

**PROCESO DE INTELIGENCIA TECNOLÓGICA:
SU APLICACIÓN EN UN CASO DE ESTUDIO**

TECHNOLOGICAL INTELLIGENCE PROCESS:
ITS APPLICATION IN A CASE STUDY

GLORIA MARÍA APONTE*
UNIVERSIDAD CATÓLICA “ANDRÉS BELLO”, VENEZUELA
<https://orcid.org/0000-0002-1029-8264>

Fecha de recepción 16 12-20 *Fecha de aceptación:* 15-09-21

<https://doi.org/10.54642/RVAC.2021.27.2.5>

* Doctora en Gestión de Investigación y Desarrollo; Magister y Especialista en Sistemas de Información, Ingeniero Químico. Profesora Investigadora en el Centro de Investigación y Desarrollo de Ingeniería; Universidad Católica Andrés Bello, Caracas. Correo: gapontef@ucab.edu.ve; gloriam.aponte@gmail.com

Resumen

Este trabajo tiene como finalidad exponer la aplicación del proceso de inteligencia tecnológica mediante su aplicación en un caso de estudio relacionado con las tecnologías para producir bioetanol a partir de desechos orgánicos municipales. En el desarrollo del caso se inicia el proceso de inteligencia tecnológica definiendo la necesidad y luego se desarrollan cada una de las etapas de dicho proceso. En la metodología se aplicó un análisis cuantitativo de la información y las técnicas de revisión bibliográfica y análisis de contenido para desarrollar cada una de las etapas de dicho proceso y también se definieron los factores críticos de vigilancia tecnológica. Los principales resultados obtenidos fueron: las tendencias relacionadas con la evolución en el tiempo del área de estudio, principales mercados potenciales, empresas y organizaciones que realizan actividades de investigación y desarrollo en el área; así como también los principales investigadores e inventores. Asimismo, se especifican las características más relevantes de los procesos y tecnologías, los últimos avances tecnológicos, y los retos tecnológicos más importantes en el área de estudio y aspectos relacionados con la producción, emisiones ambientales de la tecnología.

Palabras clave: Inteligencia tecnológica, producción de bioetanol, tecnologías, desechos orgánicos municipales.

Código JEL O32**Abstract**

The purpose of this work is to expose the application of the technological intelligence process through its application in a case study related to technologies to produce bioethanol from municipal organic waste. In the development of the case, the technological intelligence process begins defining the need and then each of the stages of said process are developed. In the methodology, a quantitative analysis of the information and the techniques of bibliographic review and content analysis were applied to develop each of the stages of said process and the critical factors of technological surveillance were also defined. The main results obtained were: trends related to the evolution over time of the study area, main potential markets, companies and organizations that carry out research and development activities in the area; as well as leading researchers and inventors. Likewise, the most relevant characteristics of the processes and technologies, the latest technological advances, and the most important technological challenges in the study area and aspects related to production, environmental emissions of the technology are specified.

Key Words: Technological Intelligence, Bioethanol Production, Technologies, Municipal Organic Wastes.

JEL Code O32

INTRODUCCIÓN

En la sociedad del conocimiento globalizada que se vive actualmente, es fundamental para todas las organizaciones y, en particular para las empresas, monitorear el entorno de manera permanente, con la finalidad de detectar los cambios y evaluar su impacto en el interior de la empresa y tomar las decisiones respectivas oportunamente. En este sentido el proceso de inteligencia tecnológica es cada día más importante de poner en práctica ya que precisamente les permite a las organizaciones obtener la información relevante sobre los cambios del entorno pudiendo así tomar las decisiones pertinentes para mejorar su posición en el mercado y su competitividad.

En este trabajo se presenta la aplicación del proceso de inteligencia tecnológica mediante un caso de estudio relacionado con las tecnologías para producir bioetanol a partir de residuos orgánicos municipales. El bioetanol es un biocombustible que se obtiene a partir de la fermentación de la materia orgánica rica en azúcares que se encuentra en diversas frutas y verduras, así como en la estructura de las plantas y en cualquier residuo vegetal que se puede transformar en azúcares y posteriormente convertirse en bioetanol mediante la aplicación de procesos químicos y físicos (Monroy, Narváez, Vera y Bautista, 2017). El agotamiento de los combustibles fósiles y el calentamiento global provocado por la emisión de los gases de efecto invernadero producto de la combustión de combustibles fósiles está impulsando a los investigadores en la dirección de encontrar combustibles alternativos y ecológicos; los biocombustibles representan una de estas opciones.

El bioetanol es uno de los biocombustibles con mayor opción para reemplazar la gasolina convencional, especialmente por sus propiedades; tales como: su alto octanaje lo que mejora la eficiencia y desempeño del motor, bajo punto de ebullición, mayor relación de compresión y calor de vaporización, entre otras; sin embargo, una de las desventajas más importantes son los altos costos para producirlo a partir de las materias primas que se utilizan. Por otra parte, el bioetanol presenta una baja densidad volumétrica lo que implica que se requiere consumir mayor volumen de bioetanol por kilómetro recorrido comparado con la gasolina convencional. El bioetanol se utiliza mezclado con la gasolina convencional; existen varios tipos de mezcla, una de las más utilizadas es la E85 (representa una mezcla entre 51% y 83% de bioetanol y el resto de gasolina convencional; denominado también combustible flexible) (Ifeanyichukwu, 2020).

La importancia de este trabajo radica en el interés de una empresa venezolana en evaluar la posibilidad de desarrollar tecnologías para producir el bioetanol considerando que la materia prima está disponible libremente y está conformada por desechos que se producen día a día en el país. De acuerdo con el Banco Mundial (2018), en el mundo se generan 2.010 millones de toneladas de desechos municipales sólidos y se estima que para el 2050, de no tomarse

medidas, aumentaran un 70%. Además de contribuir con ayudar a resolver un problema de salud ambiental a la comunidad también se obtiene un combustible como es el bioetanol.

METODOLOGÍA

Para realizar este estudio la metodología se dividió en dos etapas; en la primera se realizó un análisis cuantitativo de la información más relevante relacionada con la producción de bioetanol publicada tanto en documentos de patentes como en artículos publicadas en revistas y congresos especializados en el área acotado al periodo 2010-2020. Se utilizaron las bases de datos Patentscope para el caso de los documentos de patentes, la cual permite el acceso a 98 millones de documentos de patentes publicados por las principales oficinas de patentes del mundo, incluyendo las solicitudes de patentes internacionales y dispone de herramientas estadísticas para tratar la información.

Esta base de datos la ofrece la Organización Mundial de la Propiedad Intelectual, organismo rector de la propiedad intelectual en el mundo. Para el caso de las publicaciones se utilizó la base de datos Lens, la cual es multidisciplinaria, con acceso a 236 millones de artículos publicados en revistas y congresos en diferentes áreas del conocimiento y se encuentran indizadas las principales revistas especializadas en el área objeto de estudio. Esta base de datos facilita el procesamiento de la información obtenida mediante la herramienta estadística *Analysis* para obtener las principales tendencias. También se consultaron fuentes de información para localizar la información relacionada con aspectos ambientales, mercado y costos de la tecnología.

