



UNIVERSIDAD PERUANA
CAYETANO HEREDIA
ESCUELA DE POSGRADO VÍCTOR ALZAMORA CASTRO

**ESTRATEGIAS PARA LA FORMACIÓN DE
CAPITAL HUMANO INVESTIGADOR EN
BIOTECNOLOGÍA ORIENTADO A LA
INNOVACIÓN EN PERÚ**

**PARA OPTAR EL GRADO DE MAESTRO EN POLÍTICAS Y
GESTIÓN DE LA CIENCIA, TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN**

Autor:

JOE BRYAN, LUCERO CHUQUISTA

Asesor:

MSc. SERGIO, RODRIGUEZ SORIA

LIMA – PERÚ

2016

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Peruana Cayetano Heredia que constantemente ha contribuido en cada fase de mi desarrollo profesional, involucrándome en actividades de gestión e innovación.

Al CONCYTEC (Consejo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación) por brindarme la oportunidad de especializarme en la maestría de Políticas y Gestión de la Ciencia, Tecnología e Innovación.

A la Lic Ana Gabriela Sobarzo y al M Sc. Sergio Rodriguez por la contribución al trabajo realizado mediante observaciones oportunas sobre el desarrollo de la investigación. A la Mg. Tanya Taipe Castillo cuyas contribuciones han ayudado a fortalecer el alcance social de este estudio.

A los profesores de la maestría que contribuyeron con las ideas en cada etapa de la realización de la tesis, así como a las personas involucradas en ésta investigación por concederme su valioso tiempo para brindarme información.

DEDICATORIA

A mis padres.

Por el apoyo incondicional a mis pasos

Por su dedicación y tiempo para enseñarme sobre la vida.

Por estar presentes en cada momento importante.

Al desarrollo de la Ciencia , Tecnología e Innovación

Por ser el motor de desarrollo de las sociedades

Y que bien empleada promueve la equidad de

la calidad de vida de las personas.

Por un mundo más justo.

Índice General

Contenido

Resumen.....	7
INTRODUCCIÓN.....	9
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN.....	12
1.1. Problematización.....	13
1.1.1. Planteamiento del problema.....	13
1.1.2. Formulación del problema.....	14
1.2. Objetivos.....	14
1.2.1. Objetivo General.....	14
1.2.2. Objetivos Específicos.....	14
1.3. Justificación del Estudio.....	14
1.3.1. Justificación Práctica.....	14
1.3.2. Delimitación de la Investigación.....	15
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO.....	16
2.1. Biotecnología.....	17
2.2. Capital Humano.....	22
2.3. Innovación.....	24
2.4. Políticas de Ciencia, Tecnología e Innovación.....	28
CAPÍTULO III: METODOLOGÍA.....	31
3.1. Tipo de Investigación.....	32
3.2. Diseño de la Investigación.....	32
3.3. Área de Estudio.....	32
3.4. Población y Muestra.....	32
3.5. Procedimientos.....	33
3.6. Consideraciones éticas.....	34
3.7. Análisis estadísticos de datos.....	34
CAPÍTULO IV: RESULTADOS.....	36
4.1 Diagnóstico del Capital Humano investigador en Biotecnología (CHB) en Perú.....	37
4.2 Brechas en la formación de CHB.....	46
4.3 Actividades enfocadas en la formación de CHB.....	62
4.4 Estrategias para la formación de CHB.....	67
CAPÍTULO V: DISCUSIÓN.....	72
CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES.....	75
CAPÍTULO VII: REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	79
8.1. Bibliografía.....	80

CAPÍTULO IX. ANEXOS.....	85
9.1 Operacionalización de Variables.....	86
9.2 Preguntas de la entrevista de opinión	88
9.3 Formulario de la Encuesta.....	90
9.4 Desarrollo de Lista Local del Directorio Nacional de Investigadores (DINA).....	91

Lista de Tablas y Gráficas.

Tabla N°1 Ejemplo de producto biotecnológicos.

Tabla N°2 Cronología de la Evolución de las Políticas de Ciencia Tecnología e Innovación en América Latina

Tabla N°3 Sistema de Calificación para el registro y calificación como investigador en Ciencia y tecnología del SINACYT en la Resolución Presidencial N° 184 - 2015 - CONCYTEC - PE.

Tabla N°4 Instituciones donde se ubican trabajando el Recurso Humano investigador en biotecnología registrado en el DINA.

Tabla N°5 Principales motivaciones que influyen en la Innovación Biotecnológica.

Tabla N°6 Actores claves del Sector Biotecnológico.

Tabla N°7 Descripción de necesidades para el desarrollo de un Sistema de Innovación en Biotecnología.

Tabla N°8 Resumen de Brechas identificadas a partir de las entrevistas.

Tabla N°9 Cuadro Comparativo Internacional.

Tabla N°10 Estrategias para la formación de capital humano orientado a la innovación biotecnológica en Perú.

Gráfica N° 1 Elaboración propia del porcentaje por grado académico del Recurso Humano en Biotecnología.

Gráfica N°2 Registro de investigadores con postgrado que tienen al menos 20 puntos para el registro de investigadores.

Gráfica N°3 Distribución por género del recurso humano en biotecnología. Masculino (M) y Femenino (F).

Gráfica N°4 Distribución por países de especialización del recurso humano en biotecnología registrado en el DINA.

Gráfica N°5 Distribución de la ciudad o país donde labora el recurso humano en biotecnología registrado en el DINA.

Gráfica N°6 Distribución en instituciones del recurso humano en biotecnología registrado en el DINA.

Gráfica N°7 Relación del recurso humano en biotecnología por cantidad de habitantes en departamentos peruanos.

Gráfica N°8 Opinión respecto a si hay las condiciones necesarias para el desarrollo de la innovación en el sector biotecnológico en el Perú.

Gráfica N°9 Principales dificultades para la Formación de Capital Humano en el Sector biotecnológico en el Perú.

Gráfica N°10 Procedencia del financiamiento para especialización del sector biotecnológico.

Gráfica N°11 Entidades colaborativas para el desarrollo de innovación del sector biotecnológico.

Gráfica N°12 Limitantes Nacionales que obstaculizan el desarrollo de Innovaciones Biotecnológicas en el Perú.

Gráfica N°13 Área de especialización en déficit para el proceso de innovación biotecnología en Perú.

Gráfica N°14 Factores asociados al déficit de número de investigadores en las regiones al interior del país.

RESUMEN

Este estudio tiene como objetivo identificar las estrategias para incentivar la formación del Capital Humano Investigador orientado a la innovación en el sector biotecnológico, en adelante capital humano biotecnológico (CHB) . Se trata de un estudio descriptivo, que utilizó técnicas cuali-cuantitativas.. El estudio comprendió la realización de un diagnóstico al CHB utilizando el Directorio Nacional de Investigadores (DINA). Se formuló una encuesta para identificar las principales dificultades en la formación profesional complementándose con entrevistas para identificar las brechas en la formación de CHB. Adicionalmente se elaboró un cuadro comparativo de políticas e instrumentos aplicados en países estratégicamente seleccionados para estudiar sus actividades relacionadas con su éxito en la formación de CHB. De este modo se logró identificar estrategias para la formación del CHB a nivel nacional. Este estudio responde a la pregunta ¿Cuáles son las estrategias que contribuirían con la formación de capital humano investigador en biotecnología orientado a la innovación en Perú?. Los resultados muestran déficits que deben ser resueltos con las estrategias propuestas focalizadas en: la formación del investigador, en la conexión del sistema de innovación biotecnológica, en la infraestructura tecnológica, en la descentralización de actividades de I +D +i, la capacidad de gestión y el financiamiento relacionado con la formación del CHB en biotecnología orientado a la innovación en Perú.

Palabras claves: Innovación, Biotecnología, Capital Humano, Estrategias.

ABSTRACT

This study aims to identify strategies to encourage the formation of Human Capital Research oriented innovation in the biotechnology sector, hereinafter biotechnology human capital (CHB). This is a descriptive study using qualitative and quantitative-techniques. The study included conducting a diagnosis CHB using the National Directory of Researchers (DINA). A survey was made to identify the main difficulties in vocational training complemented with interviews to identify gaps in training CHB. A comparative table of policies and instruments used in strategically selected countries to study their activities related to their success in activities to develop CHB. Thus it was possible to identify strategies for the formation of CHB nationwide. This study answers the question What are the strategies that contribute to the formation of human capital in biotechnology research oriented innovation in Peru ?. The results show deficits that must be solved with the proposed strategies focused on: the training of research, in connection of the system of biotechnological innovation, technological infrastructure, decentralization of R + D + i, management capacity and financing related to the formation of CHB in innovation-oriented biotechnology in Peru.

Keywords: Innovation, Biotechnology, Human Capital, Strategies.

INTRODUCCIÓN

La biotecnología es un área tecnológica que estudia y utiliza los mecanismos e interacciones biológicas para conseguir bienes o servicios en diversos sectores, tales como el sector agrícola, minero, ambiental y salud, entre otros. Por esta razón es considerada un área transversal que tiene carácter multidisciplinario basada en ciencias como la biología, química, física y otras ciencias afines. Actualmente es importante a nivel mundial por el desarrollo económico que ha tenido. Representa en la actividad industrial mundial aproximadamente 250 mil millones de dólares en ingresos por año [1]. Esto es debido a que se caracteriza por una producción con capacidad de innovación comercialmente requerida [2].

En el Perú a la biotecnología se le considera un sector con gran potencial para fortalecer el desarrollo económico a través del mejoramiento de productos agrícolas, evaluación de nuevos fármacos, derivados de la biodiversidad, así como otros bienes o servicios que se caracterizan por su alto valor comercial [3].

Algunos países líderes económicamente, han generado políticas específicas sobre el desarrollo en esta área debido a la capacidad tecnológica de vincularse en cada aspecto de la actividad humana. Por otro lado, será uno de los motores económicos de mayor importancia en los próximos años [4]. Es por ello que instituciones como la Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico (OECD), Horizonte 2020, entre otros, tienen agendas donde plantean estrategias y políticas para el desarrollo de este sector [5]. Agendas similares se plantean en países como Estados Unidos y Corea del Sur quienes se enfocan en necesidades presentes y futuras cuya solución correspondería al campo biotecnológico [5]. Se considera también que seguirá el crecimiento de la demanda de productos que sean ambientalmente sostenibles, así como la necesidad de tener una mejor calidad de vida. Estos factores representan oportunidades que tecnológicamente necesitarán ser resueltas desde ahora a un futuro próximo [6]. Estos planes también son estratégicos en el uso de tecnologías para cada país según los intereses nacionales que posean, sin embargo, existen puntos comunes como el uso del recurso genético en la seguridad alimentaria y el desarrollo de la bioinformática para desarrollar nuevos bienes o servicios de utilidad transversal hacia diversos sectores industriales [4].

En el Perú, actualmente es reconocido el potencial que tiene el sector biotecnológico [7]. En el plan “Crear para Crecer”, presentado por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONCYTEC) en el 2014 [8] muestra a este como uno de los sectores prioritarios para el desarrollo de la ciencia, tecnología e innovación que contribuirán a la diversificación productiva. Esta misma conclusión la presentan diversos estudios nacionales donde se señala la relevancia de la introducción de la biotecnología moderna en nuestro país [3,9,10].

El CHB se define como el grupo de personas entrenadas en ciencia que aplican sus conocimientos sobre los organismos vivos en una variedad de investigaciones, con el fin de desarrollar tecnología para la salud humana o animal, agricultura, ambiental y en otros sectores [11]. Estos investigadores pueden trabajar comúnmente en las áreas de Investigación, Desarrollo e Innovación (I+D+i), producción, gestión o consultorías especializadas para empresas de este rubro [11]. En Perú se conoce de manera limitada como está conformado el CHB, como tampoco se conoce el flujo de sus redes colaborativas, este estudio plantea describir el CHB existente a nivel nacional.

En este estudio se realizó un diagnóstico sobre el CHB, y la identificación de actividades e instrumentos en políticas nacionales referidos a la formación de CHB comparativamente con políticas y experiencias internacionales. De este modo se logró plantear estrategias para el desarrollo nacional de CHB. Esta investigación procuró responder las preguntas si ¿En el contexto nacional hay estrategias de formación de capital humano investigador orientado a la innovación? Y si no fuera así ¿Cuáles serían las propuestas para que se tenga como objetivo el desarrollo de innovaciones biotecnológicas derivados de la formación del capital humano investigador? Esta tesis identifica las estrategias que se pueden tomar respecto a la formación de CHB en el país.

CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Problematización

1.1.1. Planteamiento del Problema

El potencial que tiene el área biotecnológica en el mundo es amplia debido que ahora se cuenta con ingresos que bordean los 100 mil millones de dólares en ingresos anuales y especialistas indican que este es el comienzo de una etapa basada en recursos biológicos y alta tecnología donde los países megadiversos podrían cumplir un rol importante [3]. A nivel global se han planteado políticas para su desarrollo considerando que esta tendencia será económicamente más activa en las siguientes décadas junto a las tecnologías de información y telecomunicaciones [12, 13].

El Perú es considerado como uno de los países con mayor biodiversidad a nivel global [3]. Esta característica le permite formar parte del grupo de 17 países denominados megadiversos que, debido a la abundancia y diversidad de material genético, se les atribuye una considerable ventaja potencial comparativa en el desarrollo de la biotecnología [13]. En consecuencia, en el plan “Crear para Crecer”, presentado por el CONCYTEC, ésta es una de las áreas prioritarias para el desarrollo de la ciencia, tecnología e innovación nacional [8]. Del mismo modo adquiere relevancia en el plan de “Diversificación Productiva”, propuesto por el Ministerio de Producción [14].

En un aspecto general del desarrollo del sector biotecnológico, se identifican 4 aspectos donde las políticas pueden intervenir potencialmente: 1) La formación de Capital Humano Calificado, 2) La transferencia tecnológica, 3) El mercado y 4) El desarrollo industrial [15]. En Perú se considera que el capital humano en biotecnología orientado a la innovación le añadiría valor tecnológico es escaso. [16], este sería un problema para el desarrollo de este sector debido a que el CHB es un elemento central, tanto en el desarrollo de capacidades para la investigación científica y tecnológica en un país debido a que permiten estimular los vínculos dinámicos entre la ciencia, la competitividad y el desarrollo [17].

1.1.2. Formulación del Problema

¿Cuáles son las estrategias que contribuirían con la formación de capital humano investigador en biotecnología orientado a la innovación en Perú?

1.2. Objetivos

1.2.1 Objetivo general

Identificar las estrategias que contribuyan a la formación de capital humano investigador en biotecnología orientado a la innovación en el Perú.

1.2.2 Objetivos específicos

- A. Realizar un diagnóstico del Capital Humano investigador en Biotecnología en Perú
- B. Identificar las brechas en la formación de Capital Humano en Biotecnología orientado a la innovación en Perú
- C. Comparar a nivel nacional e internacional las actividades estratégicas enfocadas en el desarrollo de Capital Humano Investigador orientado en la innovación en Biotecnología.

1.3. Justificación del Estudio

1.3.1. Justificación

En el 2008 el Banco Mundial reconoció la importancia global y el potencial de la biotecnología para solucionar las necesidades actuales y futuras de las actividades humanas [18]. De manera similar lo hacen documentos nacionales como el plan “Crear para crecer”[8] y “Diversificación Productiva” [11] sobre la importancia de valorar recursos

nacionales como la biodiversidad, utilizando biotecnología con el fin de promover el desarrollo económico nacional. Por otro lado, estos también resaltan que hay un escaso aprovechamiento debido al déficit de innovación en este sector [3].

Estratégicamente a nivel nacional se considera que existe una oportunidad en el área biotecnológica debido a que es el comienzo de una etapa basada en recursos biológicos y alta tecnología donde los países megadiversos podrían cumplir un rol importante como proveedores o desarrolladores de tecnología [13]. Es por ello que algunos países han planteado políticas para su desarrollo considerando que esta tendencia será económicamente más activa en las siguientes décadas junto a las tecnologías de información y telecomunicaciones [23]. En el sistema de desarrollo biotecnológico, se identifican 4 aspectos donde las políticas pueden intervenir potencialmente [15], i) La formación de Capital Humano Calificado orientado a la innovación (CHB), ii) La transferencia tecnológica, iii) El mercado y iv) El desarrollo industrial. El primer aspecto es un elemento central y es la base para poder no solo un país proveedor de recursos biológicos [10,9] sino participes activos de la innovación biotecnológica. Sin embargo las estrategias la formación de este capital humano aún no han sido analizadas, saber el estado actual contribuiría posiblemente para plantear estrategias que promuevan su desarrollo e influyan consecuentemente en la competitividad e innovación en este sector [16].

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. Biotecnología

La biotecnología es aquella tecnología basada en el desarrollo de un servicio o producto usando sistemas biológicos, es decir seres vivos o sus componentes [18]. De esta manera también se describe en el Convenio sobre la Diversidad Biológica donde “Por biotecnología se entiende a toda aplicación tecnológica que utilice sistemas biológicos, organismos vivos o sus derivados para la creación o modificación de productos o procesos para su uso específico” [19].

Por otro lado, el desarrollo científico en las áreas biológicas ha generado el surgimiento de la biotecnología moderna que según la BIO (*Biotechnology Industry Organization*) se basa en los conocimientos que tenemos de las macromoléculas como ADN y proteínas que actualmente tienen usos para el tratamiento de enfermedades, mejorar la agricultura y a reducir el impacto ambiental de manera más eficiente algunos procesos industriales [12]. Esta puede abarcar además métodos de base no biológica como en los campos de bioinformática o ingeniería de procesos.

