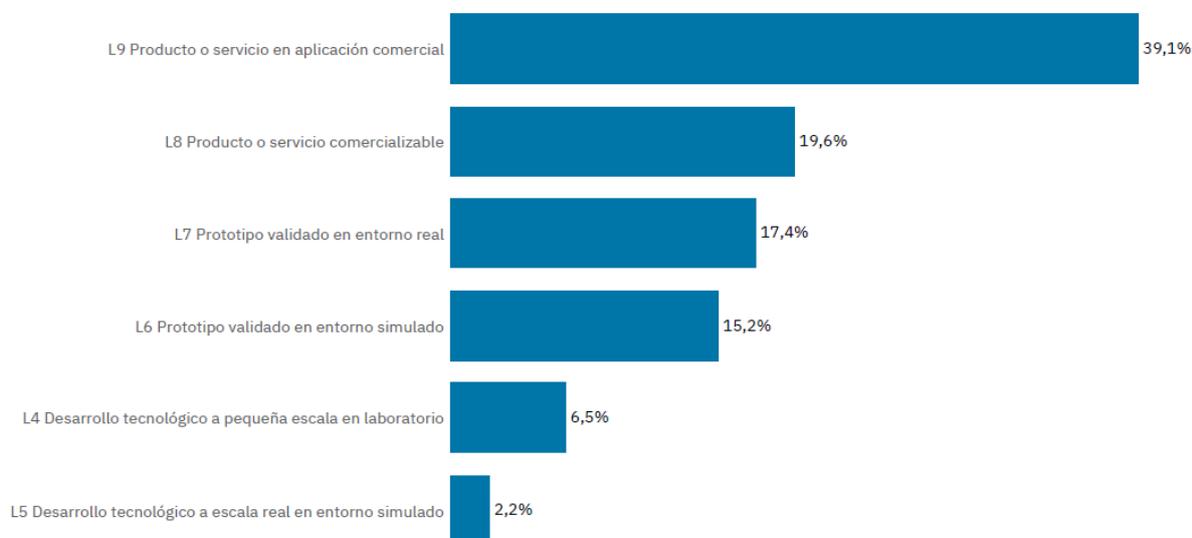
Existe un amplio grupo de tecnologías (39,1% del total) que habría alcanzado el nivel máximo de madurez tecnológica (L9), que permite ser introducidas a la sociedad (gráfico 18). Dos ejemplos son las tarjetas escalonadas para la identificación de billetes, descrita antes, y el desarrollo de Papaya in vitro o Papaya híbrido Pococí. Esta última consiste en una nueva variedad de papaya, de calidad superior a las variedades criollas presentes en el país, que no eran aptas para la comercialización a nivel internacional.

Esta innovación, protegida mediante el secreto industrial, es aprovechada por productores nacionales, incluyendo a productores de almácigos, cooperativas y asociaciones. Su exportación ha generado divisas para el país por un monto acumulado superior a los 28.1 millones dólares estadounidenses. Adicionalmente, la UCR desarrolló un protocolo de reproducción licenciado a una empresa nacional y a un emprendimiento de un graduado de la Universidad (Cortés-Muñoz, 2020; Vicerrectoría de Investigación UCR, 2020).

Cabe aclarar que no toda invención necesariamente tiene que pasar de manera lineal por todas las etapas. Un ejemplo de ello es el caso de una tecnología aplicable en el sector artístico, a diferencia de un medicamento: en este último caso su desarrollo sí deberá transcurrir por todas las etapas de madurez.

Gráfico 18

Nivel de madurez tecnológica de las tecnologías licenciables disponibles (porcentajes)



Fuente: Elaboración propia con datos del Portafolio de Tecnologías Licenciables del portal HIPATIA, disponible en: <https://hipatia.cr/dashboard/tecnologias-licenciables>

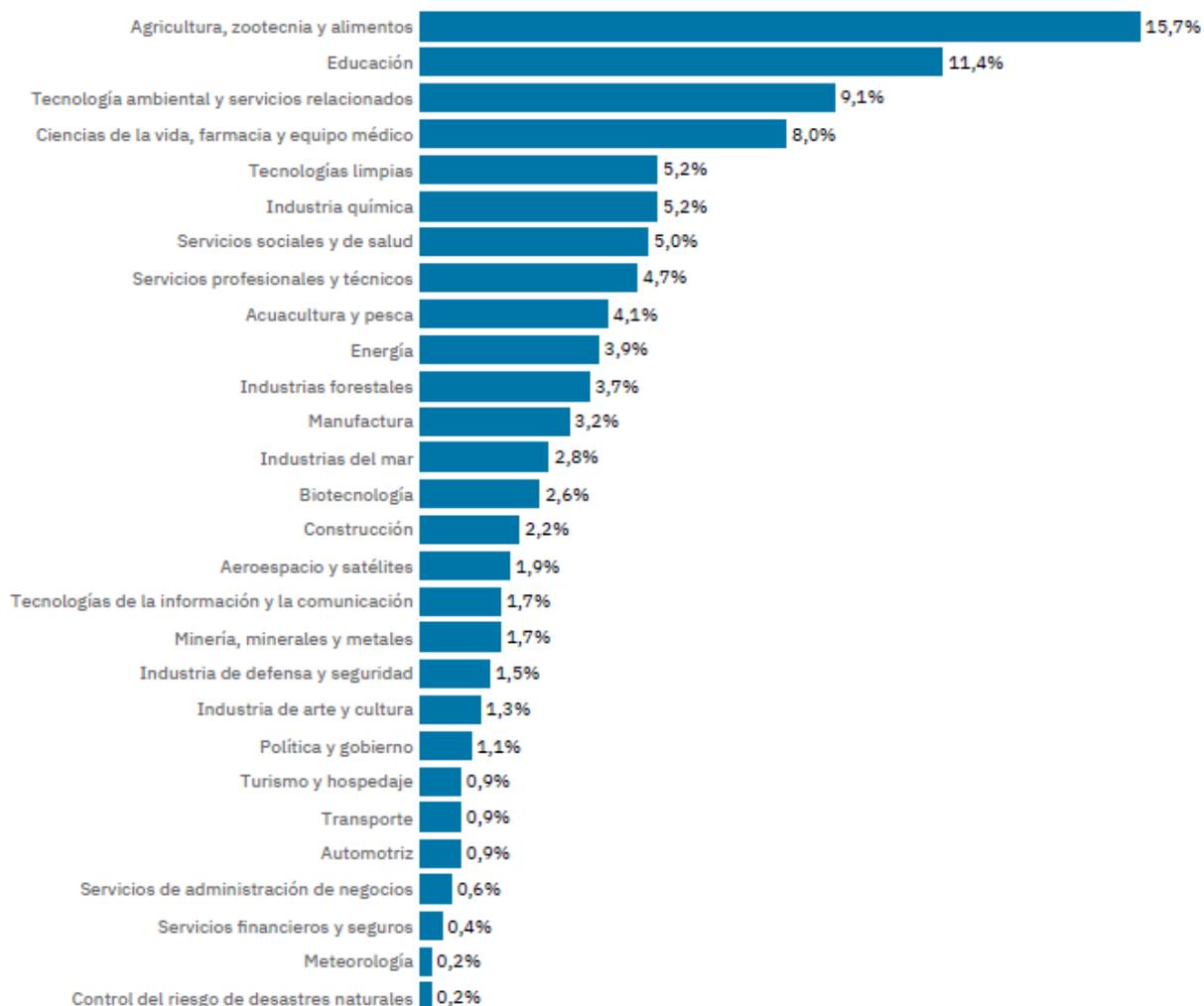
Transferencia de conocimientos mediante la oferta de servicios técnicos

La venta de servicios técnicos es otra de las modalidades de vinculación externa que implementan las cinco universidades estatales. Argüello (2021) llama la atención sobre una serie de vacíos que persisten en la normativa universitaria que rige esta actividad, cuya resolución podrá incidir en una mayor vinculación universidad-sociedad (recuadro 2).

