



UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA
1803

**PROPUESTA DE VALORACIÓN DESDE LAS PERSPECTIVAS DE MERCADO
Y FINANCIERA PARA EL ACTIVO TECNOLÓGICO “NANOBIOSENSORES PARA
LA DETECCIÓN RÁPIDA DE SARS-COV-2” DEL GRUPO DE INVESTIGACIÓN
TÁNDEM MAX PLANCK DE NANOBIOINGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD DE
ANTIOQUIA**

Autor(es)

ARLEY ANDRÉS CÉSPEDES HERRERA

FRANK FERNANDO GRANADA ÁLVAREZ

Universidad de Antioquia

Facultad de Ciencias Económicas

Medellín, Colombia

2021

**PROPUESTA DE VALORACIÓN DESDE LAS PERSPECTIVAS DE MERCADO
Y FINANCIERA PARA EL ACTIVO TECNOLÓGICO “NANOBIOSENSORES PARA
LA DETECCIÓN RÁPIDA DE SARS-COV-2” DEL GRUPO DE INVESTIGACIÓN
TÁNDEM MAX PLANCK DE NANOBIOINGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD DE
ANTIOQUIA**

Arley Andrés Céspedes Herrera

Frank Fernando Granada Álvarez

Trabajo de grado para obtener el título de:

Magister en Gestión de Ciencia, Tecnología e Innovación

Asesor:

John Jairo Castrillón Cardona

Facultad de Ciencias Económicas

Universidad de Antioquia

Medellín, 2021

Tabla de Contenidos

Resumen Ejecutivo.....	8
1. Planteamiento del Problema	10
2. Objetivos	13
2.1. <i>Objetivo general.....</i>	<i>13</i>
2.2. <i>Objetivos específicos.....</i>	<i>13</i>
3. Marco Conceptual.....	14
3.1. <i>Coronavirus</i>	<i>14</i>
3.2. <i>COVID-19.....</i>	<i>14</i>
3.3. <i>Reacción en cadena de la polimerasa-transcripción inversa (RT-PCR).....</i>	<i>15</i>
3.4. <i>Valoración de activos</i>	<i>15</i>
3.5. <i>Métodos de valoración de activos tecnológicos</i>	<i>18</i>
3.5.1. <i>Método de costos</i>	<i>18</i>
3.5.2. <i>Método de flujo de caja descontado.....</i>	<i>19</i>
3.5.3. <i>Método de Mercado</i>	<i>20</i>
3.5.5. <i>Método de opciones reales.....</i>	<i>22</i>
3.6. <i>Transferencia tecnológica</i>	<i>23</i>
4. Metodología	25
4.1. <i>Tipo de Estudio</i>	<i>25</i>

4.2. Actividades de la consultoría.....	28
4.2.1. Recopilación de la información y vigilancia tecnológica.....	28
4.2.2. Diagnóstico.....	28
4.2.3. Diseño de la Herramienta.....	29
4.2.4. Procesamiento e integración de la información.....	30
4.3. Alcance.....	30
5. Recopilación de la Información y Vigilancia Tecnológica.....	31
5.1. Caracterización del activo tecnológico.....	31
5.1.1. Aplicaciones Conocidas de los nanobiosensores.....	33
5.1.2. Materiales y proceso de producción de los nanobiosensores.....	35
5.1.3. Mercado nanobiosensores.....	35
5.1.4. Principales productores.....	38
5.1.5. Normatividad.....	41
5.1.6. Estado actual de la técnica.....	49
5.1.7. Marco contextual.....	49
5.2. Vigilancia tecnológica.....	51
5.2.1. Evaluación al nivel de madurez de la tecnología.....	54
5.2.2. Curva en S de la tecnología.....	56
5.2.3. Mercado de la tecnología en tiempos de pandemia.....	59
6. Principales Hallazgos.....	60
7. Plan de Acción.....	61

8. Recomendaciones y conclusiones.....	65
8.1. Recomendaciones.....	65
8.2. Conclusiones.....	66
REFERENCIAS.....	68
ANEXOS.....	85

Índice de Tablas

<i>Tabla 1 Sinopsis del Problema.....</i>	<i>12</i>
<i>Tabla 2 Metodología para el estudio de casos</i>	<i>27</i>
<i>Tabla 3 Tipos de productos de diagnóstico.....</i>	<i>47</i>
<i>Tabla 4 Factores Críticos de Vigilancia</i>	<i>51</i>
<i>Tabla 5 Proyectos de Biosensores y Nanobiosensores a partir de la pandemia</i>	<i>53</i>
<i>Tabla 6 Nivel de madurez de la Tecnología.....</i>	<i>55</i>
<i>Tabla 7 Nivel de madurez de la tecnología de los nanobiosensores.....</i>	<i>56</i>
<i>Tabla 8 Caracterización del activo tecnológico en perspectiva de mercado</i>	<i>63</i>
<i>Tabla 9 Recopilación de la información de la debida diligencia y de la herramienta financiera.....</i>	<i>64</i>
<i>Tabla 10 Preguntas para caracterizar el activo.....</i>	<i>90</i>
<i>Tabla 11 Información Grupo Tándem Max Planck.....</i>	<i>92</i>
<i>Tabla 12 Bitácora Vigilancia Tecnológica.....</i>	<i>95</i>
<i>Tabla 13 Justificación TRL nanobiosensores.....</i>	<i>99</i>

Índice de Ilustraciones

<i>Ilustración 1 Evolución histórica en el concepto de valoración tecnológica.....</i>	<i>17</i>
<i>Ilustración 2 Proceso estudio de caso</i>	<i>26</i>
<i>Ilustración 3 Segmento de la salud, proyección</i>	<i>37</i>
<i>Ilustración 4 Mercado de nanobiosensores a nivel mundial</i>	<i>38</i>
<i>Ilustración 5 Concentración de Mercado</i>	<i>39</i>
<i>Ilustración 6 publicaciones por año a partir de palabras claves nanoscale biosensor - nanobiosensor.....</i>	<i>57</i>
<i>Ilustración 7 Publicaciones por año a partir de la ecuación de búsqueda: (immunosensor or nanosensor or genosensor or biosensor) and detection and sars.....</i>	<i>58</i>
<i>Ilustración 8 Nanobiosensors and SARS.....</i>	<i>93</i>
<i>Ilustración 9 Nanobiosensors diagnosis sars</i>	<i>94</i>
<i>Ilustración 10 Pestaña menú</i>	<i>102</i>
<i>Ilustración 11 Pestaña debida diligencia.....</i>	<i>104</i>
<i>Ilustración 12 Pestaña Modelo de costos</i>	<i>105</i>
<i>Ilustración 13 Pestaña Modelo de ingresos.....</i>	<i>105</i>
<i>Ilustración 14 Estado de resultados del proyecto.....</i>	<i>105</i>
<i>Ilustración 15 Pestaña Modelo de Flujo de caja libre descontado</i>	<i>105</i>
<i>Ilustración 16 Pestaña Región Factible de Negociación.....</i>	<i>105</i>

Índice de Anexos

<i>Anexo 1. Entrevista inicial al grupo de Investigación Tándem Max Planck.....</i>	<i>85</i>
<i>Anexo 2. Entrevista para la recopilación de la información financiera del activo tecnológico .</i>	<i>88</i>
<i>Anexo 3. Caracterización del activo tecnológico.....</i>	<i>90</i>
<i>Anexo 4. Caracterización La Universidad de Antioquia y el grupo de investigación Tándem Max Planck de Nanobioingeniería.</i>	<i>91</i>
<i>Anexo 5. Herramienta Carrot2</i>	<i>93</i>
<i>Anexo 6. Bitácora de la vigilancia tecnológica</i>	<i>95</i>
<i>Anexo 7. Justificación del nivel de madurez de la Tecnología (TRL).....</i>	<i>99</i>
<i>Anexo 8. Acuerdo de confidencialidad.....</i>	<i>100</i>
<i>Anexos 9. Manual de usuario de la herramienta de valoración financiera.....</i>	<i>101</i>

Resumen Ejecutivo

El síndrome respiratorio agudo severo (SARS), el síndrome respiratorio de Oriente Medio (MERS) y el nuevo coronavirus SARS-CoV-2, representan las mayores amenazas para la salud mundial en las últimas dos décadas. Las infecciones se manifiestan como enfermedades respiratorias leves o severas y en algunas ocasiones mortales. El nuevo coronavirus se ha extendido globalmente más rápido convirtiéndose en una pandemia, lo cual ha llevado a que diferentes grupos de investigación en el mundo estén desarrollando herramientas tecnológicas que ayuden a detectar y combatir el virus rápidamente.

La presente consultoría se fundamentó en proponer un modelo de valoración financiera del activo tecnológico “*nanobiosensores para la detección rápida del SARS-CoV-2*”, del grupo de investigación Tándem Max Planck de Nanobioingeniería de la Universidad de Antioquia, con posibilidad de uso en la valoración de otros activos similares.

El estudio que se realizó es descriptivo, enmarcado en un enfoque de investigación cualitativa y de corte transversal; para esta consultoría se utilizó la metodología de estudio de casos, como herramienta valiosa de investigación y de análisis de los datos obtenidos desde una variedad de fuentes de información. Este tipo de metodología permite generar teorías sobre los fenómenos sociales y organizacionales complejos que hoy estamos viviendo con la pandemia.

El resultado de este trabajo fue la creación de una herramienta de valoración financiera en Excel, con el propósito de ofrecer al grupo de investigación Tándem Max Planck un modelo de seguimiento de sus activos tecnológicos, mediante los métodos de costos, ingresos y flujos de caja libre descontados. Además, la herramienta le permitirá al grupo de investigación tomar las mejores decisiones, relacionadas y continuar con el desarrollo del activo tecnológico a un nivel de madurez más alto, para su transferencia y comercialización.

Es importante mencionar que la documentación detallada y confiable de la debida diligencia con todos los costos, gastos e inversiones realizadas en el proyecto, son fundamentales para proporcionar los valores de referencia mínimos del activo tecnológico y la toma de decisiones, para así resolver si continúa o no con la investigación y desarrollo para una posterior comercialización. No obstante, cuando el grupo de investigación identifique los recursos existentes y sepa que otros recursos necesita utilizar, para avanzar a las siguientes fases de madurez tecnológica, se podrá gestionar de una mejor manera y anticipar si el activo es apto para ser comercializado y definir el costo por cada prueba de diagnóstico rápida del SARS-CoV-2.

Palabras clave: valoración tecnológica, métodos de valoración, nanobiosensores, SARS-CoV-2, transferencia tecnológica.

1. Planteamiento del Problema

Los diferentes grupos existentes de investigación de la Universidad de Antioquia se enfrentan a un entorno de recursos escasos, por falta de presupuesto y financiación del Gobierno Nacional, considerando que es poco lo que se invierte y se transfiere al Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación para cumplir con los objetivos misionales. Esta problemática es común para los investigadores y los grupos de investigación de las diferentes instituciones de educación superior (IES) en Colombia. La demanda de recursos en actividades de ciencia, tecnología e innovación (ACTI) es cada vez mayor y es por esto que algunas instituciones han optado por buscar otras fuentes de ingreso, con el fin de transferir los resultados de los procesos de investigación a las empresas, además contribuir con la resolución de las problemáticas sociales. Para el logro de este propósito lo primero es identificar los activos tecnológicos, valorar y alistar hasta alcanzar la transferencia tecnológica.

Para la valoración de los activos tecnológicos existen diferentes métodos, teniendo en cuenta su utilidad y conveniencia en el mercado. Algunos de estos son de valoración más conocidos como son el método de ingresos, de costos, de flujo de caja descontado y de opciones reales. Adicionalmente, existen métodos de valoración que no son tan conocidos o aplicados, como lo son el de valor actual neto ponderado por riesgo (rNPV); el de valor presente neto con simulación Montecarlo (MCM) y el método de identificación de puntos de valor específico (Vega-González & Saniger Blesa, 2010). Sin embargo, no existe un acuerdo entre los diferentes autores de las metodologías, para determinar cuál o cuáles son los métodos más adecuados para designar los activos intangibles; la utilización de estos, dependen de la información que se tenga disponible y el tipo de activo que se quiere valorar.

Las diferentes instituciones de educación superior (IES), respaldan la necesidad de valorar sus activos tecnológicos y así transferir los resultados de las investigaciones obtenidas al mercado y a la sociedad. Los intereses en los procesos de investigación no están orientados a dar solución a los problemas reales del entorno social y empresarial. Para una sociedad y economía fundamentada en el conocimiento, se debe promover la ciencia, tecnología e innovación a todo nivel con soluciones a los problemas que agobian al país como es el caso de la pandemia actual.

A partir del diagnóstico realizado al grupo de investigación Tándem Max Planck de Nanobioingeniería de la Universidad de Antioquia, se evidencia un problema relacionado con la identificación y valoración de los activos tecnológicos para transferirlos al mercado (ver Anexo 1). El grupo de investigación trabajó en el desarrollo de un sensor portátil y de bajo costo para diagnosticar el Zika, pero no tuvo éxito en su transferencia por no reconocer a tiempo las necesidades del mercado y trabajar bajo un modelo de (technology push) y no de jalamiento del mercado (market pull). Además, se desarrollan tecnologías sin el propósito de transferirlas a la industria, al estado o a la sociedad.

Conociendo el contexto administrativo y financiero del grupo de investigación, surgieron los siguientes interrogantes: ¿Cuál es el costo de la técnica para la producción de “nanobiosensores para la detección rápida del SARS-CoV-2”, desarrollado por el Grupo Tándem Max Planck en Nanobioingeniería de la Universidad de Antioquia?; ¿Cuál es la metodología más conveniente de valoración?; ¿En cuánto puedo transferir el activo tecnológico?

A continuación en la tabla 1 se muestra la problemática planteada, sus posibles causas y soluciones.

Tabla 1*Sinopsis del Problema.*

Problema	¿Cuál es el costo de la técnica para la producción de “nanobiosensores para la detección rápida del SARS-CoV-2”, desarrollado por el Grupo Tándem Max Planck en Nanobioingeniería de la Universidad de Antioquia?
Posibles causas	<ul style="list-style-type: none"> • No se reconoce el déficit del mercado, para determinar si la tecnología a desarrollar se ajusta o no a sus requerimientos y necesidades. • Se trabaja bajo un modelo de innovación de empuje tecnológico (technology push) y no de jalonamiento del mercado (market pull). • Desarrollan y obtienen tecnologías sin el propósito de transferirlas a los sectores primarios, secundarios o terciarios de la economía. • No existen políticas y procedimientos institucionales para la valorización de activos tecnológicos. Además, el grupo de investigación no cuenta con las herramientas y mecanismos de control necesarios, que le permitan hacer seguimiento a las inversiones y costos asociados a los proyectos de investigación, para valorar de manera adecuada las tecnologías desarrolladas y poder transferirlas al mercado.
Posibles consecuencias	<ul style="list-style-type: none"> • Ineficiencia en la utilización de recursos, al desarrollar activos tecnológicos que no son requeridos en el mercado. • Pérdida de oportunidades de negocios para transferir las tecnologías al mercado. • Baja efectividad en la transferencia de los resultados de investigación. • Baja eficiencia en la utilización de los recursos.
Posible solución	Proponer una herramienta de valoración financiera del activo tecnológico “nanobiosensores para la detección rápida del SARS-CoV-2” del Grupo Tándem Max Planck en Nanobioingeniería de la Universidad de Antioquia, combinando los métodos de costos, de ingresos, de mercado y de flujo de caja descontado, y así facilitar la transferencia de la tecnología al mercado.

Fuente: Elaboración propia

2. Objetivos

2.1. Objetivo general

Proponer un modelo para la valoración desde las perspectivas de mercado y financiera para el activo tecnológico “nanobiosensores para la detección rápida de SARS-CoV-2” del grupo de investigación Tándem Max Planck de Nanobioingeniería de la Universidad de Antioquia.

2.2. Objetivos específicos

- Caracterizar el activo tecnológico “nanobiosensores para la detección rápida de SARS-CoV-2”, en términos de su entorno competitivo, desde un modelo de valoración de mercado.
- Desarrollar una metodología que permita la valoración del activo tecnológico “nanobiosensores para la detección rápida de SARS-CoV-2”, por los métodos de costos, ingresos proyectados y flujo de caja descontado.
- Crear una herramienta financiera para la valoración del activo “nanobiosensores para la detección rápida de SARS-CoV-2”, con aplicación al negocio tecnológico.

3. Marco Conceptual

3.1. Coronavirus

Los Coronavirus (CoV), son una extensa familia de virus que van causando diferentes afecciones desde un resfriado común hasta enfermedades de severidad variable respiratoria. El síndrome respiratorio agudo severo SARS-CoV, ocasionalmente llamado SARS-CoV-1 para diferenciarlo del SARS-CoV-2, apareció en China en 2002 y se propagó en todo el mundo hasta ser contenido. Este virus se transmite a través de partículas de saliva que están presentes en el aire cuando una persona infectada habla, estornuda o tose. El coronavirus MERS-CoV causante del síndrome respiratorio, surgió en Oriente Medio en 2012 propagándose por diferentes países (OMS, 2020).

Los coronavirus se pueden contagiar por la transmisión zoonótica, que es de los animales a las personas. Un nuevo coronavirus es un nuevo virus que no se encontraba antes en el ser humano y que muy probablemente fue transmitido por algún animal. Estas infecciones suelen causar fiebre, tos, dificultad para respirar, neumonía, síndrome respiratorio agudo severo, insuficiencia renal e incluso hasta la muerte (OMS, 2020).

3.2. COVID-19

El nuevo coronavirus SARS-CoV-2 (denominado 2019-nCoV) causante del COVID-19, es una enfermedad infecciosa que surgió en Wuhan (China) en diciembre de 2019. La Organización Mundial de la Salud recibió reportes el 31 de diciembre de 2019 de la presencia de una neumonía de origen desconocido. La enfermedad se expandió rápidamente en Asia, Europa y América. En Colombia se confirmó el primer caso de coronavirus el 6 de marzo de 2020 (OMS, 2020).

Cualquier persona puede infectarse independiente de la edad y la tasa de mortalidad es baja. Sin embargo, hasta el momento el mayor número de víctimas mortales han sido personas de avanzada edad, que ya padecían una enfermedad de base. El COVID-19 causa una infección respiratoria aguda que puede ser leve o severa (OMS, 2020).

3.3. Reacción en cadena de la polimerasa-transcripción inversa (RT-PCR)

El diagnóstico de SARS-CoV-2, se realiza a través de la técnica estándar llamada RT-PCR (*reverse transcription polymerase chain reaction*), que consiste en tomar el virus, hacerle una transcripción inversa de su ARN (Ácido Ribonucleico) en ADN (Ácido Desoxirribonucleico) y luego generar una reacción en cadena de polimerasa que amplifica exponencialmente su genoma haciendo posible su detección. La anterior técnica molecular requiere de una toma de muestra, que es llevada a un laboratorio especializado donde se hacen los análisis a través de personal y equipos especializados (OMS, 2020).

3.4. Valoración de activos

Los activos intangibles están formando cada vez más la base para que las organizaciones consigan la ventaja en un mercado que es cada vez más competitivo (Haskel & Westlake, 2018). Desde hace mucho tiempo los investigadores reconocen que los activos intangibles afectan las políticas financieras de las empresas en la economía del conocimiento (Lev and Gu 2016), como lo demuestran recientes investigaciones donde los activos intangibles tienen un impacto sustancial en el valor de las empresas (Heiens, et al, 2017). Adicionalmente con el desarrollo de las nuevas tecnologías, los intangibles se han convertido en el principal activo de las economías desarrolladas, por ende el término activo intangible hace referencia a la formación del personal, estructura organizativa, entre otros (García, 2009).

Para la Organización Mundial de la Propiedad Intelectual (OMPI), invertir en activos intangibles es concluyente para el éxito de la manufactura moderna, debido a que los consumidores están cada vez más informados y son más exigentes. Dichos activos son los que añaden valor a los productos y algunos de estos son difíciles de medir por su naturaleza, asimismo, son los que generan mayor flujo de caja para las organizaciones, como son la fidelización del cliente y las licencias (Bauman & Shaw, 2018).

Por consiguiente, un activo intangible es definido como un recurso que no tiene una forma de realización física y cuya explotación industrial y económica otorga un beneficio futuro a su propietario (Lev, 2001). Existen tres características esenciales a saber; que sea *identificable*, es decir, que puede separarse y por ende venderse, arrendarse, transferirse, licenciarse, o intercambiarse individualmente o en conjunto, con un contrato que lo relacione, el cual surge de derechos contractuales o legales independiente que esos derechos sean transferibles o separables. El *control* se refiere al poder para obtener beneficios del activo y restringir el acceso de terceros a tal rentabilidad y los *beneficios económicos futuros* se refieren a la posibilidad de disminución de costos o el aumento de ingresos futuros por el uso del activo (International Valuation Standards, 2009).

Aunque lo anterior genera que las organizaciones busquen mecanismos para llegar a acuerdos y transacciones con base en la tecnología, que requieren del fortalecimiento de los procesos que permitan valorarla adecuadamente (Jiménez Hernández & Castellano Domínguez, 2011).