2.1.1. Aspectos históricos y desarrollo.

Si bien la biotecnología ha sido usada y registrada históricamente hace aproximadamente 6 mil años antes de nuestra era, la palabra en sí es utilizada por primera vez el húngaro Károly Ereky en 1919 en una de sus publicaciones sobre agricultura [20] sin embargo las bases científicas de estos procesos se empiezan a entender con los trabajos de Louis Pasteur en 1860 que muestra que la fermentación era producida por una actividad biológica de microorganismos. De igual modo en 1869, Gregory Mendel, desarrolla los primeros trabajos de herencia y genética. Friedrich Miescher presenta por primera vez el aislamiento de ADN en 1871 sin embargo no es hasta 1941 donde Beadle y Tatum proponen la hipótesis “un gen, una proteína” y que posteriormente se reconoce al ADN como molécula de Herencia. [21]

En el año 1953, con los trabajos de Franklin, Gosling, Watson y Crick, se describe y provee evidencia del modelo de doble hélice del ADN que se toma como hito de comienzo para la biotecnología moderna [22]. Este se

ve concretizada por la fundación de la primera empresa de base biotecnológica moderna, GENENTECH (Genetic Engineering Tech, Inc), por los desarrollos de Boyer y Cohen que en 1973 logran transferir material genético de un organismo a otro. En 1978 el científico Riggs manipula una cepa bacteriana para la producción de insulina. [21]

En el año 1983 y 1984 se comienza con el desarrollo de los Organismos Genéticamente Modificados (OGM) que empiezan a comercializarse en 1994 y 1995. Wilmot en el año 1996 logró la clonación de un mamífero, la oveja Dolly, a partir de la información génica de células de las glándulas mamarias de una hembra adulta. En el 2003, los equipos de Venter y Collins, logran el primer secuenciamiento del genoma humano con una inversión aproximada de 2700 millones de dólares para generar tecnologías complementarias que logren este hito [23].

2.1.2. Áreas de Desarrollo

La aplicación de técnicas modernas de biotecnología ha permitido el progreso acelerado de los campos e industrias en las que puede ser aplicado. Es así que en biotecnología según su complejidad tecnológica se ha identificado 3 generaciones [18]:

i) Primera generación: Involucra a los eventos de fermentación para producir alimentos, bebidas y combustibles que históricamente se dio sin tener mayor conocimiento científico de procesos relacionados [21].

ii) Segunda generación: Corresponde a la producción de algunos fármacos, el procesamiento de desechos y la producción de alimentos a gran escala. A pesar de que esta tecnología va creciendo sus bases en esta etapa suelen ser empíricas [18].

iii) Tercera generación: Corresponde a la etapa en que los conocimientos con base científica e ingenieril se integran para desarrollar mejores técnicas de fermentación y bioprocesos, cultivos celulares y de tejidos, como la introducción a la recombinación y transformación genética [15].

A esta última generación la solemos vincular con el concepto de biotecnología moderna que transversalmente es capaz de aportar soluciones a diversas ramas industriales.

2.1.3. Principales Sectores Biotecnológicos

2.1.3.1. Biotecnología para la Agricultura

Esta rama es la continuación del mejoramiento tradicional de cultivos utilizando técnicas moleculares de manipulación genética o técnicas moleculares. Esto permite el desarrollo de características de una manera precisa y no a una combinación aleatoria de los genes para producir características deseadas. La tecnología más conocida en este sector es la modificación genética mediante la transgénesis y actualmente mediante CRISPR/CAS9 [25], sin embargo, existen técnicas que apoyan la eficiencia de cruzamiento tradicionales como los son el uso de marcadores moleculares. Estos desarrollos en la agricultura se pueden utilizar para distintos fines como la alimentación, la producción de energías renovables o biomateriales [10].

2.1.3.2. Biotecnología para la Salud

Esta se refiere a los productos o servicios relacionados al diagnóstico o tratamiento médico. En este caso la tecnología más utilizada es la de recombinación genética que consiste en trasladar información genética utilizando técnicas moleculares que normalmente no se darían naturalmente. En este sector es como la biotecnología comenzó a desarrollarse debido a que atendió necesidades latentes de salud como la diabetes y otras enfermedades [18]. Actualmente este sector también se está introduciendo en las terapias génicas y celulares, como la ingeniería de tejidos, que permitirá mejorar la calidad de vida de la población.

Con el desarrollo de estos productos biológicos ha sido posible atender algunas enfermedades raras, como el uso de biosimilares, para el tratamiento de algunas enfermedades oncológicas [23].

2.1.3.3. Biotecnología para la Industria

Esta se desarrolló por el uso de enzimas y microorganismos para ser utilizados en procesos de diversas industrias. Entre estas, la industria química al utilizar a las enzimas como catalizadores al obtener una mayor eficiencia. Actualmente la biotecnología puede introducirse como alternativa en los sectores de producción de químicos, alimentación, detergentes, textiles, industria papelera y bioenergía [26]. Esto ha permitido además que la industria tenga un menor impacto ambiental por el uso de estas moléculas orgánicas de origen biológico.

2.1.3.4. Biotecnología Ambiental

Esta tecnología se utiliza para el tratamiento de residuos de manera más eficiente que los métodos convencionales. Esto es posible debido al uso de microorganismos o sus componentes que son capaces de utilizar algunos de estos residuos como nutrientes, a este proceso se le llama biorremediación. Esta área es de creciente interés en la actualidad [26].

2.1.4. Sistema Nacional de Biotecnología

Los sistemas nacionales de tecnología en general son aquellas estructuras basadas en diversos agentes que contribuyen con el desarrollo tecnológico de un sector [27]. Estos desarrollan actividades conjuntas que promueven el intercambio y complementariedad de conocimientos entre el recurso humano y son partícipes también del desarrollo de políticas y de formar el contexto propicio para generar valor en la actividad científico-tecnológica a través de procesos de innovación, productividad y competitividad. Usualmente estos agentes se encuentran en 3 funciones centrales y 2 de soporte [28]:

A) Agentes Centrales.

- 1. Universidades e Institutos Públicos de Investigación (IPIs):** La función de estos agentes es prioritariamente el desarrollo de

conocimiento científico-tecnológico, en consecuencia, contribuyen con el aumento directamente del capital humano para el sistema nacional. Estos realizan actividades vinculadas a biotecnología como la docencia e investigaciones de interés de desarrollo social principalmente.

2. **Empresas biotecnológicas establecidas y emergentes (Start Ups):** Estos agentes generan los bienes y servicios relacionados a la actividad biotecnológica, algunos de estas cuentan con sectores de I + D + i (Investigación, Desarrollo e Innovación) [29] o se involucran con las investigaciones realizadas por los agentes del punto 1. Actualmente se están empezando a desarrollar empresas emergentes conocidas como Start Ups, que están logrando diversos financiamientos estatales debido a que se basan en inversiones de riesgo alto por uso de actividades, bienes o servicios potencialmente innovadores [30].
3. **Instituciones Gubernamentales:** Este agente es principal para generar el contexto propicio para promover la adecuada interacción en el sistema nacional. Se realiza a través del diseño de políticas de Ciencia, Tecnología e Innovación, que están directamente vinculadas al desarrollo y fortalecimiento de relaciones entre los distintos agentes [31].

B) Agentes Complementarios.

- **Industrias de Soporte:** Son aquellas industrias que proveen los bienes intermedios como insumos y materiales necesarios en las actividades de Investigación y Desarrollo, también proveedores de bienes de capital como equipamiento e instrumentos tecnológicos que permiten las actividades productivas en el sistema nacional de biotecnología [32].
- **Sistema Financiero:** Para el desarrollo de actividades de I+D+i es necesario la capacidad financiera para sostener las actividades del sistema. Actualmente la mayor participación es de

responsabilidad gubernamental tanto para el desarrollo de investigaciones y actualmente la creación de empresas emergentes [33].

2.2. Capital Humano

Capital Humano (CH) nos refiere al valor económico que sea capaz de generar el conocimiento y las habilidades presentes en un individuo a través de su trabajo. Este concepto se basa en aspectos individuales de manera heterogénea y no desde la perspectiva clásica que consideraba a la fuerza de trabajo de forma homogénea en los individuos para producir valor en relación al tiempo empleado [17].

Otra corriente de estudio considera que el CH se basa en el conocimiento y habilidades que se pueden obtener a través de la educación formal, experiencia en trabajo u otra actividad que contribuya con este fin. [34]. Sin embargo desde una perspectiva más orientada a la producción se define al CH como una amalgama de factores como experiencia, entrenamiento, habilidades cognitivas, sociales y actitudinales enfocadas al trabajo que afecta el valor de la productividad de un trabajador [35].

El concepto de CH puede utilizarse como el conocimiento embebido en varios niveles como el individual, empresarial o de una nación.

2.2.1. Relevancia del Capital Humano

A mediados del siglo XIX surge el interés de comprender que aportaba valor para una industria fuera de los factores reconocidos hasta ese tiempo como lo eran el territorio, capital financiero y la fuerza de trabajo. En este análisis economistas de la época reconocieron que la inversión en las experiencias y conocimientos de un individuo aportan un valor económico diferencial en las empresas [17]. Debido a que estas habilidades en un ambiente de trabajo eran transferidas a los bienes y servicios producidos [35]. Los estudios continuaron y se observó que el capital humano tenía efecto en distintos niveles como la productividad de una empresa, pero también en la economía nacional [36]. Además, se observó que la productividad de un individuo podía ser desarrollada invirtiendo en su adquisición de conocimiento y experiencia [37]

2.2.2. Importancia del Capital Humano

Las naciones actualmente miden el capital humano que poseen debido a que representa un indicador de competitividad [38]. La OECD lo usa para entender como factor que conlleva al desarrollo económico, sostenibilidad y productividad de las naciones. Es por ello que considera su medida como una actividad importante en orden de mejorar las políticas públicas que generen desarrollo [5].

2.2.3. Técnicas de Medición de Capital Humano

Para realizar la cuantificación.

Existen 3 maneras de medir el capital humano según la OECD, 1998 [34].

1) ***Tiempo de escolaridad.*** Esto se mide en base al número de años de estudios formales ha realizado el individuo. Se puede medir por el costo que le ha tomado al individuo obtener el certificado. Según esto si se invierte más en educación/prácticas con dinero y tiempo en una sociedad, existe más acumulación de capital humano embebido en la población. [39]

La ventaja es que se puede comparar entre diferentes países debido a que se asume homogeneidad entre culturas y educación disponible. Para esto se asumiría que las capacidades de aprendizaje de los individuos son similares e Indicaría que todos los doctorados son similares. Sin embargo, esto es diferente dependiendo de los individuos y las oportunidades presentadas

2) La medición de las competencias de los individuos.

En este caso se mide el capital humano a través de pruebas de cultura, conocimientos y habilidades. Este desarrollo requiere un alto costo para su aplicación a nivel económico y organización, debido a que es un proceso que se realiza en el punto actual buscando la colaboración de los participantes [39].

3) Indicadores según los logros.

Es también llamado "Schooling" y mide el esfuerzo para desarrollar competencias y habilidades. Es decir lo que ha logrado el individuo a través de su educación. Productividad personal, ingresos personales, seguridad laboral, estatus ocupacional. [39, 40]

Esto depende claramente que el capital humano está correctamente reflejado con la valorización de mercado de las personas basadas en sus habilidades y conocimiento [35].

2.3. Innovación

La innovación es un concepto que ha adquirido relevancia histórica por su relación directa con el desarrollo económico a través del crecimiento de la productividad de los países, como lo reporta el Foro Económico Mundial [18], como lo indican sus raíces etimológicas, el "In" de estar en o introducir y el resto de la palabra proviene referido a lo nuevo [41], con lo que se entendería como la capacidad de introducir novedad sin embargo este concepto no estaría completo. Actualmente se considera que la innovación es la introducción de nuevos productos y servicios o cambios en cada aspecto de la cadena de producción que genere valor para su comercialización [41].

Entre otros conceptos tenemos:

- La innovación es la introducción de nuevos productos y servicios, nuevos procesos, nuevas fuentes de abastecimiento y cambios en la organización industrial, de manera continua y orientados al cliente, consumidor o usuario. [17]
- La innovación es un proceso generado por la percepción de una oportunidad; por la identificación de un nuevo mercado, producción de nuevo servicio o avance tecnológico que se puede entregar a través de actividades de diseño, producción y marketing, logrando el éxito comercial del invento [42].
- La innovación es la comercialización con éxito debido a una novedad en el producto o servicio ofrecido. Es convertir las nuevas ideas en productos de valor comercial [39].

El origen de la innovación puede darse tanto desde el conocimiento adquirido de la investigación científica, como de la adaptación de ideas existentes y tecnologías desarrolladas. En el impacto de la innovación se observa un aumento y optimización de la eficiencia, diseño, coste entre otros motivos relacionados a la cadena de valor. La innovación tiene como principal objetivo la explotación comercial por lo que lograrlo requiere un trabajo colaborativo amplio desde la generación de ideas y la gestión de la Ciencia, Tecnología e Innovación (CTI) hasta las estrategias de comercialización [42].

Cabe señalar que según las características la innovación no está restringida a la creación de nuevos productos, ni a desarrollo tecnológicos sino se trata de un concepto más amplio que contempla la acción en cada etapa de la cadena de valor de la producción o generación de un servicio [44].

2.3.1. Alcance de la Innovación

- *Innovaciones radicales*: Son aquellas que abren nuevos mercados. Generalmente se asocian a la introducción al mercado de novedad tecnológica, de proceso, organizativo o comercial. Por lo general, tienen una mejor rentabilidad si se les incorpora mayor conocimiento tecnológico y permitiendo que las empresas compitan a un mediano y largo plazo [45].
- *Innovaciones incrementales*: Son aquellas que producen cambios en tecnologías, procesos, organización o estrategias comerciales ya existentes para mejorarlas, pero sin alterar sus características fundamentales. Por lo general, contribuyen a que la empresa pueda competir en el corto y mediano plazo [45].

2.3.2. Tipología de Innovación

Según el Manual de Oslo[44]:

- a) *Innovación de producto*: Se trata de la introducción de un bien o servicio innovador en las especificaciones técnicas, los

componentes o materiales, el software incorporado, la ergonomía u otras características funcionales [44].

- b) *Innovación de proceso*: Se trata directamente de los métodos de producción con características innovadoras. Esto puede ser debido a la mejora significativa en técnicas, equipos o software. Este tipo de innovación tiene principalmente como objetivo la reducción de costos o tiempos de producción o distribución.
- c) *Innovación Comercial*: Se trata de la introducción de nuevos métodos de comercialización que involucra mejoras en el diseño y presentación del producto, en su posicionamiento, en su promoción o en su precio. El fin de este tipo de innovación es el incremento directo de las ventas abriendo nuevos mercados o reposicionando el producto satisfaciendo mejor las necesidades de los clientes.
- d) *Innovación Organizativa*: Se trata directamente de los métodos de organización aplicada a las prácticas de los negocios, relaciones externas de la empresa o de la forma de trabajo. Estas tienen como principal objetivo aumentar la eficiencia administrativa, satisfacción en el trabajo o conseguir acceso a activos no comercializables como el conocimiento externo no codificado.

Por otro lado las innovaciones de producto y proceso pueden ser de base tecnológica como consecuencia de las actividades de Investigación y Desarrollo realizadas al interior de las empresas o universidades. Las actividades de investigadores actualmente pueden traducirse en la producción de patentes o otra medida de protección intelectual la cual representa a un activo empresarial como los ejemplos mostrados en la Tabla 1.

Tabla N°1: Ejemplos de productos biotecnológicos

PRODUCTOS	APLICACIONES	CARACTERÍSTICAS DEL PRODUCTO
Microorganismos degradadores: Alta actividad de proteasas, celulasas, lipasas y amilasas[44].	<ol style="list-style-type: none"> 1. Tratamiento de costras de residuos grasos. 2. Tratamientos de tanques de grasas 3. Tratamiento de espumas y malos olores 	<ul style="list-style-type: none"> -Disminuye la formación de costras - Elimina el origen de malos olores - Aumenta la actividad biológica en presencia de tóxicos
Biodetergentes[45].	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mantenimiento de prendas textiles 2. Limpieza de maquinaria e instrumentos de industrias alimentarias 3. Deodorización de conductos 	<ul style="list-style-type: none"> -Contiene enzimas y microorganismos con actividad catalítica y degradadora
Rituximab [46].	<ol style="list-style-type: none"> 1. Tratamiento a artritis reumatoide 2. Tratamiento no hodgkinianos 	<ul style="list-style-type: none"> -Anticuerpo monoclonal -Desarrollado por ingeniería genética

Fuente: Elaboración propia.

2.4. Políticas de Ciencia, Tecnología e Innovación (CTI)

Consisten en un conjunto de acciones institucionales e individuales orientadas a promover y facilitar el desarrollo, la asimilación y la utilización de la ciencia, tecnología e innovación con el fin de incrementar el crecimiento económico y la competitividad de las empresas y el país, así aportar soluciones innovadoras a las problemáticas sociales y ambientales del país.

2.4.1. Evolución de Políticas Públicas de CTI en América Latina

Los antecedentes en América Latina y el Caribe respecto al diseño e implementación de políticas de CTI datan de los años 50. Desde entonces, para

fomentar la CTI en la región se han promovido diferentes iniciativas basados en paradigmas de política alternativos [47].