En la actualidad, se registran 687 servicios orientados a 24 sectores de aplicación, entre los cuales destacan los cuatro siguientes: Agricultura, zootecnia y alimentos, Educación, Tecnología ambiental, y Ciencias de la vida, farmacia y equipo médico (gráfico 19).

Gráfico 19

Sectores de aplicación de la oferta de servicios técnicos (cantidad de menciones)



Fuente: Elaboración propia con datos del Buscador de servicios técnicos del portal HIPATIA, disponible en: <https://hipatia.cr/dashboard/oferta-de-servicios-tecnicos>

La contratación de estos servicios por parte del sector privado resulta habitual. Del total de servicios disponibles, el 65% fue vendido en al menos una ocasión a empresas privadas en los últimos dos años. En los casos del TEC, UNA y UCR el porcentaje ronda entre el 68% y 76%. En el otro extremo se encuentra la UNED que no ha colocado ninguno de los servicios registrados, así como la UTN cuyos cuatro servicios disponibles, según la consulta efectuada, sí han sido contratados por las empresas (gráfico 20).

A pesar de la importancia que reviste el aval de las certificaciones de calidad, más del 70% de los servicios registrados no cuenta con ellos. El TEC lidera estos esfuerzos con un 42% mientras que, en contraste, la UNED y UTN no cuentan con servicios certificados (gráfico 21). Un mayor avance en esa dirección podría incrementar sus posibilidades de contratación. Así se desprende de una consulta efectuada por el equipo técnico del portal HIPATIA a empresas pertenecientes a las cadenas globales de valor de las industrias farmacéutica y de

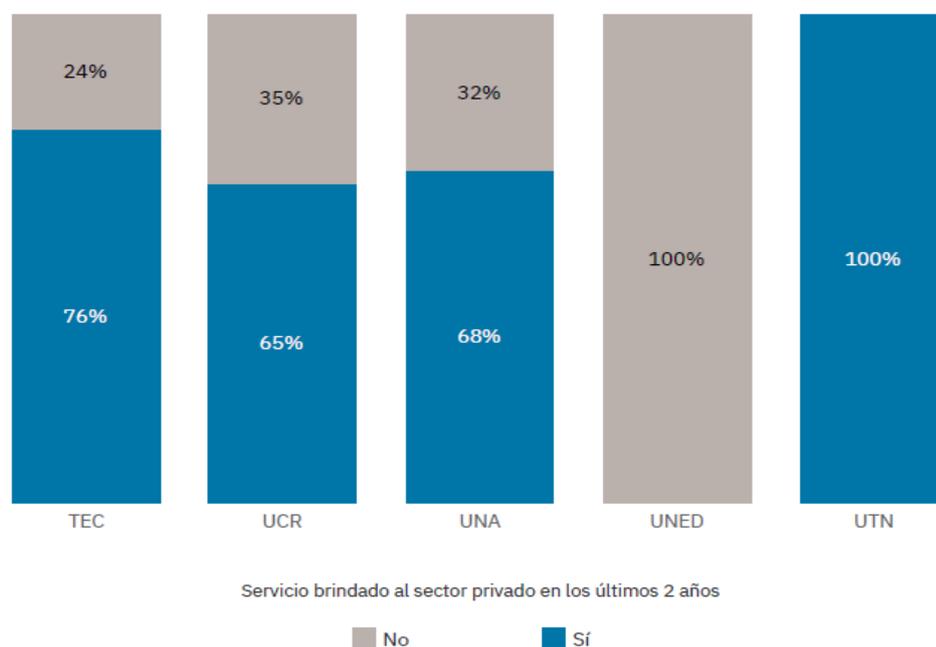
dispositivos médicos, para las que la disponibilidad de servicios que cuenten con ese aval es una de las razones que les habilitaría una mayor incursión en actividades de I+D en el país.

En este sentido, existe una oportunidad no aprovechada por la academia, de colocar una serie de servicios técnicos que esas empresas actualmente contratan en el extranjero; entre estos están los siguientes: biocompatibilidad, análisis microbiológicos, desarrollo y prueba de nuevos materiales, impresión de placas de circuitos impresos (PCB), extrusión e inyección de resinas especiales, ensayos destructivos⁵.

El cuadro 3 detalla la amplia diversidad de certificaciones adjudicadas a los servicios ofertados. En conjunto se identifican más de 90 certificaciones. En este contexto, se plantea la conveniencia de que estudios posteriores precisen las certificaciones particulares relevantes en virtud de la demanda nacional de servicios técnicos de parte de las empresas, pero que no forman parte de la oferta brindada por las unidades de I+D de las universidades. Dicha precisión representa un primer paso para la determinación de vacíos y oportunidades para lograr una mayor correspondencia entre la oferta y los requerimientos de los sectores socio-productivos.

Gráfico 20

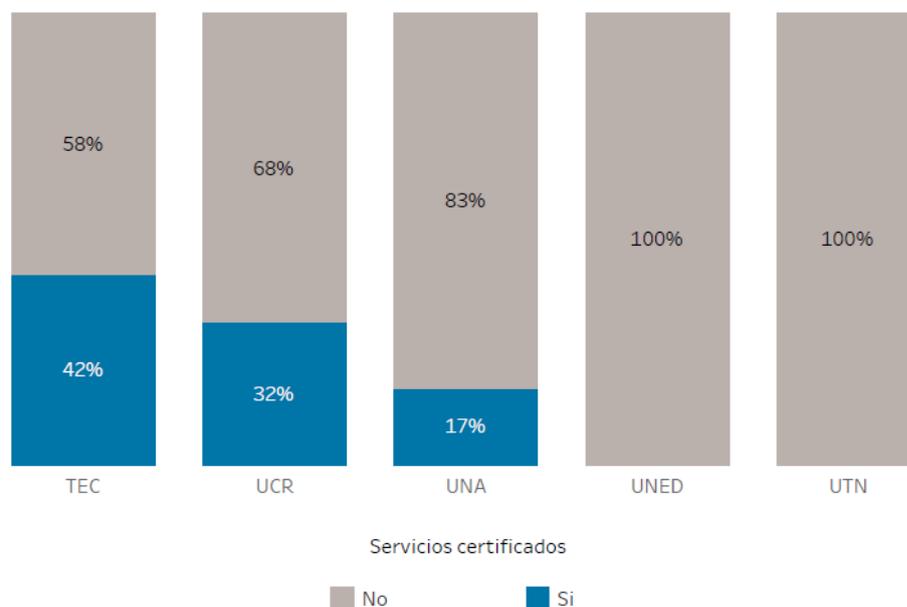
Servicios brindados al sector privado en los últimos 2 años por universidad^{a/} (porcentajes)



^{a/}Incluye información de 304 servicios y 69 unidades de I+D que actualizaron información en el 2021.
Fuente: Elaboración propia con datos del portal HIPATIA, disponible en: <https://hipatia.cr/>

⁵ Los resultados de esa consulta están disponibles en el Panel “Estadísticas de I+D en industrias farmacéutica y de dispositivos médicos” del portal HIPATIA, disponible en: <https://hipatia.cr/dashboard/id-stat>

Gráfico 21
Servicios técnicos que cuentan con alguna certificación de calidad según universidad
 (porcentajes)



Fuente: Elaboración propia con datos del portal HIPATIA, disponible en: <https://hipatia.cr/>