En el caso de los documentos de patentes, se consultó dicha base de datos utilizando la estrategia de búsqueda que se muestra en la Tabla 1, considerando los campos de búsqueda: título (TI), abstract (AB) y Claims (CLMS) y la Clasificación Internacional de Patentes relacionadas con las áreas de interés; se realizaron varias iteraciones con la finalidad de llegar a la estrategia definitiva que permitió la recuperación del universo de información relevante para ser tratado estadísticamente. Para el caso del tratamiento estadístico de los artículos publicados se usó la estrategia de búsqueda en los campos título (TI), abstract (AB), palabras claves y Campo de estudio (ver Tabla 1).

Tabla 1. Estrategias de búsquedas utilizadas.

| Tipo de información | Estrategia utilizada |
|----------------------|--|
| Patentes | (Bioethanol OR "ethyl alcohol")/TI AND (process* OR produc* OR obtain*)/TI, AB, CLMS. OR (IC: C12P7/06 OR C12P7/08 OR C127/12 OR C12P7/14) AND ("Municipal waste*" OR "organic Waste*" OR "municipal solid waste*")/TI, AB, CLMS. Restringido al período 2010:2020 |
| Publicaciones | (Bioethanol OR "ethyl alcohol")/TI AND (process* OR produc* OR obtain*) AND ("Municipal waste*" OR "organic Waste*" OR "municipal solid waste*")/TI, AB, keyword, Field of Study AND (soil OR ground or land)/TI, AB, keyword, Field of Study. Restringido al período 2010:2020 |

Fuente: Elaborado por la autora (2020).

Una vez obtenido el universo de información relevante relacionado con el área de estudio se procedió al tratamiento estadístico, mediante la herramienta *Analysis* disponible en la base de datos Lens.org. En el caso de las patentes se analizaron los siguientes campos: fecha de publicación, solicitante, inventor, país, clasificación internacional de patentes; mientras que en las publicaciones fueron: fecha de publicación, fuente, autor, país y áreas.

En la segunda parte de la metodología se utilizó la técnica de revisión bibliográfica y análisis de contenido para realizar un análisis de detalle del contenido de los documentos de patentes y publicaciones más recientes con la finalidad de determinar las características más relevantes de los procesos y tecnologías, los últimos avances tecnológicos, aspectos ambientales, producción y costos de la tecnología; así como también los retos tecnológicos más importantes en el área de estudio.

INTELIGENCIA TECNOLÓGICA

Para definir el término *inteligencia tecnológica* (IT), es necesario primero, definir lo que significa *vigilancia*. De acuerdo con López, Montes y Vázquez (2007) la palabra *vigilar* significa exploración y búsqueda en el entorno con el objetivo de seleccionar y procesar señales sobre la innovación potencial que pueda generar la empresa. Mientras que para Guzmán y Verstappen (2003), *vigilar* significa observar de cerca una situación o un caso individual para determinar cuál es el procedimiento a seguir. También Palop y Vicente (1999, p.22), definen la *vigilancia* como el

esfuerzo sistemático y organizado por la empresa de observación, captación, análisis, difusión precisa y recuperación de información sobre los hechos del entorno económico, tecnológico, social o comercial, relevantes para la misma por poder implicar una oportunidad o amenaza para ésta.

La importancia de practicar la vigilancia por parte de las empresas se debe al

cada vez más corto ciclo de vida de los productos, junto a otros factores como la creciente complejidad de las tecnologías o la mayor amplitud de los mercados, ello hace necesario llevar a cabo la vigilancia del entorno con la finalidad de identificar aquellos desarrollos de interés directo para la empresa (Hidalgo, León y Pavón, 2002, p.309).

Estos autores también explican que existen diferentes motivos por los cuales las empresas deben practicar la vigilancia, tales como:

conocer el estado del arte en su dominio empresarial, orientar el desarrollo de los nuevos productos, encontrar socios financieros, comerciales o tecnológicos, etc. Todas esas razones se pueden agrupar en cinco categorías como: anticipar (detectar los cambios), reducir riesgos (detectar amenazas), progresar (detectar los desfases), innovar (detectar ideas y nuevas soluciones) y cooperar (conocer nuevos socios) (Hidalgo, León y Pavón, 2002, p.309).

Es así como surge el término vigilancia tecnológica, que ha sido definido por diferentes autores. Algunas de dichas definiciones se presentan en la Tabla 2.

Según lo expresado por Escorsa y Maspon (2001), algunos autores, sobre todo, la escuela anglosajona se refiere a la vigilancia tecnológica como el proceso de IT que va más allá de monitorear el entorno y que, además, permite tomar decisiones estratégicas con la información proveniente del análisis del entorno. Con el pasar del tiempo el término *vigilancia* está siendo sustituido por el término *inteligencia*, aunque ambos términos siguen siendo usados indistintamente. En ese sentido, Escorsa (2007), agrega que la palabra inteligencia tiende a sustituir la de vigilancia debido a que: se le atribuye un carácter más activo, presenta una información más elaborada y mejor preparada para la toma de decisiones, integra los resultados de la vigilancia en diferentes ámbitos (tecnológico, financiero, competitivo y otros) y se usa en el mundo anglosajón.

Tabla 2. Algunas definiciones: vigilancia tecnológica

| Autor | Definición vigilancia tecnológica |
|--------------------------------|--|
| Jakobiak (1992) | Consiste en la observación y el análisis del entorno científico, tecnológico y de los impactos económicos presentes y futuros para identificar las amenazas y oportunidades de desarrollo. |
| Werner y Degoul (1994) | El medio de hacer emerger los elementos estratégicos para la empresa de entre la masa de información disponible. |
| Lesca (1994) | Incluye los esfuerzos que la empresa dedica, los medios de que se dota y las disposiciones que toma con el objetivo de conocer todas las evoluciones y novedades que se producen en los dominios de las técnicas que le conciernen actualmente o son susceptibles de afectarle en el futuro. |
| Martinet y Martí (1995) | Permite a la empresa determinar los sectores de donde vendrán las mayores innovaciones tanto para los procesos como para los productos que tienen incidencia en la empresa. |
| Rouach (1996) | Es el arte de descubrir, recolectar, tratar almacenar informaciones y señales pertinentes, débiles y fuertes, que permitirán orientar el futuro y proteger el presente y futuro de los ataques de la competencia. Transfiere conocimientos del exterior al interior de la empresa. |
| Morcillo (1997) | Analizar el comportamiento innovador de los competidores directos e indirectos, en explorar todas las fuentes de información (libros, literatura gris, oficinas de patentes, etc.), en examinar los productos existentes en el mercado de la tecnología incorporada y en asistir a ferias, congresos para posicionarse respecto de los competidores y tomar así conocimiento de las tecnologías que predominarán en el futuro. |
| Escorsa y Maspon (2007) | Consiste en realizar de manera sistemática la captura, el análisis, la difusión y la explotación de las informaciones técnicas útiles para la supervivencia y el crecimiento de la empresa. Debe alertar sobre toda innovación científica o técnica susceptible de crear oportunidades o amenazas. |

Fuente: Hidalgo, León y Pavón (2002), Morcillo (2007) y Escorsa y Maspon (2007)

Por su parte, Deschamps & Nayak (1995), definen la IT como “la necesidad de evaluar los costos/beneficios de tecnologías actuales y nuevas y prever las futuras discontinuidades tecnológicas”. Escorsa y Maspon (1998), mencionan que la IT se ocupa de tecnologías disponibles o emergentes. Mientras que, López-Ortega, Bautista-Godínez, Briceño-Viloria, & Cárdenas-Espinosa (2001), indican que la IT muestra los cambios más probables en productos y procesos de producción, incluyendo distribución y proveedores. Por su parte, Norling, Herring, Jr., Stellpflug, & Kaufman (2000), definen la IT como la información del negocio relacionada con los desarrollos científicos o tecnológicos externos que pueden afectar la posición competitiva de la empresa.