Tabla N° 2: Cronología de la Evolución de las Políticas de Ciencia, Tecnología e Innovación en América Latina

ETAPAS	PERÍODOS					
	1950-1959	1960-1969	1970-1979	1980-1989	1990-1999	2000-2009
Empuje de la ciencia	—————				
Regulación de la transferencia de tecnología		—————		
Instrumentos de política y enfoque de sistemas			—————	
Ajuste y transformación de la política científica y tecnológica				—————	
Sistemas de innovación y competitividad					—————
Renovación de la política de ciencia, tecnología e innovación					

Fuente: Sagasti, Ciencia, tecnología, innovación. Políticas para América Latina 2012

1. El empuje de la ciencia

En esta etapa, según Sagasti, el apoyo a la investigación, así como la capacitación técnica y profesional, tenía como fin desarrollar la investigación aplicada y hacer transferencia de conocimiento y tecnologías a las empresas que trabajan en sectores productivos estratégicos [47]. Estas décadas se caracterizaron por: seguir la concepción lineal de las relaciones entre ciencia, tecnología e innovación, establecimiento de consejos de investigación y la creación de centros de investigación científica, sobre todo universitarios.

2. Regulación de la Transferencia de tecnología

Las características principales fueron la alta preocupación por reducir el impacto negativo referente a la transferencia de tecnología, creación de entidades públicas que regulen la inversión extranjera directa, contratos de licencia y derechos de propiedad intelectual [46]. Por otro lado se puso

énfasis en seleccionar tecnologías apropiadas acorde a las condiciones de la región [48].

3. Instrumentos de política y enfoques del sistema

Esta etapa estuvo sujeto a la reducción de inversiones en ciencia y tecnología (orientados a convocatorias y subvenciones por competitividad y méritos). Además, trajo consigo el análisis de interacciones y superación de inconsistencias entre políticas de ciencia y tecnología. Otra de las características fue el desarrollo de una perspectiva integral sobre actores claves en la generación, demanda, uso y absorción de ciencia y tecnología [49].

4. Ajuste y transformación de la Política científica y tecnológica

Surgió principalmente debido al desplazamiento de la investigación y el desarrollo tecnológico en el empresariado, fortalecimiento en las organizaciones para el incremento de la productividad. Se desarrollaron nuevos enfoques de competitividad y paradigmas tecno-económicos. [48]

5. Sistemas de Innovación y Competitividad

El desarrollo tecnológico empresarial, el entorno de políticas públicas y la absorción de conocimientos y tecnologías provenientes del exterior, tuvieron mayor énfasis; se priorizó el apoyo a las empresas para el incremento de su competitividad y la promoción de la apertura comercial. Las capacidades de investigación científica y desarrollo tecnológico se consolidaron y surgieron nuevos mecanismos financieros de apoyo y promoción a la innovación [50].

2.4.2. Políticas Públicas para el desarrollo de la CTI

Toda política nacional debe ser acorde a la realidad económica, social y cultural donde se va a implementar. De igual manera, es prioritario conocer el marco normativo e institucional que involucra los agentes públicos y privados relevantes para la política pública [51]. Su ejecución y cumplimiento de estas condiciones garantizará de manera significativa la eficacia y viabilidad de la política nacional.

Para ello se requiere el diseño de políticas públicas de CTI eficientes y diferenciadas que permitan impulsar la competitividad de las regiones, aprovechando las fortalezas propias de sus materias primas y recursos naturales locales, además de la replicación de innovaciones incrementales y en otros casos disruptivas. [49]

CAPÍTULO III: METODOLOGÍA

3.1. Tipo de Investigación

La Investigación es de tipo cuali-cuantitativa. No experimental – descriptiva.

3.2. Diseño del estudio

Se recogió información del capital humano vinculado al sector biotecnológico y se realizó un diagnóstico del estado actual, capacidades y oportunidades de desarrollo. Además de ello mediante se identificaron las brechas y actividades a nivel nacional e internacional relacionados a la formación de capital humano para la innovación biotecnológica

3.3. Área de estudio

Investigadores en el área de biotecnología que se relacionen con la actualidad y conocimiento del estado tecnológico y científico nacional en este sector.

3.4. Población y Muestra

La población está constituida por profesionales vinculadas al sector biotecnológico.

La muestra:

Estos fueron seleccionados luego del diagnóstico. Para determinar el número de entrevistados se utilizó la siguiente formula:

$$N = \frac{Z^2 P Q N}{E^2 (N-1) + Z^2 P Q}$$

Donde:

Z= Valor de abscisa de la curva normal para una probabilidad del 95% de confianza

P= Proporción de los que participantes en la encuesta. Se asume P = 0.5

Q= Proporción de no participantes en la encuesta.

E= Margen de error (10%)

N= Población

Se encuestó a 77 personas según los criterios de inclusión mas adelante expuestos. De los cuales se entrevistó a 12 personas para realizarles una entrevista estructurada tomando en cuenta los criterios de inclusión y exclusión de los participantes.

a) Criterios de inclusión:

a.1) Para encuesta y entrevista.

1. Se consideraron a profesionales con formación académica a nivel postgrado en áreas relacionadas a la biotecnología.
2. Investigadores que cumplan al menos 20 puntos según el procedimiento de registro nacional de investigadores (REGINA).

a.2) Para entrevista

3. En el caso de empresarios que tengan experiencia concreta de investigador y de formar una empresa de base biotecnológica.

b) Criterios de exclusión:

1. No desean participar en el estudio.
2. Muestren conflicto de interés.
3. Si son investigadores que tengan menos de 20 puntos según el procedimiento del registro nacional de investigadores (REGINA).

3.5. Procedimientos y Técnicas

3.5.1. Técnicas Documentales

Revisión de bibliografía especializada, artículos nacionales sobre biotecnología, informes internacionales sobre Biotecnología (OECD; observatorios de países latinoamericanos y europeos.)

3.5.2. Técnicas de Campo

1. Encuestas en línea identificando a la muestra y enviando las encuestas a través de un enlace relacionado a un formulario electrónico.
- 2, Entrevistas estructuradas a profesionales en biotecnología con formación académica a nivel postgrado. También se considerará trabajadores de institutos de investigación nacionales (INIA), ONGs o Ministerios: (Ambiente, Agricultura y Producción).

3.5.3. Técnicas de Recolección de Datos

Dado el enfoque mixto, se recolectó la información cualitativa - cuantitativa, para lo cual se usaron las siguientes herramientas en diferentes etapas:

a) **Diagnóstico.**

En esta etapa se hizo una revisión exhaustiva de la información bibliográfica. Se realizó en base al Directorio Nacional de investigadores del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, así como a partir de reportes internacionales que han sido publicados en relación a la biotecnología.

Para obtener la lista de investigadores se desarrolló un Directorio Local paralelo al Directorio Nacional de Investigadores del CONCYTEC (DINA) en la plataforma Linux, UBUNTU 14.04.

Se utilizó la terminal del sistema operativo para descargar las fichas de los investigadores registrados en la página web: <http://dina.concytec.gob.pe/appDirectorioCTI/>.

Utilizando el directorio local se pudo hacer la selección mediante la utilización de la palabras clave en el siguiente código: (grep -c -l biotec* *.html). Como resultado nos dio el código del investigador en el DINA con lo cual se puede revisar la ficha de forma detallada. Este proceso de revisión no fue automatizable debido a las características de las fichas que en muchos casos pueden ser incompletas o no se pudo encontrar patrones para optimizar la extracción de la información requerida.

b) **Encuestas y entrevistas**

Se realizó a partir de la lista obtenida en el diagnóstico. Se encuestaron 77 investigadores para obtener información general sobre la formación de capital humano orientado a la innovación. Para complementar la información se realizó entrevistas estructuradas a 12 investigadores anteriormente encuestados para recoger sus

percepciones más detalladas y personales sobre el tema de estudio. En esta etapa se realizó el análisis en base a la información de diagnóstico y las entrevistas con actores del sector. Se realizó este análisis teniendo las entrevistas escritas en formato digital.

c) Diseño de Estrategias

Se realizó un análisis estructural del sistema basado en los resultados previos y de políticas científicas relacionadas. Esto complementó a los resultados de método analítico para la formación de estrategias basado en las siguientes categorías propuestas para el análisis cualitativo:

- a) Motivacionales
- b) Oferta Académica
- c) Instituciones relacionadas a la formación.
- d) Relación con la industria
- e) Políticas de CTI.

3.6. Análisis de los datos

La información primaria recogida fue contrastada con información secundaria (Bibliografía y especialistas). Para el diagnóstico se analizó los datos recolectados y se procesó en Stata para el análisis. Los datos de la encuesta del método fueron analizados con STATA versión 14. Las entrevistas estructuradas fueron analizadas mediante la categorización de ideas principales y comunes utilizando la herramienta Atlas.ti versión número 7.

3.7. Consideraciones Éticas

El CIE de la UPCH autorizó el desarrollo de la investigación., así como de los instrumentos a utilizar. No hay nivel de riesgo para los participantes debido a que no se comprometerá prácticas que necesiten de sus cuerpos o sus recursos. Además, se protege la confidencialidad y privacidad de la información proporcionada, mediante una carta informativa de participación.

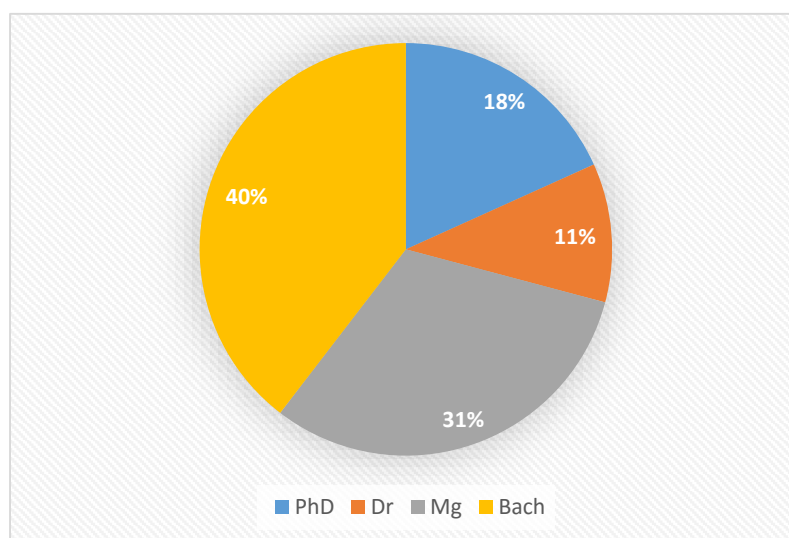
CAPÍTULO IV: RESULTADOS

4.1 Diagnóstico del Capital Humano Investigador en Biotecnología en Perú.

4.1.1 Estructura académica del Recurso Humano en Biotecnología en Perú.

El número de personas involucrado en el sector biotecnológico peruano es de 652, Basado en el Directorio Nacional de Investigadores (Diciembre 2015). De estos el 40 % lo son bachilleres, un 31% con maestría, el 18 % son doctores cuya formación ha sido en el extranjero y 11% formados en el Perú. Para fines de análisis se ha diferenciado el grado de Doctor: PhD para aquellos que realizaron sus estudios en el extranjero y Dr para los que recibieron el grado en una universidad nacional y así podemos diferenciarlos en la **Gráfica 1**.

Gráfica 1.- Recurso humano en biotecnología en base el grado académico.



Fuente: Elaboración propia a partir del Directorio Nacional de Investigadores (DINA)

Por otro lado para considerar en este estudio a los investigadores se utilizó el concepto del Registro de investigadores mediante Resolución Presidencial N° 184 - 2015 -CONCYTEC - PE que considera como

investigador a aquellas personas que tengan al menos 30 puntos según el sistema de calificación (**Tabla N° 3**). Para realizar esta gráfica y considerando, todavía, la falta de madurez de registro se consideró un umbral de 20 puntos y además posean un postgrado. Ésta decisión fue tomada por la falta de registro adecuado de los siguientes datos:

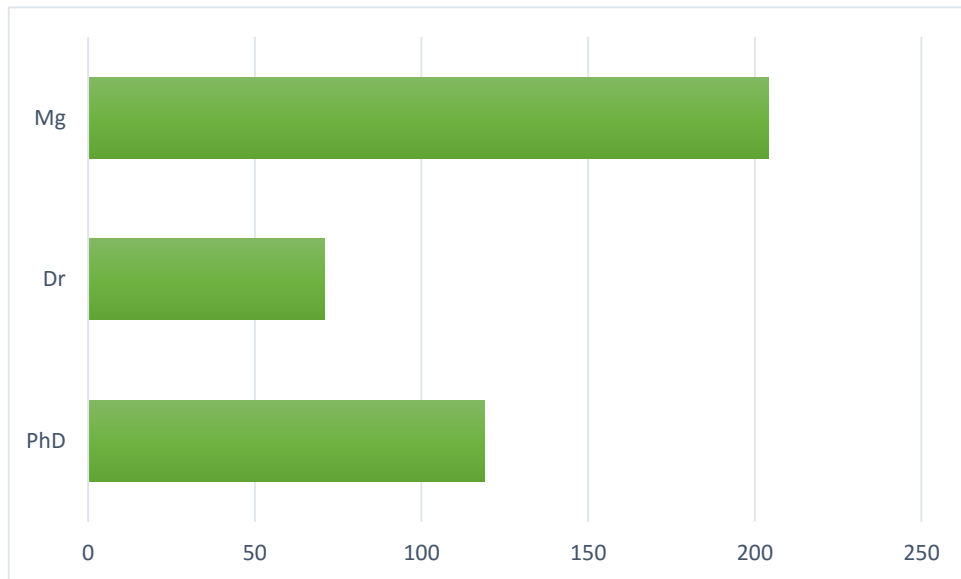
1. Publicaciones y/o Patentes
2. Índices H
3. Presentación en congresos nacionales e internacionales

Esto puede ser debido a que la resolución de investigadores recién opera desde el año 2015 generando que las fichas registradas en el DINA posean información incompleta de los registrados. Los que cumplieron con este umbral de 20 puntos fueron un total de 420 personas mediante la siguiente tabla de calificaciones. Donde 394 tenían estaban en programas de maestría y doctorado. En el grupo que no cumplía con este mínimo de 20 puntos un 94% era conformado por el grado académico de Bachiller.

Tabla N° 3.- Sistema de Calificación para el Registro y calificación como Investigador en Ciencia y Tecnología del SINACYT en la R.P. N° 184 - 2015 -CONCYTEC - PE

ITEMS	REQUISITO / PERIODO	PUNTAJE máximo	INDICADORES
Grado académico Solo se asignará puntaje por un grado académico, en este caso el grado más alto.	Bachiller / Licenciado / Maestro / Doctor	15	<ul style="list-style-type: none"> ○ Bachiller: 2 pts. ○ Licenciado: 3pts. ○ Magíster: 7 pts. ○ Doctor: 15 pts.
Publicaciones, patentes, registro de autor, obtentor Para ser considerado en la calificación, el investigador deberá tener al menos 1 publicación en Scopus o Web of Science, 2 publicaciones en Scielo, o 1 patente otorgada en cualquiera de sus modalidades, 1 derecho de autor o 1 un derecho de obtentor.	En los últimos 7 años	30	<ul style="list-style-type: none"> ○ Scopus: 3 pts. ○ Web of Science: 3 pts. ○ Scielo: 1 pto. ○ Otras bases de datos internacionales indexadas con prestigio internacional deberán tener la misma diferenciación anterior. ○ Patentes otorgadas de modelo de utilidad: 3 pts. ○ Patentes otorgadas de invención: 5 pts. ○ Derecho de autor: 3 pts. ○ Obtentor: 3 pts.
Libros o capítulos de libro, Editor	En los últimos 7 años	5	en editorial internacional de investigación especializado <ul style="list-style-type: none"> ○ Autor de libro: 3 pts. ○ Autor de capítulo de libro: 1 pto. ○ Editor: 3 pts.
Formación de RRHH (tesis - asesor de tesis principal defendidas)	En los últimos 7 años	10	<ul style="list-style-type: none"> ○ Título: 1 pto. ○ Magíster: 2 pts. ○ Doctor(a): 5 pts.
Índice H	-	5	<ul style="list-style-type: none"> ○ Índice h menor a 5: El puntaje otorgado es igual al número del índice h (0, 1, 2, 3 o 4 pts.) ○ Índice h mayor o igual a 5: 5 pts.
Proyectos	En los últimos 7 años	25	<ul style="list-style-type: none"> ○ Investigador principal con fondo internacional: 6 pts. ○ Investigador principal con fondo nacional: 3 pts. ○ Asociado o post-doctorando: 2 pts. ○ Tesista de doctorado: 1 pto.
Presentación en congresos nacionales y/o internacionales	En los últimos 7 años	10	<ul style="list-style-type: none"> ○ Congreso Internacional: 3 pts. ○ Congreso Nacional: 1 pto.
TOTAL	-	100	De 0 a 100 pts.

Gráfica 2.- Registro de investigadores con postgrado que tienen al menos 20 puntos para el registro de investigadores

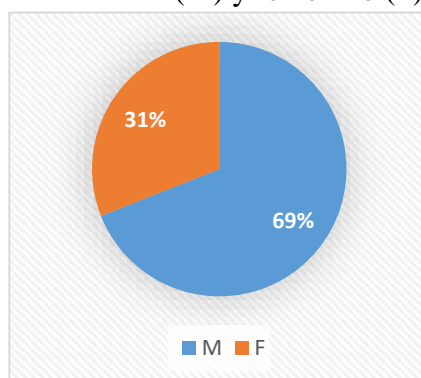


Fuente: Elaboración propia a partir del Directorio Nacional de Investigadores. Luego de realizar ésta selección y basándonos en las personas que cuentan con estudios de postgrado, se tiene que el 52% cuenta con el grado de maestría y un 48% en el grado de doctores se distribuye en 30 % formados en instituciones extranjeras y un 18% en instituciones nacionales (**gráfica 2**).

4.1.2. Género del investigador

Actualmente también se observa que un 69% de miembros de este sector son varones y un 31% mujeres.

Gráfico 3.- Recurso humano en biotecnología según género. Masculino (M) y femenino (F).

