

INVESTIGACIÓN COOPERATIVA EN CÁNCER: EL CENTRO DE INVESTIGACIÓN DEL CÁNCER DE SALAMANCA

Xosé R. Bustelo

Profesor de Investigación del Consejo Superior de Investigaciones Científicas.

Director-Electo del Centro de Investigación del Cáncer de Salamanca.

RESUMEN

El Centro de Investigación del Cáncer de Salamanca (CIC) está especializado en la realización de investigación cooperativa en cáncer, poniendo bajo un mismo paraguas organizativo a personal científico básico, clínico y traslacional. Junto con sus actividades científicas, el CIC posee unidades técnicas, programas formativos, actividades de divulgación científica y servicios diagnósticos de utilidad para toda la sociedad. Esto hace que, además de una actividad científica dirigida a trasladar lo más rápidamente los hallazgos científicos a los pacientes, el Centro tenga un impacto alto a nivel social en lo concerniente a la prestación de servicios de interés biosanitario para los pacientes con cáncer y sus familiares. Estas características hacen también que su estructura organizativa y de gestión sea diferente a los institutos de investigación convencionales que son gestionados por el Consejo Superior de Investigaciones Científicas *per se* o en forma mixta con distintas universidades.

1. CARACTERÍSTICAS Y POSICIONAMIENTO GLOBAL DEL CIC

1.1. Introducción

El CIC, cuya estructura y filosofía comenzó a gestarse entre las instituciones participantes en 1996, abrió sus puertas en el año 2000 como una iniciativa multiinstitucional que estaba apoyada por la Universidad de Salamanca, el Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC) y una fundación creada *ad hoc* para su gestión, la Fundación para la Investigación del Cáncer de la Universidad de Salamanca (FICUS).

El CIC integra bajo un mismo techo grupos de investigación básicos, traslacionales y clínicos centrados en la realización de líneas de investigación centradas en la comprensión y tratamiento del cáncer. La misión del centro es la de realizar descubrimientos que favorezcan la derrota del cáncer a través del desarrollo de mejores diagnósticos y terapias. Su visión es la de, en última instancia, favorecer la transformación de la vida de los pacientes de cáncer a través de una investigación de frontera, la innovación, la realización de tareas sanitarias y la formación de nuevos profesionales.

El CIC es, en este momento, el único centro de investigación de la comunidad autónoma de Castilla y León con dicho enfoque y uno de los pocos centros del CSIC, universitarios o mixtos existentes en España que tienen como base dicha filosofía traslacional en el ámbito oncológico.

Otras características del Centro son:

- a) Participación y liderazgo en consorcios nacionales asociados con la investigación en cáncer (Centro de Investigación Biomédica en Red de Cáncer del ISCIII, Conexión-Cáncer del CSIC, anteriores Redes de Investigación Temática en Cáncer del ISCIII).
- b) Vocación de internacionalización, a través de la participación en consorcios internacionales de investigación en cáncer.
- c) Posesión de unidades de apoyo al diagnóstico orientadas al paciente, así como a la adopción de nuevos tratamientos y su monitorización.
- d) Presencia de unidades de servicio que facilitan el acceso (interno y externo) a nuevas tecnologías.
- e) Vocación en la traducción de los desarrollos de investigación en patentes, colaboración con empresas biotecnológicas/farmacéuticas y la generación de *spin-offs*.
- f) Vocación formativa, con programas activos de máster, predoctorado y postdoctorado especializados en el área de la oncología básica y traslacional.

1.2 El CIC: estructura organizativa única dentro de los centros mixtos del CSIC y universidades

La estructura organizativa del CIC fue pionera y muy innovadora en el momento de su creación dado que esta adoptó un modelo híbrido nunca visto hasta ese momento (Figura 1). Esta estructura estaba, y está todavía, caracterizada por:

a) La presencia en su seno de una fundación sin ánimo de lucro, la FICUS, la cual cuenta como patronos a la Universidad de Salamanca, el CSIC y la Junta de Castilla y León (Consejerías de Educación y Sanidad) (Figura 1). Esta Fundación tiene por objeto: (a.1) Proporcionar apoyo en tareas de gestión de las actividades científicas del Centro (p.ej., administración de subvenciones, contratos con empresas biotecnológicas/farmacéuticas, facturación de servicios, contratos, etc.). (a.2) La contratación de personal científico y técnico de interés para el CIC. (a.3) Prestar apoyo científico y tecnológico a los investigadores e investigadoras del CIC (compra de equipos, gestión de las unidades técnicas de servicios, etc.). (a.4) Fiscalizar la productividad científica del personal científico del CIC a través de un Comité Científico Asesor Externo independiente. (a.5) Promover la diseminación de los hallazgos científicos del CIC y la cultura científica a pacientes, estudiantes y sociedad en general.