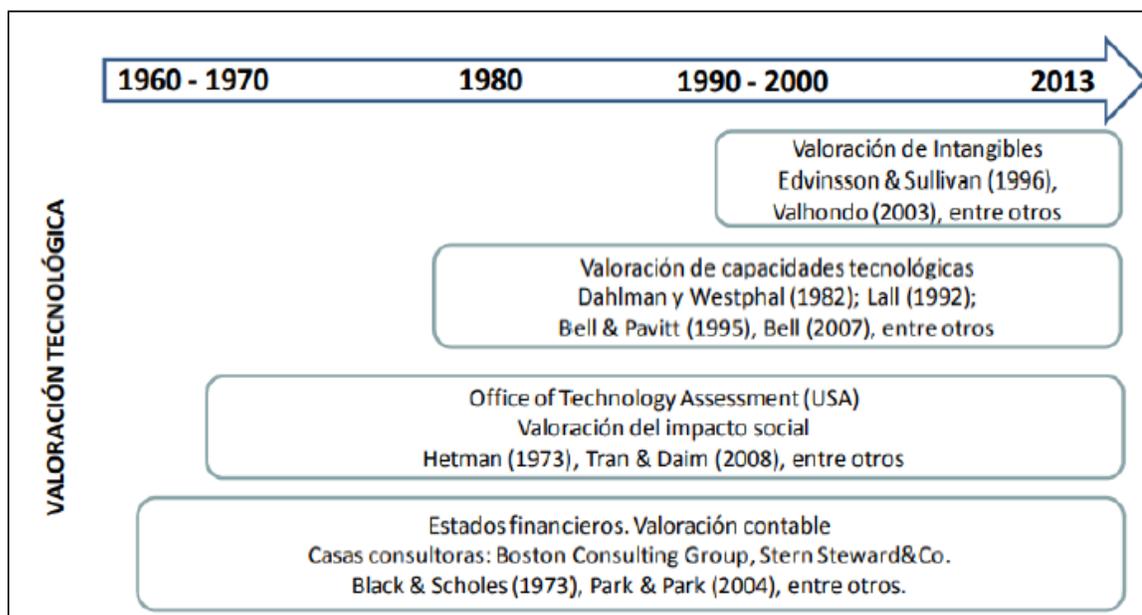
La valoración tecnológica es de vital importancia para las empresas en los procesos de toma de decisiones en la gestión estratégica (planeación de investigación y desarrollo, transferencia tecnológica o mercado de tecnologías) y también, en las decisiones financieras y

técnicas de la organización (Li & Chen, 2006a; Dbouk, Jamali, & Soufani, 2014). Además, a las universidades se les confiere la información necesaria para poder negociar con las empresas o el estado, sus desarrollos tecnológicos, fundamentando la negociación en los criterios y métodos propuestos por el International Valuation Standards Council, el organismo referente en los procesos de valoración a nivel internacional (Correa Arango & Castaño, 2011).

Por lo tanto, el concepto de valoración tecnológica ha evolucionado desde una perspectiva donde solo se tenían en cuenta aspectos contables, hacia un nuevo enfoque en cual se considera en el proceso de valoración, tanto aspectos intangibles como el conocimiento y las capacidades y estimando aspectos sociales en la medición del impacto de la tecnología en contextos determinados (Jiménez & Castellanos, 2013) cómo se muestra en la ilustración 1.

Ilustración 1

Evolución histórica en el concepto de valoración tecnológica



Fuente: (Jiménez & Castellanos, 2013)

La valoración tecnológica busca determinar con la información disponible y mediante métodos razonables, el mayor rédito económico que un comprador o vendedor le pueden sacar a una tecnología (Li y Chen, 2006), con una visión más amplia, Eloi y Santiago apuntan que el objetivo de la valoración tecnológica no es predecir el valor exacto de la tecnología, sino un valor aproximado que tenga en cuenta los factores de riesgos e incertidumbre del proceso de innovación.

Por último, los métodos de valoración tecnológica para activos intangibles más utilizados a nivel mundial, siguen siendo el método de costos, el método de mercado y el método de ingresos que están basados en herramientas cuantitativas como lo propone la Internacional Valuation Standards (2016) a través de la norma 210, que sugiere los métodos para valorar activos tangibles. Sin embargo, hace falta más investigación en esta área, donde el ejercicio continúa siendo más un arte que una ciencia (Hunt, et al., 2003).

3.5. Métodos de valoración de activos tecnológicos

3.5.1. Método de costos

El método de costos es una herramienta útil porque valora el proyecto desde los costos incurridos durante el tiempo requerido para obtener el resultado (producto/servicio) tecnológico con el propósito de hacer una transferencia de este tipo (Correa, Arango, & Castaño, 2011). Este método, en esencia, busca medir el valor de un activo tomando en cuenta los diferentes costos para llevar a cabo su sustitución por otro (Wirtz, 2012).

El método busca desarrollar matrices con las diferentes categorías de costos que están involucrados en el proyecto, de tal manera que se puedan discriminar y llevar a valor presente en la etapa que se encuentre el desarrollo tecnológico, esto permite que se puedan realizar análisis

reales de los costos incurridos con el activo con el propósito de tomar decisiones estratégicas en etapas tempranas de los proyectos.

En otro orden de ideas, aunque teóricamente el método de costos es muy claro en su forma de aplicación, tiene la dificultad de establecer los costos que pueden ser asignados directamente al proyecto, los cuales se identifican como costos directos (Gapenski, y Reiter, 2016).

En todo caso, la inversión hecha por el licenciante en una tecnología está basada en rastrear los costos durante el desarrollo, la protección y la comercialización. Es el valor mínimo por la que el licenciante desea negociar para recuperar la inversión, porque ningún inversionista racional pagaría más y si el licenciario puede realizar medianamente una estimación de estos costos, esto establecería el principio de negociación, en el cual ambas partes están interesadas en lograr un entendimiento. Esto es, siempre y cuando el licenciante pueda verificar los costos, y el licenciario pueda evaluar cuál sería el costo de desarrollar una tecnología igual o similar a la que está en venta o el desarrollo de un producto idéntico. También, puede calcular el tiempo que le tomaría desarrollar una tecnología similar; con lo que el método de costos se configura no como una valoración, sino como una estrategia de negociación (OMPI, 2005).

3.5.2. Método de flujo de caja descontado

El método de flujo de caja descontado también conocido como valor presente neto (VPN) es usualmente el más aceptado para valorar inversiones (Suárez- Suárez, 2004) y consiste en determinar el valor de un activo determinando los flujos de dinero que se obtendrán en el futuro, para descontarlos a una tasa apropiada con el riesgo de los flujos mencionados (Fernández, 2008).

La lógica de este método de valoración, está basada en la capacidad que tiene cada activo tecnológico de generar un valor intrínseco, dadas sus características y se puede estimar desde el flujo de efectivo, el crecimiento y el riesgo (Damodaran, 2012).

La experiencia personal y el conocimiento previo de los riesgos de la inversión son factores que afectan directamente el flujo de caja esperado y por lo tanto son dos variables que tienen un impacto significativo en la decisión final del cliente (Malmendier and Nagel, 2016).

El método de flujo de caja tiene como desventaja que es una metodología subjetiva debido a que se anticipa a los ingresos futuros, además, no es posible diferenciar qué parte del valor proviene del factor diferenciador generado de los procesos investigativos (Correa, Arango, & Castaño, 2011).

3.5.3. Método de Mercado

Este método de valoración de mercado, recurre al cotejo de transacciones comerciales de activos idénticos o comparables, para establecer el valor de mercado del activo, pero en el entorno tecnológico, los activos no son idénticos ni similares y por ende no son comparables, sumado a esto, en las negociaciones de activos tecnológicos se establecen cláusulas de confidencialidad, donde no pueden revelarse aspectos fundamentales de la tecnología a la competencia; en conclusión, la metodología de mercado puede ser aplicada en algunos casos, su utilidad es limitada (OMPI, 2005).

El método de mercado es simple y aplica para aquellas tecnologías con transacciones referenciales, para tecnologías nuevas que provienen de proyectos de investigación es difícil de aplicar, debido a que no existen productos similares en el mercado, con los cuales se puedan establecer valoraciones de comparación (Correa Arango & Castaño, 2011).

3.5.4. Método de Montecarlo

El método de Montecarlo es un procedimiento no determinista o estadístico que permite realizar una operación mediante la simulación de un evento discreto, aplicando distribuciones de probabilidad (Winston 2004; Muñoz & Muñoz, 2010). Así mismo, para poder aplicar la simulación de Montecarlo se debe contar con la suficiente información histórica de un evento, lo cual permite establecer el comportamiento de una variable y como las diferentes interacciones afectan su comportamiento (Chase & Jacobs, 2014).

Este método se utiliza para cualquier tipo de problema, ya sea estocástico o determinista (Velásquez & Velásquez, 2012). El modelo es muy útil para estimar el riesgo de mercado de los rendimientos financieros de los activos de riesgo, que tienen entre sus particularidades la impredecibilidad, las colas pesadas (exceso de curtosis) y el agrupamiento de la volatilidad, donde es utilizada la metodología de valor en riesgo (Vergara Cogollo & Maya Ochoa, 2009), por consiguiente el método de Montecarlo “es de lejos el más poderoso método para el cálculo del Valor en Riesgo” (Jorion, 2001, p. 225), no obstante, la eficacia de los resultados de esta metodología dependen de su aplicación (Vergara Cogollo & Maya Ochoa, 2009).

De la misma forma, el modelo de Montecarlo permite la construcción de posibles resultados, reemplazando un rango de valores (una distribución de probabilidad) por cualquier factor que tiene una incertidumbre inherente, lo cual proporciona una serie de ventajas sobre el análisis determinista o de estimación de un solo punto, los impactos no solo muestran lo que puede suceder, sino que tan probable es cada logro (Sommarivaa, et al, 2020).

Por otra parte, el método de Montecarlo tiene las desventajas de utilizar un gran número de variables para su simulación, se necesita de una buena herramienta tecnológica, además, el método no genera soluciones óptimas para los diferentes escenarios debido a que se diseñó para

evaluar diferentes ambientes y tomar decisiones con base en comparaciones y finalmente cada escenario es único por el componente de azar que existe en el modelo, lo que genera que no se pueda aplicar un escenario escogido a desarrollos tecnológicos similares (Rodríguez,2011).

3.5.5. Método de opciones reales

El análisis tradicional de opciones reales utiliza modelos estadísticos complejos que aumentan la dificultad del cálculo (Favato, et al, 2015). El término “opción” inicialmente se acuñó para definir la probabilidad de compra o venta de un activo y se ha ampliado su definición, proponiendo las opciones de abandonar, cambiar el uso de la tecnología o transferir el proyecto en una etapa temprana (Suarez, 2004).

El método de opciones reales no solo permite a los inversionistas retrasar la toma de decisiones de inversión, sino que además les concede elegir la estrategia más acertada de acuerdo a la incertidumbre generada por los cambios extraordinarios en las diferentes opciones, lo que admite que el enfoque de análisis esté más cerca de la realidad (Tan y Lin, 2021).

El método de opciones reales tiene dos ventajas muy marcadas, la primera, relacionada con el alto grado de complejidad matemática que tiene el método en las opciones que más se acercan a la realidad, por lo tanto su uso está muy limitado a personas con conocimientos matemáticos muy profundos (Mascareñas, 2015a) y la segunda, está relacionada con las diversas posibilidades que genera el factor humano, las cuales son difíciles de analizar en su totalidad por modelos matemáticos (Núñez, 2011).

3.6. Transferencia tecnológica

Para Norman Abramson (1997) la transferencia tecnológica es el movimiento de la tecnología y saber hacer (know-how) entre socios (individuos, entidades y empresas) con el objetivo de mejorar el conocimiento, las habilidades y la competitividad de cada uno de los asociados que interactúan en ella.

Mientras tanto, para Hidalgo et al. (2002) es un acuerdo por medio del cual, una empresa adquiere las licencias de uso relativo a los derechos de uso de propiedad, de los que dispone otra compañía, con el fin de obtener las herramientas necesarias para desarrollar sus productos. Similarmente para Escorsa & Valls (2003) el contexto de un mundo globalizado y donde la competencia crece todos los días, ningún país u organización puede ser totalmente autosuficiente en términos de tecnología. Además, no generan el conocimiento necesario para que sean competitivos y esta realidad hace que los gobiernos y las empresas busquen adquirir las tecnologías de otras partes, en vez de desarrollarlas internamente. Por lo tanto, la transferencia tecnológica son las “ventas o concesiones, hechas con ánimo lucrativo, de conjuntos de conocimientos que permitan al arrendador o arrendatario fabricar en las mismas condiciones que el arrendador o vendedor”.

Para Nilsen y Anelli (2016) existen tres formas de hacer la transferencia tecnológica, a saber, *transferencia no comercial* que se da a través de charlas informales, publicaciones, comisiones de servicio y el personal de intercambio y formación; *Transferencia comercial* se hace a través de la investigación por contratos, consultoría, licencias, ventas de la propiedad intelectual y servicios técnicos; finalmente, la creación de *nuevas empresas* por medio de escisiones directas o indirectas.

De lo anterior, Olmos-Peñuela, Castro-Martínez, & D'Este (2014) concluyen que los contratos de consultoría e investigación son los más utilizados por las empresas para hacer las actividades de transferencia tecnológica con el sector académico, a través de estos métodos se pretende resolver problemas socioeconómicos y ampliar el conocimiento.

Así mismo, los conceptos relacionados con la definición de la caracterización del activo tecnológico y la debida diligencia pueden observarse en el numeral 5.1 y en los Anexos respectivos.

4. Metodología

4.1. Tipo de Estudio

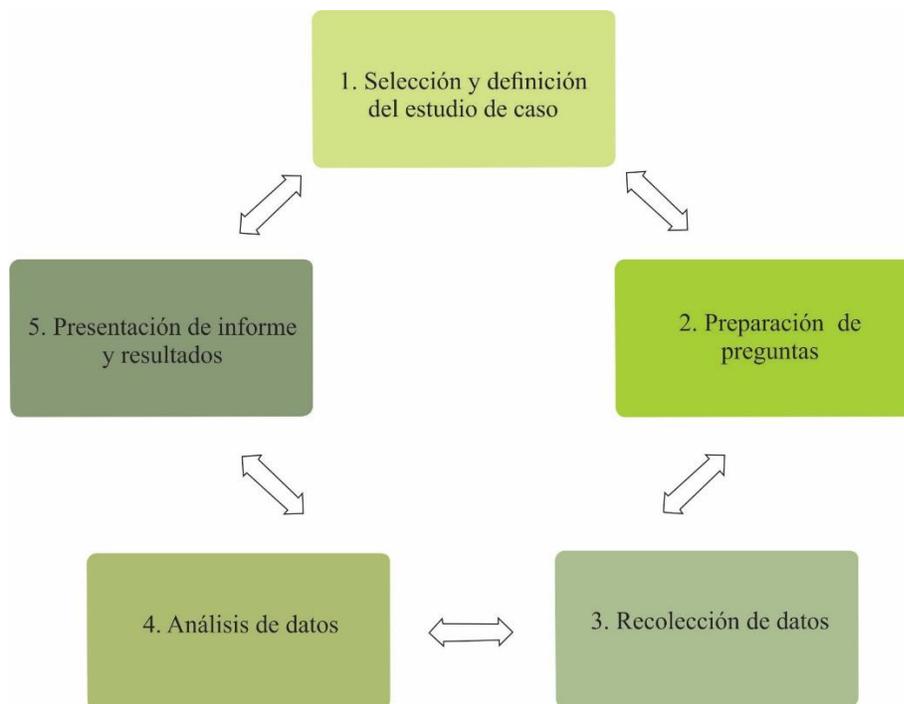
El estudio realizado es descriptivo sobre un enfoque de investigación cualitativa y de corte transversal. Para esta consultoría, se utilizó el método de estudio de caso como herramienta valiosa de investigación y de análisis de los datos obtenidos desde una variedad de fuentes de información. En este contexto, es importante resaltar que este tipo de metodología es la más adecuada para generar teorías sobre los fenómenos sociales y organizacionales complejos que hoy estamos viviendo con la pandemia. El enfoque cualitativo considera el camino de tipo inductivo para construir teorías y explicaciones.

Yin (1989) es uno de los principales investigadores en el método de estudio de caso y lo define como “una investigación empírica que investiga un fenómeno contemporáneo en su contexto real, donde los límites entre el fenómeno y el contexto no se muestran de forma precisa, y en el que múltiples fuentes de evidencia son utilizadas”. El estudio de caso se concentra en el objeto de estudio y el método permite su enseñanza y aplicación desde otros contextos similares, es aquí, donde el investigador adquiere toda la información necesaria para ampliar y generalizar sus teorías, con las diferentes situaciones de la vida real y profundizar en el fenómeno que se presenta.

En la ilustración 2 se presentan los cinco pasos del proceso de estudio de caso de Yin (2009):

Ilustración 2

Proceso estudio de caso



Fuente: Elaboración propia a partir de Yin (2009)

En esta consultoría, los cinco pasos de Yin (2009), fueron ajustados para este estudio de caso en particular con el objetivo de ofrecer diferentes perspectivas desde el mercado y ámbito financiero. Para esto se diseñaron unos pasos a seguir conformes con los objetivos específicos, como se muestra en la tabla 2:

Tabla 2*Metodología para el estudio de casos*

<i>Pasos metodología de Yin (2009)</i>	Pasos consultoría	Objetivos específicos
<i>Selección y definición del estudio de caso</i> <i>Preparación de preguntas</i> <i>Recolección de datos</i>	Recolección de datos y vigilancia tecnológica.	Caracterizar el activo tecnológico “nanobiosensores para la detección rápida de SARS-CoV-2”, en términos de su entorno competitivo, desde un modelo de valoración de mercado.
<i>Análisis de datos</i>	Diagnóstico	Desarrollar una metodología que permita la valoración del activo tecnológico “nanobiosensores para la detección rápida de SARS-CoV-2”, por los métodos de costos, ingresos proyectados y flujo de caja descontado.
<i>Presentación de informe y resultados</i>	Diseño de herramienta	Crear una herramienta financiera para la valoración del activo “nanobiosensores para la detección rápida de SARS-CoV-2”, con aplicación al negocio tecnológico.

Fuente: Elaboración propia

4.2. Actividades de la consultoría

A continuación, se describen las actividades llevadas a cabo durante el desarrollo de la recopilación de información y vigilancia tecnológica, diagnóstico y diseño de la herramienta financiera como ejes fundamentales de la consultoría.

4.2.1. Recopilación de la información y vigilancia tecnológica

Se realizó el proceso de búsqueda bibliográfica pertinente para recopilar sistemáticamente la información del tema objeto de estudio (Scheler, 2008). Luego, se consultó información importante del grupo de investigación Tándem Max Planck de Nanobioingeniería de la Universidad de Antioquia, en los que se incluían desarrollos anteriores, informes de gestión y estructura organizacional del grupo de investigación. Después, se realizaron dos entrevistas semiestructuradas con expertos del grupo de investigación Tándem Max Planck: la primera entrevista fue realizada con preguntas abiertas, seleccionadas previamente por temáticas, con la intención de caracterizar y profundizar en la información relacionada con el activo tecnológico y en la segunda entrevista, se abordó con el objetivo de solicitar la información de la “debida diligencia” y así, identificar y cuantificar los costos asociados al personal, al área locativa y a los gastos asociados a la ejecución del proyecto “nanobiosensores para la detección rápida del SARS-CoV-2”. Las entrevistas realizadas al grupo de investigación Tándem Max Planck se pueden observar en los Anexos 1 y 2.

4.2.2. Diagnóstico

Luego de realizar la búsqueda y revisión bibliográfica de los métodos de valoración, se procedió a formular y adaptar la macro de Excel para ingresar la información recopilada en el formato de la debida diligencia y realizar los cálculos predeterminados en los diferentes métodos

de valoración seleccionados, a saber, método de costos, de ingresos y de flujo de caja descontado e indicadores económicos específicos.

El método de costos permitió obtener el valor mínimo de la tecnología, a través del rastreo de los costos implicados en el desarrollo. Para contrastarlo, se utilizó el método de ingresos o de mercado que arrojó el valor máximo de la unidad monetaria para la transferencia de la tecnología. Por último, se incluyó al interior de la herramienta, el método de flujo de caja descontado que logró interpretar e identificar el valor que un tercero estaría dispuesto a pagar por la tecnología.

4.2.3. Diseño de la Herramienta

La herramienta se diseñó partiendo de una macro de excel, la cual contiene los métodos de valoración de costos, de ingresos y de valoración por flujo de caja descontado. Además, contiene la información de la debida diligencia y un estado de resultados construido a partir de los modelos de costos e ingresos. Por último, contiene una plantilla donde se puede generar la región factible de negociación, dada por el modelo de costos y el modelo de ingresos. La herramienta tiene botones que permiten la fácil navegación y la generación de reportes individuales de cada modelo en archivo PDF.

Es preciso aclarar que el método de Montecarlo no se incluyó, debido a su alto grado de complejidad, que sin formación financiera previa, su uso se hace más difícil para el grupo de investigación. Así mismo, el método de opciones reales no se incluyó, debido a que no se tiene un posible comprador que realice una propuesta para analizarla, información que es indispensable para la aplicación de este método.

4.2.4. Procesamiento e integración de la información

Se consolidó la información financiera proporcionada por el grupo de investigación Tándem Max Planck, para construir los métodos de valoración contenidos dentro de la herramienta financiera para valorar el activo tecnológico “nanobiosensores para la detección rápida del SARS-CoV-2” objeto de la consultoría.

4.3. Alcance

Considerando una serie de factores, como el tiempo para realizar la intervención, la limitación para acceder a cierta información por la confidencialidad del activo tecnológico y el nivel de madurez (TRL) del mismo, este trabajo fue desarrollado bajo la modalidad de consultoría desde los ámbitos de mercado y financiero para el activo “nanobiosensores para la detección rápida del SARS-CoV-2”.