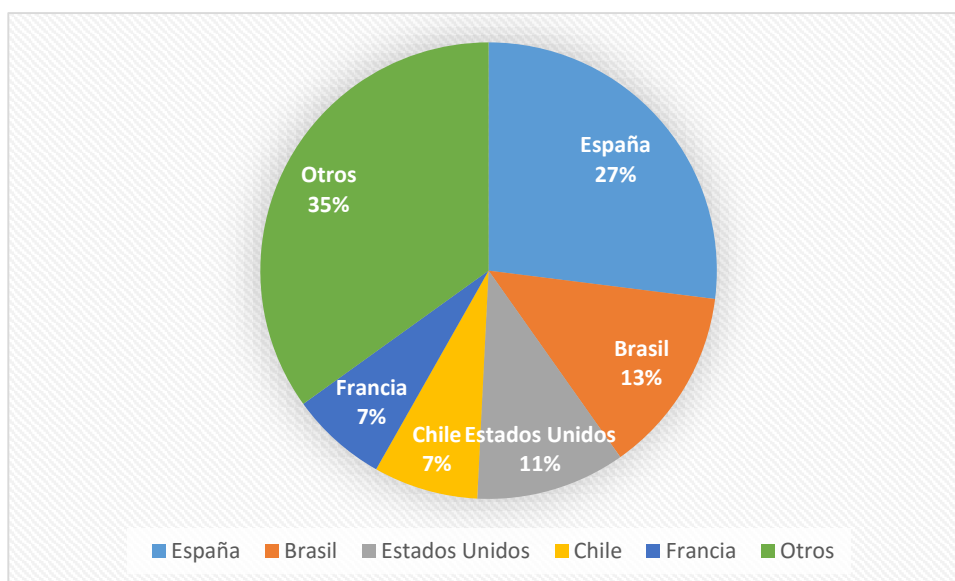


Fuente: Elaboración propia a partir del Directorio Nacional de Investigadores.

4.1.3. Especialización en países extranjeros.

El país más elegido para especializarse por los investigadores en biotecnología o afines, mostrado en la **gráfica 4**, es España con 27%, Brasil con un 13%, Estados Unidos con 11%. Junto estos 3 países representan el destino de la mayoría de los especialistas involucrados en el sector biotecnológico.

Gráfica 4.- Distribución por países de especialización del recurso humano en biotecnología registrado en el DINA.

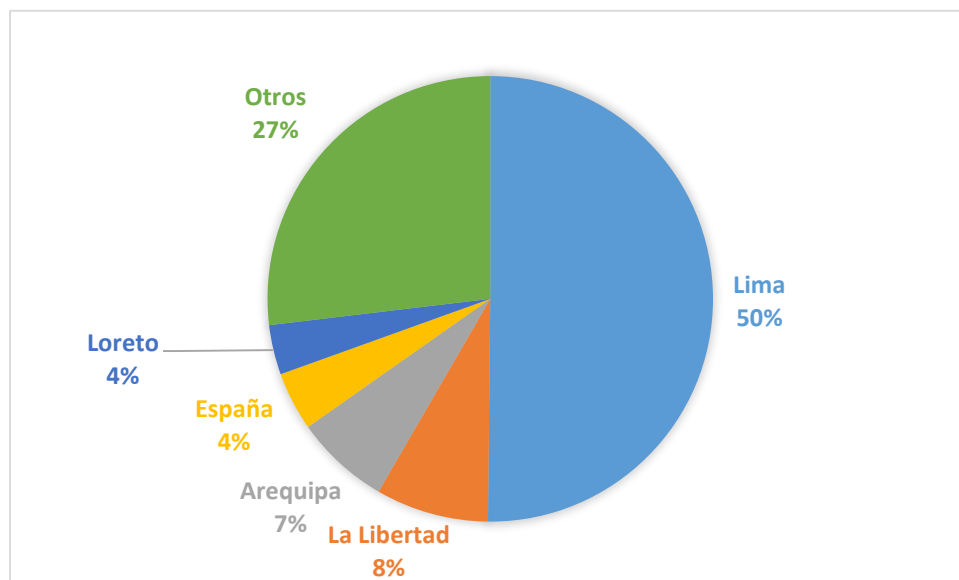


Fuente: Elaboración propia a partir del Directorio Nacional de Investigadores.

4.1.4. Lugar de trabajo

Según la **gráfica 6** se observa que más del 50% del RRHH especializado en biotecnología trabaja en una institución, sea universidad, empresa o instituto estatal ubicado en el departamento de Lima.

Gráfica 5 .- Distribución del lugar de trabajo del recurso humano en biotecnología registrado en el DINA.



Fuente: Elaboración propia a partir del Directorio Nacional de Investigadores. “Otros” que corresponde al 27% incluye otros países de los cuales Brasil y Estados Unidos son los destacados.

4.1.5. Escasez de centros de investigación por regiones.

Según la siguiente tabla observamos la centralización de los espacios de investigación y formación en biotecnología. Sobre el número de instituciones de trabajo del RRHH en biotecnología se observa que hay una notoria diferencia entre la Región Lima y las otras a nivel nacional. Esto está directamente vinculado a que el lugar de aproximadamente el 50% del Capital Humano en biotecnología se encuentra en Lima. También se observó que solo el 5% de profesionales en el área de biotecnología trabajan en el sector I+D+i de las empresas.

Tabla N° 4.- Instituciones donde trabaja el Recurso Humano investigador en biotecnología registrado en el Directorio Nacional de Investigadores.

Lugar de Trabajo – Instituciones			
UNMSM	UCSP	IIB INTECH	U.Arica (Chile)
UNALM	UPeU	IDMER	TELESUP
UNT	UNTRM	GORE	Reprocal
UPCH	UNICA	Germoplasma GraINS	PSW
UNAS	UdeP	CNR	PROESMIN
UNAP	UCSur	CIAT	OEFA
PUCP	MINAM	Bruselas	NAMRU
INIA	Imarpe	Biolinks	UNAM (México)
Incabiotec	BTS Consultores	BIOAI	ITTG
CIP	UNU	Antofagasta	IPIB SAC
UNSCH	CIRNA-UNAP	VIZ	INRO
INS	URP	UTM	Incatops
USMP	UNFSC	UPAO	Incaru Perú
UNFV	UNCSM	UP	IIAP
UNAS	UNCS	UNS	IDESI
UNCP	UNCH	UNPAL	ICT
FARVET	UEG (España)	UNI	IBIG
UCSM	DTU (Dinamarca)	UNHEVAL	Innovate
UCM(España)	UAMS (EEUU)	UNASAM	DIOMUNE
UNJBG	UV (España)	UNAM (México)	DIGEMID
USP-Brasil	U.Laguna (España)	ULCB	DANPER
UCV	U.Kansas (EEUU)	UH (Cuba)	Corpoica
UCH	UFRJ (Brasil)	UEC	CORMITOMA
UAM	NAMRU 6	UDS (Paraguay)	Concepto Azul
UB (España)	MTC	UCCI	Casa Banquero
CSIC	MINAGRI	U.San Petersburgo (Rusia)	Bioincuba
CONCYTEC	IUBO	U.Navarra (España)	Baxter
ASTURBIOS	ITSH	U.Kyushu (Japón)	Austral group
IBA Uchumayo	INSA-LYON (Francia)	U.Campinas (Brasil)	Acuicultura de Huaura
UNH	UCSS	UNC	UNPRG

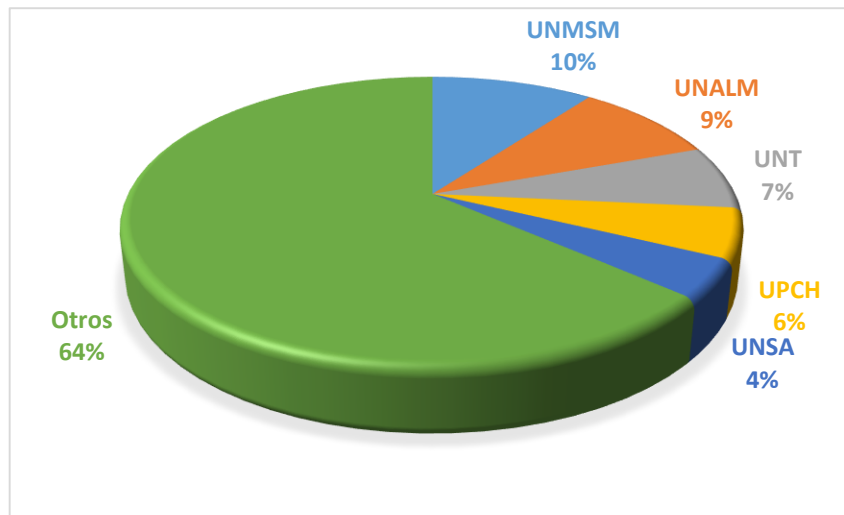
Fuente: A partir del Directorio Nacional de Investigadores

4.1.6. Distribución de investigadores en las instituciones de trabajo

Como se observa en la siguiente gráfica 6, las universidades concentran el RRHH en biotecnología. 36% de investigadores se concentran en 5 universidades de 123 instituciones que se identificaron en este trabajo. Estas son: UNALM, UNMSM, UNT, UPCH y UNSA. Solo hay dos

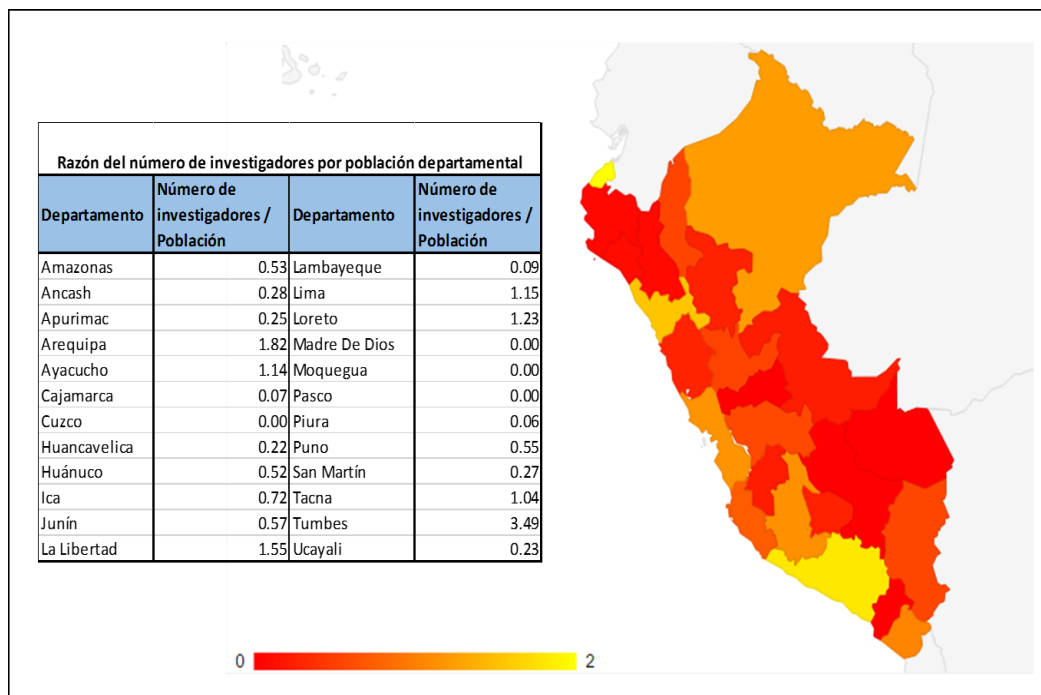
universidades de regiones diferentes a Lima que resaltan y son UNT y UNSA en La Libertad y Arequipa respectivamente.

Gráfica 6.- Distribución en instituciones del recurso humano en biotecnología registrado en el DINA.



Fuente: Elaboración Propia a partir del Directorio Nacional de Investigadores.

Gráfica 7.- Recursos humanos en biotecnología por cantidad de habitantes en los departamentos peruanos.



Fuente: Elaboración propia a partir del Directorio Nacional de Investigadores

En la gráfica 7 y la tabla interna de la imagen se observa que el departamento que tienen una mayor razón de investigadores respecto a su población es Tumbes con 3.49 investigadores en biotecnología por cada 100 mil habitantes. Luego son

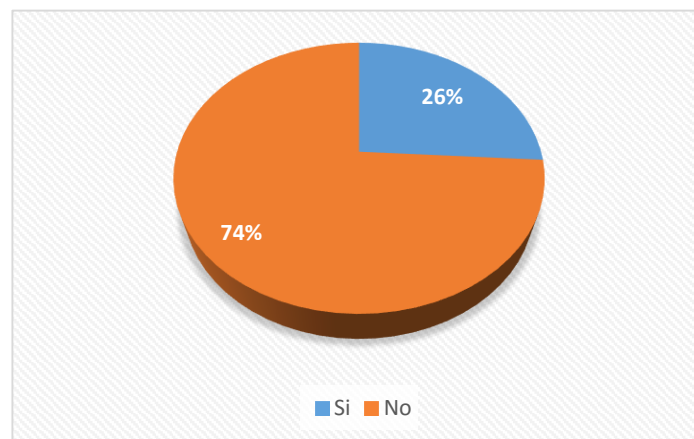
Arequipa y La Libertad con 1.82 y 1.55 respectivamente. Se observa también que Lima sería el quinto departamento de presentar una mayor presencia de investigadores según su población.

4.2 Brechas en la formación de Capital Humano Investigador en Biotecnología orientado a la innovación en Perú.

A) Encuesta a investigadores

Según los resultados se obtuvo información que describen la percepción de la formación científica y la posibilidad de lograr innovaciones biotecnológicas en el país. Una de las principales barreras que confirma lo mostrado en el diagnóstico es que existe poca oferta de formación para los temas científicos, tecnológicos e innovación en biotecnología en el país. Ante lo cual un 74% considera que no existe las condiciones óptimas para formarse académicamente en el interior del país; mientras un 26% considera que si lo hay.

Gráfica N° 8.- Opinión respecto a si hay las condiciones necesarias para el desarrollo de la Innovación en el Sector Biotecnológico en el Perú

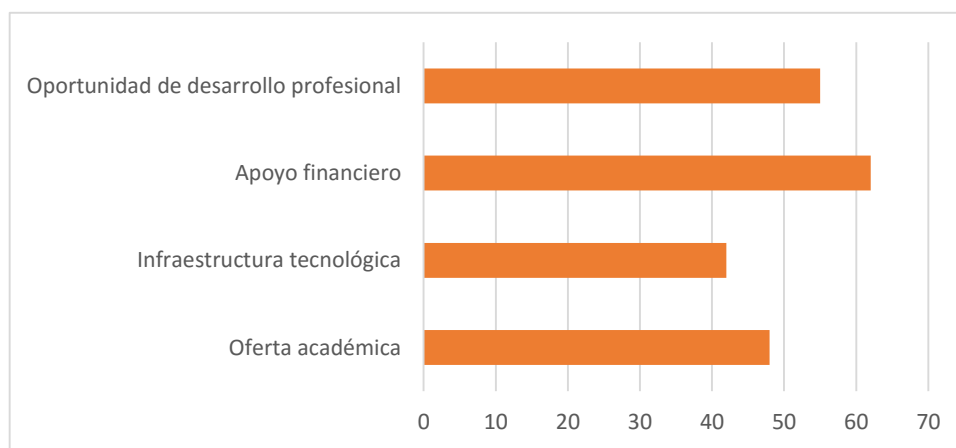


Fuente: Elaboración Propia a partir del Directorio Nacional de Investigadores

4.2.1 Principales factores dificultados en la formación de CHB a nivel nacional.

En la gráfica 9, el 62% de encuestados considera que se debe a la baja oferta académica de áreas de interés en biotecnología. Un 54% afirma que se da por una insuficiencia en la infraestructura tecnológica para realizar investigación y desarrollo. 80% considera que se da por una escasez de un apoyo financiero y el 71% considera que está relacionado directamente con la oportunidades de desarrollo profesional.

Grafica N°9: Principales factores dificultados para la Formación del Capital Humano en el sector biotecnológico en el país

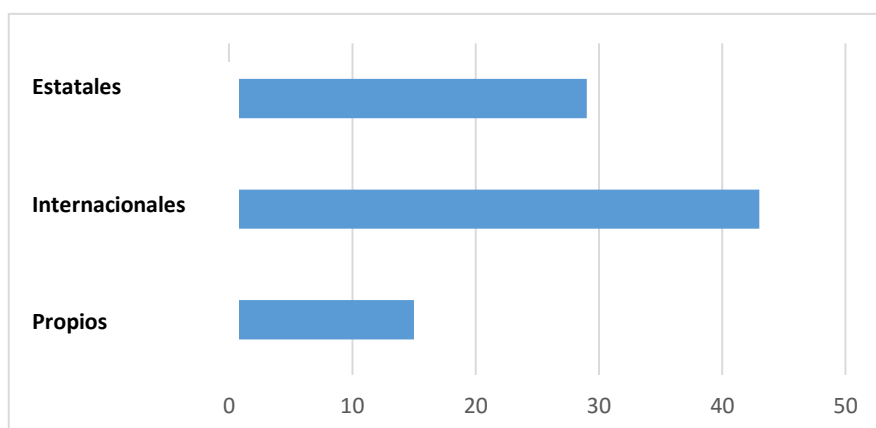


Fuente: Elaboración Propia

4.2.2. Origen de Fuentes de Financiamiento

Según lo observado en la gráfica 10, entre los orígenes de las fuentes de financiamiento obtenido para sus últimos estudios académicos un 38% lo ha obtenido de instituciones estatales; un 56% a través de organismos internacionales y un 20% a través del uso de recursos propios.