Cuadro 3
Certificaciones de calidad que poseen las universidades

Certificaciones		
AASHTO	C12.2	INTE ISO 9806
ABEM	AAPIA-CFIA	INTE ISO/IEC 1720:2012
ANSI C12.1	CIE 121	INTECO ISO 9001:2008
ANSI C12.20	CIPAC	IRAM 2414:2000
AOAC	CMMI V 2.0	ISO
API	CSA C358-03	ISO 10012
SUMEL-ARESEP	CSA-191-04	ISO 14707-2000
ASME	CVO	ISO 17025
ASQ	D-2435-AASHTO	ISO 17043
ASTM	FANUC	ISO 9001
ASTM A247	FDA	ISO 15189
ASTM B117-09	GB 21456-2014	LE 028-R01
ASTM D1644-01	HACCP	LE 122
ASTM D3359-09e2	IEC 61000-4-30	LE 122-A01
ASTM D4329	IEC 60068-2-75	LE 122-A02
ASTM D4541-02	IEC 60335-2-21-2012	NIOSH

ASTM D4587	IEC 60529	NIST 1976b
ASTM E112	IEOM	NIST 640e
ASTM E1558	IES LM-09	NIST 676a
ASTM E18	IES LM-79	NIST SRM 660c
ASTM E3	IESNA LM-66	NOM 015-ENE
ASTM E340	INTE E11-3	OIE
ASTM E381	INTE E16-3	OIML
ASTM E384	INTE E17-3	OSHA
ASTM E407	INTE E17-4	PFGE
ASTM E45	INTE E19-3	R2008
ASTM E92	INTE ISO/IEC 17025	RTC
AWS	INTE ISO 9712	ASTM D2240
BAM	INTE ISO/IEC 17025:2005	TAPPI
BIPM	INTE ISO/IEC- 17025:2017	VSMOW
C12.1	INTE ISO 17025	VPDB

Fuente: Elaboración propia con datos del portal HIPATIA, disponible en: <https://hipatia.cr/>

Recuadro 2

Normativa de las universidades del CONARE para la venta de servicios.

Si bien el TEC, la UCR, la UNED y la UNA cuentan con una amplia normativa de venta de servicios, a excepción del TEC y la UTN, esa normativa considera que este tipo de actividades es adicional a la acción sustantiva tradicional (docencia, investigación y extensión) y se debe realizar fuera de la jornada académica asignada. Lo anterior, sumado al hecho de que no se le reconoce como criterio de evaluación en el régimen de ascenso profesional, desincentiva un involucramiento más intenso del personal académico en este tipo de actividades. Es por ello que en esas instituciones se recomienda asignar tiempo dentro de la jornada académica para realizar actividades de venta de servicios, así como incluir en el régimen de ascenso profesional criterios de evaluación que reconozca la labor en actividades de vinculación externa.

Adicionalmente, en el caso de la UNA, al ser ésta y no la Fundación la que presenta directamente las ofertas al sector externo (esta última únicamente funge como intermediaria laboral y administradora de los recursos), los funcionarios que se contratan se tienen que son funcionarios de la institución con toda la carga salarial y de seguridad social que eso implica. Esto ocasiona que la carga financiera de los proyectos sea muy elevada y difícil de cumplir, ya que al trasladarse los costos al precio final que se cobra al sector externo se vuelven poco competitivas, motivo por el cual muchas personas de la academia prefieren no incurrir en actividades de venta de servicios. Por ello se recomienda redefinir el rol de esa fundación universitaria como instrumento de apoyo a la gestión

financiera de la venta de servicios

Asimismo, debido a que la UTN no cuenta a la fecha con un marco normativo en venta de servicios, se recomienda crear y aprobar la normativa pertinente para regular esas actividades de vinculación externa.

Fuente: Tomado de Argüello, 2021.

Una sugerencia práctica: la creación de pipelines de tecnologías en áreas de mayor amplitud y profundidad de la innovación de las universidades del CONARE

El análisis sobre las tecnologías licenciables que generan las universidades públicas costarricenses ha permitido identificar áreas de mayor madurez en la investigación. Sin embargo, esos esfuerzos, aunque dirigidos a un mismo sector, se generan en la actualidad de manera aislada. Las universidades del CONARE podrían sacar mayor partido si, tomando experiencias de otras instituciones académicas a nivel internacional⁶, diseñan y presentan a la sociedad “pipelines” o línea de trabajo sistémicas y articuladas en áreas temáticas o sectores específicos en los que han acumulado mayor experiencia. Se trata de sectores en los cuales las instituciones pueden demostrar un alto nivel de competencia.

Cada pipeline resume de manera gráfica el portafolio disponible de conocimiento generado por la institución dirigido a ese sector. Indica las soluciones que han ideado, las ventajas que representan con respecto a otros productos o servicios disponibles en el mercado y el nivel de madurez tecnológica que ha alcanzado cada tecnología.

Esta estrategia de posicionamiento podría dar credibilidad adicional y valor agregado a los proyectos innovadores ante los sectores potencialmente interesados, al tiempo de que podría contribuir a un trabajo articulado y entrelazado entre las universidades estatales. Entre otras ventajas, facilitaría pasar de un repositorio de proyectos innovadores que se van generando de manera aislada, como ocurre en la actualidad, a estrategias para desarrollar y gestionar “líneas de trabajo” más permanentes que atiendan objetivos expresamente articulados a nivel institucional o interinstitucional y en las que pueda alcanzarse mayor sofisticación o intensidad en I+D.

Estos “pipelines” estarían conformados por una cartera de invenciones que vayan madurando tecnológicamente de manera orgánica, ya sea dentro de una misma institución o incluso, considerar la posibilidad de integrar y entrelazar una gestión de carácter interinstitucional.

Podría pensarse en la creación de un pipeline interinstitucional de tecnologías dirigidas a la industria agroalimentaria. En función de las tecnologías desarrolladas a la fecha, este pipeline contempla, por una parte, una estructura basada en 4 de líneas de trabajo más relacionadas con el agro (figura 2.a), a saber:

- Bio-refinería de masa residual
- Nuevos protocolos y variedades
- Agronomía de precisión
- Inocuidad en producción

⁶ Monash University en “Life Sciences”, “MedTec” y “Engineering”, disponible en: <https://www.monash.edu/industry/commercialisation/license-technologies>

Además, hay otras líneas de investigación relacionadas con la industria alimentaria que podrían ser de interés (figura 2.b):

- Alimentos nutracéuticos
- Procesos nuevos y mejorados para la producción alimentaria
- Plataforma informática
- Nuevos alimentos a partir de biomasa residual

Figura 2
Propuesta de pipeline de tecnologías licenciables de las universidades del CONARE, dirigidas a la industria agroalimentaria

a. Agricultura



b. Industria alimentaria

Solución	Nivel de madurez tecnológica									
	L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7	L8	L9	
Alimentos nutraceuticos	Proceso para obtener extractos de mora, evitando la degradación de antioxidantes que actúan como agentes anticancerígenos					No requiere pasteurización y mantiene las propiedades nutricionales				UCR
	Tecnología para la producción de jugo de noni clarificado					Mantiene sus propiedades terapéuticas				UCR
Procesos nuevos y mejorados para producción alimentaria	Técnica de fritura al vacío de mango			Conserva los atributos nutricionales, color y sabor. No genera sustancias perjudiciales para la salud humana como la acrilamida						UCR
	Técnica de fritura al vacío de papaya			Conserva los atributos nutricionales, color y sabor. No genera sustancias perjudiciales para la salud humana como la acrilamida						UCR
	Técnica de fritura al vacío de piña			Conserva los atributos nutricionales, color y sabor. No genera sustancias perjudiciales para la salud humana como la acrilamida						UCR
	Sistema integrado de producción de cultivo de microalgas			Limpia aguas residuales, captura CO2 y libera oxígeno						ITCR
Plataforma informática	Sistema de comercio electrónico entre productores y consumidores de café gourmet.						Aumenta la competitividad al eliminar la intermediación			UNA
Nuevos alimentos a partir de biomasa residual	Bebida fermentada a partir de la broza del café.							Mantiene intactas sus propiedades		ITCR

Fuente: Elaboración propia con datos del Portafolio de Tecnologías Licenciables del portal HIPATIA, disponible en: <https://hipatia.cr/dashboard/tecnologias-licenciables>

Discusión y conclusiones

La evolución del quehacer de investigación de las universidades del CONARE durante los últimos doce años, evidencia el liderazgo sostenido de la UCR, así como un avance progresivo por parte de la UNA. En contraste, las otras tres universidades estatales presentan una participación promedio baja a lo largo del periodo de estudio.