5. Recopilación de la Información y Vigilancia Tecnológica

Se realizó una búsqueda bibliográfica estructurada, con la que se recopila la información necesaria para la vigilancia tecnológica del activo “nanobiosensores para la detección rápida del SARS-CoV-2”, lo que permite caracterizar el activo, con el objetivo de identificar y analizar el entorno competitivo.

5.1. Caracterización del activo tecnológico

La caracterización del activo tecnológico se construyó a partir de las preguntas qué, para qué, cuándo, quién, por qué, cuánto y cómo, del activo tecnológico “nanobiosensores para la detección rápida del SARS-CoV-2”, preguntas fundamentales para identificar las características y propiedades del activo, como se muestra en el Anexo 3.

Un biosensor es un dispositivo analítico que combina elementos de reconocimiento biológico (célula, tejido, receptor, ácido nucleico, enzima, ribozima o anticuerpo, entre otros), materiales inteligentes o biomiméticos (aptámeros, polímeros de microporosidad intrínseca, sondas de ácidos nucleicos) o nanomateriales (nanopartículas, nanocompuestos) (Jiménez y León, 2008) con un transductor que puede detectar la interacción entre el elemento de reconocimiento y el analito, capaz de convertir un proceso biológico o químico en una señal física (óptica, eléctrica, térmica o mecánica) cuantificable (Camacho, et al., 2011).

Los biosensores tienen sus orígenes en los años 60, orientados a aplicaciones clínicas y de impacto bioquímico. El primero fue desarrollado en 1962, el biosensor enzimático para determinar la concentración de la glucosa en la sangre, acoplando la glucosa oxidasa a un electrodo selectivo de oxígeno (Camacho et al., 2011). Posteriormente, sus aplicaciones se encuentran en la estimación de la calidad de los alimentos, el monitoreo ambiental, la electrónica de consumo y el diagnóstico de complicaciones clínicas y metabólicas.

El funcionamiento de un biosensor consiste en tres etapas: el reconocimiento, la transducción y el tratamiento de la señal (Camacho, et al., 2011). El analito es reconocido por el sistema receptor generando una señal primaria, que luego el transductor la convierte en una señal secundaria eléctrica y posteriormente es amplificada, condicionada y procesada para ser presentada en forma de datos (Montañez, et al., 2011). Las principales ventajas de los dispositivos biosensores son su uso fuera de los laboratorios de análisis, su elevada sensibilidad, tiempo de análisis relativamente corto (pocos minutos) y su capacidad para ofrecer valores cuantitativos si es necesario.

La nanotecnología se encarga de estudiar la materia a la escala del nanómetro (nm), cuando se trabajan estas dimensiones las propiedades de las sustancias son muy diferentes a las que estamos acostumbrados en escalas superiores (Mendoza y Rodríguez, 2007). El diseño de nanopartículas ha permitido el desarrollo de nuevas herramientas en el campo del análisis médico, dando lugar a métodos de diagnóstico más sensibles, específicos, rápidos, portables y económicos.

Es muy importante comprender el concepto de biosensor y de nanotecnología, en vista que es la base para el estudio y desarrollo de los nanobiosensores, los cuales se componen de nanomateriales (contienen nanopartículas) y son los sensores especializados para la detección de eventos y acontecimientos a nanoescala (Malik, et al., 2013). Los nanobiosensores aprovechan las propiedades de las nanopartículas para detectar sustancias de interés aprovechando sus características fisicoquímicas. De esta manera, puede avanzarse en el diagnóstico precoz y no invasivo de enfermedades, la determinación de contaminantes en el agua o la detección de antibióticos o alérgenos en los alimentos.

Los nanobiosensores son muy rápidos, altamente específicos, selectivos y sensibles a la detección de virus, su uso será muy útil para detectar ácidos nucleicos o proteínas específicas del SARS-CoV-2, para disminuir su impacto en la salud de la población a nivel global.

5.1.1. Aplicaciones Conocidas de los nanobiosensores

La urgencia de técnicas de detección altamente sensibles y selectivas de agentes químicos y biológicos, pueden cubrir una amplia gama de aplicaciones que van desde el control medioambiental, alimentario, el diagnóstico veterinario y agrícola. En el ámbito de la salud, hay un gran potencial en el diagnóstico de enfermedades, la investigación farmacéutica y la implantación de tratamientos.

Los nanobiosensores se han utilizado para la detección de antígenos y agentes causantes de diferentes trastornos como los causantes de la diabetes, infecciones del tracto urinario, VIH-SIDA y el cáncer (Malik, et al., 2013). Sin embargo, dada la situación actual, las enfermedades virales son una de las principales amenazas para la salud y la vida de la población mundial. La incorporación de la nanoescala ha permitido mayores avances en los biosensores para el diagnóstico preciso y en tiempo real de enfermedades. También, se investiga a través de nanobiosensores tratamientos para enfermedades como la hipertensión arterial y el párkinson.

En las aplicaciones ambientales, los nanobiosensores se han utilizado para la detección de contaminantes, productos intermedios tóxicos, metales pesados, flujos de residuos, el seguimiento de las condiciones climáticas y muchas otras funciones vitales (Sagadevan y Periasamy, 2013). En el área ambiental uno de sus principales usos es la purificación del agua a través de nanotubos de carbono y fibras de alúmina para la nanofiltración.

La primera estrategia de biodetección conocida para SARS-CoV-2, es el dispositivo FET basado en grafeno y diseñado a finales del año 2020 por Seo y sus colaboradores. Se utilizan

anticuerpos o ADNc para capturar selectivamente el antígeno viral o ARN viral a través de muestras en frotis nasofaríngeos de pacientes afectados por COVID-19, lo que permite también la determinación de la gravedad de la enfermedad COVID-19 (Seo et al., 2020). La zona de detección del biosensor basado en FET es una hoja de grafeno, transferida a un sustrato de SiO₂/Si, y sucesivamente modificada con anticuerpo de pico de SARS-CoV-2, inmovilizado adecuadamente en la superficie de la hoja de grafeno mediante fundición por gota. El dispositivo permitió detectar la proteína de pico de antígeno del SARS-CoV-2 en concentraciones muy bajas como 1 fg/mL en tampón fosfato, un valor mucho más bajo que el reportado con los métodos ELISA y PCR (Chu et al., 2020). Finalmente, se probó el beneficio del sensor en muestras clínicas reales, recolectando muestras de hisopos nasofaríngeos de pacientes con COVID-19 y de sujetos normales. El nanobiosensor basado en COVID-19 FET permitió discriminar entre muestras de pacientes y normales con límites de detección inferiores a los reportados con otros métodos actuales, sin preparación ni reprocesamiento de muestras.

Por otro lado, fue propuesto recientemente un nanosensor de ADN para la detección del SARS-CoV-2, que utiliza las nanoestructuras de metales nobles para la detección del virus y mejorar funciones como la especificidad y la sensibilidad (Qiu et al., 2020). Se dieron cuenta de un sensor de ADN dual que consta de un solo chip, modificado con una distribución bidimensional de nanoislas de oro (AuNI). El chip integra el efecto fototérmico plasmónico (PPT) y la transducción de detección de resonancia de plasmón superficial localizado (LSPR). El biosensor de doble función exhibió un rango lineal entre 0,1 pM y 1 mM con un límite de detección de 0,22 pM, que resultó lo suficientemente bajo para el análisis directo de secuencias de SARS-CoV-2 en muestras respiratorias reales (Qiu et al., 2020). Se probaron y discriminaron múltiples secuencias genéticas no específicas similares de SARS-CoV y SARS-CoV-2, lo que

atestigua la alta selectividad del biosensor hacia secuencias de reactividad cruzada e interferencia.

5.1.2. Materiales y proceso de producción de los nanobiosensores

Los nanomateriales son partículas que tienen dimensiones entre 1 y 100 nanómetros, por lo que, la particularidad dada por el tamaño hace que todos sus átomos estén ligados a la superficie del mismo, haciendo que sus propiedades fisicoquímicas vitales, sean muy diferentes a los materiales en escala de tamaño normal (Boverhof, et al., 2015). Esta característica, hace que funcionalidad se tenga que analizar caso por caso con la tecnología de los biosensores, para observar su reacción a las combinaciones biológicas cuando se quiere identificar un analito.

Por lo anterior, un nanobiosensor es un dispositivo de rápida detección de un analito, mediante la combinación de diferentes materiales biológicos, los cuales generan una estimulación en el analito que se quiere detectar, posteriormente este resultado es descifrado, interpretado y analizado por técnicas eléctricas, ópticas o mecánicas.

5.1.3. Mercado nanobiosensores

Para el mercado global de nanosensores se estimó una generación de ingresos por valor de \$536,6 millones de dólares en el año 2019 y se proyecta que alcance los \$1.321,3 millones de dólares para 2026, para registrar una Tasa de Crecimiento Anual Compuesto - TCAC o CAGR, por sus siglas en inglés, del 11.0% durante el período de pronóstico 2018-2026 (Tewari, Sachan & Baul, 2019). También, se espera que el mercado de los nanobiosensores registre una TCAC del 10% durante el periodo de pronóstico 2020-2025 (Mordor Intelligence, 2020).

El desarrollo continuo de herramientas de nanotecnología y los conocimientos a nanoescala son fundamentales para el avance de los investigadores en el desarrollo de nanosensores con mejor rendimiento, basados en mecanismos innovadores. Igualmente, el uso de

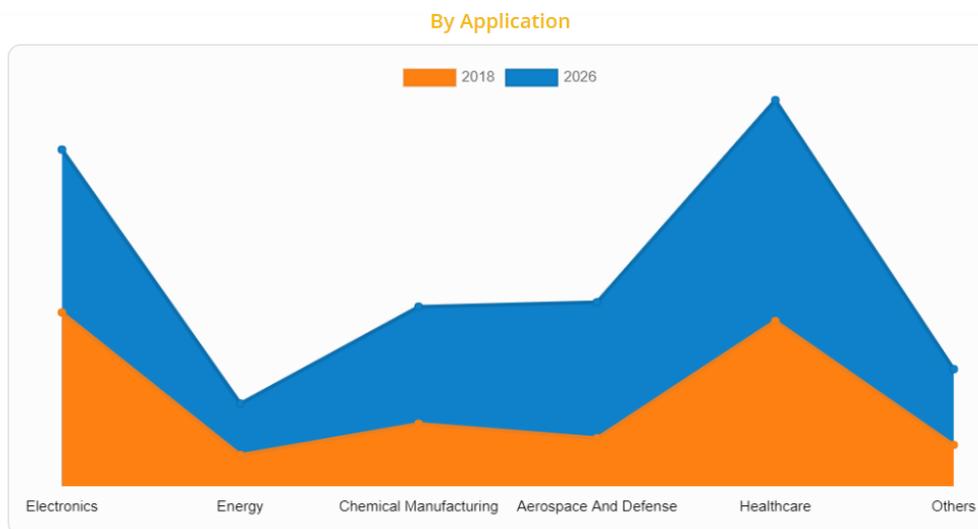
nanotecnología, nanominerales y nanosensores, aportan ventajas competitivas de mercado a las empresas innovadoras, teniendo presente que las tecnologías avanzadas impulsan el desarrollo económico (Mordor Intelligence, 2020).

Los nanobiosensores están surgiendo como una herramienta prometedora para las aplicaciones en la agricultura y la producción de alimentos. Se pueden utilizar en la estimación de su calidad y frescura, determinar microbios y contaminantes, entre otros. Los componentes de nutrientes, los envases inteligentes y los sistemas de detección rápida, pueden considerarse como las nuevas fuentes de mejoras claves en el sector agrícola. Estos dispositivos al combinar los conocimientos en biología, química y nanotecnología para hacer un diagnóstico de los alimentos, logran denominarse nanobiosensores (Tewari, Sachan & Baul, 2019).

El segmento de la salud representa una parte importante en el mercado de los nanosensores durante el periodo de pronóstico 2018-2026. Se espera que este segmento ocupe y asegure una posición de liderazgo y dicho crecimiento se puede atribuir al diagnóstico de enfermedades, virus y complicaciones clínicas y metabólicas. Además, el reciente brote del COVID-19, permitirá el aumento significativo y lucrativo de nanobiosensores con mejoras significativas en selectividad, velocidad y sensibilidad, en comparación con los métodos tradicionales de detección del virus (Tewari, Sachan & Baul, 2019).

Ilustración 3

Segmento de la salud, proyección.



Healthcare segment is expected to secure leading position during forecast period.

Fuente: Tewari, Sachan & Baul (2019)

El pronóstico de crecimiento 2019-2024 por región para el mercado de nanobiosensores es el siguiente (Ilustración 4):

Ilustración 4

Mercado de nanobiosensores a nivel mundial



Fuente: Mordor Intelligence (2020)

América del Norte domina el mercado, sin embargo, se espera que China lidere el crecimiento de la región Asia-Pacífico, debido a la mejora tecnológica en los segmentos biomédico y de salud (Tewari, Sachan & Baul, 2019).

5.1.4. Principales productores

En el panorama competitivo los principales actores son: ACON Laboratories, Inc., Abbott Point of Care, Inc., Agilent Technologies, Inc., Nanowear, Inc., AerBetic, Medtronic Inc., Siemens AG, Lifescan, Inc., Lifesensors, Inc., Nova Biomedical, STMicroelectronics y Bayer Healthcare AG, Bio-Rad Laboratories, Biosensor International Pte. Ltd., entre otros (Tewari, Sachan & Baul, 2019). El mercado no está fragmentado ni consolidado, ya que no existe competencia entre los principales actores. Por tanto, la concentración del mercado será moderada (Tewari, Sachan & Baul, 2019).

Ilustración 5

Concentración de Mercado



Fuente: Mordor Intelligence (2020)

El sector de la salud, las ciencias de la vida y la biomedicina son los principales mercados de nanosensores, debido a la creciente necesidad de sistemas de detección y diagnóstico rápidos, compactos, precisos y portátiles (Tewari, Sachan & Baul, 2019).

El crecimiento del segmento de atención médica se puede atribuir principalmente al uso de nanosensores para detectar cánceres, medir el nivel real de glucosa para la diabetes o como sensores transmitidos por la sangre (Mordor Intelligence, 2020). Teniendo en cuenta que la diabetes es la principal causa de amputación no traumática y ceguera en los países desarrollados (Mordor Intelligence, 2020).

Factores como el aumento en la adopción de nanosensores en el diagnóstico e imágenes médicas y los avances tecnológicos en dispositivos nanotecnológicos, también impulsan el crecimiento del mercado global de estos dispositivos (Tewari *et al.*, 2019). Sin embargo, los

problemas que surgen en el despliegue de nanodispositivos en condiciones extremas y el alto costo de la tecnología actúan como las principales barreras, lo que dificulta una mayor expansión del mercado. Por lo tanto, se prevé que el aumento del apoyo y la financiación de I + D de las organizaciones gubernamentales y la aparición de dispositivos nanotecnológicos autoamplificados ofrecerán oportunidades lucrativas para el pronóstico del mercado de nanosensores (Tewari *et al.*, 2019).

De otro lado, los investigadores que trabajan en el campo de los nanosensores, tienen como objetivo diseñar nanosistemas autoamplificados que exhiban un tamaño ultra pequeño, alta sensibilidad, multifuncionalidad y un consumo de energía extremadamente bajo (Tewari *et al.*, 2019). Para esto, es importante que los dispositivos inalámbricos y biomédicos se autoalimenten sin usar batería. La fuente de energía es crucial para las operaciones independientes, sostenibles y continuas de biosensores implantables, sensores químicos, biomoleculares ultrasensibles y nanorobóticos, sistemas microelectromecánicos, sensores ambientales remotos y móviles y electrónica portátil, constituyéndose de esta manera en una lucrativa oportunidad de mercado a nivel mundial (Tewari *et al.*, 2019).

La nanotecnología ha generado una nueva industria de nanobiosensores, esta industria reemplaza las funcionalidades de los biosensores (diagnosticar, monitorear, medir, entre otros) a un menor costo de producción, por ende un menor costo para el consumidor final. A su vez, estas particularidades han generado un rápido crecimiento de esta industria, de acuerdo a un reporte de mercado lanzado en 2018 por Mordor Intelligent Inc., durante los años 2019 y 2024, la India tendrá un aumento significativo en la tasa de crecimiento anual compuesto (CAGR), esta situación ha generado que grandes multinacionales farmacéuticas se interesen en este nicho de mercado (Mordor Intelligence, 2020).

5.1.5. Normatividad

En Colombia, el Gobierno nacional ha expedido una serie de medidas para garantizar la atención, prevención, diagnóstico y tratamiento del SARS-CoV-2, como se muestra a continuación:

5.1.5.1. Decreto 476 del 25 de marzo de 2020. "Por el cual se dictan medidas tendientes a garantizar la prevención, diagnóstico y tratamiento del COVID-19 y se dictan otras disposiciones dentro del Estado de Emergencia Económica, Social y Ecológica".

Se facultó al Ministerio de Salud y Protección Social para flexibilizar los requisitos para la evaluación de solicitudes de registro sanitario y permisos de comercialización a medicamentos, productos fitoterapéuticos, dispositivos médicos, equipos biomédicos y reactivos de diagnóstico in vitro, entre otros, que se requieran para la prevención, diagnóstico o tratamiento del COVID-19. Igualmente, se declararon de interés en salud pública los medicamentos, dispositivos médicos, vacunas y otras tecnologías en salud, para el mismo propósito, hasta el término que dure la emergencia sanitaria (Decreto 476, 2020).

A su vez, se facultó al Instituto Nacional de Vigilancia de Medicamentos y Alimentos (Invima), para incorporar como vitales medicamentos para la prevención, diagnóstico y tratamiento, así como reactivos de diagnóstico in vitro de metodología molecular en tiempo real (RT-PCR) para el diagnóstico de COVID-19 y otros reactivos avalados por la Organización Mundial de la Salud (OMS) u otras autoridades sanitarias, entre otras facultades. (Decreto 476, 2020).

5.1.5.2. Circular externa No. 19 del 25 de marzo de 2020. El Ministerio de Salud y Protección Social, en consenso con la Asociación Colombiana de Infectología (ACIN) y el Instituto de Evaluación en Tecnologías (IETS), emitió la Circular Externa No. 19 del 25 de

marzo de 2020 - Dirigida a la Administradora de los Recursos del Sistema General de Seguridad Social en Salud (ADRES), las EPS, IPS, profesionales de la salud y recoge el consenso colombiano de atención, diagnóstico y manejo de la infección por SARS-CoV-2/COVID-19 (Minsalud, 2020).

Se previó que las pruebas rápidas o de detección de anticuerpos serían introducidas en varias regiones del país y podrían usarse como tamizaje, a partir de abril de 2020. Sin embargo, no son pruebas confirmatorias por lo que su positividad debe ser corroborada con el estándar de oro disponible: RT-PCR, a partir de muestras de aspirado traqueal o nasofaríngeo u orofaríngeo o hisopado (Minsalud, 2020).

Los estudios de los métodos moleculares y bioquímicos presentan sesgos de selección y números muestrales limitados que pueden disminuir la calidad de la validación de cada prueba, lo cual no condiciona su utilidad en la detección rápida, aunque usan antígenos y sondas nuevas específicas para el SARS-CoV-2, por lo que no son pruebas diagnósticas. Es decir, permiten la optimización de recursos ayudando a los profesionales de la salud en la toma de decisiones en cuanto a aislamiento, realización de prueba diagnóstica confirmatoria y tratamiento (Minsalud, 2020).

Las pruebas rápidas de detección de anticuerpos IgM e IgG, ya sea con ELISA, quimioluminiscencia y oro coloidal tampoco diagnostican o confirman COVID-19, pero debido a su alta sensibilidad y gran especificidad, aunque son capaces de indicar una posible infección reciente o en curso, son más precisas descartando casos negativos, en los cuales no es necesario hacer la prueba confirmatoria con RT-PCR. Entonces, las pruebas serológicas, no se recomiendan para hacer diagnóstico, sino para tener una idea sobre la tasa de ataque de la epidemia de manera retrospectiva (Minsalud, 2020).

Si la prueba RT-PCR no es concluyente, se recomienda repetirla a las 48 horas o la realización de una prueba genómica, en caso de estar disponible. Las pruebas de detección de anticuerpos y la RT-PCR, se financian con recursos de la Unidad de Pago por Capitación (UPC).

En la actualización de los lineamientos para el uso de pruebas, publicados por el Ministerio de Salud, se incluyeron las de antígeno, por su disponibilidad en el país. Este método detecta proteínas de la nucleocápside del virus. Las partículas son captadas con menos de 1000 copias del virus, a diferencia de la RT-PCR que requiere al menos 10 veces más de copias para detectar el material genético de este. En menos de 30 minutos se obtiene el resultado y es fácil de usar e implementar en los laboratorios. Se requiere una muestra a través de hisopado nasofaríngeo y es recomendada en personas con síntomas de menos de 11 días (Minsalud, 2020).

Las pruebas serológicas y de antígeno deben contar con registro Invima. En resumen, señala que:

- El 10% de los casos de enfermedad por COVID-19 cursa sin fiebre.
- Se considera útil sospechar con dos o más síntomas respiratorios, con o sin fiebre.
- Es necesaria la presencia de un nexa epidemiológico, contacto estrecho u otros exámenes de apoyo médico.
- Las pruebas moleculares (RT-PCR en Tiempo Real) son el estándar de oro para el diagnóstico de COVID-19.
- Las pruebas rápidas de detección de anticuerpos IgM (ELISA, Quimioluminiscencia, oro coloidal) son útiles para descartar casos negativos.