Gráfica N°10: Procedencia de financiamiento para especialización en el Sector Biotecnológico



Fuente: Elaboración Propia

4.2.3. Colaboración institucional

Actualmente un 30% presenta trabajos en colaboración con instituciones nacionales para desarrollar potenciales innovaciones en biotecnología. Un 44% presenta relaciones con instituciones internacionales. El 25% colabora en una red formal de investigadores en el área temática de sus actividades. y por otro lado el 14% afirmó no tener ninguna colaboración..

Gráfica N°11: Entidades colaborativas para el desarrollo de innovación del sector biotecnológico

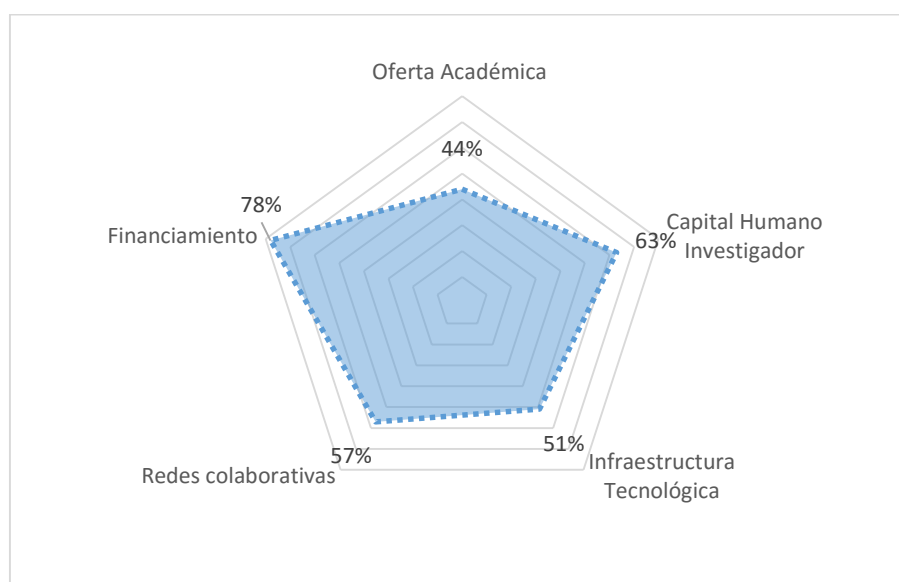


Fuente: Elaboración propia

4.2.4. Innovación

Se les consultó si habían llevado capacitaciones en el tema de innovación, considerando a ésta como al desarrollo tecnológico enfocado al mercado. Respondieron afirmativamente 35 %. Sin embargo, a la pregunta si la institución donde labora realiza desarrollos orientados a la innovación, solo un 20% respondió afirmativamente. Las limitantes consideradas principales para el desarrollo de innovaciones biotecnológicas en el país se muestran en la gráfica N° 12.

Gráfica N°12: Limitantes Nacionales que obstaculizan el desarrollo de Innovaciones Biotecnológicas en el Perú



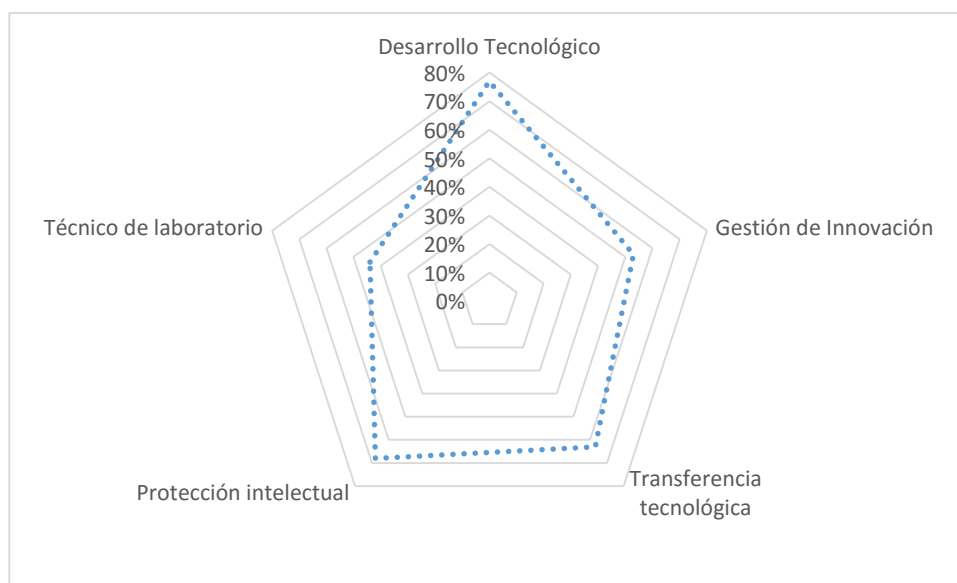
Fuente: Elaboración propia

- 44% considera a la falta de oferta académica sobre innovación biotecnológica
- 63% considera a la falta de capital humano investigador a nivel nacional
- 51% considera a las deficiencias de infraestructura tecnológica
- 57% considera a las redes colaborativas
- 78% considera que hay insuficiente financiamiento

Se les pidió especificar qué tipo de conocimiento está en déficit para la formación de capital humano para la realización de innovaciones biotecnológicas a nivel nacional, teniendo los siguientes resultados:

- 77% especialización en desarrollo tecnológico
- 53% especialización gestión de los procesos de innovación
- 63% especialización en transferencia tecnológica
- 68% especialización en áreas de protección intelectual
- 44% especialización de técnicos de laboratorio

Gráfica N°13: Área de especialización en déficit para el proceso de innovación en biotecnología en Perú.



Fuente: Elaboración propia

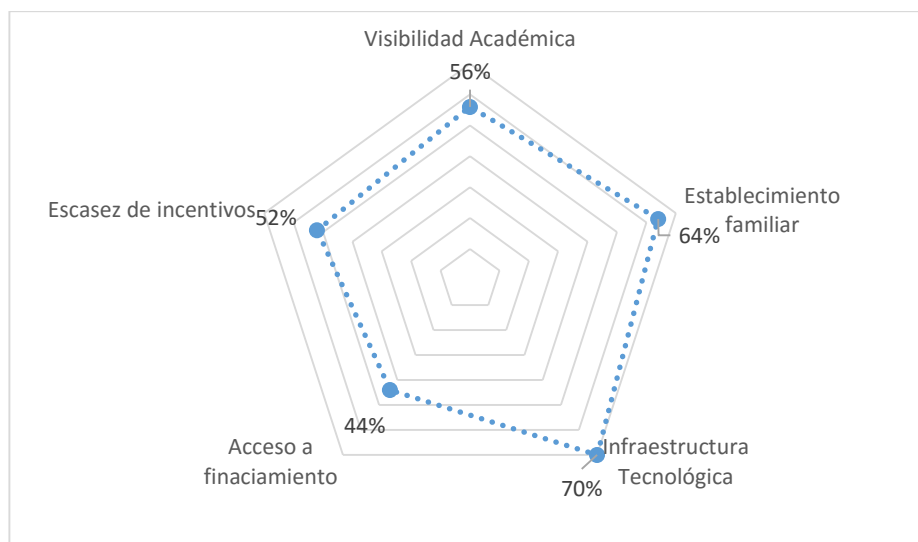
4.2.5.. Factores de distribución capital humano en regiones.

Se les consultó cuales son los factores por las que consideraban que no hay mayor capital humano en las regiones diferentes a Lima. Los mismos respondieron:

- 56% considera que hay una menor visibilidad académica.
- 64% debido a razones familiares de establecimiento.
- 70% déficit de infraestructura tecnológica.

- 44% acceso a financiamiento para I + D + i.
- 52% escasez de incentivos en general.

Gráfica N°14: Factores asociados al déficit de número de investigadores en las regiones al interior del país.



Fuente: Elaboración propia

Resultados de entrevistas a Investigadores

4.2.6. Aspectos que influyen en la formación de capital humano para la investigación en biotecnología orientada a la innovación:

4.2.7 Sobre aspectos motivacionales

Ante las preguntas sobre cuáles fueron las motivaciones para desarrollarse en biotecnología actualmente, se identificaron algunos aspectos coincidentes que hacen atractivo a la especialidad que fueron mencionados por los investigadores en resumen de la tabla N° 4.

**Tabla N° 5: Principales motivaciones que Influyen en la Innovación
Biotecnológica**

N°	Factores motivacionales	Descripción
1	Impacto: Social y económico	Este es uno de los aspectos mencionados por el 75% de entrevistados donde describen intereses personales de lograr que sus investigaciones tengan impacto directo sobre la sociedad en aspectos como la salud y la agricultura. También resaltan la actividad de transferencia tecnológica que puedan resolver necesidades locales, esto último mencionado por investigadores que han tenido experiencias de formación en el exterior y observan una brecha tecnológica que podría incidir directamente sobre una necesidad social o de oportunidad económica.
2	Campo de Acción: Amplio	Un 83% de entrevistados que se encuentran en formación consideran el aspecto transversal de esta tecnología les permite la posibilidad de tener incidencia en diversas ramas tecnológicas como salud, agraria, industrias alimentarias, farmacéuticas, entre otras. Por lo que consideran que su campo de acción es amplio; además de ello los avances tecnológicos en este campo son frecuentes y bastante atractivos para realizar investigaciones relevantes a nivel global.
3	Identidad nacional: Biodiversidad	Consideran (58%) que es una tecnología que puede poner en valor la biodiversidad mediante el desarrollo de productos biológicos derivados de la misma. Este es un factor principalmente entre investigadores que han tenido experiencia en el exterior y han observado la utilización de los recursos en estos países.

4	Intelectual: Interés científico	Un 66% menciona que un factor fue el interés de conocer el cómo de los fenómenos biológicos para utilizar los principios y conceptos para desarrollar tecnología. Las experiencias que motivan este aspecto se dieron en etapas tempranas de su desarrollo.
---	--	---

Fuente: Elaboración propia.

1. Sobre oferta académica

4.2.8. Oferta académica en la formación de capital humano investigador en biotecnología orientado a la innovación en Perú.

Los investigadores consideran que hay aún una escasa oferta académica en biotecnología por lo que la mayoría de becas optadas para la formación de capital humano ha sido de financiamientos externos. Sin embargo, actualmente está empezando a variar esta tendencia en los últimos años donde CONCYTEC, mediante becas nacionales ha ido promoviendo la inversión en recurso humano.

De las becas a nivel nacional utilizadas en la formación de capital humano en temas relacionados en biotecnología han sido a 3 programas relacionados que constituyen la formación de alumnos a nivel maestría.

1. Maestría de Bioquímica y Biología Molecular - Universidad Peruana Cayetano Heredia
2. Maestría en Biotecnología - Universidad Nacional de Tumbes.
3. Maestría en Acuicultura - Universidad Nacional Agraria La Molina.

Por otro lado, a nivel internacional consideran que existen un mayor número de oportunidades, los destinos más recurridos son España, Brasil y Estados Unidos. Utilizando financiamiento de CONCYTEC, Fullbright y OEA. Sin embargo, consideran también que la vinculación con temas de innovación es menor debido a que en muchos casos se sabe poco de aspectos relacionados como propiedad intelectual, transferencia tecnológica y emprendimiento tecnológico.

4.2.9 Movilización profesional

Según las entrevistas un 42% resalta que debido a la baja oferta académica a nivel nacional existe un bajo índice de movilización profesional en algunas instituciones como las universidades y otras que atraen a un porcentaje mayoritario de los buscan el desarrollo en esta especialidad. Estas instituciones son generalmente UNALM y CIP en Biotecnología Vegetal., UNMSM en Biotecnología aplicada a Industrias y UPCH. – Biotecnología aplicada a Salud.

4.2.10 Perspectivas generales sobre la formación del investigador en biotecnología

Entre las principales observaciones se destaca que es fundamental la formación en laboratorio, por lo cual la infraestructura tecnológica en la oferta académica es relevante, pero un 75% menciona que lo es también tener contacto con la industria. Se resalta también la necesidad de conocer de manera amplia el proceso del desarrollo tecnológico, de esta manera un investigador que se dedicará a la investigación aplicada al tomar contacto con cada uno de los eslabones de la cadena de valor puede llegar a observar oportunidades de innovación en estos.

De las entrevistas la mayoría opina (83%) que el país requiere de más investigación aplicada (investigación tecnológica) frente a la investigación básica , Entre las estrategias que mencionan es que un país con limitaciones en este campo como el Perú debe concentrarse en desarrollar soluciones para las industrias y generar los excedentes de ingresos necesarios para financiar en el largo plazo investigaciones básicas.

4.2.11. Sobre las instituciones relacionados a la formación de Capital Humano

4.2.11.1 Identificación de los principales actores involucrados

Los investigadores identifican 4 categorías de actores relacionados a la formación al capital humano investigador en biotecnología mostrados en la tabla N°5. Estas tienen diversas responsabilidades que se consideran complementarias, sin embargo, la interrelación que tienen entre ellas la perciben como débil.

Tabla N° 6: Actores claves del Sector Biotecnológico

N°	Categoría	Descripción	Principales actores
1	Gobierno	<p>En esta categoría se muestran los algunos actores responsables por diseñar políticas, programas y regulaciones, pero que también plantean instrumentos en los que se prioriza la formación de capital humano, sin embargo, las políticas de continuidad y sostenibilidad no están claramente establecidas.</p> <p>En esta categoría también puede considerarse a la cooperación internacional.</p>	<p>-CONCYTEC.</p> <p>-INNOVATE.</p> <p>-PRONABEC.</p> <p>-DAAD</p> <p>-Fullbright</p> <p>-Fundación Carolina</p> <p>-OEA</p>
2	Universidades	<p>Son el principal proveedor de recurso humano calificado sin embargo muchas de ellas no cuentan con capital humano ni planta de profesores del grado de PhD para satisfacer la demanda de los estudiantes este problema es más notorio en universidades en regiones diferentes a la de Lima donde se observa un bajo número de recurso humano calificado para investigación.</p>	<p>-UNALM</p> <p>-UPCH</p> <p>-UNMSM</p>
3	Empresas	<p>Son los usuarios de los recursos humanos de CTI y deberían contribuir con la formación profesional de los investigadores, sin embargo, hay pocos casos mencionados donde sucede ello.</p>	<p>-FARVET</p> <p>-INCABIOTEC</p> <p>-BIOLinks</p>
4	Institutos de Investigación	<p>Provee capacitación en áreas específicas, además de tener amplios sectores como campo de acción como que se encuentra en diferentes regiones del Perú. Éstas desarrollan investigación, pero la percepción es que aún no logran una madurez en el aspecto de transferencia</p>	<p>-INIA</p> <p>-IIAP</p> <p>-CIP</p>

		tecnológica debido a la capacidad de gestión de las instituciones.	
--	--	--	--

Fuente: Elaboración Propia

4.2.12 Interacción: academia - Industria

4.2.12.1 Perspectivas de la relación academia – industria en el Perú

Respecto a esta relación se identifican dos aspectos, el primero es la limitada vinculación y la segunda es el alcance limitado de la vinculación.

- **Limitada vinculación:** Existe un bajo número de universidades vinculadas con empresas industriales. Principalmente en el área de biotecnología el alcance es aún menor. Las vinculaciones se han dado como resultado de algún proyecto colaborativo para obtener fondos como son FIDECOM o los antiguos Procom, Procyt, entre otros. Por lo que estos instrumentos son necesarios en el proceso de articulación temprana.
- **Alcance limitado de la vinculación:** El 33% de entrevistados describen que al darse la vinculación academia-industria, el alcance de esta es limitado debido a que una gran mayoría de investigadores no han trabajado bajo un entorno industrial. Esto es importante porque las variables y parámetros de trabajo a escala industrial no son iguales a una escala piloto y en menor medida a lo que se pueda hacer en laboratorio. Existen los fondos concursables nacionales busquen aliviar esta brecha pues su objetivo es llevar las experiencias a nivel de laboratorio a una escala piloto con el fin de contar con información que pueda extrapolarse y estimar su desempeño a nivel industrial.

Los entrevistados (43%) mencionan que en otros países donde hay una cultura de asumir riesgos aceptables que estén hasta cierto punto

controlados es posible la puesta en marcha, pues son países donde sus empresarios saben que invertir en tecnología aplicada puede llevarlos a dar un salto y posicionarse por encima de sus competidores en el mercado o desarrollar un nuevo mercado aún insatisfecho.

Se menciona (83 %) que la vinculación de los investigadores con el entorno industrial es necesario para aumentar el capital humano investigador orientado a la innovación, aun cuando esta puede ser permanente o itinerante, favorece el desarrollo de soluciones cada vez menos teóricas y de limitado alcance en laboratorio y cada vez más orientadas a aplicaciones prácticas, funcionales y viables para el complejo tejido económico-empresarial al que están sometidas las industrias.

4.2.12.2 Oportunidades de entrenamiento en sector privado afín a la biotecnología

Se menciona que debido a los lazos débiles que hay, no existe una conexión entre la oferta y demanda y que la formación de recurso humano en las universidades no son los que necesariamente quiere el mercado.

Por ello, en el Perú es limitado este vínculo y algunos de los pocos ejemplos se menciona en una entrevista, “...*Son pocas las empresas que formulan y producen como Indupharma, entre otras que tienen planta en el país , otro es el caso de Hersil en farmacéutica y algunas empresas de farmacéutica veterinaria que no solo formulan y producen sino que investigan y desarrollan fármacos a partir de la biodiversidad peruana. En biotecnología acuícola Marinazul es uno de los pocos casos junto con Adex Biotechnology en producción de microalgas, pero en total no llegan ni a una decena de empresas realmente biotecnológicas.*”. En otra entrevista se menciona que otro campo donde se desarrolla biotecnología es en el de colorantes naturales con empresas como Montana, Quimtia (antes InnovaAndina), Imbarex, entre otras, y muchas de ellas no dedican un presupuesto a labores de I+D.