A pesar de las recomendaciones sobre la importancia de que las universidades estatales mantengan una visión amplia y humanista en la que se genere conocimiento en todas las disciplinas (Gutiérrez, 2021)⁷, en la práctica la intensidad del quehacer investigativo no es parejo en las diferentes áreas académicas. El estudio encuentra una mayor intensidad o cierta especialización de la labor investigativa en las siguientes disciplinas: Agricultura, Silvicultura y Pesca; en Biología y en Educación general. En contraste, otras como Historia y Arqueología y Artes realizan menos esfuerzos en esa dirección.

También se identifica una baja actividad de investigación en Ingeniería y Tecnología, área de vital importancia para un país cuyo estilo de desarrollo se basa en la incorporación de valor agregado y la participación en cadenas globales de valor de alto contenido tecnológico. La investigación reciente en disciplinas que en mayor o menor grado se relacionan con las tecnologías emergentes vinculadas con la cuarta revolución industrial es mínima y en general, alcanza solo el 4,6%. En estos temas se enmarcan retos y oportunidades que

⁷ Este escenario al que contribuiría, por una parte, la autonomía institucional, y por otra el hecho de que las universidades no priorizan áreas del conocimiento a la hora de asignar el presupuesto de investigación,

intersectan una diversidad de actividades económicas y de la vida cotidiana de la sociedad costarricense

En Costa Rica las universidades públicas no establecen una priorización temática o disciplinaria explícita que encauce los procesos de investigación, aunque la UCR y la UNA tienen el mandato de potenciar la investigación en las distintas áreas del conocimiento (Gutiérrez, 2021; UCR, 2021). En la práctica, sin embargo, se discierne una concentración en ciertas temáticas en las que coinciden al menos dos de las cinco universidades y en las que se trasluce una alta relevancia para la sociedad como un todo. Entre ellas destacan las siguientes: seguridad alimentaria; estudios de género y atención a la niñez y población adulta mayor; epidemiología y promoción de la salud; educación primaria, secundaria, superior y enseñanza del inglés y de otras materias; análisis de la diversidad genética; investigación agronómica (la cual puede incluir entre otros aspectos el análisis de especies vegetales de interés mediante enfoque de biotecnología); cambio climático; manejo integral cuenca de ríos y recursos hídricos; desarrollo sostenible y políticas públicas.

Se encuentra una correspondencia parcial entre las disciplinas con mayor actividad de investigación y las temáticas predominantes identificadas en el estudio. Esto se debe fundamentalmente a que este tema se analiza por medio de dos aproximaciones muy distintas, la clasificación de los proyectos por disciplina y el análisis de minería de texto, los cuales muestran resultados parcialmente convergentes. Por otra parte, y en adición a lo anterior, este hallazgo podría estar afectado por varios factores. A manera de hipótesis podrían mencionarse asuntos relativos al pequeño tamaño de las comunidades de investigación, pues si éstas fueran más amplias, en teoría podrían identificarse patrones más claros a lo largo del tiempo. Las diferencias de productividad entre el personal académico de las distintas áreas del conocimiento, podría ser otro factor. Así, por ejemplo, una temática predominante como cáncer gástrico, puede ser abordada por investigadores asociados con diversas disciplinas como Biología, Nutrición, Salud pública o Medicina clínica, quienes, a su vez, pueden hacerlo con distinto grado de productividad. Asimismo, la heterogeneidad en el grado de diversificación de temas que estudian las comunidades podría incidir en esa escasa correspondencia. Ello por cuanto en ciertas disciplinas, quienes investigan podrían enfocar o profundizar su labor sobre todo en ciertos temas, por ejemplo, veneno de serpientes, y por ende ese tema se evidenciaría en el análisis de minería de texto efectuado como una “temática predominante”, mientras que las investigaciones realizadas en el marco de otras disciplinas podrían versar sobre un amplio espectro de temas que no llegan a manifestarse como temática predominante en ese análisis. Por su importancia para la formulación de política científica, así como en la evaluación del desempeño del quehacer de investigación, este tipo de consideraciones amerita abordarse en estudios posteriores.

Una mirada enfocada en la UCR⁸ evidencia que, durante la primera etapa del periodo analizado, que va del 2009 al 2014, las apuestas temáticas versaron principalmente sobre desarrollo sostenible, atención de la niñez y cáncer gástrico. Entre los años 2015-2020, destacan temas también de indiscutible relevancia, en los ámbitos de salud humana y animal, conservación ambiental y social como son el estudio de bacterias del género *Clostridium*, el manejo integral de cuencas de ríos y recursos hídricos, y violencia contra las mujeres, administración pública y política. Otros temas como: cambio climático, análisis de diversidad

⁸ Institución que concentra el 70,1% de los proyectos registrados en los doce años comprendidos en este análisis.

genética a nivel molecular y estudios sobre venenos de serpientes han prevalecido a través del tiempo.

Es importante destacar la consolidación de la comunidad de investigación en el área biomédica en Costa Rica, los resultados de cuyo quehacer se evidencian en este análisis. Información detallada sobre los nexos y publicaciones científicas de la investigación que realiza esta comunidad pueden consultarse en la aplicación “Grupos de investigación” del portal HIPATIA, así como en la rica reflexión sobre sus contribuciones al país, en Gutiérrez (2021).

La relevancia de los temas de investigación más recurrentes de las universidades del CONARE se evidencia también tanto en la amplia perspectiva territorial que abordan como en la intersección con la mayor parte (14) de los 17 ODS. No obstante, llama la atención que el “fin de la pobreza”, uno de los desafíos que afecta de manera más contundente a la sociedad costarricense, es uno de los tres que no se refleja en el análisis. Los otros dos son: ciudades y comunidades sostenibles y alianzas para el logro de objetivos.

El abordaje que sigue el estudio no necesariamente identifica las áreas en las que las instituciones tienen un desarrollo más maduro o en las que se hayan establecido escuelas de pensamiento con cierta sistematicidad. En la medida en que las instituciones no establecen áreas prioritarias de investigación, la identificación de los temas predominantes en las cuales se canaliza este quehacer en la práctica podrá ser una herramienta que genera evidencias importantes para apoyar la gestión científica académica. En ese sentido, la información aportada por este análisis puede concebirse como un indicador de las capacidades de conocimiento tácito y de resultados de la inversión que realizan las instituciones en I+D y de su pertinencia en la medida en que atienden los desafíos relevantes de la sociedad. Otras universidades latinoamericanas, como es el caso de la Universidad de La Frontera de Chile, cuyo plan estratégico de desarrollo sí establece áreas prioritarias, ha utilizado este abordaje tanto para la detección de esas capacidades acumuladas como para la identificación de áreas emergentes no priorizadas que podrían tener alto impacto (Padilla *et al.*, 2016).