A nivel internacional el organismo encargado de dar las pautas para la atención, prevención, diagnóstico y tratamiento del SARS-CoV-2 es la Organización Mundial de la Salud (OMS), y en el continente americano está acompañada por la Organización Panamericana de

Salud (PAHO) que el 30 de Marzo de 2020 publicaron las Directrices de Laboratorio para la Detección y el Diagnóstico de la Infección con el Virus COVID-19 (OMS, 2020).

5.1.5.3. Directrices de Laboratorio para la Detección y el Diagnóstico de la Infección con el Virus COVID-19 (OMS, 2020). En este documento se dan recomendaciones sobre:

- Toma de muestras respiratorias y otros tipos de muestras.
- Ensayos de laboratorios (método molecular, método serológico).
- Detección de antígenos.
- Pruebas rápidas.
- Fortalecimiento de las capacidades de laboratorio y redes.

En cuanto a las pruebas rápidas es importante saber:

- Deben tener establecida una sensibilidad superior al 80% y una especificidad superior al 90% (Artículo 3° de la Resolución 522 de 2020).
- Circular Externa 0019 de 2020:
 - Se debe realizar la prueba rápida para detección de anticuerpos en casos de sospecha de exposición con síntomas. Si el resultado es positivo debe realizarse confirmación con RT-PCR.
 - Su uso es únicamente para tamizaje.
 - Son altamente específicas por el valor predictivo negativo.
- Criterios técnicos:
 - Deben ser idealmente tomadas de forma pareada (en la fase aguda y convaleciente) porque existe probabilidad de reacción cruzada a otros coronavirus previamente expuestos.
 - Se recomienda que cuenten con la validación correspondiente.

- No se consideran pruebas diagnósticas y no se recomienda su uso para descartar un caso de infección aguda.
- Se podrán realizar pruebas rápidas de anticuerpos IgM/IgG a las siguientes personas:
 - Persona con síntomas leves sin factores de riesgo. Se debe tomar la prueba nunca antes de 10 días de inicio de los síntomas.
 - Contacto estrecho con síntomas leves y sin factores de riesgo. Se debe tomar la prueba nunca antes de 10 días de inicio de los síntomas.
 - Persona asintomática, con o sin factores de riesgo, que haya tenido contacto estrecho con un caso confirmado.

Recomendaciones al momento de adquirir y usar una prueba rápida para COVID-19:

- Su uso es con fines de tamizaje, más no confirmatorios.
- Se debe contar con el inserto con especificaciones del fabricante y en idioma castellano.
- En los casos en que la prueba sea positiva, debe realizarse la confirmación con TR-PCR.
- Esta prueba es un reactivo de categoría III, por lo tanto, es importante determinar los riesgos en el uso.
- Verificar que estén autorizadas por el Invima (registro sanitario o visto bueno de importación).
- Revisar que cumpla con las validaciones técnicas de aceptabilidad y porcentaje de concordancia con la PCR.
- Se sugiere revisar la nota informativa de la OMS para los usuarios finales de las pruebas basadas en ácidos nucleicos y pruebas serológicas para el SARS-CoV-2 y su alerta

N°3/2020, sobre productos médicos y de diagnóstico in vitro falsificados que pretenden prevenir, detectar, tratar o curar la enfermedad por COVID-19.

- Debido a la circulación de kit falsificados de pruebas diagnósticas para el virus SARS-CoV-2, se recomienda:
 - No adquirir productos a través de páginas web o redes sociales.
 - Adquirir los productos de un fabricante o importador autorizado por el Invima.
 - Revisar sistemáticamente las alertas sanitarias publicadas por el Invima.
 - Solicitar certificado de análisis del fabricante para cada lote de producto.
 - Antes del uso del reactivo se recomienda leer detenidamente el inserto.
 - Corroborar que los datos del reactivo coincidan con el registro sanitario o visto bueno de importación.
 - Utilizar controles de calidad.
 - No usar pruebas RUO (Research Use Only – uso exclusivo de investigación) o que no cuenten con las validaciones para uso clínico.
 - Notificar cualquier efecto indeseado al aplicativo de Reactivo vigilancia
<https://farmacoweb.invima.gov.co/ReactivoVigilanciaWeb/>

Características para identificar los distintos tipos de productos de diagnóstico in vitro para el virus SARS-CoV-2 (según alerta N°3/2020 de la OMS).

Tabla 3*Tipos de productos de diagnóstico*

Descripción del sistema analítico	Características físicas
Pruebas de ácidos nucleicos para la detección directa del virus SARS-CoV-2	
Sistemas cerrados	
<ul style="list-style-type: none"> ● En la mayoría de los casos son técnicas automatizadas que utilizan una plataforma o analizador determinado. ● Utilizan reactivos especiales propios suministrados por un fabricante comercial (que asume la responsabilidad legal de la comercialización del sistema analítico). ● La vigilancia posterior a la comercialización resulta más fácil. <p>Sistemas abiertos</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● Es probable que la plataforma o analizador sea un sistema de gran volumen para uso en laboratorios o un sistema de pequeño volumen para su uso en el lugar donde se presta la atención o cerca de este. ● Los reactivos están envasados en una caja que contiene el kit analítico.
<ul style="list-style-type: none"> ● Generalmente son técnicas manuales para su uso en varias plataformas o analizadores de tipo abierto. ● Utilizan reactivos, tales como conjuntos de cebadores y sondas y reactivos de extracción, suministrados por distintos fabricantes comerciales o no comerciales. ● La vigilancia posterior a la comercialización resulta más difícil. 	<ul style="list-style-type: none"> ● Típicamente se emplean únicamente en plataformas de volumen medio para uso en laboratorios. ● Los reactivos están envasados en una o más cajas de pequeño tamaño que contienen el kit analítico. ● Puede ser necesario obtener de un proveedor diferente el kit de extracción de ácido ribonucleico (ARN).
Pruebas internas (pruebas desarrolladas por los laboratorios)	
<ul style="list-style-type: none"> ● Generalmente utilizan las mismas plataformas que los sistemas abiertos. ● El laboratorio que realiza las pruebas debe obtener todos los reactivos de diferentes proveedores, y el protocolo analítico suele ser elaborado por fabricantes no comerciales. 	<ul style="list-style-type: none"> ● Típicamente se emplean únicamente en plataformas de volumen medio para uso en laboratorios. ● Los reactivos están envasados en una o más cajas de pequeño tamaño. ● El kit de extracción de ARN y las mezclas de enzimas deben obtenerse de proveedores diferentes.

Descripción del sistema analítico	Características físicas
<ul style="list-style-type: none"> ● La vigilancia posterior a la comercialización resulta extremadamente difícil. 	
<p>Pruebas serológicas para la detección de anticuerpos contra el SARS-CoV-2 y para la detección de antígenos del virus</p>	
<p>Inmunoanalizador de acceso aleatorio</p>	
<ul style="list-style-type: none"> ● Técnica automatizada que utiliza una plataforma o analizador determinados. ● Emplea reactivos especiales propios suministrados por un fabricante comercial (que asume la responsabilidad legal de la comercialización del sistema analítico). ● La vigilancia posterior a la comercialización resulta más fácil. 	<ul style="list-style-type: none"> ● Es probable que la plataforma o analizador sea un sistema de gran volumen para uso en laboratorios.
<p>Enzimoinmuno ensayo de carga manual con placas de microtitulación</p>	
<ul style="list-style-type: none"> ● Utiliza equipo general de laboratorio (estufa de incubación, dispositivo de lavado de microplacas / filtración al vacío, espectrofotómetro). ● Utiliza reactivos especiales propios suministrados por un fabricante comercial (que asume la responsabilidad legal de la comercialización del sistema analítico). ● La vigilancia posterior a la comercialización resulta más fácil. 	<ul style="list-style-type: none"> ● El equipo permite un volumen analítico medio en laboratorios. ● Los reactivos están envasados en kits de 96 ensayos (o múltiplos de esa cifra).
<p>Pruebas de diagnóstico rápido</p>	
<ul style="list-style-type: none"> ● Suele tratarse de pruebas inmunocromatográficas. ● Son suministradas por un fabricante comercial (que asume la responsabilidad legal de la comercialización del sistema analítico). ● La vigilancia posterior a la comercialización resulta más fácil. 	<ul style="list-style-type: none"> ● Dispositivo de un solo uso que permite su utilización en entornos de volumen analítico reducido, en el mismo lugar en que se presta la atención o cerca de este. ● Generalmente tiene formato de cartucho.

5.1.6. Estado actual de la técnica

De acuerdo con la información recogida en la entrevista con el doctor Jahir Orozco Holguín, el proyecto abarca tres grandes frentes: biología, biología molecular y nanotecnología. Actualmente se están formulando las posibles aplicaciones y desarrollando las posibles herramientas analíticas para los nanobiosensores para la detección rápida del SARS-CoV-2 (CONACYT, 2015).

Por tal razón, en el siguiente paso se pretende llegar a un estado de la técnica donde se realice una validación de los componentes, permitiendo que estos funcionen en conjunto como un sistema integrado y bajo las condiciones de un ambiente controlado (CONACYT, 2015).

5.1.7. Marco contextual

De acuerdo con la información extraída de la página SCienTI, a través de su herramienta informática GrupLAC, la cual recoge los datos actualizados de los grupos de investigación en Colombia; es una plataforma que es propiedad del Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación de Colombia (Minciencias). El grupo de investigación Tándem Max Planck de la universidad de Antioquia (Anexo 4) se formó en julio de 2016, su área de conocimiento es ciencias médicas y de la salud, su clasificación es tipo c y es liderado por el doctor Jahir Orozco Holguín (GrupLAC, 2019). A continuación, se detalla la información del grupo Tándem Max Planck.

Grupo de Investigación Tándem Max Planck

Tabla 4

Información Grupo Tándem Max Planck

Tándem Max Planck de Nanobioingeniería de la Universidad de Antioquia.	
Año y mes de la formación	2016-07
Área de conocimiento	Ciencias Médicas y de la Salud -- Biotecnología en Salud
Clasificación	C con vigencia hasta la publicación de los resultados de la siguiente convocatoria.
Proyectos actuales	Electroquímico biosensor para monitorear el IL-5 en suero, para diagnosticar el Síndrome hipereosinofílico y síndrome de Churg-Strauss(Marzo 2019-Marzo 2022). Desarrollo de un prototipo fitoterapéutico basado en triterpenos encapsulados en nanovehículos para el tratamiento de la diabetes mellitus tipo 2 (enero 2019-enero 2022). Nanobioingeniería para teranóstica de enfermedades infecciosas (octubre 2016-octubre 2021).
Líder	Jahir Orozco Holguín
Avalado	Universidad de Antioquia

Elaboración Propia a partir de GrupLAC

El plan estratégico del grupo de investigación del Tándem Max Planck está orientado en tres líneas de investigación, a saber, en la biología reproductiva del mosquito, la biofísica de las enfermedades tropicales y en los nanobiosensores para la detección rápida del SARS-CoV-2 perteneciente a la línea de investigación de nanobioingeniería. Actualmente el grupo de investigación cuenta con 25 colaboradores entre investigadores y personal administrativo y su sede se encuentra en el complejo de Ruta N ubicado en la ciudad de Medellín.

El grupo de investigación tiene 22 artículos publicados en revistas científicas de alto prestigio y cuenta con 4 proyectos de investigación ya finalizados y con resultados muy prometedores en los campos de biología reproductiva, biofísica y nanobioingeniería.

5.2. Vigilancia tecnológica

Se llevó a cabo un ejercicio de vigilancia tecnológica por medio de métodos de búsquedas especializadas en bases de datos de libre acceso y plataformas propietarias, con el propósito de caracterizar e identificar el activo tecnológico “nanobiosensores para la detección rápida del SARS-CoV-2”. Antes de este proceso de búsqueda, se realizó un análisis del entorno interno y externo del activo tecnológico para construir los Factores Críticos de Vigilancia (FCV) como se detalla en la tabla 5.

Tabla 5

Factores Críticos de Vigilancia

Tema	Nanobiosensores para la detección del SARS-CoV-2		
Por qué/Para qué	La pertinencia de los nanobiosensores para la detección del SARS-CoV-2		
Factores críticos de Vigilancia (FCV)/Key Intelligence Topics (KIT)	Preguntas claves de inteligencia o Key intelligence Questions (KIQ)	Palabras claves de búsqueda	Restrictores de Búsqueda
Los nanobiosensores	¿Qué son los nanobiosensores?	Nanobiosensors	Years
	¿Cuáles son los diferentes tipos de nanobiosensores?	Immunosensors, Electrochemical, Nanoimmunosensors, Genosensors, Optical.	Years
SARS-CoV-2 y métodos para su detección	¿Qué es el SARS-CoV-2?	COVID, SARS, SARS-COV-2	Years
	¿Métodos para detectar el SARS-CoV-2?	PCR, RT-PCR	Years
Aplicaciones y mercado de los nanobiosensores	¿Cuáles son las aplicaciones de los nanobiosensores?	Nanobiosensors, applications	Years
	¿Cuáles son las áreas de aplicación de los nanobiosensores?	Nanobiosensors, Farm, Health	Years

Mercado y prospectiva de los nanobiosensores	¿Cuál es el futuro de los nanobiosensores?	Nanobiosensors, Prospective Years
---	--	-----------------------------------

Fuente: Elaboración Propia

A partir de la tabla 5, se complementó el ejercicio de vigilancia con la herramienta carrot2 versión 4.0.0 del 2020, que permite la organización de varios documentos relacionados con palabras claves de búsqueda, a partir de estas herramientas se construyeron las ecuaciones de búsqueda para la bitácora de la vigilancia tecnológica de los “nanobiosensores para la detección del SARS-CoV-2” como puede observarse en el Anexo 6.

Por consiguiente, la ejecución de una búsqueda estructurada con las ecuaciones de indagación en bases de datos, tales como Science Direct, Patentscope, Scopus, Google Scholars, Emerald Insight, EBSCO HOST y Scielo, permitió la elaboración de la bitácora de rastreo con la fecha, el nombre de la persona que la realizó, las bases de datos, las palabras claves y los restrictores utilizados, el número de resultados y la pertinencia de los mismos.

De la búsqueda en las diferentes bases de datos, se encontraron 7123 resultados de artículos. Un número bajo debido a que es un tema coyuntural, en el cual apenas se vienen desarrollando las publicaciones en los diferentes campos que componen la pandemia, a saber, síntomas, medios y formas de transmisión, métodos de detección y tratamiento o cura de la enfermedad SARS-CoV-2 y en lo relacionado a los biosensores y nanobiosensores para la detección rápida del SARS-CoV-2. En la tabla 6, se evidencian los diferentes proyectos que existen a nivel mundial.

Tabla 6*Proyectos de biosensores y nanobiosensores a partir de la pandemia*

País	Universidad/Empr esa	Proyecto	Observaciones
España, Francia e Italia	Instituto de Nanotecnología de Barcelona	CONVAT, nanosensor de detección rápida Covid 2	Presupuesto total de 2,54 millones de Euros. Proyecto a 2 años.
México	Laboratorio Nacional de Soluciones Biomiméticas para Diagnóstico y Terapia UNAM	Biosensor como prueba de detección.	Costo de prueba: 300 pesos mexicanos (\$53988,41 COP). 43 pruebas en 90 minutos. Inversión: 10 millones de pesos mexicanos para la segunda fase (\$1799613730,91 COP).
India	Sinsil International Pvt. Ltd.	Electrochemical Biosensor for Covid-19 Detection	
EEUU	Laboratory for Genomics Research, UC Berkeley/UCSF and GlaxoSmithKline	Nanosensors	
España	Centro de Investigaciones Biológicas Margarita Sala-Universidad de Granada, CSIC ,Universidad de Valencia	Biosensor con grafeno.	Está financiado por el fondo Supera Covid-19 del Banco Santander, la CRUE y el CSIC.
Corea del Sur	Instituto de Ciencias Básicas de Corea	Field-Effect Transistor-Based Biosensor	
Colombia	Universidad Javeriana, Fundación Valle del Lili y CIDEIM	Bionanosensor portable y de respuesta rápida para el diagnóstico del SARS-CoV-2	Recibirá 2 mil millones (COP) de financiación por parte de MinCiencias.
Colombia	Universidad de Antioquia	Nanobiosensores para la detección rápida del SARS-CoV-2	Recibirá 719.962.820 (COP) de financiación por parte de Minciencias

Fuente: Elaboración Propia a partir de síntesis de la información obtenida

En lo relacionado al tema de patentamiento de la tecnología, en la base de datos Patentscope no se encontraron resultados pertinentes al buscar nanobiosensores para la detección del SARS-CoV-2, son productos que apenas se están desarrollando y por consiguiente es lógico que no existan patentes asociadas al tema.

5.2.1. Evaluación al nivel de madurez de la tecnología

El nivel de madurez de la tecnología o por sus siglas en inglés TRL, es un concepto que nace en la NASA y que luego fue adoptado para evaluar el nivel de madurez o estado de desarrollo de cualquier activo tecnológico, junto con la posibilidad de que este se convierta en negocio tecnológico. El nivel de madurez de la tecnología se puede medir desde 4 ámbitos: el entorno donde se prueba, según el tipo de proyecto (investigación, desarrollo tecnológico e innovación), según el grado de disponibilidad y según los resultados (Ibáñez de Aldecoa, 2015), como se muestra en la tabla 7.

Tabla 7*Nivel de madurez de la Tecnología*

NIVEL	Pruebas y validación	Según los resultados	Tipo de Proyecto	Grado de disponibilidad de la tecnología
TRL 1	Idea básica.	Idea novedosa.	Investigación básica.	Idea básica. Mínima disponibilidad.
TRL 2	Concepto o tecnología formulados.	Investigación básica.	Formulación de la tecnología.	Concepto o tecnología formulados.
TRL 3	Prueba de concepto	Prueba de concepto	Investigación aplicada. Prueba de concepto.	Prueba de concepto
TRL 4	Validación a nivel de componentes en laboratorio.	Prototipo	Desarrollo a pequeña escala (laboratorio).	Componentes validados en laboratorio
TRL 5	Validación a nivel de componentes en un entorno relevante.	Demostrador.	Desarrollo a escala real.	Componentes validados en entorno relevante.
TRL 6	Validación de sistema o subsistema en un entorno relevante.	Desarrollo tecnológico en entorno relevante.	Sistema/prototipo validado en entorno simulado.	Tecnología validada en entorno relevante.
TRL 7	Validación de sistema en un entorno real.	Desarrollo tecnológico en entorno real.	Sistema/prototipo validado en entorno real.	Tecnología validada en entorno real
TRL 8	Validación y certificación completa en un entorno real.	Producto o servicio comercializable.	Primer sistema/prototipo comercial.	Tecnología validada y certificada en entorno real.
TRL 9	Pruebas con éxito en entorno real.	Despliegue.	Aplicación comercial.	Tecnología disponible en entorno real. Máxima disponibilidad.

Nota: el sombreado gris indica el TLR para el proyecto “nanobiosensores para la detección rápida de SARS-CoV-2”

Elaboración propia a partir de Ibáñez de Aldecoa, 2015

De acuerdo con la información recopilada durante el proceso de búsqueda, el activo tecnológico “nanobiosensores para la detección rápida SARS-CoV-2”, se encuentra clasificado en un TRL 4, como se muestra en la tabla 7.

Tabla 8*Nivel de madurez de la tecnología de los nanobiosensores*

Nivel	Pruebas y validación	Según los resultados	Tipo de proyecto	Grado de disponibilidad de la tecnología
TLR 4	Se validó la técnica en entorno de laboratorio a pequeña escala.	Las diferentes pruebas con el prototipo diseñado son exitosas en pequeña escala.	La técnica de producción permite la producción en pequeñas cantidades en el laboratorio.	La metodología de producción a pequeña escala de “nanobiosensores para la detección rápida del SARS-CoV-2” ha sido validada a nivel de laboratorio.

Elaboración propia a partir de Ibáñez de Aldecoa, 2015

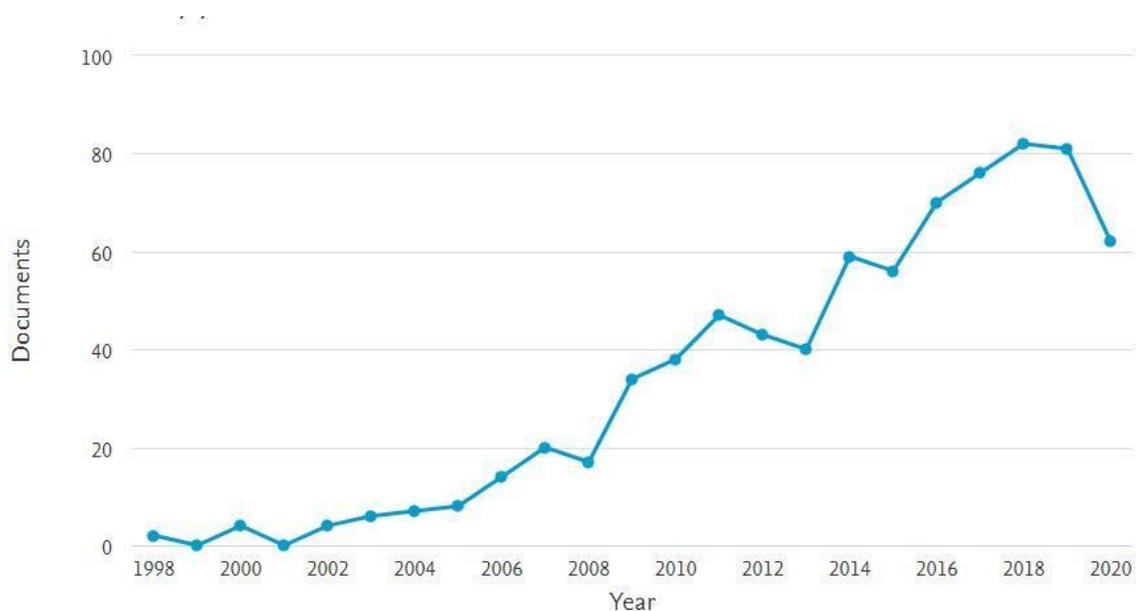
Por último, en el Anexo 7, se justifica el nivel de TRL de la tecnología “nanobiosensores para la detección rápida del SARS-CoV-2” teniendo en cuenta diferentes factores que influyen en el nivel de madurez de la tecnología.