Un 58% de entrevistados consideran que haya pocas empresas representa de por sí una limitación, y más aún cuando sus esfuerzos de I+D dependen de que el Estado les genere instrumentos de financiamiento para investigar a través de los fondos concursables. En este punto resaltan y coinciden los investigadores en que el enfoque debe realizarse en investigación aplicada para maximizar la utilidad que resulte de tales investigaciones y generar excedentes futuros que aseguren contar con fondos para I+D+i.

4.2.13. Sobre las Políticas en CTI

4.2.13.1. Sobre políticas específicas para el desarrollo de la biotecnología en el país.

De las entrevistas un 66% sostiene que no se conocen políticas específicas para la formación de capital humano en biotecnología aún habiendo sido definido como sector prioritario en “Crear para crecer” [12] por lo que no ha habido un esfuerzo exclusivo para la formación de capital humano sin embargo mencionan que existe una mayor consideración respecto a otras líneas de investigación.

Existen dos opiniones respecto sobre bajo qué criterio deberían financiarse los proyectos en el sector biotecnológico. Estos son:

1. Financiar proyectos según la identificación de las áreas prioritarias en este sector, el país con pocos recursos destinados en CTI podría concentrar sus esfuerzos en aquellas áreas que le otorguen una ventaja competitiva.
2. Por otro lado, se considera que no se debe de partir no desde el tema de investigación sino desde la calidad del investigador para generar un desarrollo, de otra manera se podría sacrificar calidad por cumplir métricas de las políticas científicas.

Estas dos opciones la plantean entrevistados y se pueden integrar como en forma de propuesta que es que se base el financiamiento de las investigaciones poniendo como prioridad la calidad del investigador y de la

investigación de forma metodológica; luego tener en consideración las áreas prioritarias para el país sin dejar de tomarlas en cuenta.

4.2.13.2. Percepción del impacto que tienen las políticas sobre la formación de capital humano.

Un 75% de entrevistados considera que se los instrumentos se han centrado en la formación de investigadores en ciencias básicas más que aplicadas, sin embargo, el cambio de paradigma hacia la innovación se está dando y directamente se relacionan con la actividad comercial.

Se resalta que las empresas que trabajan con estos especialistas si poseen objetivos de innovación tecnológica a partir de la investigación. Entre esta las principales mencionadas son INCABIOTEC SAC y Farvet SAC.

El 33% considera que una de las leyes que se prevee que tendrá impacto es la Ley 30309 que tiene como objeto promover la innovación tecnológica de las empresas mediante deduciendo hasta el 175% de gastos incurridos en el año fiscal.

4.2.14. Desarrollo de un Sistema de Innovación.

De las entrevistas debido a que es un sistema emergente se desprende que las políticas deben promover y priorizar en 3 acciones principalmente para generar la formación de capital humano investigador orientado a la innovación en biotecnología

Tabla N° 7.- Descripción de Necesidades para el Desarrollo de un Sistema de Innovación en Biotecnología

N°	Necesidades	Descripción
1.	Aumentar la oferta académica y número de actores	Se identifica que una de las principales causales del bajo Capital Humano que desarrollen innovaciones biotecnológicas es debido a la escasa oferta académica por parte de las universidades y demanda por las empresas. Es por ello necesario implementar oferta académica en

		las regiones al interior del país, así como instrumentos que incentiven al uso de la biotecnología para la creación de valor comercial.
2.	Fortalecer capacidad intrínseca de los actores	<p>- Se muestran como aspecto necesario que la empresa cumpla su función de innovación llevando el desarrollo al mercado lo cual es actualmente bajo por el escaso vínculo con la academia o con actividades I+D+i.</p> <p>-También se resalta que hay baja actividad de investigación de las universidades siendo esta una pieza clave para el desarrollo.</p> <p>-El gobierno por otro lado debe otorgar los lineamientos de desarrollo mediante un planeamiento estratégico general.</p>
3.	Incremento de actividades que promuevan la biotecnología	-Mencionan que es necesario el desarrollo de redes formales o informales de áreas de investigación en colaboración con diversas instituciones como universidades o los institutos públicos de investigación que promuevan la asociatividad.

4.2.15. Resumen de brechas identificadas a partir de las entrevistas.

Tabla N° 8 Resumen de brechas identificadas a partir de las entrevistas.

Desarrollo de la Innovación del Capital Humano	Brechas identificadas
Condiciones del entorno	- Falta de Políticas que enfocado en la formación del capital humano orientado a innovación
	- Carencia de oferta académica afín a la innovación biotecnológica
	- Inadecuada infraestructura para el desarrollo de innovaciones biotecnológicas
	- Escasas oportunidades de desarrollo profesional

Financiamiento	- Insuficientes mecanismos de apoyo financiero
	- Escaso conocimiento de fondos provenientes de entidades internacionales para la innovación biotecnológica
	- Escasos número de convenios relacionados a capacitar investigadores biotecnológicos orientados a la innovación.
	- Baja participación en fondos estatales sobre proyectos biotecnológicos que terminen comercializándose (innovación)
	- Pocas empresas que invierten en I+D+i del sector
Conexión	- Bajo nivel de asociatividad con redes colaborativas
	- Poca capacidad de negociación entre universidad – empresa
	- Poca interrelación entre los actores del sector biotecnológico
Número de Investigadores	- Falta de desarrollo de formación del capital humano calificado, en el interior del país (descentralización)
	- Escasez de promoción de incentivos a favor del investigador que promuevan la innovación
Otros	- Falta de cultura de asociatividad

4.3 Actividades a nivel nacional e internacional enfocadas en la formación de Capital Humano Investigador orientado en la innovación en Biotecnología.

Los países seleccionados para realizar esta comparación fueron 1) Alemania, debido a que es considerado uno de los países con mayor innovación basado en recursos biológicos para la aplicación en biotecnología industrial y medioambiental. [53]. 2) Chile que según el Índice Mundial de Innovación, publicado por el INSEAD, Universidad Cornell y la Organización Mundial de la Propiedad Intelectual (OMPI), es el país que aparece en la posición 46, y queda segundo entre los países de América Latina y El Caribe. [56] Además de ello es uno de los países con los que se tiene una mayor actividad comercial. 3) Israel debido a que es el país

considerado como centro de innovación tecnológica y promueve esta formación de empresas nuevas en diversos sectores tecnológicos. [59] Así mismo es el país que más invierte en PBI relacionado a actividades de I+D+i a nivel global. [60] 4) Malasia con el cuál presentamos similitudes al ser países considerados megadiversos y que han puesto como prioridad su desarrollo biotecnológico mediante políticas científicas a largo plazo. [62]

Tabla N° 9 Cuadro Comparativo Internacional

Acciones	Alemania	Chile	Israel	Malasia	Perú
Políticas institucionales	<p>Las políticas de innovación y emprendimiento en universidades se centra en el desarrollo de Spin off académicas promovidas por jóvenes científicos como BioFuture entre otras.[54]</p> <p>Se desarrollaron políticas de cofinanciamiento de proyectos colaborativos, entre compañías y academia, para la formación de capital humano enfocados en investigación aplicada y comercialización derivada de dicha actividad y su proceso de internacionalización, entre lo más exitosos estuvo el programa BioProfile. [53]</p> <p>Se realizó la introducción de currículos de emprendimiento e innovación en sus</p>	<p>Ministerio de Agricultura: A través de la Fundación para la Innovación Agraria, coordina y brinda financiamiento a proyectos orientados a incorporar innovación en los procesos productivos, transformación industrial o comercialización en temas agropecuarios[57].</p> <p>CONYCYT: Cuentan con política de apoyo al desarrollo de actividades de I+D+i, trabajando con CORFO en la creación de Centros Regionales de Biotecnología, además de promover fondos para subvenciones de proyectos y formación de capital humano [58].</p>	<p>Creación de un modelo de políticas de desarrollo de innovación tecnológica basado en el desarrollo de Start Ups con 40 millones de dólares anuales [59].</p> <p>Es el país que más invierte en I+D+i con 3.51 del PBI.</p> <p>TNUFA: Introducción de currículas de emprendimiento e innovación en sus carreras relacionadas a biotecnología enfocado a un impacto social [59].</p> <p>Se promueve el beneficio tributario para empresas e inversores vinculados al desarrollo de high tech.[59]</p> <p>Creación de 35 Centros de Excelencia Académica con un fondo de 400 millones de dólares anual.</p>	<p>Este país ha identificado al sector biotecnológico primordial para su desarrollo económico.</p> <p>Por que basa su desarrollo en 9 iniciativas. Donde la Iniciativa 5 se refiere a la formación de capital humano para el desarrollo de actividades alineadas a las necesidades del mercado [64].</p> <p>Creación de la Corporación Biotecnológica de Malasia para la implementación de esta iniciativa. Dirigido directamente por el Primer Ministro de Malasia.</p>	<p>No cuenta con políticas específicas para el sector. Exceptuando el reciente programa de Biotecnología planteado para consulta el mes de abril del 2016.</p> <p>Se ha desarrollado el programa Start Up para emprendimiento de base tecnológica enfocado a la innovación.</p> <p>Se implementó la ley 30309 que incentiva la inversión privada en proyectos de investigación científica e I+D+i que aplica un beneficio tributario al impuesto a la renta.</p>

	carreras relacionadas a biotecnología en universidades de regiones del sureste del país como en Lipzig y Jena. [55]				
Formación de capacidades humanas en gestión tecnológica	<p>EuroTransBio: Se promovió políticas de cooperación internacional para el intercambio de capital humano en gestión tecnológica para medianas empresas como con 35 millones de Euros. Participaron Austria, Francia, Finlandia y España. [53]</p> <p>PathoGenomics: Se formó esta red de innovación y comercialización de Biotecnología en salud. Participaron Finlandia, Austria, Israel, España, Portugal y Eslovenia. [53]</p>	<p>Se promovió la consolidación de la formación universitaria de pre y post grado en profesiones relacionadas con la biotecnología, incentivación y la participación de expertos extranjeros o chilenos residentes en el exterior en proyectos biotecnológicos locales [56].</p> <p>Se dio la incorporación de la gestión de negocios biotecnológicos a la formación profesional en las carreras del área, y fortalecer las capacidades técnicas en bioseguridad de las instituciones públicas.</p>	<p>Cuenta con una amplia red de Brokers Tecnológicos que les permite formar redes a nivel internacional. Las personas cuentan con otras nacionalidades lo cual facilita el contacto.</p> <p>Establecimiento de incubadoras tecnológicas con un fondo de 400 millones de dólares desde el fondo MAGNET[60].</p> <p>Se desarrolló aceleradoras específicas para High Tech, entre estos para la innovación tecnológica. El mas representativo es con la compañía Johnson & Johnson. [61]</p>	<p>El desarrollo biotecnológico es programático en 3 fases:</p> <p>Fase 1: Construcción de capacidades, esta fase está relacionada directamente con la formación de Capital humano.</p> <p>Fase 2: Ciencia a los negocios, centrado en la producción de nuevas drogas basadas en biorecursos. Formación de transferencistas tecnológicos.</p>	<p>Se ha fomentado la creación de maestrías vinculadas a la Gestión de la Tecnología, Ciencia e Innovación en la Universidad Peruana Cayetano Heredia y Universidad Nacional Mayor de San Marcos.</p>

	Se promovió la formación de capital humano en incubadoras especializadas para la transferencia tecnológica. Estos promovieron el uso de los TRL (Technology Research Level) para una mejor comunicación con Venture Capital.	<p>Junto con México la RedGT (Red de Gestores Tecnológicos) en la región latinoamericana. Uso de TRL (Technology Research Level) para clasificación de los proyectos. [57]</p> <p>CamBioTec: Promovido por la International Development Research Center de Canada. Promueven la transferencia y el desarrollo de políticas relacionadas a Biotecnología. En este programa participan: Argentina, Chile, Colombia y México.</p>		Fase 3: Presencia Global, en esta fase se centraran en esfuerzos de comercialización internacional. Formación de gestores tecnológicos para la implementación comercial. [64]	
Desarrollo de infraestructura biotecnológica	Se promovió la formación de centros biotecnológicos como BioCity en Leipzig como iniciativa de desarrollo descentralizado de capital humano enfocado a innovación. [54]	<p>Se construyó como parte de la descentralización el Centro de Biotecnología en la Universidad de Concepción. [56]</p> <p>Las empresas promovidas por CONICYT pueden acceder a fondos de equipamiento para biotecnología. Como Global Connection de</p>	I-Core: Una de las 4 prioridades de este programa es la innovación biotecnológica cuyo objetivo es desarrollar nuevas industrias con capacidad productiva de manera competitiva a nivel internacional. [60]	Reemplazo de BioValley por BioNexus Malasia que se trata de una red de centros de excelencia distribuidos por el país especializados en los subsectores biotecnológicos [66]	<p>No hay iniciativas específicas a innovación en biotecnología.</p> <p>Se ha promovido proyectos de equipamiento tecnológico financiado por Innovate. [7]</p>

		Corfo que conectará también con países como Perú y Colombia. [57]		infraestructura tecnológica a los investigadores a través de esta red.	Se ha promovido la formación de Clústers.[14]
Vinculación de instituciones	<p>El financiamiento federal promueve la creación de redes regionales de promoción de innovación biotecnológica vinculando academia y empresa como:</p> <p>BioProfile: Durante 1999-2007; con 51 millones de euros de financiamiento. [53]</p> <p>BioRegio: Durante 1997-2005; con financiamiento de 90 millones de euros dirigido a la zona sureste de Alemania. [53]</p> <p>Entre otras iniciativas en otras regiones están BioChancePlus y BioIndustry 2021 con un financiamiento aproximado de 110 millones de euros. [53]</p>	<p>CONICYT interactúa constantemente con organizaciones empresariales además cuentan con redes de investigación e innovación nacional:</p> <p>Redbio: Red latinoamericana de desarrollo agropecuarios.</p> <p>Simbiosis: Promovido por la OEA este es el Sistema Multinacional de Información Especializada en Biotecnología y Tecnología de Alimentos para América Latina y el Caribe. [57]</p>	<p>Desarrolló el programa MAGNET para promover la interacción del sector público con la industria, contó con el financiamiento de 57 millones de dólares, este tiene como objetivo formar consorcios y clúster tecnológicos [60].</p> <p>NOFAR es un programa especializado en la comercialización tecnológica con un financiamiento de 100 mil dólares [60].</p>	<p>BioNexus conecta centros de excelencia.</p> <p>Estos centros están categorizados según el sector biotecnológico:</p> <p>MARDI que reúne a los especialistas en el sector agrícola de Malasia.</p> <p>Centro de la Universidad de Kebangsaan para genómica y Biología molecular.</p> <p>BioValley para el desarrollo del sector farmacéutico y nutraceútico vinculando industria y academia.</p>	<p>No existe programas específicos que promueva la vinculación interna en innovación biotecnológica.[16]</p> <p>El país pertenece a la RedBio, una red latinoamericana de desarrollo agropecuarios. [16]</p>

<p>Incentivos (financiamientos, concurso, premios)</p>	<p>BioFuture: Se realizó esta competición durante 1998-2010 con 75 mil euros de incentivo a equipos ganadores. Esta competición buscó promover abrir nuevas líneas de investigación en jóvenes científicos. En este tiempo se generó 1400 proyectos de los que derivaron en la creación de 51 nuevos grupos de investigación. [54]</p> <p>GoBio: Se realizó este concurso durante los años 2007-2015 con un financiamiento de 150 mil euro, este programa estuvo enfocado principalmente en la generación de Start ups Biotecnológicos. [55]</p>	<p>Principales concursos de financiamiento, orientado a innovación, pero no específicos a biotecnología [57]:</p> <p>Becas para Silicon Valley no específico para biotecnología.</p> <p>Capital Abeja de Sercotec</p> <p>Model2Market: Promovido por la red emprendia internacional. Con un financiamiento de 60 mil dólares.</p> <p>VIU: Se trata de la Valoración de Investigación en la Universidad- Es parte del Fondo de Fomento de Desarrollo Científico y tecnológico (FONDEF) [58]</p> <p>IncubaUC HighTech: existen fondos universitarios focalizados en la innovación basada en la investigación tecnológica universitaria [58].</p>	<p>FuturRx. Esta es una incubadora tecnológica desarrollada por Jonhson & Jonhson Innovation [61].</p> <p>Convenio Roche y Pontifax con un fondo de 200 millones de dólares para Start Up de Biotecnología médica [59].</p> <p>Merck Serono desarrolló su propia incubadora que promueve el intraemprendedurismo.[61]</p>	<p>Los incentivos se realizan a través de programas generales para el desarrollo:</p> <p>PIA: Herramienta para la promoción de Inversiones en industria basada en investigación [62]</p> <p>Deducción de impuestos para aquellas empresas que inviertan en la capacitación de capital humano [63].</p> <p>Inclusión de cursos de comercialización en el currículo de pregrado y postgrado para favorecer la absorción industrial [63]</p> <p>Desarrollo de tesis de postgrado con doble supervisión de una entidad extranjera asociada y una local. [64]</p>	<p>No hay específicos de biotecnología.</p> <p>Innotec: Se trata de un evento de innovación general que busca promover la cultura innovadora buscando la interacción entre empresa, academia e instituciones del gobierno. [7]</p>
---	--	--	--	---	---

Fuente: Elaboración propia.

4.4 Estrategias propuestas para la formación de capital humano investigador en biotecnología orientado la innovación en Perú.

Tabla N° 10 Estrategias para la Formación de Capital Humano orientado a la innovación biotecnológica en Perú.