Las universidades públicas son un actor protagónico de los sistemas nacionales de innovación. Por tanto, se espera de ellas que, en adición a su quehacer tradicional ligado a la docencia e investigación, generen una serie de mecanismos para transferir los resultados de la investigación con miras a lograr un máximo aprovechamiento del conocimiento generado en el entorno social, cultural y productivo del país. Dentro de esta visión, el estudio encuentra que la transferencia del conocimiento, mediante el licenciamiento a terceros de tecnologías propietarias, a la fecha no es una modalidad de transferencia sustantiva. Únicamente se registran 46 iniciativas disponibles para las cinco universidades estatales y fundamentalmente se trata de un esfuerzo por parte de la UCR, institución que aporta el 70% de ellas.

Son muchos y de distinta naturaleza los factores que podrían incidir en la escasa producción. Como se escapa de los objetivos de este estudio responder con precisión y rigurosidad a ese tema, únicamente se mencionan algunos aspectos que ameritan un análisis *ad hoc* en un estudio posterior. La existencia de resultados de investigación que puedan ser transferibles o que sean susceptibles de generar PI es una condición fundamental para realizar esta vinculación con la sociedad. Un número escaso de tecnologías disponibles podría estar afectado, en teoría, por el hecho de que no toda investigación arroja resultados que puedan ser sujetos de PI y ese hallazgo podría estar indicando un estilo de investigación que no necesariamente esté animado por la vinculación externa mediante este tipo de modalidad.

Asimismo, más allá del grado de eficiencia de las OTTs para gestionar estos proyectos, una mayor intensidad de investigación de carácter básico versus la aplicada o de desarrollo experimental, se suma a la diversidad de factores que contribuirían a explicar este hallazgo. Lo anterior por cuanto la generación de PI es más esperable como resultado de la investigación aplicada y de desarrollo experimental, mientras que el resultado “más natural” de la investigación básica son las publicaciones científicas en revistas especializadas (Gutiérrez, 2021).

Debido a que las universidades no respondieron a la consulta sobre la diferenciación según el tipo de los proyectos de investigación que realizan, no fue posible establecer el tipo de relación propuesta por Gutiérrez. Argüello (2021) asocia una serie de desafíos pendientes de la normativa universitaria con la escasa generación de tecnologías licenciables, entre ellos, la falta de reglas de titularidad claras para la gestión de la propiedad intelectual, incentivos económicos que no estimulan la generación de más PI y el hecho de que a excepción del TEC, este quehacer no es compatible con el régimen de ascenso profesional.

Valga aclarar que, en el caso del TEC, contar con dicho incentivo no ha sido suficiente para estimular la generación de más proyectos innovadores pues su aporte es significativamente inferior al de la UCR. Ello podría sugerir una limitada cultura emprendedora y de innovación prevaleciente en ciertos sectores académicos. Gutiérrez (2021), refiriéndose a la UCR, reconoce que las actividades de vinculación externa remunerada no siempre se han estructurado de una manera planificada ni en el contexto de una conceptualización institucional suficientemente clara que integre adecuadamente lo académico y lo social.

Los hallazgos indican que la visión solidaria, aquella que no persigue únicamente un fin económico, tiene un rol importante entre las motivaciones que orientan a esta modalidad de transferencia. Más de un tercio de las invenciones contempla la posibilidad de beneficiar a una gama amplia de actores sociales sin que necesariamente medien regalías a cambio de su aprovechamiento. Adicionalmente, el hecho de que en su mayoría se negocian mediante contratos no exclusivos -como es el caso de la UCR- contribuye a que la apropiación de ese conocimiento no se dé únicamente en el ámbito privado. Este hallazgo es consecuente con la opinión de Rueda *et al.*, 2020 y Gutiérrez, 2021 quienes coinciden en que el vínculo con el entorno debe equilibrar la perspectiva económica y la social, y afirman que lo que aleja a estas instituciones de su misión es trabajar exclusivamente desde una óptica económica del desarrollo. De acuerdo con estos resultados, las OTTs deberán contar con una batería de indicadores para monitorear la eficiencia de esta actividad, que reflejen tanto el retorno económico como otro tipo de indicadores que rescaten el impacto en la orientación social.

Las mayores competencias en la generación de PI se dirigen hacia la industria agroalimentaria. Dada la casi inexistente colaboración entre las universidades y el hecho de que esos esfuerzos, aunque dirigidos a un mismo sector, se generan de manera aislada, el estudio propone la implementación de una estrategia de trabajo de naturaleza sistémica, consistente en el desarrollo y presentación a la sociedad, de “pipelines” o “línea de trabajo” resultantes del quehacer articulado y entrelazado entre las universidades estatales.

Esta estrategia compartida facilitaría pasar de un repositorio de proyectos innovadores que se generan como esfuerzos aislados, a desarrollar sinergias, redes de innovación y gestionar “líneas de trabajo” más permanentes para atender objetivos expresamente articulados a nivel institucional o interinstitucional, que promuevan la acumulación de capacidades, experiencia y buenas prácticas en el desarrollo de la PI. Esa práctica a su vez, podría conducir a idear y desarrollar nuevos modelos de carácter asociativo que aprovechen mejor los

recursos y capacidades existentes, en procura de un aprovechamiento más proactivo de la innovación generada en conjunto por las instituciones del CONARE e incluso, contar con la participación de otros centros de investigación estatal.

Una referencia internacional de un modelo de esta naturaleza es la conformación de los “HUBs” de transferencia tecnológica que buscan contribuir a impulsar la investigación e innovación tecnológica en las instituciones de educación superior de Chile y la explotación comercial de los resultados de su I+D a nivel nacional y sobre todo, a escala internacional. Estos HUBs funcionan a manera de “brókers” para consolidar la relación universidad-empresa, que a través de su especialización⁹, complementan la labor de transferencia de las OTTs y juegan un rol fundamental en la identificación de necesidades de la industria y la sociedad para orientar la investigación de las universidades y centros de investigación que los integran (Rodríguez, *et al.*, 2019).

La implementación de modelos de carácter asociativo podría incorporar actores estratégicos como el Sistema de Banca para el Desarrollo (SBD), dentro del marco de la implementación del Programa Arrecifes de Innovación¹⁰. Este Programa propone articular alianzas de actores empresariales, tecnológicos, académicos y sociales capaces de apoyar proyectos de innovación transformativa que resuelvan problemas esenciales para las comunidades locales y que a la vez son de relevancia para la comunidad nacional (Bullón, 2021).

Asimismo, en lo concerniente a la introducción de las tecnologías en la sociedad, el hecho de que sean parte de una línea de trabajo consistente de la institución y no un desarrollo aislado, es un atributo que contribuirá a destacar la credibilidad del equipo inventor tanto a nivel científico, tecnológico, como comercial. Aunque este factor no tenga que ver con el valor intrínseco de una tecnología, influye considerablemente: esta reputación ayuda a reducir la incertidumbre técnica o comercial que siempre se asocia a un resultado de I+D (Rey, 2012).

El estudio encuentra una correspondencia entre los sectores a los cuales se dirigen mayoritariamente las actividades de vinculación externa con las áreas de especialización de las universidades, medido esto último en función de las disciplinas en las que se concentra su quehacer de investigación. Tanto Rueda *et al.* (2020) como Gutiérrez (2021) reconocen la importancia de esta correspondencia y coinciden en que, si una institución realiza una actividad diferente de su esencia o que no sea el corolario del desarrollo académico, tal actividad podría no ser realizada de forma eficiente ni tendría una contribución de impacto de la universidad hacia la sociedad.

Tanto las tecnologías licenciables como la venta de servicios se orientan principalmente al sector agro, en el cual se identifica un destacado quehacer investigativo. Estos hallazgos son consistentes con una mayor fortaleza de carácter histórico de la vinculación externa en el área de Ciencias Agrícolas descrita para la UCR (Adamson y Herrera, 2005 en PEN, 2014).