b) La existencia de un instituto mixto de investigación estándar universidad-CSIC formado por personal científico y tecnológico pertenecientes a la Universidad de Salamanca o al CSIC (este instituto recibe el nombre de Instituto de Biología Molecular y Celular del Cáncer de Salamanca, usándose el acrónimo IBMCC). Este instituto mixto está regido por una Comisión Rectora en la que participan tanto la Universidad de Salamanca como el CSIC (Figura 1).

c) La integración de personal investigador perteneciente a otras instituciones del campus salmantino que trabajan en cáncer y que no pueden pertenecer al IBMCC al no estar contratados por la Universidad de Salamanca o el CSIC. Este personal científico puede pertenecer, por ejemplo, al Servicio de Salud de Castilla y León (SACyL), al Centro de Investigación Cooperativa en Red de Cáncer o a la propia FICUS.

d) La asunción, por parte del CIC, de actividades diagnósticas de interés para el entorno regional y nacional. En este sentido, el CIC es el único centro de investigación que está reconocido por las autoridades sanitarias como centro sociosanitario. Ello nos permite dar servicios diagnósticos que sean demandados por profesionales médicos, como son los de cáncer hereditario y los diagnósticos basados en técnicas moleculares y celulares.

Esta organización hace que su estructura de gestión sea más compleja que la de los institutos mixtos de investigación estándar, dado que se superponen varias capas de gestión derivados de la FICUS y del propio instituto mixto (IBMCC) (Figura 1).

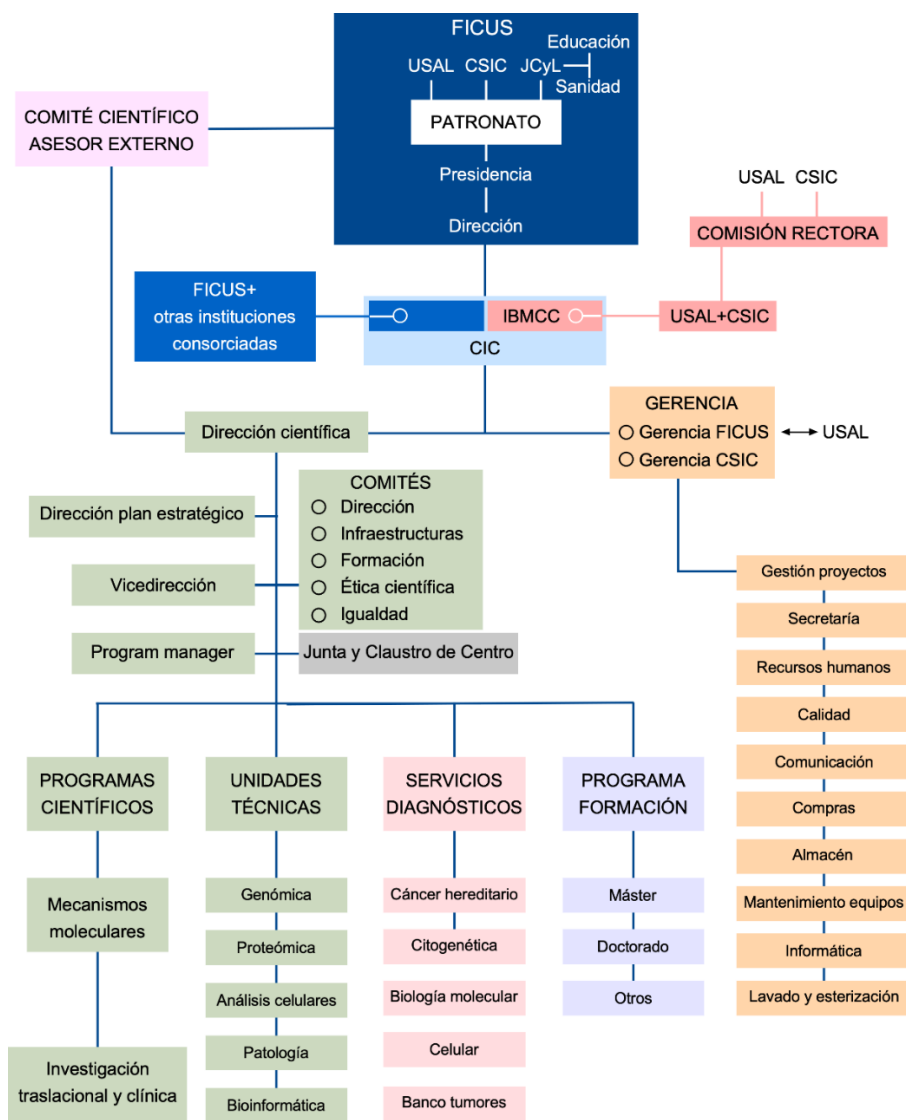


Figura 1. Estructura organizativa del CIC (ver texto principal para más información).
USAL, Universidad de Salamanca