ESTRATEGIA	EJE TEMÁTICO	LÍNEAS DE ACCIÓN	UTILIDAD
<p>1</p> <p>Crear Centros de Biotecnología, en las regiones del país, que demanden Capital Humano calificado para el desarrollo de productos/servicios de base biotecnológica que respondan a necesidades de mercado.</p>	<p>Descentralización</p>	<p>1.1.Promover el desarrollo de institutos de investigación regionales con enfoque de innovación en sectores biotecnológicos.</p> <p>1.2.Impulsar la formación de Incubadoras; Oficinas de Transferencia Tecnológica y Licenciamiento; Oficinas de propiedad Intelectual a nivel regional.</p> <p>1.3.Diseñar instrumentos de transferencia tecnológica hacia empresas cuya actividad comercial se de en regiones.</p>	<p>- Facilitar el acceso a los recursos biológicos para investigación y su posterior comercialización.</p> <p>- Ser los primeros instrumentos de identificación de tecnología y potencial comercial.</p> <p>- Incentivar la formación de empresas de base tecnológicas ubicadas en regiones.</p>
<p>2</p> <p>Ampliar la oferta académica que incluya innovación y emprendimiento relacionados directamente al manejo de innovaciones biotecnológicas.</p>	<p>Fortalecimiento académico</p>	<p>2.1.Incorporar de temas de innovación, propiedad intelectual, transferencia tecnológica en carreras y programa postgraduales afines a la biotecnología</p> <p>2.2.Introducir cursos de especialización que fortalezcan conocimientos básicos en materia de innovación al sector biotecnológico</p> <p>2.3 Desarrollar de cursos orientados a la aplicación y entrenamiento industrial.</p>	<p>- Fomenta que el enfoque de los proyectos se den con conocimientos sobre innovación en una etapa temprana de los mismos.</p> <p>- Suplir el actual déficit de los conocimientos de la investigación orientada a innovación en este sector.</p> <p>- Desarrollar habilidades prácticas promoverá la absorción de este capital humano por la industria.</p>

3	<p>Brindar un entorno tecnológico que posibilite el desarrollo de Capital Humano en el sector biotecnológico.</p>	<p>Infraestructura y Equipamiento</p>	<p>3.1. Desarrollar un instrumento de implementación de laboratorios aquellas instituciones que tengan oferta académica relacionada a biotecnología.</p> <p>3.2 Dar a conocer instrumentos colaborativos de implementación de laboratorios. Empresa – Universidad. Promovidos por Innovate y Fondecyt.</p> <p>3.3 Facilitar la gestión de la compra de instrumentos e insumo de laboratorio en el extranjero.</p>	<p>- Generar que los cursos tengan un carácter más aplicado y el desarrollo de habilidades del recurso humano.</p> <p>- Identificar y popularizar los instrumentos de implementación de laboratorios y capacitación de recurso humano.</p> <p>-Facilitar a los investigadores el desarrollo de proyectos sin atrasos por factores externos.</p>
4	<p>Desarrollar capacidades para la implementación y gestión tecnológica en el investigador.</p>	<p>Fortalecimiento de capacidades de Gestión.</p>	<p>4.1 Desarrollar de capacitaciones en Innovación y gestión de empresas de base tecnológica.</p> <p>4.2 Capacitar en la categorización de los proyectos bajo TRL (Nivel de Disponibilidad de la Tecnología).</p> <p>4.3 Promover la cultura de innovación derivada de las investigaciones universitarias.</p>	<p>-Promover que las investigaciones sean orientadas bajo la perspectiva de la innovación.</p> <p>- Establecer una escala de nivel tecnológico de la investigación para analizar la necesidades de cada proyecto..</p> <p>- Promover la cultura de innovación mediante reconocimientos por el desarrollo de Patentes o generación de SpinOffs universitarias.</p>
5	<p>Adiestramiento en elaboración y formulación de proyectos de I+D+i que</p>	<p>Financiamiento y Cooperación</p>	<p>5.1 Promover la visibilización de instituciones de aceleración y diseño de modelos de negocio basados en alta tecnología.</p>	<p>- Desarrollar que el investigador cuente con una guía especializada para la formación de un modelo de negocio, transferencia o licenciamiento tecnológico.</p>

	<p>garanticen la obtención de fondos nacionales e internacionales, con una visión integrada</p>	<p>5.2 Capacitar para fondos de innovación y emprendimiento .</p> <p>5.3 Utilizar redes para acceder oportunidades brindadas por cooperación internacional.</p>	<p>- Desarrollar capacidades para participar en fondos de comercialización de tecnología, diferentes a los fondos de investigación.</p> <p>- Permitir que los investigadores en formación puedan ampliar su perspectiva sobre la actividad profesional en el sector biotecnológico.</p>
<p>6</p>	<p>Fortalecer las redes colaborativas que tengan como objetivo tener impacto en el sector empresarial</p> <p>Institucionalidad y Conexión</p>	<p>6.1 Promover el vínculo de investigadores con profesionales con visión comercial en etapa temprana.</p> <p>6.2 Fomentar redes temáticas de desarrollo biotecnológico y su popularización.</p> <p>6.3 Promover desafíos corporativos relacionados a soluciones biotecnológicas.</p>	<p>- Permitir orientar el trabajo de investigación hacia fines comerciales en etapa temprana y así gestionar mejor los recursos para este propósito.</p> <p>- Promover actividades de asociación de subsectores biotecnológicos.</p> <p>- Promoverla investigación para solucionar un problema puntual lo que genera experiencias de transferencia tecnológica.</p>

Fuente: Elaboración propia a partir de las encuestas y entrevistas realizadas.

CAPÍTULO V: DISCUSIÓN

Este estudio muestra la escasez y centralización del capital humano relacionado a biotecnología a nivel nacional. Estos datos coinciden en un aspecto general con el Programa Nacional de Biotecnología (PRONBIOTEC) [16] donde se identifican a 305 investigadores, mientras que en este estudio se identifican 652 de los cuales 394 cuentan con un postgrado (Gráfica 1), esta divergencia se debe posiblemente a la metodología de selección. Mientras el Programa consideró las publicaciones en revistas indexadas con afiliaciones a instituciones peruanas, este trabajo consideró a peruanos trabajando en instituciones fuera del país como se observa en la Gráfica 4. El número de investigadores en biotecnología a nivel nacional es menor al promedio de 5 investigadores por cada 1000 habitantes que hay en la región latinoamericana para este sector [8]. Por otro lado, en términos generales muestra la misma tendencia como la concentración de investigadores en Lima, según este estudio el 50% (Gráfica 6) y además de ello este estudio identificó que 36% de investigadores se encuentran en cinco universidades lo cual corresponde a la procedencia de proyectos financiados por el Fondo de Ciencia y Tecnología (FONDECYT) donde un 80% proviene de universidades [7] concentradas principalmente en Lima.

La descentralización es una actividad indispensable para el desarrollo adecuado de la formación de capital humano en biotecnología [14] orientado a la innovación biotecnológica. En políticas internacionales de ciencia, tecnología e innovación, se observa que existen herramientas que se han desarrollado para mejorar la capacidad de descentralizar [56, 58, 66]. Instituciones como Max Planck y Fraunhofer en Alemania se ubican en diversas regiones para atraer a científicos jóvenes brindándoles beneficios como lugares de trabajo que faciliten su establecimiento familiar [52] y de desarrollo laboral, tales como la creación de centros de biotecnología en Chile asociados a sectores industriales [58] o los BioCity en Alemania [52]. La creación de centros regionales es útil además porque se utilizan los recursos para brindar soporte económico a estas instituciones [52]

Los investigadores en Perú no realizan investigación dirigida a resolver problemas de mercado. Esto podría deberse que los propios investigadores consideran que hay un déficit en especializaciones de desarrollo tecnológico, propiedad intelectual y transferencia tecnológica para aumentar el capital humano orientado a la innovación en

el sector biotecnológico. Se observa en políticas a nivel internacional [64], puntualmente en el plan de desarrollo de Malasia se considera como prioritarias la formación en temas de protección intelectual y comercialización de la tecnología en la Fase 1 [62] de su plan nacional de Desarrollo de Capital Humano para la Innovación en Biotecnología. Esto se plantea también en políticas universitarias en las regiones de Alemania [53] e Israel [58].

El financiamiento se considera como principal factor limitante en el desarrollo de innovación biotecnológica en el país (Gráfica 12), sin embargo, cuando esta pregunta se traslada a un nivel regional, se considera que Infraestructura tecnológica es el principal limitante para movilizarse y desarrollar innovación tecnológica en distintas regiones del país (Gráfica 15). Este es un factor principal que influiría en la inadecuada distribución de los investigadores por región. Las políticas a nivel internacional se enfocan en desarrollar la capacidad tecnológica mediante programas [53] como Bioregio y Bioindustry2021 que promueven el uso del recurso natural local para generar tecnología [54] y desarrollar bienes y servicios cercanos a los insumos y necesidades respectivamente [53].

La inversión nacional como las becas de FONDECYT o FINCYT representan un bajo alcance en la formación de capital humano [16], con lo que se observa que el financiamiento derivado de cooperación internacional es el más importante para esta actividad en el sector biotecnológico nacional actualmente. Es necesario también generar políticas que promuevan la integración con el sector industrial [27], considerando no solo temas de asociación para el desarrollo de proyectos sino desde la formación académica y mejorar condiciones del entorno para promover la absorción y utilización de conocimiento del investigador. Por otro lado, se observó que hay un bajo índice de movilización entre instituciones. El intercambio de capital humano es observado en estudios como un buen factor para el desarrollo de sistemas de innovación [15] que a su vez promueven el desarrollo de capital humano orientada a ella.

Este capital humano está estrechamente relacionado con el crecimiento económico de las naciones [34], debido a que este es el origen de los cambios tecnológicos y en

consecuencia del aumento de la productividad laboral y la capacidad de innovación [34]. Actualmente ésta capacidad es reconocida como un factor clave en países en vías de desarrollo, por lo que actualmente focalizan la inversión en este aspecto [60] orientando al investigador hacia la innovación [59].

A partir de las revisiones observamos también que las naciones tecnológicamente más avanzadas han tenido un tránsito de las políticas diseñadas para ciencia hacia políticas para innovación [47]. Es por ello que las políticas en la formación de recursos humanos varían en conjunto con la economía de un país donde ese recurso humano es mayormente contratado por industrias privadas que son el punto crítico para lograr una innovación [27]. En el Perú las estructuras para generar innovación tecnológica son aún débiles, así como sucede en otros países en vías de desarrollo y es por ello que las políticas de CTI de países desarrollados no podrían ser directamente aplicados. Sin embargo, en el caso peruano se debería aplicar políticas que refuercen las bases no siguiendo una aproximación lineal sino paralela y conectadas para que se pueda dar la transición de investigación hacia innovación [33].

CAPÍTULO VII: CONCLUSIONES

Este estudio identifica los principales problemas en la formación de capital humano investigador orientado a la innovación en el Perú. Estos son: i) la centralización de recursos humanos e instituciones de investigación en la capital del país; ii) la escasez de una oferta académica orientada a innovación; iii) el déficit de laboratorios adecuadamente equipados para desarrollar actividades de I+D+i; iv) la baja capacidad de gestión de la innovación en las investigaciones; v) el desconocimiento de diversos fondos nacionales e internacionales y vi) la falta de institucionalidad y conexión en el sistema nacional de innovación biotecnológica. Frente a estos problemas y para el desarrollo del capital humano, son necesarias las siguientes acciones, de manera integral y complementaria.

- a) **Crear Centros Regionales de Biotecnología (CRB).** Para generar encuentros de capital humano y de oferta-demanda, y así incrementar las actividades de innovación localizadas en las regiones.
- b) **Introducir cursos de innovación, transferencia tecnológica y propiedad intelectual en los programas universitarios de pre y post grado relacionados a biotecnología.** De esta manera los investigadores tendrán los conceptos básicos para tener una perspectiva orientada a la innovación desde la formulación de proyectos.
- c) **Fortalecer programas de implementación de equipamiento e infraestructura biotecnológica,** en universidades, empresas e institutos **públicos de investigación.** Para promover el desarrollo de habilidades técnicas y facilitar la movilización laboral entre instituciones.
- d) **Implementar el método de estimación del Nivel de Disponibilidad Tecnológica, conocido internacionalmente como TRL-Technology Readiness Level,** que sirve para conocer el estado de una tecnología en dirección a ser comercializada. Actualmente en el país no hay métodos como el TRL, a partir de su implementación se puede plantear instrumentos complementarios que respondan efectivamente a las necesidades.
- e) **Generar una plataforma de financiamiento y cooperación para la innovación biotecnológica,** gestionada por el CONCYTEC. Con el fin de mejorar la visibilidad de las entidades involucradas y facilitar el acceso de más investigadores con esta orientación.
- f) **Crear la red BIOPERÚ,** con el objetivo de promover la institucionalidad y conexión en el Sistema nacional de innovación. Entre sus actividades prioritarias

se debe considerar la difusión, para generar el aumento de recurso humano en este sector, y la promoción de la participación activa de la industria en el desarrollo tecnológico, mediante convocatorias concretas relacionadas a las necesidades de diversos sectores.

**CAPÍTULO VIII: REFERENCIAS
BIBLIOGRÁFICAS**

8.1. Bibliografía

1. HUGGETT, Brady. Public Biotech 2012-the numbers, Nature Biotechnology 31. 607-703. 2013.
2. CHISTI, Yusuf; A bioeconomy vision of sustainability, Biofuels, Bioproducts and Biorefining, 359-361. 2010.
3. GUTIRREZ, Marcel; Biodiversidad, Biotecnología y Biotecnología: Valorización de la biodiversidad. CONCYTEC. Comentarios por Gretty Villena, Luis DeStefano y Gustavo Gonzales, 2011.
4. HILGARTNER, Stephen; Making the Bioeconomy Measurable: Politics of an Emerging Anticipatory Machinery; BioSocieties. 382-386, 2007
5. ARUNDEL, A and SAWAYA, D, The Bioeconomy to 2030: designing a policy agenda, OECD. París, pp. 322. , 2009
6. COHEN, Joel E.; Human Population: The Next Half Century. Science 302. 1772-1780. 2003.
7. Programas Nacionales en CTI <http://portal.concytec.gob.pe/index.php/programas-de-cti/programas-de-cti-a-probados.html>.
8. CONCYTEC. Estrategia “Crear para Crecer” (2014) http://portal.concytec.gob.pe/images/stories/images2014/mayo/crear_crecer/estrategias_crear_crecer_ultima_version_28-5-2014.pdf
9. VILLENA, Gretty; Biodiversidad, Biotecnología y Biotecnología: Valorización de la biodiversidad, CONCYTEC. 2011.
10. DESTEFANO Luis; Biodiversidad, Biotecnología y Biotecnología: Valorización de la biodiversidad, CONCYTEC. 2011.
11. SCHULTZ Theodore. Investment in Human Capital. American Economic review 51: 1 -17. 1961.
12. CHAUHAN, Sunita, BHATNAGAR, Pradeep; Future of Biotechnology Companies: A Global Perspective; Advances in Biotechnology. 241-144. 2014
13. MITTERMEIER, R.A., GIL P.R. and MITTERMEIER, C.G. Megadiversity: Earth's Biologically Wealthiest Nations. Conservation International, Cemex. 1997.
14. PRODUCE. Plan Nacional de la Diversificación Productiva. (2014) <http://faolex.fao.org/docs/pdf/per142235anx.pdf>

15. REISS Thomas; Benchmarking of public biotechnology policy. Final Report on Fraunhofer Institute Systems and Innovation Research. 2005
16. CONCYTEC. Programa Nacional Transversal de Biotecnología. 2016.
17. SCHUMPETER, Joseph A. Business Cycles. A Theoretical, Historical, and Statistical Analysis of the Capitalist Process..1961.
18. DE LA CRUZ, Rodrigo, et al. Elementos para la protección sui generis de los conocimientos tradicionales colectivos e integrales desde la perspectiva indígena. 2005.
19. GREIBER, Thomas, et al. sobre Acceso y Participación en los Beneficios.
20. FARI Melvin. The founding father of Biotechnology : Karoly Ereky. International Journal of Horticultural Science. 2006
21. THIEMAN, Will; . Introduction to Biotechnology. Pearson/Benjamin Cummings. 2008.La doble hélice
22. WATSON, James; The Double Helix: A Personal Account of the Discovery of the Structure of DNA. Norton Critical Edition. 1980.
23. COLLINS, Frank; Finishing The Euchromatic of the human genome. Nature. 2004.
24. CHECK Erika. Is the 1000 \$ genome for real?. Nature News. 2014.
25. SAWYER Eric. Editing genomes with bacterial immune system. Scitable. 2015.
26. CIMOLI, Mario. Developing Innovation Systems: Mexico in a global context. Routledge, 2013.
27. CIMOLI, Mario; DOSI, Giovanni. Technological paradigms, patterns of learning and development: an introductory roadmap. Journal of Evolutionary economics, vol. 5, no 3, p. 243-268. 1995.
28. LOBATO Vico, M; VEGA Torres, J. "Análisis de la relación entre las actividades de investigación y desarrollo (I+D) en las universidades de Puerto Rico y el desarrollo empresarial". Universidad de Puerto Rico, Río Piedras. 2014.
29. YUTRONIC, Jorge. Ciencia, tecnología e innovación en Chile a las puertas del siglo XXI. Temas de Iberoamérica. Globalización, Ciencia y Tecnología, 2004.
30. ABELEDO, Carlos. Bases para una política de estado en Ciencia, Tecnología e Innovación (CTI). Debate Universitario, 2015, vol. 4, no 7, p. 87-92.
31. ALBORNOZ, Mario. Política científica y tecnológica: Una visión desde América Latina. CTS+ I: Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología, Sociedad e Innovación, 2001, no 1, p. 7.