⁹ Si bien estos HUBs chilenos (HUB APTA, KNOW HUB Chile y HUB TECH) no han nacido con una vocación de especialización sectorial, la institución que les financia, CORFO, “se ha propuesto privilegiar la explotación de resultados de I+D en sectores de interés prioritario para Chile, como la agricultura y la acuicultura, la salud, la producción industrial y la energía... se prevé que la orientación futura de cada HUB hacia uno o varios sectores, venga determinada por las caducidades de las universidades integrantes de cada consorcio para producir resultados de I+D con alto potencial comercial en un área concreta” (Rodríguez *et al.*, 2019)

¹⁰ El Programa Arrecifes de Innovación fue elaborado por el Programa Estado de la Nación al amparo de un Convenio General entre la Secretaría Técnica del SBD y el CONARE. Como parte de la iniciativa, actualmente se desarrolla una fase piloto previa a su escalamiento por parte de la SBD.

En ese sentido, y como se retoma más adelante, esas actividades se relacionan mayormente con los sectores tradicionales de la economía y menos con aquellos de contenido tecnológico que han emergido en las últimas décadas como resultado de una priorización de la política pública en procura de la transformación productiva hacia una estructura más compleja y diversa. Entre estos sectores destacan las industrias de dispositivos médicos, electrónica, aeroespacial, y servicios especializados y de manera más reciente, se ha agregado el área de la bioeconomía (Micitt, 2021).

La actividad innovadora de la academia orientada a atender las necesidades de sectores como el de dispositivos médicos considerado de interés público y nacional (Poder Ejecutivo, 2020) es muy escasa. Este sector se encuentra conformado por un enclave de más de 80 empresas de capital nacional e internacional responsables del primer bien de exportación del país. Dada la fractura existente en la sofisticación tecnológica del tejido productivo local y extranjero instalado en el país dentro de esta industria, fortalecer la transferencia de conocimiento a proveedores locales podría contribuir a aumentar sus capacidades tecnológicas del tipo catching-up y mediante el acceso a licenciamientos y alianzas con la academia y por esa vía, promover los limitados encadenamientos productivos existentes. Un ejemplo de tecnologías disponibles que apuntan a este sector es el “Tamizador de cáncer de mama” generado por la UNA. La escasa oferta de tecnologías en esta rama así como los requerimientos de certificaciones de calidad en los servicios técnicos que actualmente las empresas compran en el extranjero, son factores que redundan en una pérdida de oportunidades de vinculación academia-empresa en la que se beneficiarían todos los actores implicados, incluyendo el país, al propiciar una mayor inserción en cadenas globales de valor (GVC) de alto contenido tecnológico.

Como parte de las recomendaciones al país realizadas en el marco del proceso de incorporación a la OCDE, los expertos en innovación enfatizaron un reto pendiente que enfrenta Costa Rica: aumentar las capacidades tecnológicas de las empresas nacionales para potenciar los encadenamientos productivos. Para atender este desafío, insistieron en la importancia de fortalecer la transferencia tecnológica por parte de las universidades (OCDE, 2017).

Por otra parte, se logró identificar una importante correspondencia entre los proyectos innovadores y la “Estrategia Nacional Bioeconomía. Costa Rica 2020-2030”. En esa medida, la investigación universitaria puede estar atendiendo propósitos estratégicos como el fomento del desarrollo productivo rural sostenible a partir de la agregación de valor en la producción agrícola y una mejor gestión ambiental de los procesos productivos del sector (MICITT, 2020). Al menos 18 tecnologías licenciables apuntan a cuatro de los cinco ejes estratégicos que contempla la Estrategia, a saber: bioeconomía para el desarrollo rural, bioeconomía avanzada, biodiversidad y desarrollo y biorrefinería de biomasa residual. Ejemplos son: “Bebida fermentada a partir de la pulpa de café”, “CR Gourmet café”, “Valorización del rastrojo de piña por un proceso de biorrefinería”, y “Dulcítico”, generadas por el TEC, UNA, UNED y UCR, respectivamente.

En el caso de la venta de servicios, Argüello (2021) recomienda atender la inadecuada regulación de esta actividad, especialmente en la normativa de la UCR, la UNED y la UNA. Esta normativa señala que este tipo de actividades es adicional a la acción sustantiva tradicional de docencia, investigación y extensión y que se debe realizar fuera de la jornada académica asignada. Ello, sumado al hecho de que no se le reconoce como criterio de evaluación en el régimen de ascenso profesional, desincentiva un involucramiento más

intenso del personal académico en este tipo de actividades. Implementar estos ajustes en la normativa universitaria estatal podría redundar en incrementar la venta de servicios como forma alternativa de consecución de recursos económicos y rendición de cuentas ante la sociedad costarricense.

Asimismo, ante la imposibilidad de homologar la normativa de vinculación externa de las cinco universidades estatales por cuanto cada universidad cuenta con normativa estatutaria propia que imposibilita un marco jurídico común, el autor insiste en la conveniencia de crear un marco normativo genérico, a partir del cual cada universidad regule sus propias especificidades. En ese norte, el seno del CONARE es el espacio natural para crear sinergias y esfuerzos sistémicos conjuntos.

Referencias

Documentos

- Argüello, D. 2021. Ajustes relevantes al marco normativo de universidades públicas que regulan las acciones de vinculación externa. En: <<https://hipatia.cr/historias?historia=175>>.
- Bourgeois, N., Cottrell, M., Lamasse, S y Olteanu, M. 2015. Search for Meaning Through the Study of Co-occurrences in Texts. En: <<https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01519217/document>>.
- Bullón, D. 2021. Alianzas intersectoriales para despertar nichos de innovación transformativa para la economía del bienestar. Producto 2.3 de la Carta de Entendimiento PEN-SBD del 2020. PEN, Conare.
- Caulfield, T. y Ogbogu, U. 2015. The commercialization of university-based research: Balancing risks and benefits. En: <<https://bmcmedethics.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12910-015-0064-2>>.
- Cortés, M. 2020. Generación de Innovación a través de la Transferencia del Conocimiento: Experiencia de la Universidad de Costa Rica. En: <<http://reduealcue.org/website/content/publicaciones/eriuniversidades/Cap-09.pdf>>.
- Cortés, M. 2021. Informe de Gestión 2016-2020. En: <<http://www.proinnova.ucr.ac.cr/wp-content/uploads/2021/01/Informe-de-gesti%C3%B3n-Proinnova-2016-2020.pdf>>.
- Galushko, V. y Sagynbekov, K. 2014. Commercialization of university research in Canada: what can we do better? En: <<http://dx.doi.org/10.5430/ijba.v5n5p1>>.
- Gutiérrez, J.M. 2021. Reflexiones desde la Academia: universidad, ciencia y sociedad. 2da edición. San José: Editorial UCR.
- HIPATIA. 2021. Portal HIPATIA del Programa Estado de la Nación. En: <<https://hipatia.cr/>>.
- Ibáñez, J. 2014. "Niveles de Madurez de la Tecnología", en *Economía Industrial* 393(1).
- Lomonte, B. y Ainsworth, S. (2002). "Publicaciones científicas de Costa Rica en el Science Citation Index: Análisis bibliométricos del trienio 1999-2001", en *Revista de Biología Tropical* 50 (3-4).
- Mesen, P., Vilchez, M., Alpízar, H., Segura, A., Barrantes, A., Sánchez, S., y Sáenz, S. 2019. Indicadores de la Investigación Universitaria. San José: Conare.
- MICITT. 2018. Indicadores Nacionales de Ciencia, Tecnología e Innovación. En: <https://www.micit.go.cr/sites/default/files/resumen_ejecutivo_indicadores_cti_2018_f.pdf>.
- MICITT. 2020. Estrategia Nacional de Bioeconomía. Costa Rica 2020-2030. En: <https://www.micit.go.cr/sites/default/files/estrategia_nacional_bioeconomia_cr_corregido.pdf>.
- MICITT. 2021. Plan Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (PNCTI 2022-2027). En: <<https://www.micit.go.cr/plan-nacional-ciencia-tecnologia-e-innovacion>>.