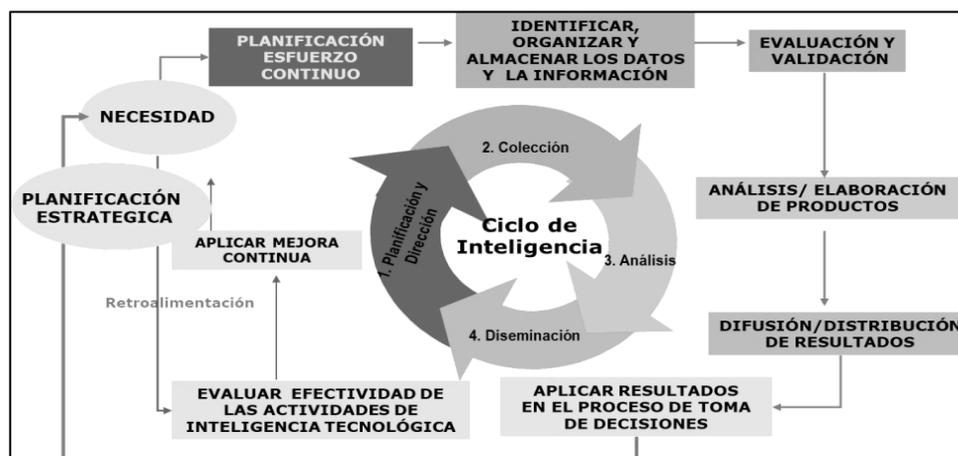
Es importante mencionar que la Norma UNE 166006:2018, Gestión de la I+D+i; sistema de vigilancia e inteligencia, ha evolucionado el concepto de vigilancia, definido en la edición del 2006 como

proceso organizado, selectivo y sistemático, para captar información del exterior y de la propia organización sobre ciencia y tecnología, seleccionarla, analizarla, difundirla y comunicarla, para convertirla en conocimiento con el fin de tomar decisiones con menor riesgo y poder anticiparse a los cambios.

Mientras que en la edición 2011 se incorpora el término inteligencia competitiva y en la más reciente los dos conceptos están unificados. Por otra parte, Murphy (2005), indica que la inteligencia tecnológica es un proceso que consta, principalmente, de cuatro etapas que conforman un ciclo, que se denomina ciclo de inteligencia. Este concepto de ciclo se toma prestado del ciclo de inteligencia utilizado en las esferas militares y políticas. Las etapas del ciclo de inteligencia están conformadas por la planificación, colección, análisis y disseminación de los resultados (Marrero y Aponte, 2002).

Con respecto a las etapas que conforman el ciclo de inteligencia contemplan una serie de actividades con sus respectivos entregables, tal como se observa en la Figura 1. En la primera etapa se lleva a cabo la planificación del esfuerzo continuo que se debe realizar cuando se inicia un proyecto de I+D+i, tomando como entrada al proceso la necesidad respectiva que en el caso de un proyecto de I+D+i involucra el objetivo por el cual se inicia un proyecto de esta naturaleza. En dicha etapa se planifican todos los recursos necesarios para el proyecto; siendo este un esfuerzo continuo en el tiempo debido a que en la medida que avanza en la investigación, se debe ajustar la planificación y los recursos que se requieren en las diferentes etapas del proyecto.

Figura 1. Ciclo de inteligencia tecnológica



Fuente: Marrero y Aponte (2002).

La segunda etapa trata de la construcción de los diferentes bloques de conocimientos involucrados en el desarrollo de un proyecto de investigación. Al respecto, es preciso identificar, organizar y almacenar todos los datos e información relevante relacionada con la investigación que se esté llevando a cabo. Esta etapa implica relacionar el conocimiento explícito con el tácito, y viceversa. En este punto las fuentes de información que utilizan los investigadores participantes en el proyecto de investigación juegan un rol fundamental, ya que estas constituyen el corazón del conocimiento explícito publicado y que conforman el estado del arte.

Con respecto a la etapa de evaluación y validación de la información por parte de los expertos o investigadores del proyecto es primordial, en virtud de que ello le da la confiabilidad, precisión y relevancia a la información obtenida, y al mismo tiempo los usuarios directos de dicha información conocen de primera mano el estado del arte y pueden identificar las posibles brechas en las áreas de conocimiento de su interés. Además, esta conversión de conocimiento del explícito al tácito, y viceversa, es una fuente de actualización y al mismo tiempo de generación de nuevas ideas que retroalimentan el proyecto de investigación, facilitando el logro de resultados exitosos en menor tiempo.

La etapa de difusión y distribución de los resultados obtenidos en un proyecto de I+D+i es una etapa fundamental, ya que dichos resultados deben ser enviados a los entes que toman las decisiones en la organización. En este caso se debe evaluar la continuidad del proyecto en función de los resultados obtenidos y los intereses de la organización. El ciclo de inteligencia termina con la aplicación del

conocimiento obtenido en el proyecto de investigación, aplicando las mejoras correspondientes, que en este caso responden a todo lo relacionado con el avance del proyecto y, en función de ello, se retroalimenta el ciclo de manera oportuna y continua, manteniendo así los flujos de información y conocimiento del proyecto de I+D+i, en continuo movimiento y acción entre todos los participantes del proyecto. En la medida que ocurren los cambios en el entorno que puedan tener un impacto en el proyecto, es necesario evaluarlos y realizar los ajustes correspondientes mediante la toma de decisiones oportunas.

Otro parámetro importante a definir en un proceso de IT son los llamados Factores Críticos de Vigilancia (FCV) también conocidos como factores claves de vigilancia. Estos son definidos como aquellas variables internas o externas que afectan de manera directa y significativa el desempeño y ejecución de los proyectos de I&D. Los factores críticos son la base fundamental para la estrategia de vigilancia tecnológica en Internet, guiarán todo el esfuerzo y atención del sistema de vigilancia (Norma UNE: 2018). Los FCV van cambiando en la medida que se avanza en el proceso de IT. Por ejemplo, en el caso del desarrollo de una tecnología que se rige por la curva S de desarrollo tecnológico (Foster, 1986), la cual comienza con la fase embrionaria (experimentación), crecimiento (desarrollo de prototipos), madurez (desarrollo de aplicaciones comerciales) y obsolescencia (fase donde existen pocas o ninguna oportunidad para mejorar la tecnología), en cada una de dichas fases, los FCV se van definiendo de acuerdo a las necesidades y al avance del desarrollo tecnológico.