Este modelo sigue siendo un modelo único todavía en nuestra comunidad autónoma y entre la gran mayoría de centros de investigación gestionados por universidades españolas o el CSIC. Existen situaciones paralelas similares desarrolladas posteriormente como es el caso del Institute d'Investigacions Biomèdiques August Pi I Sunyer (IDIBAPS) y el Institute de Reserca en Biomedicina (IRB), ambos localizados en Barcelona.

1.3. Localización

El CIC se localiza en el campus biosanitario Miguel de Unamuno de la Universidad de Salamanca (Figura 2). Para favorecer la interacción con su entorno, su ubicación se encuentra adyacente al Hospital Universitario de la Universidad de Salamanca y las facultades de Biología, Farmacia y Medicina. Anexo y conectado al mismo se encuentra también el Servicio de Experimentación Animal y la Unidad de Transgénesis de la Universidad de Salamanca.



Figura 2. Fotografía del CIC.

2. ORGANIZACIÓN DE SUS ACTIVIDADES CIENTÍFICAS, ASISTENCIALES Y DOCENTES

2.1. Actividades científicas

El CIC, como se apuntó en apartados anteriores, tiene como foco de estudio el cáncer desde un punto de vista multidisciplinar. Creemos que esta es la forma más adecuada para abordar el estudio de estas enfermedades y, además, asegurar que el conocimiento adquirido pueda ser trasladado a la práctica clínica en forma de nuevos diagnósticos y tratamientos. Nuestras actividades científicas están organizadas, desde lo más general a lo más particular, a través de Programas científicos, líneas científicas y grupos de investigación (Figura 1). Resumimos aquí los programas y líneas del Centro:

Programa de Mecanismos Moleculares del Cáncer. Los grupos de investigación asignados a este programa científico tienen como objetivo caracterizar nuevos inductores oncogénicos, elementos de señalización y programas patobiológicos que participan en el origen, progresión maligna y respuesta terapéutica de una variedad de subtipos de tumores. Con este fin, utilizan un enfoque multifacético compuesto por análisis *in silico*, genómica, proteómica, ratones modificados genéticamente y modelos celulares tales como líneas celulares, organoides y xenoinjertos derivados de pacientes. Estos análisis también permiten la identificación y validación de nuevos objetivos farmacológicos, así como el diseño de nuevas herramientas de diagnóstico y biomarcadores. Actualmente, este programa está compuesto por las siguientes líneas y grupos de investigación (información detallada sobre los mismos puede encontrarse en el enlace: <https://www.cicancer.org/research-programmes/molecular-mechanisms-of-cancer-program>):

- Procesos de señalización temprana intrínsecos a la célula tumoral (siete grupos)
- Mecanotransducción y cáncer (1 grupo)
- Regulación de la segregación y dinámica cromosómica (5 grupos)
- Epitranscriptómica (1 grupo)
- Caracterización de vías de señalización implicadas en la interacción tumor-estroma (1 grupo)

Programa de Investigación Traslacional y Clínica en Cáncer. Este programa está compuesto por grupos interesados en la traducción directa de resultados desde el laboratorio hacia el lado práctico. Con este fin, trabajan en la validación de objetivos farmacológicos, el diseño de nuevas vías terapéuticas basadas en terapias individuales y combinatorias, la comprensión de la resistencia terapéutica y la recurrencia posterior al tratamiento, y la caracterización genómica de tumores durante las ventanas tanto de pretratamiento como de postratamiento. También participan en un número extenso de ensayos clínicos. Este Programa cuenta además con grupos de apoyo que permiten análisis robustos de Bioinformática y Biología de Sistemas. En este momento, este Programa está compuesto por las

siguientes líneas y grupos de investigación (para más información, consúltese el enlace: <https://www.cicancer.org/research-programmes/translational-and-clinical-research-in-cancer-program>):

- Caracterización de tumores hematológicos (cinco grupos)
- Cáncer de mama (3 grupos)
- Cáncer hepático (1 grupo)
- Cáncer hereditario (1 grupo)
- Bioinformática aplicada al análisis funcional de procesos tumorales (1 grupo)