5.2.2. Curva en S de la tecnología

Se realizó la búsqueda de publicaciones académicas en bases de datos indexadas, utilizando como referente la palabra clave “nanobiosensores” y se puede observar una tendencia de crecimiento en el número de publicaciones en los últimos 5 años como se muestra en la ilustración 6. Sin embargo, la cantidad de documentos no supera los cien en los últimos 22 años.

Ilustración 6

Publicaciones por año a partir de palabras claves nanoscale biosensor - nanobiosensor.

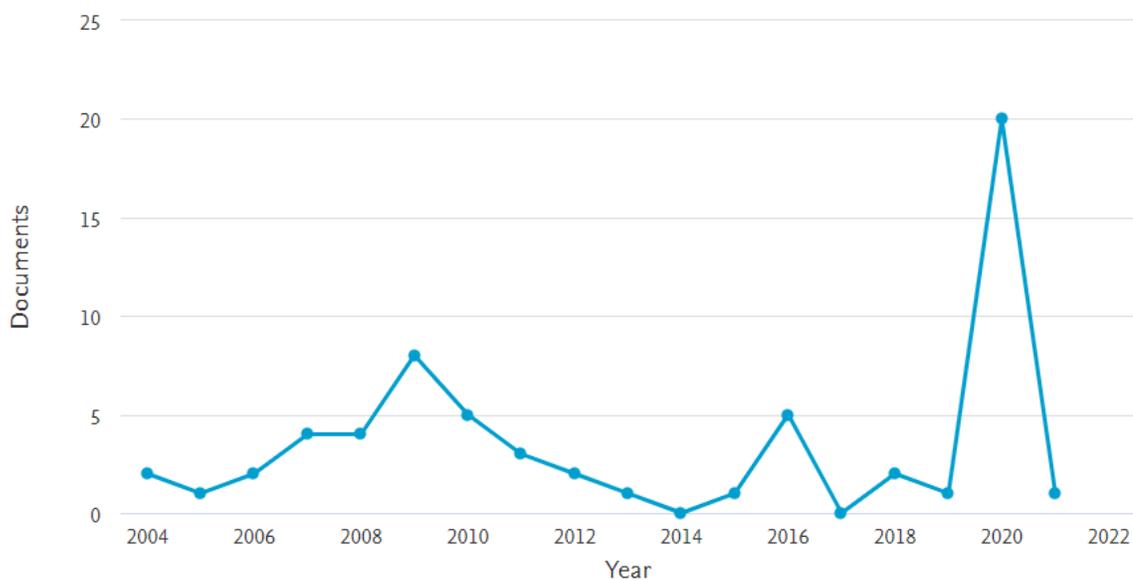


Fuente: Scopus, 2020.

Así mismo, al utilizar más palabras claves para acotar la búsqueda al campo de acción determinado en la detección del virus SARS, los resultados disminuyen considerablemente. Se destaca que las primeras publicaciones académicas se dieron en el año 2004 y que en los últimos 16 años no se supera la cifra de 25 documentos por año como se muestra en la ilustración 7.

Ilustración 7

Publicaciones por año a partir de la ecuación de búsqueda: (immunosensor or nanosensor or genosensor or biosensor) and detection and sars.



Fuente: Scopus, 2020.

A partir de esta información, además del bajo registro de patentes y en línea con lo manifestado por Malik et al. (2013), Zhu et al. (2015), Rizwan, Mohd-Naim & Ahmed (2018), esta tecnología se encuentra en fase emergente y con un futuro prometedor, por lo cual se encuentra ubicada en la primera etapa de la curva en 'S'.

5.2.3. Mercado de la tecnología en tiempos de pandemia

Como se describió en secciones anteriores, el mercado de los biosensores y nanobiosensores viene en aumento en los últimos años; se espera que a medida que la tecnología se consolide y sus aplicaciones superen las etapas de pruebas de laboratorio, puedan comenzar a incursionar en el mercado. Sin duda alguna, la situación de emergencia sanitaria declarada por la propagación del virus COVID-19, ha llamado la atención de académicos, inversionistas, laboratorios y organizaciones de la salud, con el propósito de generar proyectos movilizados a partir de capital de riesgo y fondos de inversión públicos, para perfeccionar el estado actual de la técnica en el campo de la medicina, biotecnología, biomedicina y nanotecnología.

Además, se conoce que desde inicios de los años 2000, la comercialización de los nanobiosensores ha permitido que se creen algunas empresas spin-off o start-up, como es el caso de Argent Diagnostics, Alpha Szenszor, Vista Therapeutics, nanoRETE, entre otras. Muchas de estas empresas, son industrias basadas en avanzados procesos de I+D de los centros de investigación de universidades como Harvard o Michigan (Bogue, 2012).

Por otra parte, muchos de los académicos tienen altas expectativas en el futuro de la aplicación de esta tecnología, en la que se pronostica, será el fin de las pruebas a partir de muestras de fluidos en laboratorios como las conocemos Rizwan, Mohd-Naim & Ahmed (2018). No obstante, estos eventos se esperan que sucedan a largo plazo, ya que la tecnología debe superar etapas de pruebas (técnicas y médicas) y de aprobación (políticas) (Rai et al., 2014; Bhalla et al, 2020). Algunos incluso, manifiestan que se deben superar dificultades en materia de transferencia tecnológica (Bhalla et al, 2020), porque la producción de este tipo de tecnologías aún necesita de muchos esfuerzos técnicos y académicos (Zhu et al., 2015).

6. Principales Hallazgos

Los nanobiosensores son dispositivos que ofrecerán una detección más precisa y específica, proporcionando datos en tiempo real sobre la presencia de virus respiratorios, especialmente SARS-CoV-2 en instituciones educativas, espacios de trabajo y otros espacios cerrados y concurridos. Por supuesto, permitirán una supervisión medioambiental para la detección del virus. La mayoría de los esfuerzos de investigación en todo el mundo se centran en resolver este acuciante problema, mejorando la sensibilidad y el límite de detección de biosensores. Sin embargo, los principales desafíos de los nanobiosensores para la transferencia del laboratorio de investigación a la industria, son los siguientes:

- La fabricación de nanobiosensores sencillos, fáciles de manipular, de diagnóstico temprano, in situ, económicos, de detección rápida y altamente sensibles, tendrían un potencial notable para muchas aplicaciones, incluidos hospitales, clínicas, laboratorios, instituciones de educación, centros comerciales, aeropuertos y hogar.
- Incrementar la precisión del diagnóstico en la fabricación de nanobiosensores multitarea, es esencial para una detección rápida del SARS-CoV-2.
- Es importante que el grupo de investigación Tándem Max Planck de la Universidad de Antioquia, avance rápidamente en el desarrollo del activo, sin dejar de lado el marco regulatorio y las medidas dictadas principalmente por la OMS, el Ministerio de Salud en Colombia y el Invima para garantizar la atención, prevención, diagnóstico y tratamiento del SARS-CoV-2. Pues, el estándar de oro disponible en todo el mundo es el RT-PCR.

7. Plan de Acción

El objetivo de la presente consultoría es diseñar una herramienta de valoración financiera del activo tecnológico “nanobiosensores para la detección rápida del SARS-CoV-2” para el grupo de investigación Tándem Max Planck de la Universidad de Antioquia, con aplicación a desarrollos similares. Esta tarea debía superar varios retos a saber: primero, la caracterización del activo tecnológico desde la perspectiva de mercado, para lo cual fue necesario dar respuestas a preguntas específicas sobre el activo tecnológico, como se detalla en el Anexo 3.

En segundo lugar, convenía buscar, recopilar y analizar información del mercado del activo tecnológico, para determinar el potencial del negocio tecnológico. Para este paso, se realizaron búsquedas en páginas especializadas en análisis y prospectiva de mercados.

En tercer y último lugar, se recopiló la información de financiación, de los costos y gastos incurridos y proyectados para finalizar el proyecto. Para este paso, se realizaron varias reuniones con los investigadores del grupo Tándem Max Planck, a través de la respuesta a los insumos suficientes que se requieren en la debida diligencia. Además, la información recopilada y la información de la vigilancia tecnológica realizada, permitieron construir la herramienta financiera y los diferentes métodos de valoración que están en la misma, a saber, el método de costos, de ingresos y el de flujo de caja descontado con una proyección de cinco años.

Sin embargo, no fue posible recopilar toda la información asociada a los costos y gastos del proyecto, es decir, durante este paso se consiguió gran parte de la información, pero los costos asociados al reactivo “Péptido tiolado SBP1” no se pudieron obtener, porque se espera que sea fabricado por el mismo grupo de investigación en los próximos meses, esta razón impidió desarrollar una valoración por los diferentes métodos financieros de utilidad para el grupo de investigación Tándem Max Planck.

El impedimento de desarrollar la valoración financiera del activo tecnológico “nanobiosensores para la detección rápida del SARS-CoV-2” no obstaculizó el logro de los objetivos de la presente consultoría, debido a que la herramienta diseñada para el grupo de investigación Tándem Max Planck, permitirá que cuando se tenga toda la información de la debida diligencia, pueda correr los diferentes métodos de valoración financiera (costos, ingresos y flujo de caja descontado) que trae la herramienta financiera para obtener los valores mínimos y máximos en los que puede ser transferida la tecnología.

En conclusión, la consultoría permitió caracterizar el activo, recopilar la información necesaria para hacer una evaluación de la tecnología y su futuro, como negocio tecnológico desde las perspectivas de mercado y finalmente construir la herramienta financiera con los métodos de costos, ingresos y flujo de caja descontado que le permitirá al grupo de investigación Tándem Max Planck la valoración del activo tecnológico “nanobiosensores para la detección rápida del SARS-CoV-2”, con aplicación a desarrollos similares.

Por consiguiente, se desarrolló un plan de acción teniendo en cuenta las limitaciones de tiempo e información, basado en dos pasos a saber, el primero, para caracterizar el activo como se muestra en la tabla 9 y el segundo, enfocado en diligenciar la debida diligencia como se muestra en la tabla 10, que se convierte en la hoja de ruta del grupo de investigación Tándem Max Planck, para que de forma autónoma pueda valorar financieramente el activo tecnológico “nanobiosensores para la detección rápida del SARS-CoV-2”, además de ser una herramienta que le puede servir para futuros activos.

Tabla 9*Caracterización del activo tecnológico en perspectiva de mercado*

Caracterización del activo tecnológico en perspectiva de mercado				
Actividad	Justificación	Metodología	Responsable	Tiempo
Realizar una aproximación del mercado real y/o potencial de “nanobiosensores para la detección rápida del SARS-CoV-2”	Permitirá conocer el mercado real y/o potencial que tiene el activo tecnológico en Colombia y en el mundo. Permitirá evaluar si el activo tiene las condiciones para convertirse en negocio tecnológico. Permitirá establecer si el activo tecnológico tiene un valor real en el mercado.	Se sugiere inicialmente hacer uso de los grupos de investigación enfocados en mercadeo de la universidad de Antioquia o en su defecto contratar una asesoría externa por parte de una empresa especializada en vigilancia y prospectiva de mercado.	Grupo de Investigación Tándem Max Planck.	Corto plazo
Estimar el mercado real y/o potencial del activo tecnológico “nanobiosensores para la detección rápida del SARS-CoV-2”	Esta etapa permitirá recopilar la información de mercado, para establecer la demanda y el mercado potencial del activo tecnológico. Permitirá evaluar las decisiones asociadas al financiamiento o no del activo en futuras etapas.	Se sugiere inicialmente hacer uso de los grupos de investigación enfocados en mercadeo de la universidad de Antioquia o en su defecto contratar una asesoría externa por parte de una empresa especializada en vigilancia y prospectiva de mercado.	Grupo de Investigación Tándem Max Planck.	Corto plazo
Establecer las condiciones de la transferencia de la técnica “nanobiosensores para la detección rápida del SARS-CoV-2”	Esta actividad permitirá identificar potenciales inversionistas en la etapa de acuerdos de transferencia de la técnica (a través de cesión, licencia o alianza tecnológica)	Se sugiere la asesoría de la unidad de transferencia tecnológica del programa de Gestión tecnológica de la Universidad de Antioquia o contratar una empresa especializada en procesos de transferencia tecnológica.	Grupo de Investigación Tándem Max Planck.	Mediano Plazo

Elaboración propia

Tabla 10*Recopilación de la información de la debida diligencia y de la herramienta financiera***Paso 2. Recopilación de la información de la debida diligencia y de la herramienta financiera**

Actividad	Justificación	Metodología	Responsable	Tiempo
Capacitar a los investigadores del grupo Tándem Max Planck para gestionar la debida diligencia	Permitirá al equipo recopilar la información faltante de la debida diligencia del activo tecnológico. También permitirá al equipo de investigadores adquirir una formación en el diligenciamiento de debidas diligencias para futuros proyectos.	Se recomienda que la metodología está basada en la formación teórica complementada con la práctica con el fin de que el grupo de investigadores interioricen el conocimiento lo antes posible.	Grupo de Investigación Tándem Max Planck.	Corto plazo
Identificar las variables financieras del proyecto a saber, financiación, gastos y costos para el desarrollo del activo “nanobiosensores para la detección rápida del SARS-CoV-2”	Permitirá discriminar los rubros de los costos y gastos del activo tecnológico”. Servirá para el aprendizaje del levantamiento de la información financiera de futuros proyectos del grupo de investigación.	Se recomienda una entrevista con el investigador Néstor Sebastián Cajigas Bastidas, el cual tiene toda la información financiera asociada al proyecto. Se recomienda revisar la información financiera suministrada al Minciencias para la aprobación de los recursos de financiación del proyecto.	Grupo de Investigación Tándem Max Planck.	Corto Plazo
Registra la información de la debida diligencia en la herramienta financiera	Permitirá la ejecución de la herramienta financiera para la valoración del activo tecnológico	Se recomienda ingresar los datos en cada uno de los campos correspondientes en la herramienta financiera.	Grupo de Investigación Tándem Max Planck.	Mediano Plazo

Fuente: Elaboración propia

8. Recomendaciones y conclusiones

Las siguientes recomendaciones y conclusiones están dirigidas al grupo de investigación Tándem Max Planck de Nanobioingeniería de la Universidad de Antioquia, asociadas al activo tecnológico “*nanobiosensores para la detección rápida del SARS-CoV-2*”.

8.1. Recomendaciones

Se recomienda para el grupo de investigación realizar un amplio y estricto ejercicio de vigilancia tecnológica ex ante y durante para proyectos futuros, que permita establecer todos los posibles interesados en el activo tecnológico, de manera que puedan ser reconocidos con oportunidad más interesados en participar en el financiamiento de los proyectos e identificar los potenciales actores, para tomar decisiones estratégicas que permitan la transferencia tecnológica o licenciamiento de los activos.

También, se sugiere al grupo de investigación adoptar el uso de la herramienta de DEBIDA DILIGENCIA, diseñada para la gestión del presente proyecto, que se desea llevar a un nivel de madurez TLR más alto para su posterior transferencia y/o comercialización. Además, utilizarla en los nuevos proyectos de manera tal, que se puedan identificar y registrar los ingresos, los costos y gastos, para facilitar la valoración de los activos tecnológicos en las diferentes etapas de su desarrollo.

Aunque el grupo de investigación requiere saber el precio de la prueba realizada con los nanobiosensores para el diagnóstico del SARS-CoV-2, es todavía muy prematuro encontrar dicho resultado, en vista de que todos los aspectos que se deben tener presentes para desarrollar la técnica y estar lista en el mercado, hasta el momento no se ha cumplido. Es importante identificar y registrar todos los recursos nuevos y existentes en la herramienta de la DEBIDA DILIGENCIA durante el desarrollo de las siguientes fases de financiación del proyecto.

Así mismo, se recomienda al grupo de investigación definir con anterioridad y claridad el nivel de madurez al que se espera llegar con el desarrollo del activo tecnológico, demostrando la correcta apropiación del concepto de madurez tecnológica, de manera tal, que en cada una de las etapas puedan tener claridad sobre el valor del activo y los recursos necesarios para avanzar de manera rápida a un nivel superior.

En cuanto a la Universidad de Antioquia, se le sugiere establecer con el grupo de investigación, el porcentaje de ganancias esperado del proyecto actual, de tal forma que se puedan realizar las estimaciones de valoración más precisas.

8.2. Conclusiones

Se logró caracterizar el activo tecnológico en términos de mercado y se desarrolló la herramienta de la DEBIDA DILIGENCIA para la valoración del activo y lograr sugerir un precio del estado actual de la técnica a nivel competitivo con la demanda que se tiene de dispositivos, chips o plataformas para el diagnóstico rápido del SARS-CoV-2 y tomar medidas más efectivas con los cercos epidemiológicos. Sin embargo, no se logró dar el precio por cada prueba de diagnóstico, dado que no se tenía el correcto registro de la DEBIDA DILIGENCIA y se debe avanzar en las fases siguientes de madurez tecnológica del activo.

A partir del proceso de vigilancia estratégica se comprende cuál será la relación del activo con el mercado potencial; su nivel de madurez actual (TRL 4), hace que el activo no esté apto para el mercado, sino que requiere un capital financiero extra para poder superar los siguientes niveles de la escala de madurez, hasta alcanzar su desarrollo óptimo para transferencia comercial.

Esta propuesta fue la respuesta a una necesidad del medio con la aparición de la contingencia sanitaria y económica derivada por el SARS CoV-2. El activo, al hacer parte del

conjunto de tecnologías emergentes, tiene un futuro promisorio según la visión de los analistas de mercado y la academia. Entre los puntos a favor, se encuentra que existen pocos competidores actuales en el mercado latinoamericano, además de un interés público por el avance en función del diagnóstico de enfermedades asociadas al virus SARS CoV-2.

Respecto a las barreras y riesgos, el activo tiene una alta dependencia de insumos especializados que se consiguen en el exterior, la escasa mano de obra altamente especializada para su desarrollo y los clientes potenciales con fuerte poder de negociación. También, constituye una oportunidad para el grupo de investigación Tándem Max Planck de Nanobioingeniería de la Universidad de Antioquia, ante la posibilidad de desarrollar capacidades para producir la materia prima.

De otro lado, se deberá prestar atención al contexto normativo y regulatorio del sistema de salud colombiano, ya que los lineamientos actuales limitan o restringen el uso del activo en un posible escenario de atención al usuario final, de laboratorios, clínicas y hospitales. Es importante avanzar rápidamente en el desarrollo del activo, sin dejar de lado el marco regulatorio dado por la OMS, el Ministerio de Salud y el Invima para la realización de pruebas clínicas efectivas y su posterior comercialización.

REFERENCIAS

- Abramson, H. N., Encarnacao, J., Reid, P. P., & Schmoch, U. (1997). *Technology transfer systems in the United States and Germany: Lessons and perspectives*. National Academy of Engineering.
- Aghili, Z., Nasirizadeh, N., Divsalar, A., Shoeibi, S., & Yaghmaei, P. (2017). A nanobiosensor composed of exfoliated graphene oxide and gold nano-urchins, for detection of GMO products. *Biosensors and Bioelectronics*, *95*, 72-80. <https://doi.org/10.1016/j.bios.2017.02.054>
- Ali, Z., Aman, R., Mahas, A., Rao, G. S., Tehseen, M., Marsic, T., Salunke, R., Subudhi, A. K., Hala, S. M., Hamdan, S. M., Pain, A., Alofi, F. S., Alsomali, A., Hashem, A. M., Khogeer, A., Almontashiri, N. A. M., Abedalthagafi, M., Hassan, N., & Mahfouz, M. M. (2020). ISCAN: An RT-LAMP-coupled CRISPR-Cas12 module for rapid, sensitive detection of SARS-CoV-2. *Virus research*, *288*, 198129. <https://doi.org/10.1016/j.virusres.2020.198129>
- Antiochia, R. (s. f.). Developments in biosensors for CoV detection and future trends. *Biosensors and Bioelectronics*, *173*, 112777. <https://doi.org/10.1016/j.bios.2020.112777>
- Antiochia, R. (2020). Nanobiosensors as new diagnostic tools for SARS, MERS and COVID-19: From past to perspectives. *Microchimica Acta*, *187(12)*, 1-13. <https://doi.org/10.1016/j.jconrel.2020.08.060>
- Asif, M., Ajmal, M., Ashraf, G., Muhammad, N., Aziz, A., Iftikhar, T., Wang, J., & Liu, H. (2020). The role of biosensors in coronavirus disease-2019 outbreak. *Current Opinion in Electrochemistry*, *23*, 174. <https://doi.org/10.1016/j.coelec.2020.08.011>
- Bauman, M. P., & Shaw, K. W. (2018). Value relevance of customer-related intangible assets. *Research in Accounting Regulation*, *30(2)*, 95–102. <https://doi.org/10.1016/j.racreg.2018.09.010>

Bhalla, N., Pan, Y., Yang, Z., & Payam, A. F. (2020). Opportunities and challenges for biosensors and nanoscale analytical tools for pandemics: COVID-19. *ACS nano*, *14*(7), 7783-7807.