DESARROLLO DEL CASO DE ESTUDIO

El caso de estudio utilizado en esta investigación está relacionado con las tecnologías para producir bioetanol a partir de residuos orgánicos municipales. Este estudio surge de un requerimiento de una empresa que ha visto una posibilidad de negocio en la utilización de dichos desechos ya que los mismos representan un problema de salud pública en cualquier país o región y sobre todo en los países en desarrollo, por la poca o mala gestión de dichos desperdicios. En ese sentido, se inicia un proyecto para identificar las tecnologías relacionadas en el área de estudio.

La importancia de aplicar el proceso de IT en este caso, es que la empresa requiere conocer cuál es el panorama tecnológico en esta área y valorar los resultados en función de los intereses de la compañía y las variables más importantes del entorno con la finalidad de tomar la decisión de iniciar un proyecto de investigación y desarrollo de una tecnología en el área que le permita posicionarse en el mercado. Una vez iniciado el proyecto de I+D+i, en el nicho tecnológico que resulte con mejores perspectivas, se continuará con la etapa de sistematización del proceso de IT. Ello permitirá monitorear constantemente el entorno y valorar el impacto de los FCV en las estrategias diseñadas de manera

de tomar las decisiones pertinentes para establecer los ajustes adecuados en el momento oportuno.

En tal sentido, se aplicó el proceso de IT para tener un panorama lo más completo posible sobre las tecnologías para producir bioetanol utilizando residuos orgánicos municipales y dejar establecido el procedimiento sistematizado para monitorear las tecnologías de interés de acuerdo a los resultados obtenidos y los intereses de la organización. Los resultados obtenidos del estudio formaran parte de la información relevante que será considerada por los tomadores de decisiones de la empresa para sustentar las futuras decisiones de la empresa en la materia objeto de estudio.

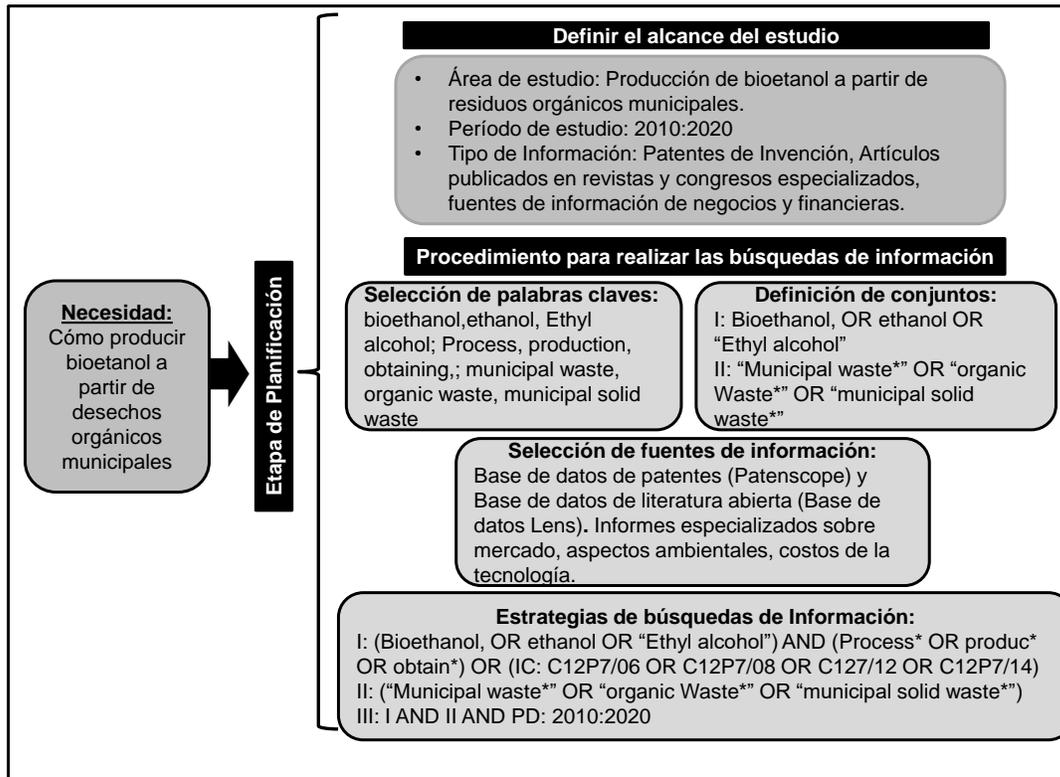
- *Fase de planificación del proceso de IT*

La primera fase del proceso de IT, es la denominada planificación; conformada por la definición de tres aspectos fundamentales: Detectar la necesidad, definir el área de estudio, el alcance del estudio y las estrategias de búsquedas. La necesidad de realizar este estudio se centra en las tecnologías para producir bioetanol a partir de desechos orgánicos municipales. En la Figura 2 se muestra el detalle de cada uno de los aspectos considerados para el caso de estudio de esta investigación.

Como se puede observar en la parte de estrategias de búsquedas se consideró la clasificación internacional de patentes (WIPO, 2020) correspondiente a la tecnología en estudio; en este caso corresponde a las CIP: C12P7/06, obtención de etanol como producto químico y no como bebida alcohólica; C12P7/08, obtención de etanol a partir de desechos o celulosa; C12P7/12, obtención de etanol a partir de sustratos constituidos por licores residuales o desechos agrios; C12P7/14, obtención de etanol mediante fermentación por múltiples etapas. Es importante señalar que para llegar a las estrategias de búsquedas definitivas se realizaron varias aproximaciones con diferentes combinaciones de estrategias de prueba con la finalidad de analizar y validar la pertinencia de la información obtenida de acuerdo al tema de estudio.

El otro parámetro importante que es necesario definir en el estudio son los factores críticos de vigilancia (FCV). En esta fase inicial del estudio los FCV están centrados en: las tecnologías más relevantes para producir el bioetanol y su grado de desarrollo, actores principales, evolución de la tecnología, mercados potenciales, aspectos ambientales, producción y costos de la tecnología.

Figura 2. Etapa de planificación del estudio.



Fuente: Diseñado por la autora (2020).

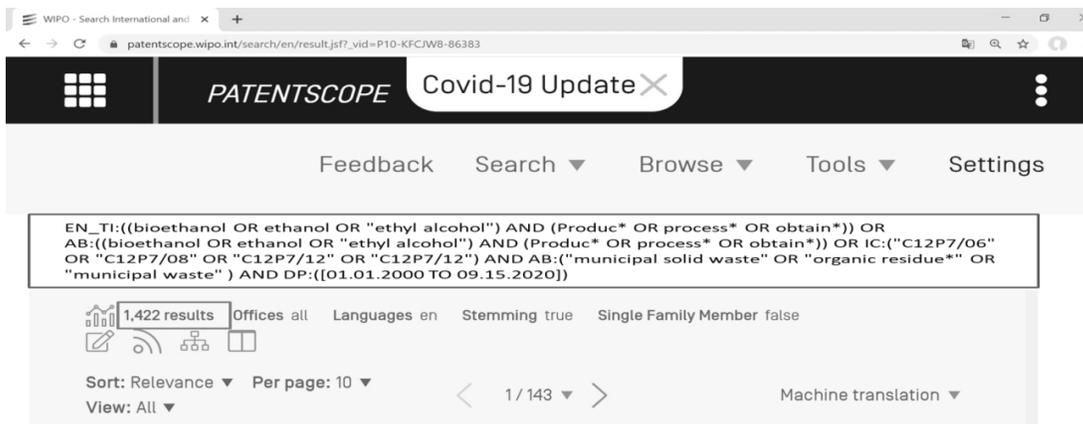
Estos FCV van cambiando en la medida que se avanza en el área de estudio y los mismos están acoplados a la curva S de desarrollado tecnológico. En tal sentido, la empresa interesada, considera sus estrategias y valora los resultados del estudio, de tal manera que los directivos pueden decidir iniciar un proyecto de I+D para desarrollar una tecnología, de existir un nicho tecnológico de interés; o valorar la opción de licenciar una tecnología en lugar de desarrollarla. Los FCV más importantes en este caso de estudio son: las características de las tecnologías y grado de desarrollo, ventajas, desventajas, competidores, patentes otorgadas, presencia en el mercado, producción y aspectos ambientales.