2.2. Unidades Técnicas

El CIC posee unidades técnicas (Figura 1), todas ellas reconocidas con los certificados ISO9001 y OHSAS18001, que ofrecen servicios especializados tanto a los grupos del centro como a agentes externos independientemente de que estos sean grupos de investigación de diversos entornos académicos o empresas (información detallada sobre estas unidades puede encontrarse en el siguiente enlace: <https://www.cicancer.org/core-facilities-services>). Indicamos a continuación el listado y actividades principales de cada una de estas unidades:

Unidad de Genómica. Esta unidad ofrece servicios de secuenciación de DNA estándar y de célula única, análisis genómicos y de expresión génica utilizando la tecnología Affymetrix, generación de chips *ad hoc* según demanda de los investigadores y PCR cuantitativa.

Unidad de Proteómica. Esta unidad ofrece servicios asociados con fraccionamiento y purificación de proteínas, tinción de geles y picado automático de bandas, análisis proteómicos de diversa índole (proteoma total, fosfoproteoma), generación de chips de proteínas y la realización de *arrays* de proteínas.

Unidad de Análisis Celulares. Esta unidad ofrece servicios relacionados con microscopia en tiempo real, confocal y de alta resolución. También ofrece servicios de análisis por citometría de flujo, tanto para la purificación de poblaciones como para la caracterización del inmunofenotipo celular.

Unidad de Anatomía Patológica Comparada. Esta unidad ofrece servicios asociados a fijación y corte de tejidos, realización automatizada de tinciones inmunohistoquímicas, generación y procesamiento de *arrays* tisulares, captación automática de imágenes y aislamiento de células por cortes con láser. Oferta también servicios diagnósticos para el análisis de muestras tisulares procedentes de humanos o modelos murinos.

Unidad de Bioinformática. Esta unidad está implicada en la realización de análisis *in silico* de cualquier análisis genómico o proteómico que hayan hecho los usuarios internos o externos. Puede procesar también datos generados en otras plataformas externas al CIC.

2.3. Servicios Sociosanitarios

Estos servicios están especializados en dar distintos análisis diagnósticos de muestras tumorales procedentes de todos los hospitales del país que lo soliciten (Figura 1). Se incluye aquí su listado y descripción general (para más información, consúltese el siguiente enlace: <https://www.cicancer.org/core-facilities-services/diagnostic-units>).

Servicio de Cáncer Hereditario y Consejo Genético. Este es un servicio regional, compuesto por personal del CIC y del Servicio de Oncología Médica del Hospital Universitario de Salamanca, que está dirigido a la detección de mutaciones protumorigénicas en individuos que hayan sido reconocidos como de riesgo de pertenecer a familias asociadas a cánceres hereditarios. Junto con el diagnóstico, se ofrece

una unidad de consejo genético para asesorar a las personas que hayan dado positivo en estos análisis y a sus familiares.

Servicio de Citogenética. Esta unidad oferta servicios diagnósticos asociados a la realización de análisis cariotípicos, hibridación *in situ* y genómica comparativa, *microarrays* y secuenciación de DNA.

Servicio de Biología Molecular. Utiliza diversas técnicas de biología molecular para el diagnóstico preciso de hemopatías malignas.

Servicio de Diagnóstico Celular. Este servicio está dirigido al diagnóstico de muestras tumorales (sobre todo hematopoyéticas) y a la detección de enfermedad residual. Para ello utiliza técnicas de citometría, amplificación por polimerasa (estándar y cuantitativa) y diversas técnicas moleculares dirigidas a la detección de biomarcadores.

Banco de Tumores de Castilla y León. Desde el CIC se coordina el Banco de Tumores Regional, en el cual participan todos los hospitales de la comunidad autónoma castellano y leonesa.

2.4. Otros servicios

Junto con las unidades y servicios diagnósticos especializados indicados en los apartados anteriores, el CIC posee también servicios básicos de apoyo a las actividades de todos los componentes del Centro (Figura 1). Estos son los siguientes:

- Gestión de Proyectos.
- Secretaría.
- Recursos Humanos.
- Calidad y Prevención de Riesgos Laborales.
- Comunicación, Diseminación Científica y Márquetin.
- Compras.
- Almacén.
- Mantenimiento de Equipos e Infraestructuras.
- Servicio de Soporte Informático.
- Protección y Seguridad Radiológica.
- Servicio de Lavado y Esterilización.