<https://dx.doi.org/10.1021/acsnano.0c04421>

Biosensores, clave para detectar de manera rápida al Covid-19. (2020). UNAM Global.

<https://www.youtube.com/watch?v=JEHn-oix-7k&feature=youtu.be>

Bogue, R. (2012). Nanobiosensor commercialisation. *Sensor Review*, *32*.

<https://doi.org/10.1108/sr.2012.08732daa.008>

Bonís, S. A., Palenzuela, V. A., & Herrero, G. de la F. (2007). Las Opciones Reales y la Simulación de Monte Carlo. *Universia Business Review*.

Broughton, J. P., Deng, X., Yu, G., Fasching, C. L., Servellita, V., Singh, J., Miao, X., Streithorst, J.

A., Granados, A., Sotomayor-Gonzalez, A., Zorn, K., Gopez, A., Hsu, E., Gu, W., Miller, S.,

Pan, C.-Y., Guevara, H., Wadford, D. A., Chen, J. S., & Chiu, C. Y. (2020). CRISPR–Cas12-based detection of SARS-CoV-2. *Nature Biotechnology*, 1-5. [https://doi.org/10.1038/s41587-](https://doi.org/10.1038/s41587-020-0513-4)

[020-0513-4](https://doi.org/10.1038/s41587-020-0513-4)

Cerofolini, L., Fragai, M., Luchinat, C., & Ravera, E. (2020). Orientation of immobilized antigens on

common surfaces by a simple computational model: Exposition of SARS-CoV-2 spike protein

RBD epitopes. *Biophysical chemistry*, *265*, 106441. <https://doi.org/10.1016/j.bpc.2020.106441>

Cesewski, E., & Johnson, B. N. (2020). Electrochemical biosensors for pathogen detection.

Biosensors and Bioelectronics, *159*, 112214. <https://doi.org/10.1016/j.bios.2020.112214>

- Chakhalian, D., Shultz, R. B., Miles, C., & Kohn, J. (2020). Opportunities for biomaterials to address the challenges of COVID-19. *Journal of Biomedical Materials Research Part A*, *108*(10), 1974-1990. <https://doi.org/10.1002/jbm.a.37059>
- Chu, D. K. W., Pan, Y., Cheng, S. M. S., Hui, K. P. Y., Krishnan, P., Liu, Y., Ng, D. Y. M., Wan, C. K. C., Yang, P., Wang, Q., Peiris, M., & Poon, L. L. M. (2020). Molecular Diagnosis of a Novel Coronavirus (2019-nCoV) Causing an Outbreak of Pneumonia. *Clinical Chemistry*, *66*, 549–555. <https://doi.org/10.1093/clinchem/hvaa029>
- Cogoll, V., Auxiliadora, M., & Maya Ochoa, C. (2009). Montecarlo estructurado. Estimación del valor en riesgo en un portafolio accionario en Colombia. *AD-minister*, (15), 68-88.
- Colombia actualiza la estrategia para la detección temprana de COVID-19. (2020). *Ministerio de Salud y Protección Social*. <https://www.minsalud.gov.co/Paginas/Colombia-actualiza-la-estrategia-para-la-deteccion-temprana-de-COVID-19.aspx>
- CoNVaT diseñará un nuevo sistema de diagnóstico para COVID-19 con las mejores tecnologías actuales. (2020). *Ministerio de ciencia e innovación de España*. <https://www.ciencia.gob.es/portal/site/MICINN/menuitem.edc7f2029a2be27d7010721001432ea0/?vgnextoid=71f6c74e66531710VgnVCM1000001d04140aRCRD>
- Correa García, J. A., Arango Serna, M. D., & Castaño Ríos, C. E. (2011). Metodologías de valoración de activos tecnológicos. *Una revisión. Pensamiento & gestión*, núm. 31, 83-108.
- Cui, F., & Zhou, H. S. (2020). Diagnostic methods and potential portable biosensors for coronavirus disease 2019. *Biosensors and Bioelectronics*, *165*, 112349. <https://doi.org/10.1016/j.bios.2020.112349>

Damodaran, A. (2012). *Investment valuation: Vol. John Wiley&Sons.*

Dbouk, W., Jamali, brahim, & Soufani, K. (2014). *The Effectiveness of Technical Trading for Arab Stocks.* <https://doi.org/10.2753/REE1540-496X500401>

Decreto 476 del 25 de marzo de 2020. (2020). República de Colombia & Misterio de Salud y Protección Social.

<https://dapre.presidencia.gov.co/normativa/normativa/DECRETO%20476%20DEL%2025%20DE%20MARZO%20DE%202020.pdf>

Denmark, D. J., Bustos-Perez, X., Swain, A., Phan, M.-H., Mohapatra, S., & Mohapatra, S. S. (2019). Readiness of magnetic nanobiosensors for point-of-care commercialization. *Journal of Electronic Materials*, 48(8), 4749-4761. <https://doi.org/10.1007/s11664-019-07275-7>

Desarrollo y evaluación de un bionanosensor portable, ultrasensitivo y de respuesta rápida para el diagnóstico y seguimiento del SARS-CoV-2. (2020). *Universidad Javeriana.*

<https://www.javeriana.edu.co/pesquisa/proyectos-javerianos-trabajan-para-mitigar-la-covid-19/>

Detection of active COVID-19 (SARS-CoV-2) infections in patient biofluids. (2020). Innovative Genomics Institute. <https://innovativegenomics.org/projects/nanosensor-detection-covid-19-infection/>

Dolatabadi, J. E. N., Mashinchian, O., Ayoubi, B., Jamali, A. A., Mobed, A., Losic, D., Omid, Y., & de la Guardia, M. (2011). Optical and electrochemical DNA nanobiosensors. *TrAC Trends in Analytical Chemistry*, 30(3), 459-472. <https://doi.org/10.1016/j.trac.2010.11.010>

El grupo de Luisa Botella participa en el proyecto de desarrollo de un biosensor portátil de grafeno para la detección rápida de COVID-19. (2020). *CSIC*. <http://cib.csic.es/es/news/investigacion/el-grupo-de-luisa-botella-participa-en-el-proyecto-de-desarrollo-de-un-biosensor>

El proyecto europeo «CoNVat», liderado desde España, diseñará un sistema de diagnóstico para el Covid-19. (2020). *Infosalus*. <https://www.infosalus.com/salud-investigacion/noticia-proyecto-europeo-convate-liderado-espana-disenara-sistema-diagnostico-covid-19-20200401170407.html>

Elizondo, M. C., Baudrit, J. V., & Gallo, A. C. (2011). *Uso de nanomateriales en polímeros para la obtención de bioempaques en aplicaciones alimentarias*. http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1810-634X2011000400007&lng=es&tlng=es

Etapas de maduración tecnológica, según metodología «Technology Readiness Level» de la NASA. (2015). Etapas de maduración tecnológica, según metodología «Technology Readiness Level» de la NASA. <https://www.conacyt.gob.mx/index.php/sni/convocatorias-conacyt/convocatorias-fondos-sectoriales-constituidos/convocatoria-se-conacyt-innovacion-tecnologica/convocatorias-cerradas-se-conacyt-innovacion-tecnologica/convocatoria-se-conacyt-innovacion-tecnologica-2015/9282-anexo-1-niveles-de-maduracion-tecnologica/file>

Ezhilan, M., Suresh, I., & Nesakumar, N. (2020). SARS-CoV, MERS-CoV and SARS-CoV-2: A Diagnostic Challenge. *Measurement*, 168, 108335. <https://doi.org/10.1016/j.measurement.2020.108335>

Favato, G., Cottingham, J. A., & Isachenkova, N. (2015). Blending scenarios into real options: Relevance of the pay-off method to management investment decisions. *Journal of Finance and Accounting*, 3, 12–17. <https://doi.org/10.12691/jfa-3-2-1>

- Fernandez, P. (2008). *Métodos de valoración de empresas*. IESE Business School- Universidad de Navarra. <https://media.iese.edu/research/pdfs/DI-0771.pdf>
- Gapenski, L. C., & Reiter, K. L. (2016). *Healthcare Finance: An Introduction to Accounting & Financial Management*. Health Administration Press.
- González Londoño, Y., Maya Ochoa, C., & Zuluaga Carmona, M. (2010). *El valor de la propiedad industrial aproximación a un método de valoración financiera de activos intangibles (Tesis de Maestría en Finanzas)*. Universidad EAFIT. <https://repository.eafit.edu.co/handle/10784/266>.
- Hammond, J. L., Formisano, N., Estrela, P., Carrara, S., & Tkac, J. (2016). Electrochemical biosensors and nanobiosensors. *Essays in biochemistry*, *60*(1), 69-80.
<https://doi.org/10.1042/EBC20150008>
- Haskel, J., & Westlake, S. (2018). *Capitalism without capital: The rise of the intangible economy*. Princeton University Press.
- Hassan, Q., Li, S., Ferrag, C., & Kerman, K. (2019). Electrochemical biosensors for the detection and study of α -synuclein related to Parkinson's disease—A review. *Analytica Chimica Acta*, *1089*, 32-39. <https://doi.org/10.1016/j.aca.2019.09.013>
- Hassanzadeh, P. (2020). Nanotheranostics against COVID-19: From multivalent to immune-targeted materials. *Journal of Controlled Release*. <https://doi.org/10.1016/j.jconrel.2020.08.060>
- Heiens, R., Leach, R. L., Newsom, P., & McGrath, L. C. (2017). The impact of advertising, goodwill, and other intangibles in the retail foodservice industry: Do intangible investments bite into investor returns? *Journal of Foodservice Business Research*, *20*(2), 177–191.

Hidalgo, A., León, G., & Pavón, J. (2002). *La Gestión de la Innovación y la Tecnología en las Organizaciones*. Pirámide.

https://www.researchgate.net/publication/296196017_La_Gestion_de_la_Innovacion_y_la_Tecnologia_en_las_Organizaciones

Huang, J. C., Chang, Y.-F., Chen, K.-H., Su, L.-C., Lee, C.-W., Chen, C.-C., Chen, Y.-M. A., & Chou, C. (2009). Detection of severe acute respiratory syndrome (SARS) coronavirus nucleocapsid protein in human serum using a localized surface plasmon coupled fluorescence fiber-optic biosensor. *Biosens Bioelectron*, 25, 320–325.

<https://doi.org/10.1016/j.bios.2009.07.012>

Hunt, F. H., Probert, D. R., Wong, J. C., & Phaal, R. (2003). Valuation of technology: Exploring a practical hybrid model. In PICMET'03: Portland International Conference on Management of Engineering and Technology Management for Reshaping the World. *IEEE*, 7824454, (pp. 47-53). <https://doi.org/10.1109/PICMET.2003.1222778>

Hussein, H. A., Hassan, R. Y. A., Chino, M., & Febbraio, F. (2020). Point-of-Care Diagnostics of COVID-19: From Current Work to Future Perspectives. *Sensors*, 20(15), 4289.

<https://doi.org/10.3390/s20154289>

IAS 38—Intangible Assets. (2009). Deloitte. <https://www.iasplus.com/en/standards/ias/ias38>

Ilkhani, H., Hughes, T., Li, J., Zhong, C. J., & Hepel, M. (2016). Nanostructured SERS-electrochemical biosensors for testing of anticancer drug interactions with DNA. *Biosensors and Bioelectronics*, 80, 257-264. <https://doi.org/10.1016/j.bios.2016.01.068>

Intercambiar valor: Negociación de acuerdos de licencia de tecnología. (2005). *Organización Mundial de la Propiedad Intelectual - OMPI*, p182.

- Ishikawa, F. N., Chang, H.-K., Curreli, M., Liao, H.-I., Olson, C. A., Chen, P.-C., Zhang, R., Roberts, R. W., Sun, R., Cote, R. J., Thompson, M. E., & Zhou, C. (2010). Label-Free, Electrical Detection of the SARS Virus N-Protein with Nanowire Biosensors Utilizing Antibody Mimics as Capture Probes. *ACS Nano*, *3*(5), 1219–1224. <https://doi.org/10.1021/nn900086c>
- Jaberi, S. Y. S., Ghaffarinejad, A., & Omidinia, E. (2019). An electrochemical paper based nanosensor modified with reduced graphene oxide-gold nanostructure for determination of glycosylated hemoglobin in blood. *Analytica Chimica Acta*, *1078*, 42-52. <https://doi.org/10.1016/j.aca.2019.06.018>
- Jacobs, R., & Chase, R. (2014). *Administración de operaciones: Producción y cadena de suministros*. McGraw-Hill.
- Javaid, M., Haleem, A., Vaishya, R., Bahl, S., & Suman, R. (2020). Industry 4.0 technologies and their applications in fighting COVID-19 pandemic. *Diabetes & Metabolic Syndrome: Clinical Research & Reviews*, *14*, 419-422. <https://doi.org/10.1016/j.dsx.2020.04.032>
- Jiménez C., C., León, P., & Daniel, E. (2009). Biosensores: Aplicaciones y perspectivas en el control y calidad de procesos y productos alimenticios. *Vitae*, *16*(1), 144-154.
- Jiménez, C.-N., & Castellanos, O. (2013). El valor de la tecnología: Enfoques novedosos para su determinación. *Journal of technology management & innovation*, *8*, 8-8. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-27242013000300008>
- Jorion, P. (2007). *Value at risk: The new benchmark for controlling market risk*. McGraw-Hill.

- Justino, C. I. L., Duarte, A. C., & Rocha-Santos, T. A. P. (2016). Critical overview on the application of sensors and biosensors for clinical analysis. *TrAC Trends in Analytical Chemistry*, 85, 36-60. <https://doi.org/10.1016/j.trac.2016.04.004>
- Keogh, B., & Parker, A. E. (2011). Toll-like receptors as targets for immune disorders. *Trends in pharmacological sciences*, 32(7), 435-442. <https://doi.org/10.1016/j.tips.2011.03.008>
- Kizek, R., Heger, Z., Rodrigo, M. M., & Krizkova, S. (2015). Nanoscale virus biosensors: State of the art. *Nanobiosensors in Disease Diagnosis*, 4, 47-66.
- Kurani, N., Pollitz, K., Cotliar, D., Shanosky, N., & Cox, C. (2020). Precios de prueba COVID-19 y política de pago. *Peterson-KFF. Health System Tracker*. <https://www.healthsystemtracker.org/brief/covid-19-test-prices-and-payment-policy/#:~:text=For%20those%20that%20did%20have,have%20been%20included%20during%20testing>
- La Organización Mundial de la Salud (OMS). (2020). <https://www.who.int/es>
- Layqah, L. A., & Eissa, S. (2019). An electrochemical immunosensor for the corona virus associated with the Middle East respiratory syndrome using an array of gold nanoparticle-modified carbon electrodes. *Microchimica Acta*. <https://doi.org/10.1007/s00604-019-3345-5>
- Lev, B. (2001). *Intangibles: Management, Measurement, and Reporting*. Brookings Institution Press. <https://www.jstor.org/stable/10.7864/j.ctvcj2rf2>
- Lev, B., & Gu, F. (2016). *The End of Accounting and the Path Forward For Investors and Managers*. John Wiley & Sons, Hoboken, New Jersey.

- Li, K., Clime, L., Tay, L., Cui, B., Geissler, M., & Veres, T. (2008). Multiple surface plasmon resonances and near-infrared field enhancement of gold nanowells. *Analytical chemistry*, *80*(13), 4945-4950. <https://doi.org/10.1021/ac800149d>
- Li, X., Qin, Z., Fu, H., Li, T., Peng, R., Li, Z., Rini, J. M., & Liu, X. (2021). Enhancing the performance of paper-based electrochemical impedance spectroscopy nanobiosensors: An experimental approach. *Biosensors and Bioelectronics*, *177*.
<https://doi.org/10.1016/j.bios.2020.112672>
- Li, Y., & Chen, Y. G. (2006). Managing technology: The technology valuation approach. In 2006 Technology Management for the Global Future-PICMET 2006 Conference. *IEEE*, *2*, 535-540.
<https://doi.org/10.1109/PICMET.2006.296652>
- Liang, K., Yang, D.-M., & Wang, M.-L. (2020). Novel biosensor platforms for the detection of coronavirus infection and severe acute respiratory syndrome coronavirus 2. *Journal of the Chinese Medical Association*, *83*(8), 701. <https://doi.org/10.1097/JCMA.0000000000000337>
- Lin, B., & Tan, Z. (2021). How much impact will low oil price and carbon trading mechanism have on the value of carbon capture utilization and storage (CCUS) project? Analysis based on real option method. *Journal of Cleaner Production*, *298*, 126768.
<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.126768>
- Mahapatra, S., & Chandra, P. (2020). Clinically practiced and commercially viable nanobio engineered analytical methods for COVID-19 diagnosis. *Biosensors and Bioelectronics*, *165*, 112361. <https://doi.org/10.1016/j.bios.2020.112361>

- Malik, P., Katyal, V., Malik, V., Asatkar, A., Inwati, G., & Mukherjee, T. K. (2013). Nanobiosensors: Concepts and variations. *International Scholarly Research Notices*, 2013, p9.
<https://doi.org/10.1155/2013/327435>
- Malmendier, U., & Nagel, S. (2016). Learning from inflation experiences. *The Quarterly Journal of Economics*, 131(1), 53–87. <https://doi.org/10.1093/qje/qjv037>
- Manzano, M., Vizzini, P., Jia, K., Adam, P.-M., & Ionescu, R. E. (2016). Development of localized surface plasmon resonance biosensors for the detection of *Brettanomyces bruxellensis* in wine. *Sensors and Actuators B: Chemical*, 223, 295-300. <https://doi.org/10.1016/j.snb.2015.09.099>
- Mascareñas, J. (2015). *Opciones reales: Introducción*. Universidad Complutense de Madrid. Madrid, España. <http://pendientedemigracion.ucm.es/info/jmas/mon/30.pdf>
- Mendoza, G., & Rodríguez-López, J. L. (2007). La nanociencia y la nanotecnología: Una revolución en curso. *Perfiles latinoamericanos*, 14(29), 161-186.
- Minsalud actualiza lineamientos de realización de pruebas. Boletín de Prensa No 508. (2020, julio 23). *Ministerio de Salud y Protección Social*. <https://www.minsalud.gov.co/Paginas/Minsalud-actualiza-lineamientos-de-realizacion-de-pruebas.aspx>
- Montañez, J. L., Ramos, E. G., Alegret, S., & Delgado, R. J. (2011). Biosensor de glucosa basado en un biocompósito disperso de grafito-epoxi-platino-glucosa oxidasa. Información tecnológica. *Información tecnológica*, 22(1), 29-40. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642011000100005>
- Moulahoum, H., Ghorbanizamani, F., Zihnioglu, F., Turhan, K., & Timur, S. (2020). How should diagnostic kits development adapt quickly in COVID 19-like pandemic models? Pros and cons

of sensory platforms used in COVID-19 sensing. *Talanta*, 222, 121534.

<https://doi.org/10.1016/j.talanta.2020.121534>

Mujawar, M. A., Gohel, H., Bhardwaj, S. K., Srinivasan, S., & Hickman, N. (2020). Aspects of nano-enabling biosensing systems for intelligent healthcare; towards COVID-19 management.

Materials Today Chemistry, 17, 100306. <https://doi.org/10.1016/j.mtchem.2020.100306>

Muñoz, D. F., & Muñoz, D. F. (2010). Planeación y control de proyectos con diferentes tipos de precedencias utilizando simulación estocástica. *Información tecnológica*, 21(4), 25-33.

<http://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642010000400005>

NANO BIOSENSORS MARKET - GROWTH, TRENDS, AND FORECAST (2020—2025). (2020).

Mordor Intelligence. <https://www.mordorintelligence.com/industry-reports/global-nano-biosensors-market-industry>

Nanobiosensores para la detección rápida de SARS-CoV-2', el proyecto de la Universidad de

Antioquia. (2020). Minciencias Canal Oficial. https://www.youtube.com/watch?v=2n_sctzY80&feature=youtu.be.

Nilsen, V., & Anelli, G. (2016). Knowledge transfer at CERN. *Technological Forecasting & Social Change*. *Technological Forecasting & Social Change*, 112, 1-8.

<https://doi.org/10.1016/j.techfore.2016.02.014>

Núñez, F. (2011). *Teoría de las opciones reales: El valor de la flexibilidad en la evaluación de proyectos en la industria petrolera*. Universidad Nacional Autónoma de México.