32. CIMOLI, M. y Rovira, S., Elites, structural inertia and development: Latin America in the post reform era, CEPAL-DDPE. 2006
33. SAGASTI, Francisco; Ciencia, Tecnología e Innovación en America Latina, 2012.
34. GANG, Liu; Human Capital Measurement: Country Experiences and International Initiatives. . Journal of Economics Literaturel. 2014
35. SALAMON, Loui; Human Capital and America's Future. Baltimore: Johns Hopkins University.1991.
36. RODRIGUEZ, Paul; A New View of Institutions, Human Capital, and Market Standardization. Education, Knowledge & Economy. 2007.
37. DE LA FUENTE. Erick; The functions of Human Capital on Global Economy.. Report for Commission Europe. 2002.
38. UNCTAD. Science, Technology and Innovation Policy Review. 2011.
39. GRUBB wilmudet al. The Education Gospel: The Economic Power of Schooling. MA: Harvard University Press.2004
40. GARAVAN, T. N., et al. (). Human Capital Accumulation: The Role of Human Resource Development. Journal of European Industrial Training, 2001.
41. FRANKELLUS, P. "Questioning two myths in innovation literature". Journal of High Technology Management Research. 2009
42. OCDE.The Changing Consumer and Market Landscape. Consumer policy Toolkit. 2012.
43. SALGE et al, "Benefiting from Public Sector Innovation: The Moderating Role of Customer and Learning Orientation". Public Administration Review, 2012.
44. OCDE. Manual de Oslo. Guia para coleccionar e interpretar actividades de innovación. 2011.
45. SCOTT.; Anthony et al. Innovator's Guide to Growth. "Putting Disruptive Innovation to Work". Harvard Business School Press. 2008..
46. OUGHEAD Paul. Prices for innovative pharmaceutical products that provide health gain: a comparison between Australia and the United States Value in Health. 2007
47. VACCAREZZA, Leonardo Silvio. Ciencia, tecnología y sociedad: el estado de la cuestión en América Latina. Revista Iberoamericana de educación, 1998.

48. LEMARCHAND, Alexander; Sistemas nacionales de ciencia, tecnología e innovación en América Latina y el Caribe. Unesco, 2010. Memorial institucional del CONCYTEC, 2013.
49. DÍAZ, Juan José; KURAMOTO, Juana. Políticas de Innovación, Ciencia y Tecnología. 2010.
50. VIDAL, Carlos A. Martínez. La escuela latinoamericana de pensamiento en ciencia, tecnología y desarrollo: notas de un proyecto de investigación. CTS+ I: Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología, Sociedad e Innovación, 2002, no 4, p. 5.
51. VESSURI, H; CANINO, M. V.; RAUSELL, M. "Desarrollos metodológicos para la inclusión de la variable de género en la construcción de indicadores de ciencia, tecnología e innovación en la región iberoamericana". Documento de Trabajo. Septiembre de 2004. Red de Indicadores en Ciencia y Tecnología. 2004.
52. SINCLAIR Craig. The status of Civil Science in Eastern Europe. 1998.
53. RAMMER Christian et al. Case Study Biotechnology in Germany. Centre for European Economic Research. 2008.
54. BRUCK Thomas. Industrial Biotechnology-Made in Germany: The path from policies to sustainable energy commodity and speciality products. 2014.
55. BOSCHERT Karin et al. Germany's agri-biotechnology policy: precaution for choice and alternatives. Science and public policy . 2005.
56. GURRY Francis et al. Chile. The Global Innovation Index. 2014
57. ORELLANA Claudia. Chile Launches policy to boost biotech. Nature Biotechnology News. 2004.
58. HERNANDEZ Cristian et al. Strategies to capture biotechnology opportunities in Chile. Electronic Journal of Biotechnology. 2004.
59. SENOR Dan et al. Start Up Nation: The Story of Israel's Economic Miracle. Hachette Book Group. 2011.
60. OECD. Science and Innovation: Israel. OECD Science, Technology and Industry Outlook. .2012
61. BAHAR Dany. Israel's innovation paradise: Where risk sharing and public investment are paying off. Brookings. 2015.
62. MOSTI. Malasya Announces new national biotechnology policy. 2005.
63. MOSTI Strategic Analisis of Biotech human development in Malasya. 2014.

64. MOKHTAR Khairiah et al. The current biotechnology outlook in Malaysia. *Economia Seria Managment*. 2010.

CAPÍTULO IX: ANEXOS

ANEXO 1. Operacionalización de Variables

VARIABLE	DEFINICION OPERACIONAL	TIPO DE VARIABLE/INDICADOR	ESCALA DE MEDICIÓN	UNIDAD DE MEDIDA	INSTRUMENTO
Innovación biotecnológica	La innovación es la comercialización con éxito debido a una novedad en el producto o servicio ofrecido	Cualitativo	Nominal	Opiniones	Entrevistas a expertos, revisión bibliográfica especializada
Políticas e instrumentos	Políticas e instrumentos internacionales que promuevan la formación de capital humano investigador orientado a la innovación al sector biotecnológico.	Cualitativo	Nominal	Organización, expediente técnico, políticas e instrumentos.	Revisión bibliográfica
Capital Humano	Capital Humano se refiere al valor económico y social que sea capaz de generar el conocimiento y habilidades presentes en un individuo a través de su trabajo.	Cualitativo - Cuantitativo (Mixto)	Nominal-Discreta	Número de investigadores e instituciones	Entrevistas a expertos, revisión bibliográfica especializada
Brechas	Deficiencias detectadas en el entorno que su falta afecta negativamente al desarrollo de capital humano investigador orientado a biotecnología	Cualitativo	Nominal	Opiniones	Entrevistas a expertos, revisión bibliográfica especializada

ANEXO 2. Entrevistas de opinión de investigadores.

1. ¿Cuáles son las motivaciones que tuvo para estudiar o especializarse en temas relacionados a biotecnología?
2. ¿Cuáles han sido los lugares donde ha estudiado y ha tenido contacto con educación en biotecnología?
3. ¿Considera que la institución donde estudió tenía el área que estaba buscando?
4. ¿Cómo son sus relaciones internacionales con otras instituciones u otros científicos?
5. ¿Cómo ha sido y es actualmente su relación con el CONCYTEC u otro fondo?
6. ¿Cuál es su opinión entre la relación academia-industria en este sector en el país?
7. ¿Qué opina de la formación del investigador en biotecnología?
8. ¿Actualmente considera que hay oportunidades de entrenamiento de los alumnos en compañías biotecnológicas?
9. En su lugar de trabajo ¿Tenían políticas sobre propiedad intelectual (patentes u otros) del desarrollo que se hubiera generado con el proyecto?
10. ¿Cuál es su opinión de tener áreas prioritarias en la investigación en nuestro país?
11. ¿Cuál es su opinión acerca de los programas del CONCYTEC para la formación de recursos humano?
12. ¿Qué clase de ayuda o recurso humano necesita para mejorar su investigación / idea de proyecto / Emprendimiento?
13. ¿Cómo cree que los estudiantes pueden desarrollar su formación académica?
14. ¿Ud. cree que los estudiantes pueden obtener oportunidades de trabajo?
15. Si ha tenido experiencia de estudios o trabajo en instituciones extranjeras, ¿Cuáles han sido las principales diferencias entre esas instituciones y las nacionales?
16. En el Perú ¿Cuáles cree que serán las disciplinas en biotecnología que generarían mayor impacto científico-tecnológico en beneficio para el país?
17. ¿Podría mencionar cuales son los problemas centrales del desarrollo de la biotecnología en el país?

ANEXO 3. Encuesta

Encuesta							
A Aspectos generales							
1	¿En que etapa de su formación académica se encuentra? © = con estudios completo sin grado	Maestría © <input type="checkbox"/>	Maestría <input type="checkbox"/>	PhD © <input type="checkbox"/>	PhD <input type="checkbox"/>		
2	¿Considera necesario la formación de una política específica para el desarrollo de la biotecnología?	SI <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>	OTRO <input type="checkbox"/>			
B En un ambiente competitivo que componentes de la estrategicos propondría según cada caso: Sobre como							
B.1 Relacionado al ENFOQUE			Pregunta				
1	Alcance	¿Consideras que existen las condiciones apropiadas para desarrollar tu actividades profesionales a nivel nacional?					
	a	¿Consideras que existen las condiciones apropiadas para desarrollar tu actividades profesionales a nivel nacional?					
		No <input type="checkbox"/>	Si <input type="checkbox"/>				
Formación de capital humano		¿Cuáles consideraría Ud. Como limitante(s) para la formación de capital humano relacionado a la innovación biotecnológica a nivel nacional?					
		Marcar (X)					
2	a	Escasa oferta académica y desarrollo profesional en áreas de interés diversas	2.1	Oferta Académica			
	b	Escasos lugares que esté habilitados tecnológicamente para desarrollar experimentación.	2.2	Infraestructura tecnológica			
	c	Escaso apoyo financiero para la formación de recurso humano especializado en cada etapa del proceso.	2.3	Apoyo Financiero			
	d	Escaso instituciones profesionales y académicas, en redes nacionales e internacionales, que estén activamente participando en el desarrollo de innovaciones biotecnológicas.	2.4	Oportunidad de desarrollo profesional			
Financiero		¿En su Formación de donde ha obtenido apoyo financiero?					
		Marcar (X)					
3	a	Ha accedido a becas dada por instituciones nacionales. Ejm Pronabec, concytec, ETC.	3.1	Estatal			
	b	Ha accedido a becas otorgadas por instituciones internacionales. Ejm OEA, DAAD, etc.	3.2	Internacional			
	c	Ha financiado sus estudios con recursos propios.	3.3	Recursos Propios			
Conectividad		¿Cual es el origen de las instituciones con la que presenta trabajos colapara desarrollar innovación?					
		Marcar (X)					
4	a	Institución académica o empresarial ubicado en territorio nacional.	4.1	Nacional			
	b	Institución académica o empresarial que sus actividades relevantes en la colaboración de desarrollo de innovación se encuentre en el extranjero.	4.2	Internacional			
	c	Red colaborativa de origen nacional o internacional en un área temática.	4.3	Red de investigadores			
	d	Cuando los partes externos a su institución para el desarrollo de innovación son poco significativas.	4.4	Ninguno			
5	Redes	En el sector donde trabaja existe una red que promueva respecto a la innovación biotecnológica:					
		Marcar (X)					
		5.1	La formación de capital Humano				
		5.2	Vinculo de oferta tecnológica y demanda de mercado				
		5.3	Divulgación de temas de interés social				
5	SITUACIONES		5.1	5.2	5.3	5.4	5.5
			Oferta Académica	Capital Humano Investigador	Infraestructura tecnológica	Redes colaborativas	Financiamiento
	a	¿En donde se presentan las limitantes para el desarrollo de innovaciones biotecnológicas en el Perú?					
	b	¿Cuáles son los que generan mayor impacto?					
	c	¿Cuáles son más fáciles de ser implementado para innovar?					
	d	¿Cuáles son más fáciles de gestionar?					
C Relacionado al entorno (Sistema Nacional de Innovación)							
1	¿Ha llevado capacitación en temas de innovación?. ¿En que considera que hay un déficit de oferta de especialización en el proceso de innovación en Biotecnología en Perú? NO () SI ()		Desarrollo tecnológico <input type="checkbox"/>		Gestión de la Innovación <input type="checkbox"/>		
				Transferencia Tecnológica <input type="checkbox"/>		Protección intelectual <input type="checkbox"/>	
				Técnico de Laboratorio <input type="checkbox"/>			
2	¿Cuáles considera que son los factores asociados al déficit de número de investigadores en la regiones al interior del país? Limitaciones en:		Visibilidad Académica <input type="checkbox"/>		Establecimiento Familiar <input type="checkbox"/>		
				Incentivos <input type="checkbox"/>		Infraestructura tecnológica <input type="checkbox"/>	
				Acceso a Financiamiento <input type="checkbox"/>			
3	¿Su institución cuenta con algún mecanismo para lograr vincular el desarrollo tecnológico con la demanda de mercado?		OTT <input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		
				Incubadoras <input type="checkbox"/>		No presenta <input type="checkbox"/>	
				Vicerectorado de Investigación <input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	
				Otro <input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	

ANEXO 3.

HOJA INFORMATIVA PARA LOS PARTICIPANTES EN ESTUDIO

“Estrategias para la formación de capital humano investigador en Biotecnología orientado a la innovación en Perú ”

Investigador: Lic. Joe Bryan Lucero Chuquiستا

Institución: Escuela de PostGrado Victor Alzamora Castro UPCH Teléfono:
990014536

Declaración del investigador:

Señor/Señora/Señorita, lo/la invitamos a participar en una entrevista con la finalidad de conocer su opinión en calidad de experto sobre las condiciones que podría favorecer la formación de capital humano investigador en biotecnología orientado a la innovación.

Este presente estudio de investigación busca ligar los conceptos de formación de Capital Humano investigador en biotecnología con los conceptos de innovación que se adaptan a los cambios de tendencia global. En Perú no se conoce el estado Capital Humano calificado en Biotecnología (CHB) que pueda darle un valor tecnológico ni el flujo de sus redes colaborativas, esta propuesta plantea evaluar el CHB existente a nivel nacional, como su orientación y conocimiento a los procesos de innovación. Esto es necesario por la demanda creciente de la población de tecnología con impacto en la mejora de salud, cuidado medioambiental, entre otros, lo cual implicará el desarrollo de tecnologías altamente eficientes y en concordancia con el manejo adecuado del ambiente, donde el campo de la biotecnología tendrá una participación primordial a través de los procesos de innovación propios de este sector.

La información que le proporcionaremos le permitirá decidir de manera informada si desea participar o no.

Procedimiento:

En primer lugar debe leer esta Hoja Informativa en forma detallada. El investigador principal estará dispuesto a absolver cualquier pregunta o duda que tenga al respecto.

Si decide participar en el estudio, se le realizará una entrevista que constará de 17 preguntas en caso de entrevista o en 11 en caso de encuesta, sobre su opinión en condición de experto en el tema de Biotecnología y/o Innovación, estas preguntas serán planteadas según el diagnóstico del sector al momento de la entrevista. La entrevista será anotada en un medio electrónico como un archivo WORD.doc con la finalidad de poder tener un registro de la información brindada por el participante, sin embargo la información será de absoluta confidencialidad.

Beneficios:

Usted no recibirá ningún beneficio por la participación en este estudio, sin embargo su participación servirá para que podamos conocer su opinión sobre los factores clave para la formación de capital humano investigador en biotecnología orientado a la innovación en el Perú.

Costos e incentivos:

Usted no deberá pagar nada por participar en el estudio. Igualmente, no recibirá ningún incentivo económico ni de otra índole, únicamente la satisfacción de colaborar con el desarrollo de una propuesta para formación de capital humano investigador en biotecnología orientado a la innovación en el Perú.

.

Riesgos e incomodidades:

No existen riesgos por participar en el estudio. La información que se recabará será mantenida en absoluta confidencialidad.

Confidencialidad:

Le podemos garantizar que la información que usted brinde es absolutamente confidencial, ninguna persona, excepto la investigadora, que manejará la información obtenida. Su nombre no será revelado en ninguna publicación ni presentación de resultados.

Usted puede hacer todas las preguntas que desee antes de decidir si desea participar o no, las cuales responderemos gustosamente. Si, una vez que usted ha aceptado participar, luego se desanima o ya no desea continuar, puede hacerlo sin ninguna preocupación, no se realizarán comentarios, ni habrá ningún tipo de acción en su contra.

Contacto:

Cualquier duda respecto a esta investigación, puede consultar con el investigador Joe Bryan Lucero Chuquista al teléfono 990014536 .Si usted tiene preguntas sobre los aspectos éticos del estudio, o cree que ha sido tratado injustamente puede contactar al Dr. Fredy Canchihuamán Rivera, presidente del Comité Institucional de Ética de la Universidad Peruana Cayetano Heredia, teléfono 01- 319000 anexo 2271.

Una copia de esta hoja Informativa le será entregada.

Cordialmente,

Joe Bryan Lucero Chuquista

Investigador Principal

Anexo 4

Desarrollo de Lista Local del Directorio Nacional de Investigadores (DINA)

Primer Paso:

En la terminal de ubuntu 10.10 escribir:

- `curl -c cookies.txt -o "#1.html"`
[http://dina.concytec.gob.pe/appDirectorioCTI/VerDatosInvestigador.do?id_investigador=\[0001-1000\]](http://dina.concytec.gob.pe/appDirectorioCTI/VerDatosInvestigador.do?id_investigador=[0001-1000])
- `curl -c cookies.txt -o "#1.html"`
[http://dina.concytec.gob.pe/appDirectorioCTI/VerDatosInvestigador.do?id_investigador=\[01000-40000\]](http://dina.concytec.gob.pe/appDirectorioCTI/VerDatosInvestigador.do?id_investigador=[01000-40000])

Verificar la ejecución del proceso mediante la observación siguiente:

[3/1000]:

[http://dina.concytec.gob.pe/appDirectorioCTI/VerDatosInvestigador.do?id_investigador=\[0001-1000\]](http://dina.concytec.gob.pe/appDirectorioCTI/VerDatosInvestigador.do?id_investigador=[0001-1000])

100 57931 100 57931 0 0 60509 0 --:--:-- --:--:-- --:--:-- 101k

[4/1000]:

[http://dina.concytec.gob.pe/appDirectorioCTI/VerDatosInvestigador.do?id_investigador=\[0001-1000\]](http://dina.concytec.gob.pe/appDirectorioCTI/VerDatosInvestigador.do?id_investigador=[0001-1000])

100 58743 100 58743 0 0 51255 0 0:00:01 0:00:01 --:--:-- 69302

Paso 2: Seleccionar Investigadores en Biotecnología:

Usando grep

```
grep -c -l biotec* *.html
```