2.5. Actividades formativas

Una de las fortalezas del CIC son sus actividades formativas (Figura 1), las cuales son llevadas a cabo de forma indistinta por el personal perteneciente a la Universidad de Salamanca, al CSIC y a otras organizaciones consorciadas. Resumimos a continuación las actividades más relevantes que se realizan en esta área (para más información, pueden consultar el enlace: <https://www.cicancer.org/training>).

Máster en “Biología y Clínica del Cáncer”. Título Universitario propio del CIC que está enfocado a dar una formación especializada en aspectos básicos, clínicos y bioinformáticos dentro del campo de la oncología. La formación que en él se imparte va encaminada a conseguir doctores especialistas en el área. En este máster participan el 100% de los investigadores del CIC, así como algunos profesores de otros departamentos de la Universidad de Salamanca con líneas de investigación relacionadas con la oncología. El máster también cuenta con científicos invitados líderes en el campo de la oncología, tanto nacionales como internacionales, que imparten conferencias en determinados cursos del programa con lo que contribuyen de forma clave en la labor de mentorización de los estudiantes.

Uno de los mayores atractivos de este máster es su elevado perfil práctico (>50% del total de horas). Desde el primer día del curso y hasta finalizar éste, el estudiante entra a formar parte de uno de

los grupos de investigación del CIC, donde lleva a cabo un proyecto de investigación bajo la dirección de uno de los investigadores senior del grupo.

“Master in Cancer Biology”. Este es un programa de máster internacional, coordinado por el propio CIC, en el que participan once universidades europeas que pertenecen al *Coimbra Life Science Group* (Montpellier, Francia; Würzburg y zu Köln, Alemania; Turku y Abo Akademi, Finlandia; Vilnius, Lituania; Tartu, Estonia; Coimbra, Portugal; Pavía, Italia; Barcelona y Salamanca). El objetivo de este programa es facilitar el intercambio de estudiantes de los másteres respectivos de cada universidad y centro de investigación participantes para la realización de sus proyectos de investigación y la realización de cursos teóricos.

Master Program in “Lifelong wellbeing and Healthy ageing” (LIFELINE). Este es un máster internacional que surge dentro del marco de la Alianza Europea de Universidades EC2U (European Campus of City Universities) en el que participan siete universidades europeas (Poitiers, Francia; Jena, Alemania; Turku, Finlandia; Iasi, Rumania; Coimbra, Portugal; Pavía, Italia y Salamanca, España). El objetivo de este programa es facilitar el intercambio de estudiantes de máster para la realización de actividades de investigación y/o académicas.

Programa de doctorado “Biociencias: Biología y Clínica del Cáncer y Medicina Traslacional”. Este programa está organizado por el CIC en coordinación con los Departamentos de Microbiología-Genética y Medicina de la Universidad de Salamanca. Su objetivo es formar profesionales altamente cualificados y totalmente autónomos para su futuro trabajo en el mundo académico y/o aplicado en los campos médico y biofarmacéutico. Para ello, el programa está basado en dar una formación continua a los estudiantes a través de cursos especializados, evaluaciones anuales y una mentorización individualizada. En paralelo al proyecto investigador, el programa contiene un bloque de cursos enfocados al conocimiento de fundamentos moleculares del cáncer, utilización de estos conocimientos básicos a nivel de diagnóstico, pronóstico y tratamiento del cáncer, así como cursos que abordan la genética, la patología y la clínica de diversos tumores sólidos y hematológicos. Esta oferta se complementa con cursos experimentales y prácticos como son los de familiarización con técnicas citogenéticas y de citometría de flujo, de Bioinformática o Bioestadística.

Actividades complementarias de formación. Además de los dos programas mencionados anteriormente, el CIC organiza programas específicos destinados a la formación del personal del Centro, tanto en el ámbito científico como en el de habilidades técnicas específicas. Resumimos aquí los más importantes: (a) *Seminarios científicos semanales*, donde investigadores/as nacionales e internacionales expertos/as en el área de la oncología y la biología molecular exponen sus hallazgos de investigación más recientes e interactúan durante sus visitas con el personal en formación del CIC. (b) *Seminarios internos de investigación*, en los que participa el personal científico pre- y postdoctoral para aprender las técnicas básicas de comunicación efectiva ante el público de datos científicos. También están destinados a que todo el personal del Centro conozca las investigaciones en curso de todos los laboratorios de este. Se realizan con una periodicidad bisemanal.

Actividades de formación para estudiantes pre-graduados. El CIC mantiene programas de formación para estudiantes de grado y de formación profesional (FP). Estas actividades sientan las bases para formar a las nuevas generaciones de personal científico y técnico imprescindible a nivel académico, biosanitario e industrial.