<http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/handle/132.248.52.100/2267?show=ful>

- Olmos-Peñuela, J., Castro-Martínez, E., & D'Este, P. (2014). Knowledge transfer activities in social sciences and humanities: Explaining the interactions of research groups with non-academic agents. *Research Policy*, *43*, 696–706. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2013.12.004>
- Otles, S., & Yalcin, B. (2012). Review on the application of nanobiosensors in food analysis. *Acta Scientiarum Polonorum Technologia Alimentaria*, *11(1)*, 7-18.
- Park, T. J., Hyun, M. S., Lee, H. J., Lee, S. Y., & Ko, S. (2009). A self-assembled fusion protein-based surface plasmon resonance biosensor for rapid diagnosis of severe acute respiratory syndrome. *Talanta*, *79*, 295–301.
- Paz, S. (2020). Científicos de la UNAM desarrollan biosensor como prueba de detección de Covid-19. *Facultad de Ciencias, UNAM*. <https://pagina.fciencias.unam.mx/noticias/biosensor-covid19>
- Pham, Q.-V., Nguyen, D. C., Huynh-The, T., Hwang, W.-J., & Pathirana, P. N. (2020). Artificial Intelligence (AI) and Big Data for Coronavirus (COVID-19) Pandemic: A Survey on the State-of-the-Arts. *IEEE Access*, *4*, 19p. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.3009328>
- Qiu, G., Gai, Z., Tao, Y., Schmitt, J., Kullak-Ublick, G. A., & Wang, J. (2020). Dual-Functional Plasmonic Photothermal Biosensors for Highly Accurate Severe Acute Respiratory Syndrome Coronavirus 2 Detection. *ACS Nano*, *14*, 5268–5277. <https://doi.org/10.1021/acsnano.0c02439>
- Quintili, M. (2012). Nanociencia y Nanotecnología... Un mundo pequeño. *Cuadernos del Centro de Estudios en Diseño y Comunicación, Ensayos*, (42), 125-155.
- Rai, M., Gade, A., Gaikwad, S., Marcato, P. D., & Durán, N. (2012). Biomedical applications of nanobiosensors: The state-of-the-art. *Journal of the Brazilian Chemical Society*, *23(1)*. <https://doi.org/10.1590/S0103-50532012000100004>

- Razavi, H., & Janfaza, S. (2015). Medical nanobiosensors: A tutorial review. *Nanomedicine journal*, 2(2), 74-87.
- Rizwan, M., Mohd-Naim, N. F., & Ahmed, M. U. (2018). Trends and advances in electrochemiluminescence nanobiosensors. *Sensors*, 18(1), 166.
<https://doi.org/10.3390/s18010166>
- Rodriguez, L. (2011). *Métodos Cuantitativos de Organización Industrial*. Área de Estadística e Investigación Operativa.
https://www.uclm.es/profesorado/licesio/Docencia/mcoi/Tema4_guion.pdf-de-montecarlo_pdf
- Ruíz Gómez, F. (2020). *Circular externa No. 19 del 25 de marzo de 2020*. Ministerio de Salud y Protección Social. https://www.minsalud.gov.co/Documents/20200325_Circular_019.pdf
- Russell, S. M., Alba-Patiño, A., Barón, E., Borges, M., Gonzalez-Freire, M., & de la Rica, R. (2020). Biosensors for Managing the COVID-19 Cytokine Storm: Challenges Ahead. *ACS Sensors*, 5, 1506–1513. <https://doi.org/10.1021/acssensors.0c00979>
- Sabater, J. G. (2011). *Manual de transferencia de tecnología y conocimiento* (2 ed).
<https://bit.ly/2R8PrfN>
- Sadighbayan, D., Hasanzadeh, M., & Ghafar-Zadeh, E. (2020). Biosensing based on field-effect transistors (FET): Recent progress and challenges. *TrAC Trends in Analytical Chemistry*, 133, 116067. <https://doi.org/10.1016/j.trac.2020.116067>
- Samson, R., Navale, G. R., & Dharme, M. S. (2020). Biosensors: Frontiers in rapid detection of COVID-19. *3 Biotech*, 10(9), 1-9. <https://doi.org/10.1007/s13205-020-02369-0>

- Santos, D. T. E., & Santiago, L. P. (2008). *Avaliar X valorar novas tecnologias: Desmistificando conceitos* (Radar Inovacao).
- Seo, G., Lee, G., Kim, M. J., Baek, S.-H., Choi, M., Ku, K. B., Lee, C.-S., Jun, S., Park, D., Kim, H. G., Kim, S.-J., Lee, J.-O., Kim, B. T., Park, E. C., & Kim, S. I. (2020). Rapid Detection of COVID-19 Causative Virus (SARS-CoV-2) in Human Nasopharyngeal Swab Specimens Using Field-Effect Transistor-Based Biosensor. *ACS Nano*, *14*, 5135–5142.
<https://doi.org/10.1021/acsnano.0c02823>
- Sharifi, M., Avadia, M. R., Attar, F., Dashtestani, F., Ghorchian, H., Rezayat, S. M., Saboury, A. A., & Falahati, M. (2019). Cancer diagnosis using nanomaterials based electrochemical nanobiosensors. *Biosensors and Bioelectronics*, *126*, 773-784.
<https://doi.org/10.1016/j.bios.2018.11.026>
- Sharifi, M., Hasan, A., Haghighat, S., Taghizadeh, A., Attar, F., Bloukh, S. H., Edis, Z., Xue, M., Khan, S., & Falahati, M. (2020). Rapid diagnostics of coronavirus disease 2019 in early stages using nanobiosensors: Challenges and opportunities. *Talanta*, *121704.*, *223*, 11p.
<https://doi.org/10.1016/j.talanta.2020.121704>
- Sheikhzadeh, E., Eissa, S., Ismail, A., & Zourob, M. (2020). Diagnostic techniques for COVID-19 and new developments. *Talanta*, *220*, 121392. <https://doi.org/10.1016/j.talanta.2020.121392>
- Sheler, M. (2008). *The Constitution of the Human Being: From the Posthumous Works*. *Marquette University Press*, *11 y 12*.
- Soler, M., Estevez, M. C., Cardenosa-Rubio, M., Astua, A., & Lechuga, L. M. (2020). How nanophotonic label-free biosensors can contribute to rapid and massive diagnostics of respiratory

virus infections: COVID-19 Case. *ACS sensors*, 5(9), 2663-2678.

<https://dx.doi.org/10.1021/acssensors.0c01180>

Sommariva, A., Gori, L., Chizzolini, B., & Pianorsi, M. (2020). The economics of moon mining. *Acta Astronautica*, 170, 712-718. <https://doi.org/10.1016/j.actaastro.2020.01.042>

Suárez, A. S. (2004). Opciones reales. *Documentos de Trabajo de la Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales*. <https://eprints.ucm.es/6820/1/0404.pdf>

Suresh, S., & Periasamy, M. (2014). Recent trends in nanobiosensors and their applications -A review. *Rev Adv Mater Sci*, 36, 62-69.

Teklemariam, A. D., Samaddar, M., Alharbi, M. G., & Al-Hindi, R. R. (2020). Biosensor and molecular-based methods for the detection of human coronaviruses: A review. *Molecular and cellular probes*, 54, 101662. <https://doi.org/10.1016/j.mcp.2020.101662>

Tewari, D., Sachan, S., & Baul, S. (2019). Nanosensors Market Outlook—2026. *Allied Market Research*. <https://www.alliedmarketresearch.com/nanosensors-market>

Velásquez, S., & Velásquez, R. (2012). Modelado con variables aleatorias en simulink utilizando simulación montercarlo. *Universidad, Ciencia y Tecnología*, 16(64), 203-211.

Vladimir, M., Sergio, M., Jaramillo, F., & Álvarez, M. (2014). Nanotecnología para Colombia: Una mirada historica, pasando por el contexto global, latinoamericano y las regiones. *Rev Nano Cienc y Tecnol*, 2(1), 49-64.

Weiss, C., Carriere, M., Fusco, L., Capua, I., Regla-Nava, J. A., Pasquali, M., Scott, J. A., Vitale, F., Unal, M. A., Mattevi, C., Bedognetti, D., Merkoçi, A., Tasciotti, E., Yilmazer, A., Gogotsi, Y.,

- Stellacci, F., & Delogu, L. G. (2020). Toward Nanotechnology-Enabled Approaches against the COVID-19 Pandemic. *ACS Nano.*, *14*, 6383–6406. <https://dx.doi.org/10.1021/acsnano.0c03697>
- Winston, W. L. (2004). *Operations research: Applications and algorithms (Vol. 3)*. Belmont^ eCalif Calif: Thomson/Brooks/Cole. <https://www.philadelphia.edu.jo/it/cs/syllabus/750471.pdf>
- Wirtz, H. (2012). Valuation of Intellectual property: A review of Approaches and Methods. *International Journal of Business and Management*, 40-48. <https://doi.org/10.5539/ijbm.v7n9p40>
- Xi, H., Juhas, M., & Zhang, Y. (2020). G-quadruplex based biosensor: A potential tool for SARS-CoV-2 detection. *Biosensors and Bioelectronics*, *167*, 112494. <https://doi.org/10.1016/j.bios.2020.112494>
- Yüce, M., Filiztekin, E., & Ozkaya, K. G. . (2020). COVID-19 diagnosis—A review of current methods. *Biosensors and Bioelectronics*, *172*, 112752. <https://doi.org/10.1016/j.bios.2020.112752>
- Zapata, C. J., & Gómez, O. (2006). Valoración de confiabilidad de sistemas de distribución desbalanceados utilizando simulación de Montecarlo. *Scientia Et Technica*, *XII*, 1-6.
- Zhu, C., Yang, G., Li, H., Du, D., & Lin, Y. (2015). Electrochemical sensors and biosensors based on nanomaterials and nanostructures. *Analytical chemistry*, *87(1)*, 230-249. <https://doi.org/10.1021/ac5039863>
- Zuo, B., Li, S., Guo, Z., Zhang, J., & Chen, C. (s. f.). Piezoelectric immunosensor for SARS-associated coronavirus in sputum. *Analytical chemistry*, *76(13)*, 3536-3540. <https://doi.org/10.1021/ac035367b>

ANEXOS

Anexo 1. Entrevista inicial al grupo de Investigación Tándem Max Planck

El acercamiento inicial al grupo de investigación Tándem Max Planck de Nanobioingeniería de la Universidad de Antioquia, se realizó por medio de una entrevista semiestructurada al líder Jahir Orozco Holguín, por medio de la plataforma zoom, debido a las restricciones de movilidad y aglomeraciones que existían en la ciudad de Medellín, Antioquia, por la pandemia del SARS-CoV-2. La entrevista fue elaborada con la premisa de recopilar información que permitiera caracterizar el activo y tener unas nociones iniciales sobre el mercado del activo tecnológico. Para esto, se desarrollaron las siguientes preguntas:

1. ¿Qué es el activo?

2. ¿Cuáles son las razones que justifican el desarrollo de la tecnología?

3. ¿Cuáles son los beneficios de la utilización de la tecnología?

4. ¿Cuántos recursos (humanos, materiales y de financiamiento) se han invertido?

5. ¿Qué otros grupos de investigación están trabajando en la idea?

6. ¿Quiénes serían los potenciales compradores del activo?

7. ¿En qué nivel de madurez se considera que está el proyecto? ¿Por qué?

8. ¿Cuál es el estado actual del proyecto y para cuándo estará listo el activo?

9. ¿Qué falta para avanzar (recursos estimados)?

10. ¿Qué inversiones a corto, mediano y largo plazo se necesitan para escalar el proyecto a las siguientes fases de madurez?

11. ¿Cuánto sería el valor estimado para el activo?

12. ¿Qué publicaciones se han derivado de la investigación?

13. ¿Creen que el proyecto es objeto de patente?

14. ¿Cuál es el ciclo de vida del activo cuando sea llevado al mercado?

15. ¿Cuáles son los productos sustitutos de la tecnología? ¿Cuál es la ventaja de los nanobiosensores frente a los productos sustitutos?

16. ¿Cuál es la normatividad existente a nivel nacional e internacional para el uso del activo?

Anexo 2. Entrevista para la recopilación de la información financiera del activo tecnológico

Para recopilar la información financiera del activo tecnológico, fue necesaria una entrevista semiestructurada con el investigador Néstor Sebastián Cajigas Bastidas, miembro activo del grupo de investigación Tándem Max Planck de Nanobioingeniería y persona designada por el doctor Jahir Orozco Holguín para brindar toda la información financiera del activo tecnológico. Para cumplir con el objetivo de la entrevista se le formularon las siguientes preguntas al investigador:

1. ¿Cuál es el salario asignado a cada uno de los investigadores que hacen parte del proyecto?

2. ¿Cuánto es el costo de los reactivos utilizados en el nanobiosensor?

3. ¿Cuánto es el costo de los materiales de laboratorio utilizados en el proyecto?

4. ¿Cuántos son los costos y los gastos administrativos del proyecto?

5. ¿Cuáles son los costos y los gastos administrativos en los diferentes rubros que hacen parte del proyecto? Por favor discriminar los costos detalladamente.

6. ¿Cuánto pagan de arriendo?

7. ¿Cuánto pagan de servicios públicos?

Anexo 3. Caracterización del activo tecnológico

Tabla 11

Preguntas para caracterizar el activo

¿Qué?	Definir el activo tecnológico en un lenguaje de fácil comprensión para el público en general, con el fin de facilitar el interés de posibles inversionistas y facilitar el proceso de transferencia.
¿Para Qué?	Definir los potenciales usos del activo tecnológico y cuáles son las razones que justifican el desarrollo del activo.
¿Por qué?	Definir la importancia del activo tecnológico, argumentado desde las características y beneficios sobre otras tecnologías sustitutas.
¿Quién más?	Definir que otros grupos de investigación y empresas en Colombia y en el mundo están realizando desarrollos similares.
¿Cuánto?	Definir cuanto es el valor de unidad monetaria con la que puede salir al mercado la tecnología o puede ser transferida.
¿Cuándo?	Definir la fecha posible en el que el activo tecnológico estará listo para la comercialización o transferencia.

Fuente: Elaboración Propia

Anexo 4. Caracterización La Universidad de Antioquia

Universidad de Antioquia

La universidad de Antioquia tiene más de doscientos años de historia, donde se ha convertido en un referente cultural y social para el pueblo antioqueño por sus aportes a nivel científico y cultural a la sociedad colombiana, ha sido un referente en temas como la inclusión de la mujer en la vida académica colombiana y la educación a los sectores más marginados de la sociedad, se ha caracterizado por ofrecer una educación de alta calidad y donde se fomenta el pensamiento crítico del individuo para aportar a la sociedad.

La universidad de Antioquia ha recibido gran reconocimiento a nivel nacional e internacional por los logros de los grupos de investigación, que están orientados a resolver problemas estructurales y coyunturales de la sociedad, actualmente la universidad de Antioquia cuenta con 273 grupos de investigación en diferentes áreas del conocimiento, clasificados y reconocidos por Minciencias en la convocatoria 833.

En la actualidad, muchos de estos grupos están trabajando líneas investigativas relacionadas al SARS-CoV-2, por la problemática que ha generado a nivel mundial este virus. Uno de estos grupos es el Tándem Max Planck desarrollando un nanobiosensor para la detección rápida del SARS-CoV-2.

Fuente: Pagina de la Universidad de Antioquia

Grupo de Investigación Tándem Max Planck

Tabla 12

Información Grupo Tándem Max Planck

Tándem Max Planck de Nanobioingeniería de la Universidad de Antioquia.	
Año y mes de la formación	2016-07
Área de conocimiento	Ciencias Médicas y de la Salud -- Biotecnología en Salud
Clasificación	C con vigencia hasta la publicación de los resultados de la siguiente convocatoria.
Líder	Jahir Orozco Holguín
Avalado	Universidad de Antioquia

Elaboración Propia a partir de GrupLAC

El plan estratégico del grupo de investigación del Tándem Max Planck está orientado en tres líneas de investigación, a saber, en la biología reproductiva del mosquito, la biofísica de las enfermedades tropicales y en los nanobiosensores para la detección rápida del SARS-CoV-2 perteneciente a la línea de investigación de nanobioingeniería. Actualmente el grupo de investigación cuenta con 25 colaboradores entre investigadores y personal administrativo y su sede se encuentra en el complejo de Ruta N ubicado en la ciudad de Medellín.

El grupo de investigación tiene 22 artículos publicados en revistas científicas de alto prestigio y cuenta con 4 proyectos de investigación ya finalizados y con resultados muy prometedores en los campos de biología reproductiva, biofísica y nanobioingeniería.

Fuente: GrupLAC

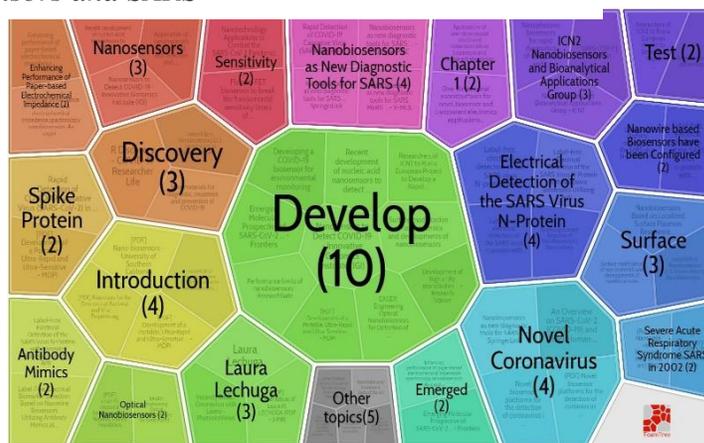
Anexo 5. Herramienta Carrot2

Carrot2 es un metabuscador perteneciente a la empresa Carrot Search, la cual es una herramienta que se utiliza comúnmente en los ejercicios de vigilancia tecnológica, debido a que con la búsqueda de una palabra clave se puede generar un análisis de palabras y campos donde investigar en las bases de datos académicas, para llegar a resultados más fiables dentro del ejercicio de vigilancia tecnológica.

Por consiguiente, en el ejercicio de vigilancia tecnológica del activo tecnológico “nanobiosensores para la detección rápida del SARS-CoV-2”, se utilizó esta herramienta inicialmente con el término “nanobiosensors and SARS”, dando como resultado el mapa de la ilustración 8. Allí, se puede observar que la mayoría de resultados están orientados al “desarrollo” y con la particularidad que aparece el nombre de la investigadora “Laura Lechuga”, que es la responsable del proyecto liderado por el instituto catalán de nanociencia y nanotecnología denominado Convat, que busca desarrollar un nuevo método de diagnóstico para el COVID-19 a través de nanobiosensores.

Ilustración 8

Nanobiosensors and SARS

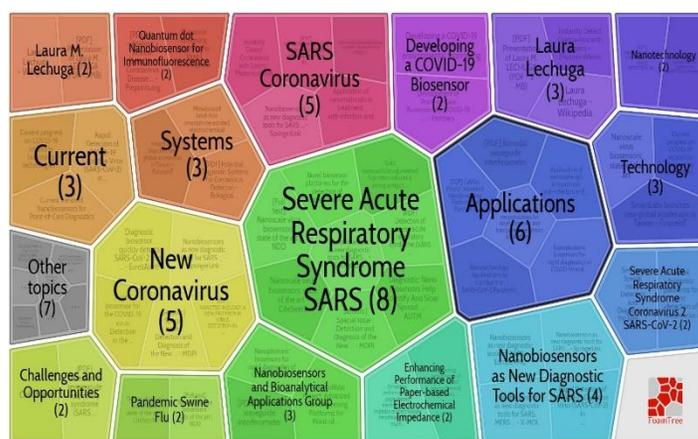


Fuente: Carrot2, 2020

Posteriormente, como se observa en la ilustración 9, se realizó una búsqueda con “nanobiosensors diagnosis sars”, la cual arrojo algunos resultados interesantes a saber, “coronavirus” y “nanobiosensores como nueva herramienta de diagnóstico del SARS-CoV-2”. A partir de esta información, se orientó el trabajo de la construcción de las ecuaciones de búsqueda y las palabras críticas de búsqueda.

Ilustración 9

Nanobiosensors diagnosis sars



Fuente: Carrot2, 2020

Anexo 6. Bitácora de la vigilancia tecnológica

La siguiente Tabla 12, muestra la bitácora de la vigilancia tecnológica para el activo tecnológico “nanobiosensores para la detección rápida del SARS-CoV-2”

Tabla 13.