- Fase de colección, procesamiento y validación de la información*

En esta fase se revisa la información obtenida, en función de su pertinencia respecto al tema de estudio. Luego se procede al tratamiento y procesamiento de dicha información, con la finalidad de obtener las diferentes tendencias que permitan visualizar las tecnologías más importantes del área de estudio, así como

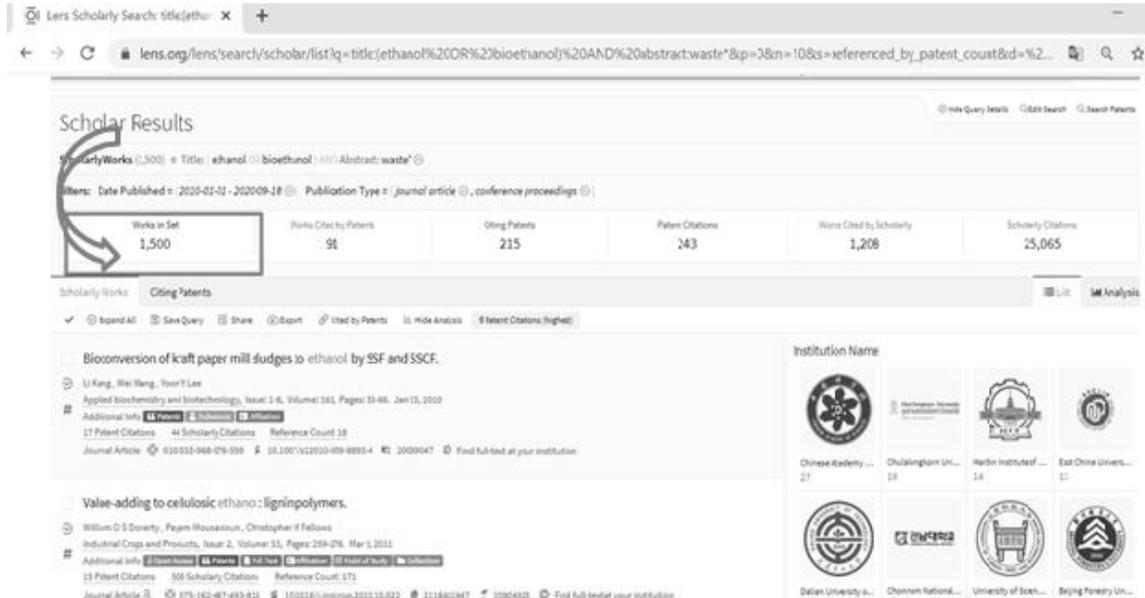
también los principales actores, mercados y la evolución en el tiempo de la tecnología. En la Figura 3 se muestran los resultados obtenidos en la base de datos PatenScope. La ejecución de las estrategias, una vez filtradas haciendo varias pruebas para eliminar posibles inconsistencias, dio como resultado un total de 1422 documentos de patentes publicados. Los resultados (cantidad de documentos obtenidos) de la base de datos Lens (literatura no patentable) se presentan en la Figura 4. Se obtuvo una cantidad de 1500 publicaciones provenientes de artículos de revistas arbitradas y congresos especializados en el periodo 2010:2020.

Figura 3. Resultados de los documentos de patentes recuperados.



Fuente: Base de datos Patentscope (2020)

Figura 4. Publicaciones recuperadas de la base de datos Lens

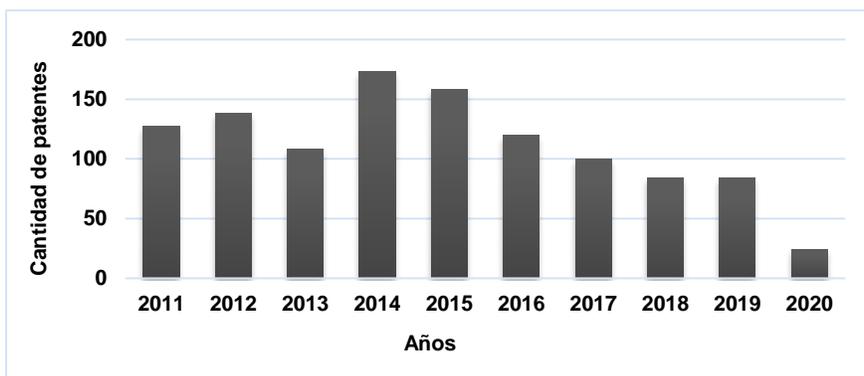


Fuente: Base de datos Lens (2020)

- Fase de presentación de resultados

En esta fase se presentan los resultados más importantes obtenidos del procesamiento estadístico de la información obtenida. En ese sentido, de acuerdo con los resultados obtenidos (ver Gráfico 1) se visualiza una tendencia moderada creciente en los primeros años, mientras que a partir del 2015 presenta una tendencia ligeramente decreciente, sin tomar en cuenta el último año por estar sin culminar. Este resultado muestra que durante los últimos diez años la tecnología en estudio ha mantenido una tendencia de publicación estable, en promedio, en cuanto a documentos de patentes, lo cual indica que aún se continúan haciendo actividades de investigación y desarrollo en el área de estudio.

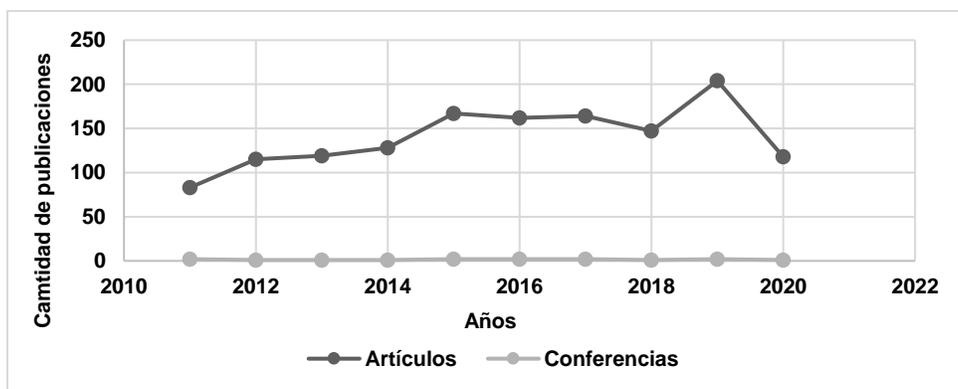
Gráfico 1. Tendencia de publicación de los documentos de patentes