2.6. Actividades de Divulgación Científica del CIC

El CIC está concienciado de la importancia de promover la cultura científica en la sociedad. Con este fin, cuenta con una oficina específica de comunicación (Figura 1), la cual está implicada en dar a conocer el Centro y los conocimientos científicos en él generados. Esta oficina pertenece a la Red de Unidades de Cultura Científica e Innovación (UCC+i) de la FECYT (www.fecyt.es/es/info/ucc-i)

network), trabajando en estrecha conexión con unidades similares de otras instituciones que forman parte o apoyan al CIC (Universidad de Salamanca, CSIC, Centro de Investigación Biomédica en Red de Cáncer, Fundación La Caixa, Asociación Española contra el Cáncer [AECC]). Ello tiene la ventaja que las actividades del Centro tienen alcance nacional en la gran mayoría de los casos.

Esta oficina también se encarga de la realización de vídeos informativos, de la gestión de redes sociales (Twitter, Facebook, LinkedIn, YouTube), de la organización de charlas y visitas guiadas al CIC para estudiantes de todos los periodos formativos (primaria, enseñanza media, bachillerato, universidad), asociaciones de pacientes y ciudadanía en general.

2.7. Personal del Centro

Se indica en estas tablas la evolución del personal científico, técnico y administrativo del Centro pertenecientes a cada una de las instituciones consorciadas en el periodo 2017-2022:

Números globales:

Tipo de personal	2018	2019	2010	2021	2022
Investigadores doctores (funcionario o contrato indefinido)	30	30	31	33	41
Investigadores doctores (con contrato temporal)	19	19	21	31	34
Investigadores no doctores	78	80	76	74	80
Personal técnico y de administración	85	78	82	72	90
Total	212	207	210	210	245

Personal FICUS:

Tipo de personal	2018	2019	2010	2021	2022
Investigadores doctores (funcionario o contrato indefinido)	0	0	0	0	8
Investigadores doctores (con contrato temporal)	15	13	14	17	19
Investigadores no doctores	40	35	29	27	31
Personal técnico y de administración	59	60	63	57	73
Total	114	108	106	101	131

Personal CSIC:

Tipo de personal	2018	2019	2010	2021	2022
Investigadores doctores (funcionario o contrato indefinido)	11	11	12	14	14
Investigadores doctores (con contrato temporal)	1	2	2	5	6
Investigadores no doctores	26	29	28	34	34
Personal técnico y de administración	8	7	9	7	8
Total	46	49	51	60	62

Personal Universidad de Salamanca:

Tipo de personal	2018	2019	2010	2021	2022
Investigadores doctores (funcionario o contrato indefinido)	19	19	19	19	19
Investigadores doctores (con contrato temporal)	3	4	5	9	9
Investigadores no doctores	12	16	19	13	15
Personal técnico y de administración	18	11	10	8	9
Total	52	50	53	49	52

3. ANÁLISIS COMPARATIVO DEL CIC CON SU ENTORNO REGIONAL, NACIONAL E INTERNACIONAL

3.1. El CIC: nicho único de competitividad y de servicio en el entorno regional

Dentro del ámbito de la comunidad autónoma castellano y leonesa a la que pertenece el CIC, no existe ningún centro o instituto universitario que muestre este potencial de interactividad con el sistema de I+D+I nacional e internacional. En este sentido, cabe resaltar que nuestro Centro ha sido acreditado como Centro-AECC y como Centro de Excelencia por la Junta de Castilla y León. El Centro ejerce también papeles de liderazgo en redes de investigación oncológica a nivel nacional como son el Centro de Investigación Biomédica en Red de Cáncer del Instituto de Salud Carlos III y la Conexión-Cáncer del CSIC.

Desde el punto de vista cuantitativo, es también el centro de investigación que posee unos mayores índices de productividad internacional dentro de nuestra región (ver Tabla 1, Figura 3 y Tabla 2 incluidos en esta sección; datos recogidos de la base de datos *Scopus* el día 29 de enero de 2023).

Tabla 1. Productividad de los cuatro centros de investigación biológica castellano y leoneses (se incluyen datos del periodo 2018-2022).

Centro	Output	Publicaciones percentil > 1%	Impacto de citas/normalizadas por área científica	Índice <i>h</i>
CIC	945	4.2	1.79	215
IBGM	414	3.7	1.66	135
IRNASA	296	1.4	1.37	96
IBFG	173	1.8	1.25	115

Figura 3. Productividad relativa de los cuatro centros de investigación biológica castellano y leoneses (el área del cada círculo corresponde al “output” total dado en la Tabla 1. Datos del periodo 2017-2021).