- Monash University. 2021. License our technologies. En: <<https://www.monash.edu/industry/license-technologies>>.
- OECD. (2007). Revised field of Science and Technology (FOS) Classification in the Frascati Manual. En: <<https://www.oecd.org/science/inno/38235147.pdf>>.
- OCDE. 2017. OECD Reviews of Innovation Policy: Costa Rica 2017. En: <<http://dx.doi.org/10.1787/9789264271654-en>>.
- Padilla, P., Coloma, J., Petit, J., Mena, L., Barrios, D., Weinacker, D., Vásquez, F., Villalobos, B., Alister, C. y Cancino, R. “Identificación de áreas temáticas científicas mediante el análisis de co-palabras. El caso de la Universidad de La Frontera, Chile”, en *Investigación Bibliotecológica* 31 (72).
- PEN. 2014. Informe Estado de las Capacidades en Ciencia, Tecnología e Innovación. San José: PEN, Conare.
- Poder Ejecutivo. 2020. “Declaración de interés público y nacional a la industria médica y de bienestar y a Costa Rica como centro de bienestar, innovación y ciencias de la vida”(decreto 42334 S-COMEX-MCSP. En: <http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_texto_completo.aspx?param1=NRTC&nValor1=1&nValor2=91613&nValor3=121025&strTipM=TC>
- Pollack, D. 2016. DOD Technology Readiness Levels Cheat Sheet. En:<cheatography.com/2754/cs/7097/>.
- Rey, A. 2012. Auto-diagnóstico del potencial comercial de una tecnología. En: <<http://www.upo.es/upotec/contenidos/articulos/2012/jun/18/auto-diagnostico-del-potencial-comercial-de-una-te/>>.
- Rodríguez, N, Casanelles, E y Marí, A. 2019. Nuevos modelos de innovación en Chile: los HUBs de transferencia tecnológica. En: <<https://kinglobal.com/es/artobservatorio/nuevos-modelos-de-innovacion-en-chile-los-hubs-de-transferencia-tecnologica/>>.
- Rueda, I., Acosta, B. y Cueva, F. 2020. “Las Universidades y sus prácticas de vinculación con la sociedad”, en *Revista Educación y Sociedad* 41 e218154. En: <<https://doi.org/10.1590/ES.218154>>.
- Sáenz, S. 2021. Indicadores de la Investigación Universitaria 2015-2019. San José: OPES, Conare.
- UCR. 2021. Planificación estratégica. Disponible en: <<https://vinv.ucr.ac.cr/es/planificacion-estrategica>>.
- Ulate, A. y Fallas, A. 2021. Investigación y desarrollo en la Universidad de Costa Rica. San José: Observatorio del Desarrollo, UCR.
- Vicerrectoría de Investigación de la UCR. 2020. Informe de labores 2020. En: <https://vinv.ucr.ac.cr/sites/default/files/files/Informe%20VI_2020.pdf>.

Comunicaciones personales

- Génesis Durán, 2021. Gestora de promoción de la innovación, PROINNOVA, UCR.
- Ana Cristina Rivas, 2021. Directora del Centro de Vinculación, TEC.

6. Anexos

Anexo 1

Ejemplo del último formulario dirigido a universidades para captar información de los proyectos de investigación

Este formulario pretende actualizar el inventario de proyectos de investigación, mediante la incorporación de aquellos proyectos iniciados por la institución a partir de enero de 2020. Cuenta con aquellos proyectos que cumplan con los siguientes requisitos:

1. El proyecto ha sido aprobado por la institución.
2. El proyecto tiene como fecha de inicio enero 2020 o posterior, y se encontrará vigente a diciembre 2021 o posterior, independientemente de su fecha de cierre.

Nombre de la institución: Universidad de Costa Rica						
Unidad académica que ejecuta el proyecto de investigación	Código del proyecto	Nombre del proyecto	Tipo de proyecto	Disciplina del proyecto^{a/}	Fecha de inicio	Fecha de finalización
Centro Investigación Ciencias Geológicas	B0242-21	Fortalecimiento De La Investigación En Estratigrafía Y Tectónica	Proyecto de Investigación Aplicada	Geología	19/12/2020	17/12/2021
Escuela Lenguas Modernas	B1907	Programa De Investigaciones En Literatura Comparada	Proyecto de investigación (sin especificar tipo)	Lenguas	01/08/2020	30/07/2021
Centro Investigación Desarrollo Sostenible	B4526	Manejo Integral Del Recurso Hidráulico En La Cuenca Del Río Abangares Para Su Utilización Prioritaria En Consumo Humano.	Proyecto de Investigación Aplicada	Ingeniería civil	01/01/2020	31/12/2022
Centro Investigación Identidad Y Cultura Latinoamericanas	B5903	La Etnicidad: Entre La Interculturalidad Y Las Identidades En América Latina	Proyecto de investigación (sin especificar tipo)	Historia y Arqueología	01/01/2020	31/12/2022
Centro Nacional Ciencia Y Tecnología Alimentos	B5A17	Mejoramiento De Técnicas Sensoriales Y Su Aplicación Desarrollo De Productos	Proyecto de Investigación Básica	Tecnología de alimentos	31/12/2020	30/12/2021

^{a/}La información sobre el tipo de proyecto de investigación no fue utilizada en el estudio debido a la escasa respuesta por parte de las universidades.

Anexo 2

Ejemplo de formato “One Page” para visibilizar la propuesta de valor de las tecnologías licenciables

Plantilla

Sector de aplicación

Salud y bienestar

Nivel de madurez tecnológica

L1 Investigación básica

Solución

Descripción de la solución

Descripción

Descripción de la tecnología

Necesidad

Descripción de la necesidad

Ventajas

Ventajas de la tecnología

Oportunidad de negocio

Oportunidad de negocio que busca



Propiedad intelectual

- Patente: Protección otorgada

Contacto

Nombre

Puesto

Teléfono: Teléfono
correo@correo.com

[Sitioweb](#)

Equipo investigador

Nombre persona investigadora
Instancia



Anexo 3

Temáticas predominantes de los proyectos de investigación en universidades del CONARE

Universidad	Temáticas exclusivas	Temáticas comunes a dos o más universidades	Ubicaciones geográficas
UCR	<ul style="list-style-type: none"> • Veneno de serpientes • Aislamiento cepas de: <i>Clostridium difficile</i> y <i>Clostridium perfringens</i> • fosfolipasa • Resistencia a antibióticos • <i>Helicobacter pylori</i> • Cáncer gástrico • Expresión génica (en humanos y especies vegetales) • Agro: caña de azúcar; papaya carica; frijol <i>Phaseolus vulgaris</i>; frutas tropicales • Caracterización de especies • Metales pesados en diversos sustratos • Control de la calidad de alimentos • Redes sociales • Política: política costarricense, educación política • Trabajo social • Diseño y construcción • Productos naturales • Desarrollo y estandarización de técnicas 	<ul style="list-style-type: none"> • Salud: epidemiología • Seguridad alimentaria • Manejo integral cuenca de ríos y recursos hídricos • Educación: primaria, secundaria y superior; comprensión lectora; enseñanza del inglés; centros educativos; docentes • Análisis de diversidad genética a nivel molecular • Estudios género y violencia contra las mujeres • Población adulta mayor • Atención de la niñez en condiciones de vulnerabilidad • Mejoramiento genético • Cambio climático • Políticas públicas y administración pública • Desarrollo sostenible 	<p>Gran Área Metropolitana; San José; Valle Central; Región Chorotega; Región Occidente; Alajuela; San Ramón; Caribe; Pacífico Norte; Pacífico Sur; Zona Norte; Cartago; Guanacaste; Santa Cruz; Centroamérica; América Latina; Hospitales (Hospital México, Hospital San Juan de Dios); Reserva biológica Alberto Manuel Brenes; Parque Nacional Isla del Coco.</p>