Fuente: Gráfico diseñado a partir de los datos obtenidos de la base de datos Patenscope (2020)

Con respecto a la literatura abierta, la mayoría de las publicaciones se realizan en revistas especializadas. La tendencia que presentan los artículos publicados, es creciente sostenida, lo cual refleja el interés en continuar realizando investigaciones en el área (ver Gráfico 2)

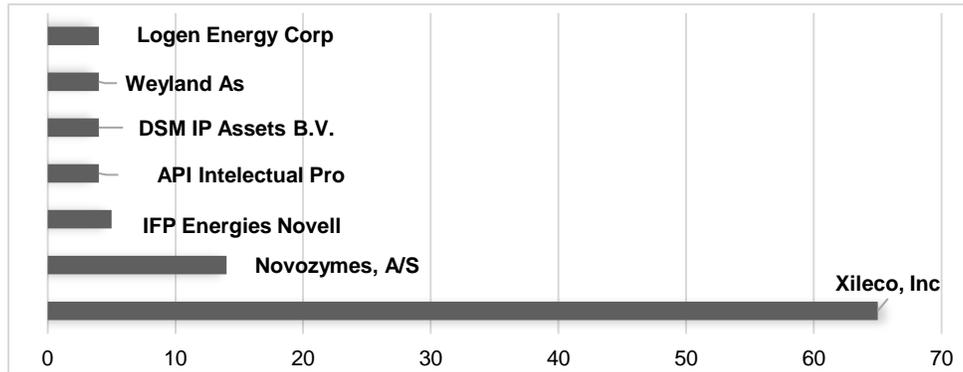
Gráfico 2. Tendencias de publicación de literatura abierta.



Fuente: Gráfico diseñado a partir de los datos obtenidos de la base de datos Lens (2020)

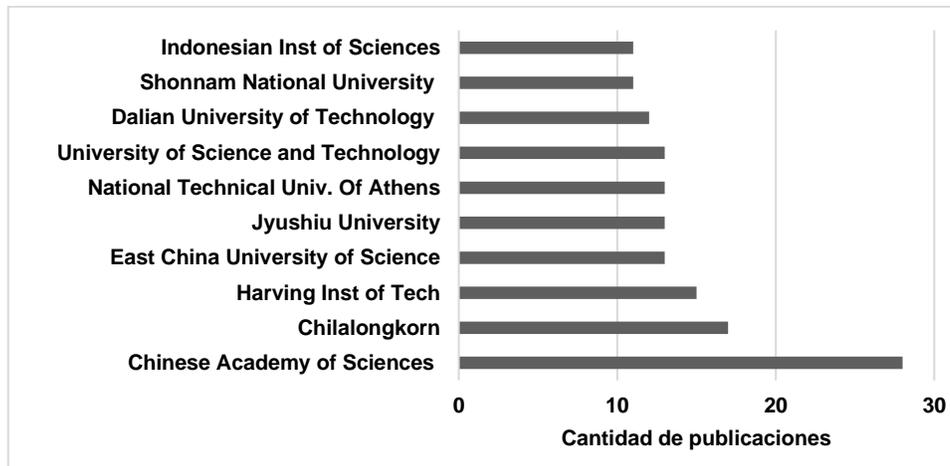
Con relación a los principales actores (compañías y organizaciones en general) que se encuentran activos realizando actividades de I+D, se observa que a nivel de documentos de patentes, la compañía Xyleco, Inc. es la líder en desarrollo de tecnologías en el área ya que presenta la mayor cantidad de documentos de patentes publicados (ver Gráfico 3); mientras que en el caso de las publicaciones, se observa que, en su mayoría, las principales organizaciones que publican son universidades, siendo las universidades chinas las que ocupan los cinco primeros lugares (ver Gráfico 4).

Gráfico 3. Principales líderes tecnológicos en el área.



Fuente: Gráfico diseñado a partir de los datos obtenidos de la base de datos Patenscope (2020)

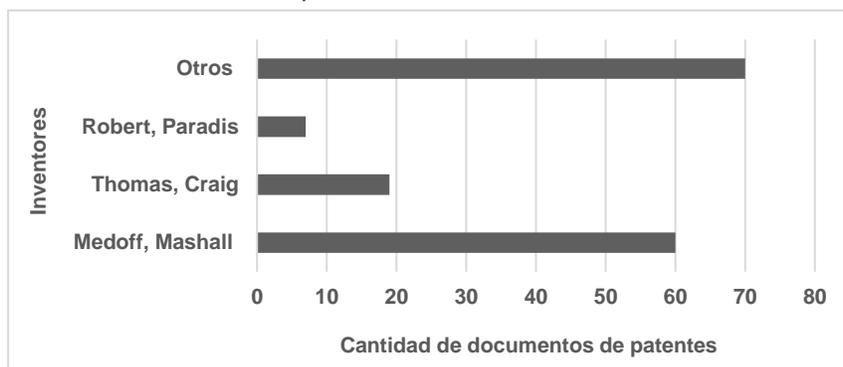
Gráfico 4. Principales universidades que publican en el área.



Fuente: Gráfico diseñado a partir de los datos obtenidos de la base de datos Lens (2020)

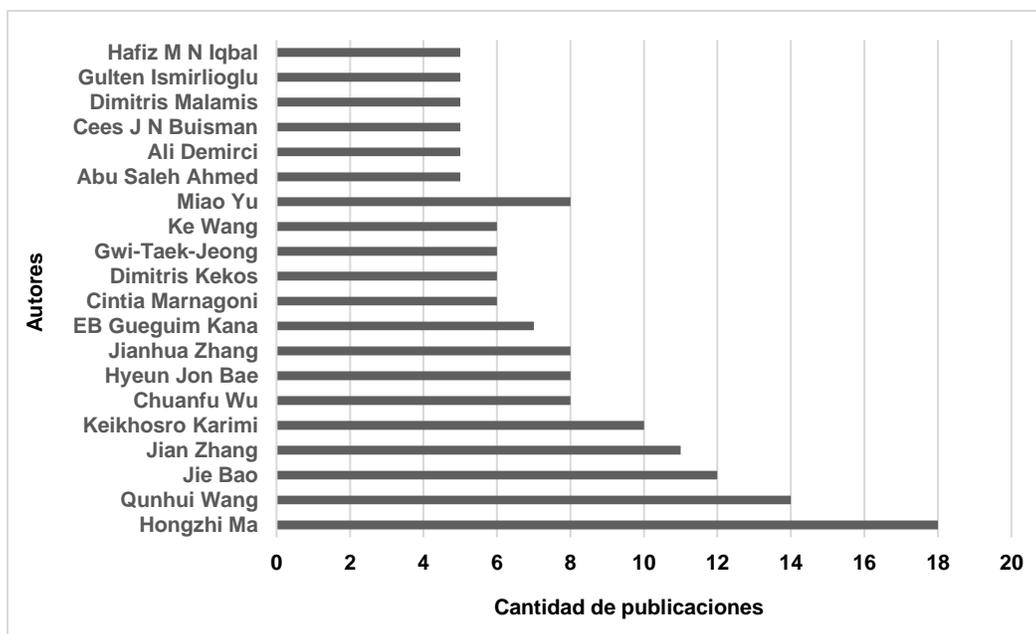
Los principales investigadores que realizan actividades de investigación y desarrollo en el área, en el caso de los documentos de patente figura el inventor Marshall Medoff con la mayor cantidad de patentes publicadas (ver Gráfico 5); mientras que en las publicaciones no patente, los cinco primeros lugares son ocupados por investigadores de nacionalidad china (ver Gráfico 6).