Bitácora de Vigilancia Tecnológica

Fecha	Base de datos	Ecuación búsqueda	Cantidad de resultados	Pertinencia
16/09/2020	Scopus	TITLE-ABS-KEY ("Nanobiosensors")	526	Baja
16/09/2020	Scopus	(TITLE-ABS-KEY ("Nanobiosensors") AND TITLE-ABS-KEY ("SARS"))	4	Alta
16/09/2020	Scopus	(TITLE-ABS-KEY ("Nanobiosensors") AND TITLE-ABS-KEY ("RNA"))	26	Media
16/09/2020	ScienceDirect	TITLE-ABS-KEY ("Nanobiosensors") AND PUBYEARS 2020	233	Baja
16/09/2020	ScienceDirect	TITLE-ABS-KEY ("Nanobiosensors") AND TITLE, abstract or author-specified keywords("Sars") PUBYEARS 2020-2021	2	Alta
16/09/2020	Google Scholars	TITLE-ABS-KEY ("Nanobiosensors sars") AND PUBYEARS 2020	182	Media
17/09/2020	ScienceDirect	TITLE-ABS-KEY ("Nanobiosensors") AND TITLE, abstract or author-specified keywords("RNA") PUBYEARS 2020-2021	6	Media
17/09/2020	ScienceDirect	TITLE-ABS-KEY ("Nanobiosensors") AND TITLE("COVID") PUBYEARS 2020-2021	3	Alta
17/09/2020	Emerald insight	title, author, keyword, ISBN, DOI and more("nanobiosensors")and all fields ("sars") and date range from 2019 to 2020	262	Baja
17/09/2020	Scielo	title, author, keyword, ISBN, DOI and more("nanobiosensores")	15	Baja
17/09/2020	EBSCOHOST	TITLE-ABS-KEY ("Nanobiosensors") AND TITLE("sars-cov-2")	1	Media
17/09/2020	Scopus	(TITLE-ABS-KEY ("biosensors") AND TITLE-ABS-KEY ("Protein S"))	47	Alta
17/09/2020	Scopus	TITLE-ABS-KEY ("Nanogenosensors")	5	Media

Fecha	Base de datos	Ecuación búsqueda	Cantidad de resultados	Pertinencia
17/09/2020	Scopus	(TITLE-ABS-KEY ("Genosensors") AND TITLE-ABS-KEY ("Electrochemical") AND TITLE-ABS-KEY ("Optical"))	27	Media
17/09/2020	Scopus	TITLE-ABS-KEY ("Nanoimmunosensors")	4	Media
17/09/2020	Scopus	(TITLE-ABS-KEY ("immunosensors") AND TITLE-ABS-KEY ("Electrochemical") AND TITLE-ABS-KEY ("Optical"))	236	Baja
17/09/2020	Scopus	(TITLE-ABS-KEY ("immunosensors") AND TITLE-ABS-KEY ("Electrochemical") AND TITLE-ABS-KEY ("Optical") AND TITLE-ABS-KEY ("RNA"))	8	Media
17/09/2020	Scopus	(TITLE-ABS-KEY ("immunosensors") AND TITLE-ABS-KEY ("SARS"))	8	Alta
18/09/2020	Patent Scope	Nanobiosensor	18	Baja
18/09/2020	ScienceDirect	TITLE-ABS-KEY ("PCR") AND TITLE, abstract or author-specified keywords("SARS") PUBYEARS 2019-2020-2021	3195	Baja
18/09/2020	ScienceDirect	TITLE-ABS-KEY ("nanobiosensors") AND TITLE, abstract or author-specified keywords("Prospective") PUBYEARS 2019-2020-2021	8	Media
18/09/2020	ScienceDirect	TITLE-ABS-KEY ("nanobiosensors") AND TITLE, abstract or author-specified keywords("Applications") PUBYEARS 2020-2021	123	Baja
18/09/2020	ScienceDirect	TITLE-ABS-KEY ("nanobiosensors") AND TITLE, abstract or author-specified keywords("Health") PUBYEARS 2019-2020-2021	64	Media
19/09/2020	EBSCO	Nanobiosensor AND sars-cov-2 or covid-19 or 2019-ncov	4	Alta
19/09/2020	EBSCO	Nanobiosensor AND laura lechuga	34	Baja
19/09/2020	Google Scholars	TITLE-ABS-KEY ("laura lechuga") AND PUBYEARS 2020	424	Baja
19/09/2020	Scielo	title, author, keyword, ISBN, DOI and more("laura lechuga")	10	Baja
21/09/2020	EBSCO	Nanobiosensor AND sars-cov-2	1	Alta
21/09/2020	EBSCO	Nanobiosensor AND RNA	82	Baja

Fecha	Base de datos	Ecuación búsqueda	Cantidad de resultados	Pertinencia
21/09/2020	EBSCO	Nanobiosensor AND cost	135	Baja
21/09/2020	EBSCO	Nanobiosensor AND market	20	Media
21/09/2020	EBSCO	Nanobiosensor AND market AND cost	6	Alta
21/09/2020	EBSCO	Nanobiosensor AND demand	25	Media
21/09/2020	EBSCO	Nanobiosensor AND demand AND sars-cov-2	1	Alta
21/09/2020	EBSCO	Nanobiosensor AND medicine AND disease	42	Baja
21/09/2020	EBSCO	Nanobiosensor AND nanomaterials OR nanoparticles AND sars-cov-2 AND Protein s	258	Baja
21/09/2020	EBSCO	Nanobiosensor AND electrochemical	244	Baja
21/09/2020	EBSCO	(Nanobiosensor AND electrochemical) AND covid-19	1	Alta
21/09/2020	EBSCO	Nanobiosensor AND Genosensor	7	Alta
21/09/2020	EBSCO	Inmunosensor	8	Media
21/09/2020	EBSCO	Nanobiosensor AND viral nanoparticles	1	Alta
22/09/2020	EBSCO	Nanobiosensor AND nanoparticles AND covid-19	2	Alta
22/09/2020	Scielo	nanobiosensor AND en: * AND journal_title: * AND la: * AND year_cluster: * AND subject_area: * AND wok_subject_categories: * AND wok_citation_index: * AND is_citable: * AND type: *	6	Media
22/09/2020	IEEE	(("All Metadata":Nanobiosensor) AND "All Metadata":Nanotechnology)	15	Media
22/09/2020	Scopus	"Nanobiosensors" AND "sars-cov-2" AND (LIMIT-TO (PUBYEAR , 2021) OR LIMIT-TO (PUBYEAR , 2020)) AND (LIMIT-TO (EXACTKEYWORD , "COVID-19") OR LIMIT-TO (EXACTKEYWORD , "Diseases") OR LIMIT-TO (EXACTKEYWORD , "Viruses") OR LIMIT-TO (EXACTKEYWORD , "Biosensors"))	20	Media
22/09/2020	Scopus	"Biosensors" AND "sars-cov-2" AND "Market"	4	Alta
22/09/2020	Scopus	"Biosensors" AND "sars-cov-2" AND "forecast"	5	Alta
22/09/2020	Google	"Nanobiosensor" AND "Sars-CoV-2" AND "COVID-19" AND "Forecast"	286	Baja
22/09/2020	Google	"nanobiosensor" and "sars-cov-2" and "covid-19" and "viral detection" "rna" AND "Protein S"	7	Alta

Fecha	Base de datos	Ecuación búsqueda	Cantidad de resultados	Pertinencia
22/09/2020	Google	"Nanobiosensor" AND "Sars-CoV-2" AND "COVID-19" AND "Competitors"	83	Media
22/09/2020	Google	"Nanobiosensor" AND "Sars-CoV-2" AND "COVID-19" AND "Producers"	233	Baja
22/09/2020	Google	"Nanobiosensor" AND "Sars-CoV-2" AND "COVID-19" AND "Viral detection" "Immunosensor"	142	Baja
22/09/2020	Google	"Nanobiosensor" AND "Sars-CoV-2" AND "COVID-19" AND "Viral detection" "Genosensor"	9	Alta
22/09/2020	Google	"Nanobiosensor" AND "Sars-CoV-2" AND "COVID-19" AND "Viral detection" "Price"	5	Alta

Fuente: Elaboración Propia

Anexo 7. Justificación del nivel de madurez de la Tecnología (TRL)

Tabla 14

Justificación TRL nanobiosensores

<i>Activo tecnológico</i>	Nanobiosensores para la detección rápida del SARS-CoV-2
<i>Responsable</i>	Grupo de investigación Tándem Max Planck
<i>Duración del proyecto</i>	9 meses
<i>Justificación del nivel de madurez de la tecnología TRL</i>	El grupo de investigación Tándem Max Planck de Nanobioingeniería de la Universidad de Antioquia actualmente viene desarrollando pruebas de laboratorio a pequeña escala con los reactivos que componen el nanobiosensor, para determinar la reacción de los componentes en un entorno controlado. Ésta validación, se hace con el objetivo de verificar cuanta cantidad de analitos es necesaria para que el nanobiosensor pueda detectar el virus SARS-CoV-2. Las pruebas se realizarán hasta el mes de enero para tener unos resultados confiables en esta etapa del proyecto, donde lo que se busca es validar el dispositivo en pequeña escala en el laboratorio.
<i>Fecha de entrega del activo</i>	Febrero de 2021

Fuente: Elaboración Propia

Anexo 8. Acuerdo de confidencialidad

En nuestra calidad de consultores de la tecnología:

Nos comprometemos a guardar total reserva sobre la información que conozco o a la que tengo acceso referida a la tecnología.

En consecuencia, nos obligamos a no revelar, divulgar ni descubrir la información suministrada a ninguna persona natural o jurídica, firma, corporación o institución educativa, en forma verbal o escrita; en ese sentido no la copiaremos, ni enviaremos por fax o por correo electrónico, como tampoco distribuiremos copias no autorizadas, ni pondremos a disposición de terceros, la información relacionada con la tecnología, en su totalidad o en parte.

Igualmente, nos comprometemos a no gestionar, presentar, ni desarrollar proyecto o actividad alguna que tenga relación directa con la tecnología, excepto que contemos con la autorización expresa y escrita de los propietarios de la misma.

Firma _____

Nombre -----

C. C. -----

Teléfono -----

Email -----

Fecha -----

Firma _____

Nombre -----

C. C. -----

Teléfono -----

Email -----

Fecha -----

Anexos 9. Manual de usuario de la herramienta de valoración financiera

1. Requerimientos de la herramienta de valoración financiera

La herramienta fue construida por medio una macro de Microsoft Excel, por ende, para su correcto funcionamiento es indispensable disponer de Excel 2003 o versiones posteriores, además es indispensable que la herramienta sea ejecutada en el sistema operativo de Windows, preferiblemente de las versiones de Windows vista y posteriores, también es importante aclarar que la herramienta no tiene limitaciones de almacenamiento por ende, puede ser guardada en cualquier carpeta del PC.

2. Restricciones de uso de la herramienta

El archivo no está configurado para funcionar en aplicaciones en línea, ni en los sistemas operativos de Mac OS, Linux y Ubuntu debido a que presenta errores cuando se quiere correr la herramienta financiera o se modifican las características y fórmulas de la macro.

3. Descripción de la herramienta financiera

A continuación, se describen cada una de las ventanas que componen la herramienta financiera creada para el activo tecnológico “nanobiosensores para la detección rápida del SARS-CoV-2”, con aplicaciones a desarrollos similares:

3.1. Menú

En esta pestaña, se encontrará la información concerniente al activo a valorar, el nombre del grupo de investigación Tándem Max Planck de Nanobioingeniería de la Universidad de Antioquia que puede ser modificado y 7 botones interactivos que permiten el acceso directo a alguna de las partes del archivo que serán explicadas en detalle más adelante. Los botones se enuncian a continuación:

- **Debida Diligencia:** Permite acceder directamente a la pestaña “debida diligencia”.

- Modelo de costos: Permite acceder directamente a la pestaña “modelo de costos”.
- Modelo de Ingresos: Permite acceder directamente a la pestaña “modelo de ingresos”.
- Estado de resultados: Permite acceder directamente a la pestaña “estado de resultados”.
- Modelo de flujo de caja libre descontado: Permite acceder directamente a la pestaña “modelo de flujo de caja libre descontado”
- Región Factible de negociación: Permite acceder directamente a la pestaña “región factible de negociación”
- PDF: Permite crear PDF independientes de las pestañas

A continuación, en la ilustración 10, se muestra la pestaña *menú* de la herramienta de valoración financiera, diseñada para la valoración del activo “nanobiosensores para la detección rápida del SARS-CoV-2.

Ilustración 10

Pestaña menú

Herramienta Financiera para la Valoración del activo: Nanobiosensores para la detección rápida de SARS-CoV-2



Fuente: Elaboración Propia

3.2. Debida Diligencia

Esta ventana permite la identificación del grupo, el año del análisis y la tecnología a valorar. También, permite ingresar los valores de financiación y el tiempo de duración del proyecto y el costo promedio ponderado del capital o por sus siglas en inglés WACC del sector de la industria al cual pertenece el activo tecnológico que estamos valorando. Además, contiene una tabla con los indicadores macroeconómicos proyectados por Bancolombia (Grupo Bancolombia, 2020) PIB e Inflación y cinco tablas para discriminar los gastos y los costos incurridos durante el proyecto, a saber, costos directos, personal (honorarios y salario del personal), gastos administrativos, activos fijos y otras salidas, además tiene un botón para generar el pdf de la debida diligencia. Por último, se tiene un botón identificado como menú que permite regresar directamente a la pestaña menú, como se muestra en la ilustración 11.

Ilustración 11

Pestaña debida diligencia

INFORMACIÓN BASE					
Organización	<input type="text"/>				
Tecnología	<input type="text"/>				
WACC <input type="text"/>					
Financiación			Tiempo		
F1	\$	-	Fecha Inicio	<input type="text"/>	
F2	\$	-	Fecha Fin	<input type="text"/>	
Total	\$	-	Tiempo Total	0	
Indicadores Macroeconómicos Proyectados					
	2020	2021	2022	2023	2024
INFLACIÓN	1,3%	2,5%	3,3%	3,4%	3,6%
PIB	-7,5%	5,5%	4,5%	4,5%	4,0%
COSTOS DIRECTOS 0					
PERSONAS 0					
GASTOS ADMINISTRATIVOS 0					
Ítem	Valor	Frecuencia	Valor Total		
Otros	\$ 44.857.496	1	\$	-	
TOTAL GASTOS			\$	-	
ACTIVOS FIJOS 0					
Elemento	Costo	% Uso	Vida Útil	Total	Depreciación
Muebles y Enseres	\$	-	\$	-	\$ -
Maquinaria y Equipo	\$	-	\$	-	\$ -
Vehículos	\$	-	\$	-	\$ -
Terrenos	\$	-	\$	-	\$ -
Edificaciones	\$	-	\$	-	\$ -
Equipo de Cómputo	\$	-	\$	-	\$ -
Software e Intangibles	\$	-	\$	-	\$ -
TOTAL				\$	- \$ -
OTRAS SALIDAS					
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>



PDF Debita Diligencia

Fuente: Elaboración propia.

3.3. Modelo de Costos

Descripción: En esta pestaña, la herramienta financiera calcula de manera automatizada el método de valoración por costos, los cuales en el año base se generan automáticamente de la información vertida en la pestaña de la debida diligencia, en particular de los costos de los materiales, gastos de personal y gastos administrativos; y las proyecciones de los cuatro años posteriores se calculan con la multiplicación de los valores del año base por la inflación proyectada del respectivo año.

Componentes: La pestaña del método de costos contiene la siguiente información (ver ilustración 12):

- Nombre de la entidad propietaria del activo tecnológico, trasladado automáticamente de la “hoja de la debida diligencia”.
- Nombre del activo tecnológico, trasladado automáticamente de la “hoja de la debida diligencia”.
- Año base de análisis del método, trasladado automáticamente de la “hoja de la debida diligencia”.
- Concepto, año base y años proyectados.
- Botón menú, que permite al aplicativo regresar a la pestaña de menú.
- Botón PDF Modelo de costos, que permite generar un PDF con la pestaña modelo de costos.

Ilustración 12

Pestaña Modelo de costos

Grupo Tándem Max Planck					
Nanobiosensores					
2020					
ÍTEM	2020	2021	2022	2023	2024
Costo de Materiales	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Gastos de Personal	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Gastos Administrativos	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Total Costos y Gastos	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -



Fuente: Elaboración propia

3.4. Modelo de ingresos

Descripción: En esta pestaña, la herramienta financiera calcula de manera automatizada el método de valoración por ingresos, los cuales en el año base se generan de calcular un ingreso proyectado que cubra los gastos y los costos del proyecto. En otras palabras, que el proyecto esté

en punto de equilibrio. La información de los costos y los gastos del año base se extraen del modelo de costos del aplicativo, para las posteriores vigencias, se multiplican los valores del año base por el respectivo indicador macroeconómico proyectado. En una segunda etapa de esta pestaña, se puede calcular el ingreso proyectado con el margen de ganancia que pretende la entidad dueña del activo tecnológico.

Componentes: La pestaña del método de ingresos contiene la siguiente información (ver ilustración 13):

- Modelo de ingresos proyectado.
- Nombre de la entidad propietaria del activo tecnológico, trasladado automáticamente de la “hoja de la debida diligencia”.
- Nombre del activo tecnológico, trasladado automáticamente de la “hoja de la debida diligencia”.
- Año base de análisis del método, trasladado automáticamente de la “hoja de la debida diligencia”.
- Concepto, año base y años proyectados.
- Ingreso sugerido e ingreso proyectado.
- Botón menú, que permite al aplicativo regresar a la pestaña de menú.
- Botón PDF Modelo de ingresos, que permite generar un PDF con la pestaña modelo de ingresos.

Ilustración 13

Pestaña Modelo de ingresos

Modelo de Ingresos Proyectados					
Grupo Tándem Max Planck					
Nanobiosensores					
2020					
	Ingreso en Equilibrio	2021	2022	2023	2024
Ingresos Proyectados	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Costos Totales	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Gastos de Personal	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Gastos Administrativos	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Utilidad Operativa	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
	Ingreso Sugerido	45%			
Ingreso proyectado	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -



Fuente: Elaboración propia

3.5. Estado de resultados del proyecto

Descripción: En esta pestaña, la herramienta financiera calcula de manera automatizada el estado de resultados del proyecto, a través de los métodos de costos y de ingresos. Por tanto, del método de costos, incluye la información relacionada con los costos de materiales, gastos administrativos y gastos de personal y del método de ingresos, toma la información relacionada con el ingreso proyectado, que incluye el porcentaje de ganancia que quiere la entidad dueña del activo tecnológico.

Componentes: La pestaña de estados de resultados contiene la siguiente información (ver ilustración 14):

- Estado de resultados
- Nombre de la entidad propietaria del activo tecnológico, trasladado automáticamente de la “hoja de la debida diligencia”.
- Nombre del activo tecnológico, trasladado automáticamente de la “hoja de la debida diligencia”.

- Año base de análisis del método, trasladado automáticamente de la “hoja de la debida diligencia”.
- Concepto, año base y años proyectados.
- Botón menú, que permite al aplicativo regresar a la pestaña de menú.
- Botón PDF Estado de resultados, que permite generar un PDF con la pestaña Estado de resultados.

Ilustración 14

Estado de resultados del proyecto

Estado de Resultados					
Grupo Tándem Max Planck					
Nanobiosensores					
2020					
Año	2020	2021	2022	2023	2024
Ingresos	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Costo de Materiales	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Gastos de Personal	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Gastos Administrativos	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Total Costos y Gastos	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Flujo de Caja Libre	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -



FCLD	\$ 0,00
------	---------

Fuente: Elaboración propia

3.6. Modelo de Flujo de caja libre descontado

Descripción: En esta pestaña, la herramienta financiera calcula de manera automatizada el método de valoración por flujo de caja descontado, a través de los métodos de costos y de ingresos. Por lo cual, del método de costos, incluye la información relacionada con los costos de materiales, gastos administrativos y gastos de personal y del método de ingresos, toma la información relacionada con el ingreso proyectado, que incluye el porcentaje de ganancia que quiere la entidad dueña del activo tecnológico, y con esta información se calcula el flujo de caja descontado para el activo tecnológico.

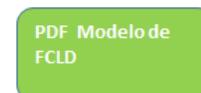
Componentes: La pestaña del método de flujo de caja descontado contiene la siguiente información (ver ilustración 15):

- Flujo de caja libre descontado
- Nombre de la entidad propietaria del activo tecnológico, trasladado automáticamente de la “hoja de la debida diligencia”.
- Nombre del activo tecnológico, trasladado automáticamente de la “hoja de la debida diligencia”.
- Año base de análisis del método, trasladado automáticamente de la “hoja de la debida diligencia”.
- Concepto, año base y años proyectados.
- El valor del método de flujo de caja descontado.
- Botón menú, que permite al aplicativo regresar a la pestaña de menú.
- Botón PDF Flujo de caja libre descontado, que permite generar un PDF con la pestaña modelo de Flujo de caja libre descontado.

Ilustración 15

Pestaña Modelo de Flujo de caja libre descontado

Flujo de Caja Libre					
Grupo Tándem Max Planck					
Nanobiosensores					
2020					
Año	2020	2021	2022	2023	2024
Ingresos	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Costo de Materiales	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Gastos de Personal	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Gastos Administrativos	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Total Costos y Gastos	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Flujo de Caja Libre	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -



FCLD	\$ 0,00
------	---------

Fuente: Elaboración propia

3.7. Región Factible de Negociación

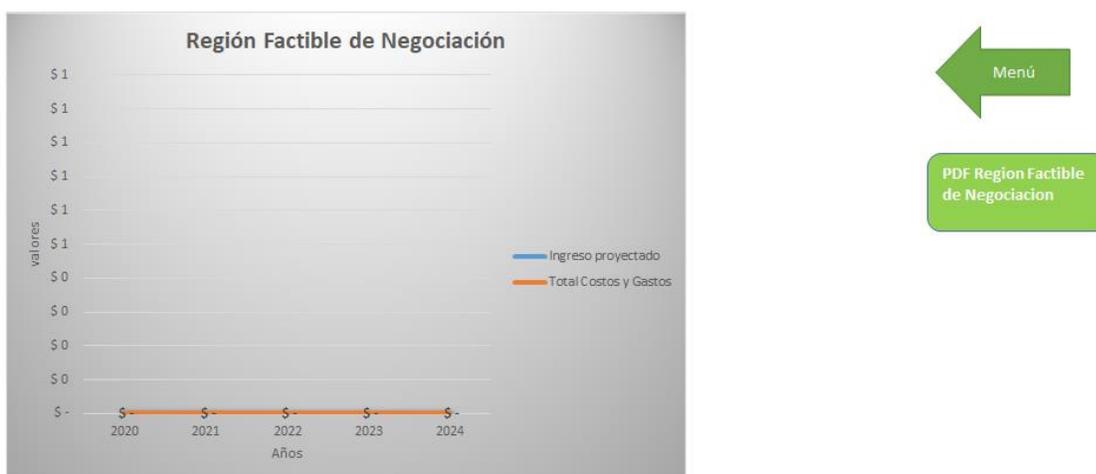
Descripción: Ésta pestaña de la herramienta financiera, genera de manera automática la región factible de negociación del activo tecnológico, a través de una gráfica que contiene los métodos de costos y de ingresos, debido a que el método de costos es el valor mínimo por la que la entidad dueña del activo tecnológico lo transferirá y el método de ingresos, debido a que es el valor máximo que está dispuesto a dar un inversor por el activo tecnológico.

Componentes: La pestaña de la región factible de negociación contiene la siguiente información (ver ilustración 16):

- Gráfica de la región factible de negociación.
- Botón menú, que permite al aplicativo regresar a la pestaña de menú.
- Botón PDF Región Factible de negociación, que permite generar un PDF con la gráfica de región factible de negociación.

Ilustración 16

Pestaña Región Factible de Negociación



Fuente: Elaboración propia