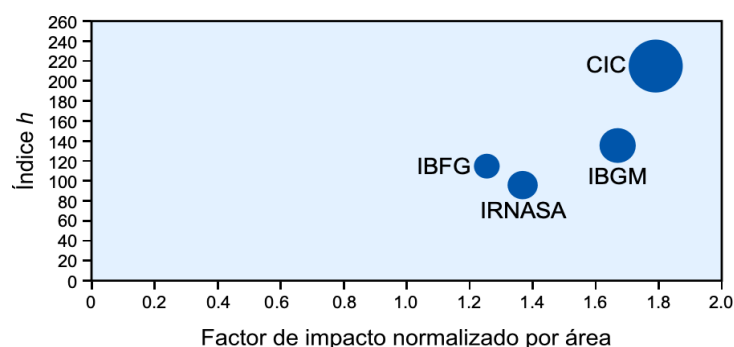


Tabla 2. Productividad del CIC en el contexto local y regional general (periodo 2017-2021).

Centro	Publicaciones percentil > 1%	Impacto de citas/normalizadas por área científica	Porcentaje de publicaciones con colaboración internacional
CIC	4.2	1.79	51.6
IBSAL*	2.5	1.49	33.6
Univ. Salamanca*	2.3	1.13	43.7
Castilla y León	2.1	1.13	40.6

* Nota: algunos investigadores e investigadoras del CIC tienen adscripción al IBSAL y la Universidad de Salamanca, por lo que sus aportaciones contribuyen a la productividad de estas instituciones también.

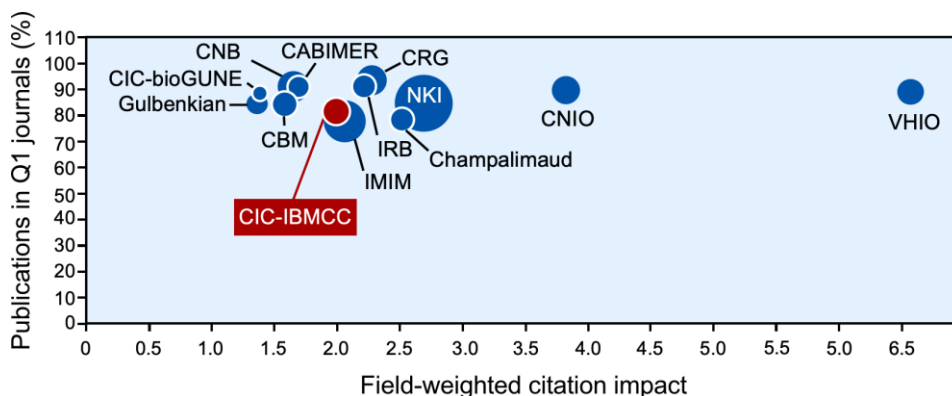
3.2. CIC: posicionamiento en el contexto nacional e internacional

Dado el gran número de centros con temáticas relacionadas, el posicionamiento del CIC en el contexto extrarregional se ha realizado utilizando como barra de medir los siguientes centros de investigación nacionales y europeos similares al nuestro:

- Center for Genomic Regulation, España (CRG, www.crg.eu/en).
- Centro Andaluz de Biología Molecular & Medicina Regenerativa, España (CABIMER, www.cabimer.es/en/home/).
- Centro de Biología Molecular Severo Ochoa, España (CMB, www.cbm.uam.es/en/).
- Centro Nacional de Biotecnología, España (CNB, www.cnb.csic.es/index.php/en/).
- Centro Nacional de Investigaciones Oncológicas, España (CNIO, www.cnio.es/en/).
- Champalimaud Center for the Unknown, Portugal (CCU, www.fchampalimaud.org).
- CIC-BioGUNE, España (www.cicbiogune.es/).
- Gulbenkian Research Institute, Portugal (<https://gulbenkian.pt/ciencia/research/>).
- Institute for Research in Biomedicine-Barcelona, España (IRB, www.irbbarcelona.org/en).
- Institut Hospital del Mar d'Investigacions Mèdiques, España (IMIM, www.imim.es/en_index.html).
- The Netherlands Cancer Institute, Países Bajos (NKI, www.nki.nl).
- Vall d'Hebron Institute of Oncology, España (VHIO, <https://vhio.net>).