Gráfico 5. Principales inventores en el área de estudio.



Fuente: Gráfico diseñado a partir de los datos obtenidos de la base de datos Patenscope (2020)

Gráfico 6. Principales autores con publicaciones en el área.

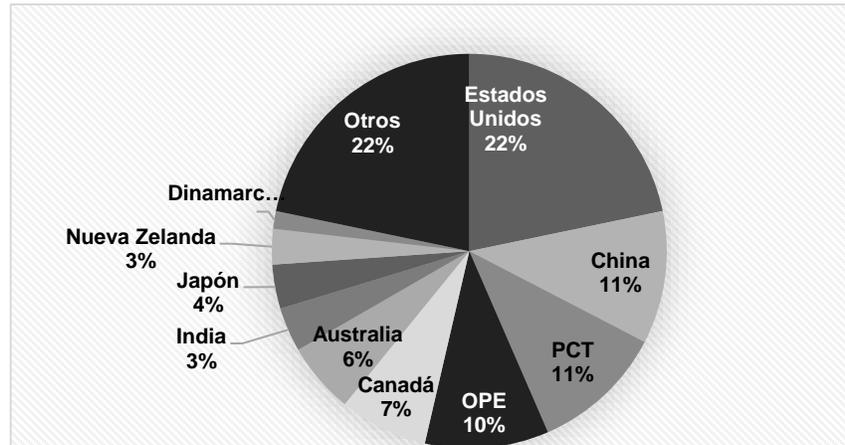


Fuente: Gráfico diseñado a partir de los datos obtenidos de la base de datos Lens (2020)

En cuanto a los países con mayor cantidad de documentos de patentes publicados, lo cual refleja los mercados potenciales, se observa que Estados Unidos ocupa el primer lugar (ver Gráfico 7); mientras que con respecto a las publicaciones, China lidera en este ámbito seguido de Estados Unidos (ver Gráfico 8).

Gráfico 7. Principales mercados potenciales en el área de estudio.

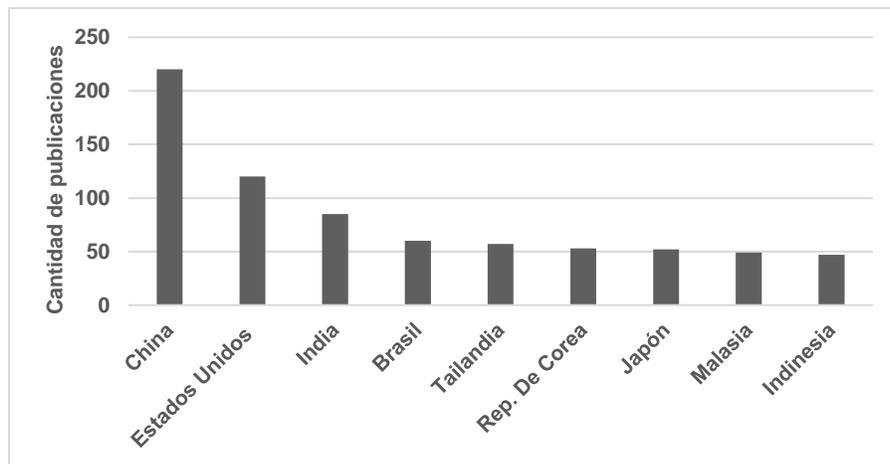
PCT:



Patent Cooperation Treaty. OPE: Oficina de Patentes Europea

Fuente: Gráfico diseñado a partir de los datos obtenidos de la base de datos Patenscope (2020)

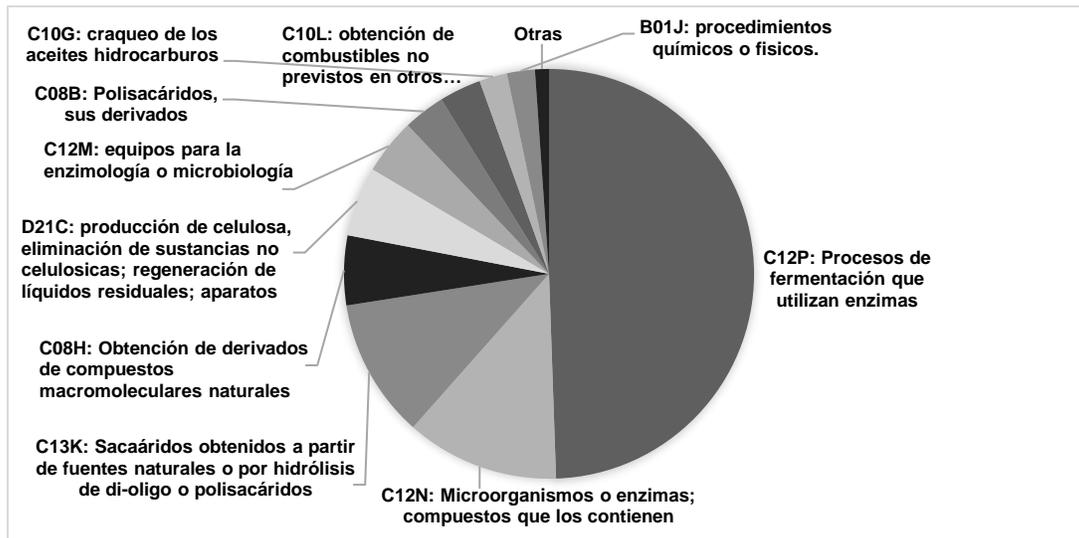
Gráfico 8. Países con mayor cantidad de publicaciones.



Fuente: Gráfico diseñado a partir de los datos obtenidos de la base de datos Lens (2020)

Con relación a las principales áreas de I+D, se observa que a nivel de los procesos generales, cerca del 50% de los documentos de patentes publicados tratan sobre los procesos de fermentación para obtener alcoholes; mientras que el 40% de esos procesos están relacionados con los procesos de pretratamiento de biomasa como materia prima para obtener el bioetanol, seguido por los procesos de hidrolización (ver Gráfico 9).

Gráfico 9. Principales áreas de investigación y desarrollo



Fuente: Gráfico diseñado a partir de los datos obtenidos de la base de datos Patenscope (2020)

En cuanto a las publicaciones se observa la distribución mapeada en el Gráfico 10 donde se visualizan como las principales, la química para obtener los alcoholes, los combustibles y los procesos de fermentación como las más importantes.