Universidad	Temáticas exclusivas	Temáticas comunes a dos o más universidades	Ubicaciones geográficas
UNA	<ul style="list-style-type: none"> •Población indígena •Manejo costero: estudios erosión •Ecosistemas forestales y sensores remotos •Tratamiento aguas residuales •Vigilancia de volcanes •Ciencias del movimiento humano; rehabilitación •Derechos humanos •Veterinaria general y salud en animales silvestres •Desarrollo rural •Agro: Apicultura 	<ul style="list-style-type: none"> •Salud: promoción de la salud •Manejo integral cuenca de ríos y recursos hídricos; asadas •Seguridad alimentaria •Atención de la niñez •Población adulta mayor •Estudios de género •Políticas públicas •Cambio climático •Análisis de diversidad genética a nivel molecular •Educación: primaria, secundaria y superior; enseñanza de la matemática, de educación cívica, de estudio sociales; docentes •Mejoramiento genético •Desarrollo sostenible 	<p>Áreas protegidas; Parques nacionales; Pérez Zeledón; Golfo de Nicoya; Región Chorotega; Región Brunca; Región Huetar Norte; Valle Central ; Región Central; Gran Área Metropolitana; Pacífico, Pacífico Norte; América Latina.</p>
UNED	<ul style="list-style-type: none"> •Observatorio de tecnología: impresión 3D; software y hardware abierto; raspberry para trabajo con sensores; herramientas para enseñanza matemáticas •Salud: mental; salud pública •Covid 19 •Economía solidaria 	<ul style="list-style-type: none"> •Desarrollo sostenible •Educación: mediación pedagógica, primaria, secundaria y superior; enseñanza del inglés, enseñanza matemática; enseñanza ciencias; enseñanza física y de la ingeniería; educación digital; centros educativos; colegios públicos nocturnos; docentes; herramientas educativas; evaluación •Estudios de género •Atención de la niñez y juventud 	<p>San José; San Carlos; Región Huetar Norte; América Latina</p>

Universidad	Temáticas exclusivas	Temáticas comunes a dos o más universidades	Ubicaciones geográficas
		•Cambio climático	
TEC	<ul style="list-style-type: none"> •Agro: biocontroladores, plantaciones forestales, mora •Cultivo microalgas para producción aceite •Reactor de plasma para tratamiento de residuos, agua y producción de energías limpias •Estudios empresariales: innovación; cultura empresarial, cadenas de valor, productividad 	<ul style="list-style-type: none"> •Manejo integral cuenca de ríos y recursos hídricos •Salud: promoción de la salud •Cambio climático •Caracterización molecular de patógenos vegetales y de especies vegetales (teca) 	Cartago; Región Huetar Norte; América Latina
UTN	<ul style="list-style-type: none"> •Agro: piña y residuos de la piña; champiñón ostra (<i>Pleurotus ostreatus</i>) •Pez gato americano (<i>Ictalurus punctatus</i>) •Corredor biológico interurbano Garcimuñoz •Sistemas de cultivo crustáceos, enfermedad causada por la <i>Vibrio parahaemolyticus</i> •Distrito de riego Arenal Tempisque •Automatización 	•Manejo integral del recurso hídrico	Guanacaste; San Carlos; Río Bebedero; Región Huetar Norte

Anexo 4

4a. Coincidencia entre temáticas predominantes de investigación y los ODS

Temática de investigación	ODS
1. Seguridad alimentaria	2. Hambre cero
2. Estudios de género	5. Igualdad de género
3. Atención a la niñez	
4. Población adulta mayor	
5. Salud y epidemiología	3. Salud y bienestar
6. Educación	4. Educación de calidad
7. Agro	2. Hambre cero 12. Producción y consumo responsable
8. Cambio climático	13. acción por el clima
9. Manejo integral cuenca de ríos y recursos hídricos	6. Agua y saneamiento
10. Desarrollo sostenible	Todos

Fuente: Elaboración propia a partir de información suministrada por vicerrectorías de investigación.

4b. Temáticas predominantes de investigación y exclusivas de determinadas universidades

Universidad	Temática exclusiva	ODS con el que se relaciona
UCR	•Veneno de serpientes	
	•Aislamiento cepas de: <i>Clostridium difficile</i> y <i>Clostridium perfringens</i> fosfolipasa	
	•Resistencia a antibióticos	3. Salud y bienestar
	• <i>Helicobacter pylori</i>	
	•Cáncer gástrico	3. Salud y bienestar
	•Expresión génica (en humanos y especies vegetales)	
	•Agro: caña de azúcar; papaya carica; frijol <i>Phaseolus vulgaris</i> ; frutas tropicales	2. Hambre cero
	•Caracterización de especies	
	•Metales pesados en diversos sustratos	
	•Control de la calidad de alimentos	2. Hambre cero
	•Redes sociales	
	•Política: política costarricense, educación política	
	•Trabajo social	
	•Diseño y construcción	
•Productos naturales		
•Desarrollo y estandarización de técnicas		
UNA	•Población indígena	10. Reducción de las desigualdades
	•Manejo costero: estudios erosión	14. Vida submarina
	•Ecosistemas forestales y sensores remotos	15. Ecosistemas forestales
	•Tratamiento aguas residuales	6. Agua y saneamiento
	•Vigilancia de volcanes	15. Ecosistemas
	•Ciencias del movimiento humano; rehabilitación	
	•Derechos humanos	16. Paz, justicia e instituciones sólidas
	•Veterinaria general y salud en animales	15. Ecosistemas

Universidad	Temática exclusiva	ODS con el que se relaciona
	silvestres	
	•Desarrollo rural	8. Trabajo decente y desarrollo económico
	•Apicultura	12. Producción y consumo responsable
UNED	•Observatorio de tecnología: impresión 3D; software y hardware abierto; raspberry para trabajo con sensores; herramientas para enseñanza matemáticas	9. Industria, Innovación e infraestructuras
	•Salud: mental; salud pública	3. Salud y bienestar
	•Covid 19	3. Salud y bienestar
	•Economía solidaria	8. Trabajo decente y desarrollo económico
TEC	•Agro: biocontroladores, plantaciones forestales, mora	15. Ecosistemas 2. Hambre cero
	•Cultivo microalgas para producción aceite	12. Producción y consumo responsable; 2. Hambre cero
	•Reactor de plasma para tratamiento de residuos, agua y producción de energías limpias	7. Energía asequible y no contaminante; 6. Agua y saneamiento
	•Estudios empresariales: innovación; cultura empresarial, cadenas de valor, productividad	9. Industria, Innovación e infraestructuras
UTN	•Agro: piña y residuos de la piña; champiñón ostra (<i>Pleurotus ostreatus</i>)	2. Hambre cero
	•Pez gato americano (<i>Ictalurus punctatus</i>)	
	•Corredor biológico interurbano Garcimuñoz	15. Ecosistemas
	•Sistemas de cultivo crustáceos, enfermedad causada por la <i>Vibrio parahaemolyticus</i>	12. Producción y consumo responsable; 14. Vida submarina
	•Distrito de riego Arenal Tempisque	6. Agua y saneamiento; 12. Producción y consumo responsable; 2. Hambre cero
	•Automatización	8. Trabajo decente y desarrollo económico