Este análisis indica que el CIC se encuentra en una buena posición intermedia en términos de publicaciones Q1 en relación con el impacto de citas ponderado por campo entre todos los centros de investigación analizados (Figura 4). Por ejemplo, el CIC ocupa una posición cercana (IRB, CRG) o superior (CNB, CBM, CIC-BioGUNE) a otros centros que han sido reconocidos como centros Severo Ochoa en España en los últimos años (Figura 4). También estamos por encima del Instituto de Investigación Gulbenkian según estos parámetros (Figura 4). Como contraste, el CIC todavía tiene margen de mejora significativo si ponemos en la balanza a centros punteros como el VHIO, el CNIO, el NKI o el CCU (Figura 4).

Figura 4. Comparación del CIC (en rojo) con otros centros de investigación utilizados en el benchmarking (datos tomados de la base de datos Scopus)



4. VALOR AÑADIDO DEL CIC PARA SU ENTORNO

4.1. Interés a nivel regional

En el entorno regional, la presencia del CIC se traduce en la oportunidad de tener servicios sociosanitarios de interés como son el Banco de Tumores Regional (coordinado directamente por el CIC) y la Unidad de Diagnóstico de Cáncer Hereditario. También supone un alto valor añadido para la

disponibilidad de servicios tecnológicos y diagnósticos que no se tendrían de no existir el CIC. Finalmente, el CIC ofrece un mecanismo único para la atracción de talento a nuestra comunidad autónoma, la creación de *spin-offs* (siete desde su fundación) y la realización de ensayos clínicos de los que pueden beneficiarse los pacientes de la región (y del resto de España). Hay que tener en cuenta también que, gracias al bagaje científico de los investigadores de cánceres hematológicos que participan en el Centro, ha sido posible que la comunidad autónoma tenga una unidad de CAR-T reconocida por el ISCIII.

4.2. Interés a nivel nacional e internacional

El CIC es, todavía hoy, uno de los pocos centros de investigación con un foco monotemático en cáncer en España (los otros son el CNIO y VHIO). Dentro de este campo, posee líneas de investigación con grupos muy competitivos en ciertas áreas (señalización celular, GTPasas oncogénicas de la superfamilia RAS, modelos animales, inmunología oncológica, inmunofenotipación) y tipos tumorales (leucemia linfática crónica de células B, mieloma múltiple, cáncer de mama). Muchos de ellos son líderes en el campo tanto a nivel científico como de actividades de gestión académica.

A nivel nacional, el CIC ejerce liderazgo en varias iniciativas de interés, entre las que se encuentra el Centro de Investigación Biomédica en Red de Cáncer (con miembros que lideran dos de sus Programas Científicos y que forman parte de su comité de dirección) y la Conexión-Cáncer del CSIC (con un miembro del CIC que actúa como Coordinador Adjunto de la Conexión). Estas dos redes agrupan, respectivamente, a 50 y 88 grupos de investigación de cáncer del país.

El CIC lidera asimismo unidades diagnósticas de inmunofenotipado y diagnóstico molecular de hemopatías malignas que son de uso común por la mayoría de los hospitales del país. A través de sus grupos clínicos, el CIC lidera y/o participa en un gran número de ensayos clínicos sobre todo en el área de la leucemia linfática crónica de células B y el mieloma múltiple.

Finalmente, cabe destacar que investigadores del CIC han participado, y participan actualmente, en el liderazgo de sociedades científicas como son la Asociación Española de Investigación sobre el Cáncer, la Sociedad Española de Hematología y Hemoterapia y la Federación de Sociedades Españolas de Oncología.

A nivel internacional, el CIC mantiene liderazgo en los temas mencionados anteriormente. Como ejemplo, hay que indicar que siete de sus componentes se encuentran en la lista del 2% de científicos más citados según los listados publicados en 2019, 2022 y 2023 por la Universidad de Stanford. El CIC genera también impacto a través de la participación (con liderazgo en algunos casos) en proyectos cooperativos a nivel paneuropeo, grupos de estandarización clínica y en la organización de congresos y reuniones científicas.

4.3. Interés para la sociedad en general

- Oferta de servicios sociosanitarios de interés para los pacientes con cáncer.
- Accesibilidad de nuevos ensayos clínicos para todos los pacientes de la comunidad autónoma.
- Creación de puestos de trabajo cualificado en el CIC y *spin-offs* asociadas.
- Atracción de talento y familias jóvenes a la comunidad autónoma.
- Formación de personal científico-técnico a múltiples niveles de interés para todo el tejido de I+D+I académico y empresarial de todo el país.
- Actividades de orientación profesional a estudiantes de todos los estadios educativos.
- Actividades de diseminación sobre hallazgos científicos y temas de interés para pacientes, sus familias y la población en general.