El análisis de contenido también permitió dilucidar algunos de los últimos avances tecnológicos (Barampouti, Mai, Malamis, Moustakas & Lousidou (2019). Beyene, Werkneh & Ambaye (2017); Sun, Atiyeh, Huhnke & Tanner (2019); Li, Luo & LU (2017)), que se han desarrollado en el área de estudio tal como se observa en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Últimos avances tecnológicos

| |
|--|
| <ul style="list-style-type: none"> ➤ Procesos para el pretratamiento de la materia prima <ul style="list-style-type: none"> • Aplicación de energía ondulatoria, haz de electrones • Procesos de extracción por tornillo • Utilizando ácidos como el fosfórico ➤ Mejora de las corrientes de proceso mediante separación utilizando electrodiálisis ➤ Preparación de células híbridas para la degradación y conversión de la celulosa; <i>exogluconase 1 of trichoderma reesei</i> ➤ Mejoras en el proceso de fermentación utilizando ácidos o mezclas con sales |
|--|

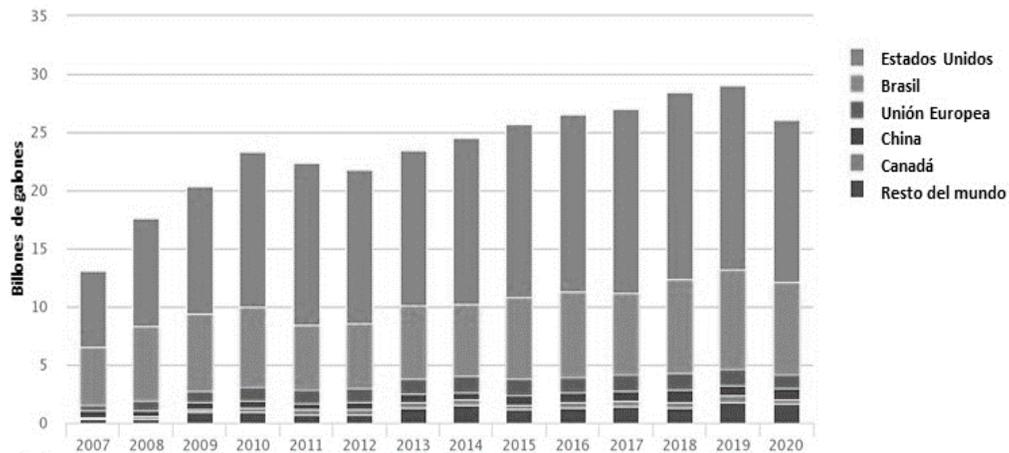
Fuente: Diseñado por la autora (2020).

Se identificaron los principales retos tecnológicos que se presentan en el área, los cuales están concentrados, por una parte, en la vía química, relacionados con: la degradación de la biomasa en el pretratamiento, la reducción del costo de la hidrólisis enzimática, la mejora de la eficiencia de los microorganismos para la co-fermentación de los azúcares hexosa y pentosa (Sharma, Kundu, Basu Shetti, Aminabhavi, (2020); Valta, Papadaskalopoulou, Dimarogona, Topakas (2019); Tsui & Wong, 2019; Achinas & Euverink, 2016). Por otra parte, en la vía termoquímica, retos relacionados con: el desarrollo de catalizadores eficientes para la conversión del gas de síntesis a etanol, el uso de catalizadores homogéneos, los cuales son muy costosos y operan en condiciones muy extremas y en el caso de los catalizadores heterogéneos presentan producción y selectividades muy bajas (DOE, 2020; Kumar, Arunsi, Jenova, & Majid, 2019; Matsakas, Gao, Jansson, Rova, Christakopoulos, 2017; Kang, Qiu, Sun, Zhu, Yang, Yao & Sun, 2019; Reyes, 2015).

También se analizó la información relacionada con la producción de bioetanol y se observa (ver Gráfico 11) que Estados Unidos y Brasil son los principales productores de este biocombustible; en el caso de Estados Unidos el bioetanol es producido, principalmente, a partir del maíz; mientras que en Brasil es producido a partir de caña de azúcar (AFDA, 2020). Con relación a las plantas de producción de bioetanol, en el caso de Estados Unidos, existen un total de 208 plantas

instaladas, con una capacidad de producción total de 17.4 billones de galones por año y hay una planta en construcción (RFA, 2021). Mientras que en Brasil hay 383 plantas instaladas para una capacidad de producción total de 6,96 billones de galones por año (USDA Foreign Agricultural Services, 2020).

Gráfico 11. Producción de etanol por país/región



Fuente: Alternative Fuel Data Center (2020).

Con relación a las emisiones de gases de invernadero, los biocombustibles como el etanol pueden reducir estas emisiones, en promedio, entre un 19% y 48% comparado con la gasolina convencional. Sin embargo, en estudios realizados por el Swiss Federal Laboratories se reportó que las mezclas de etanol E10 y E85 presentan una reducción de más del 95% específicamente en el contenido de material particulado y para el caso de las emisiones de los hidrocarburos aromáticos policíclicos, la mezcla E10 presentó una reducción de estas emisiones entre 67% a 97% y para el E85 fue entre 82% y 96% con respecto a la gasolina convencional (EESI, 2016).

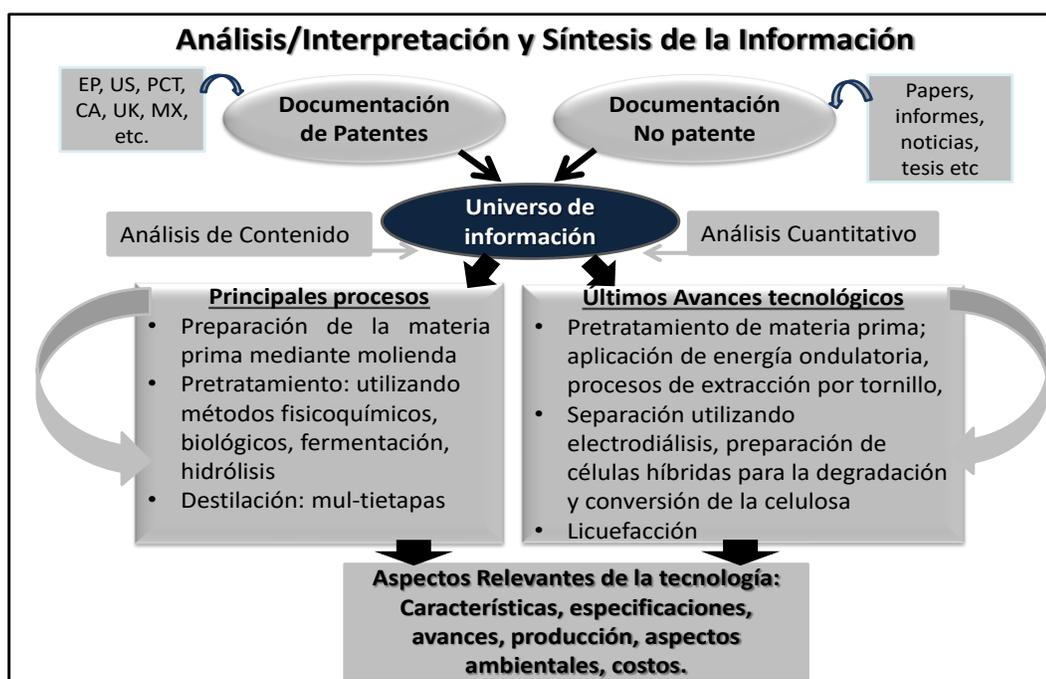
Con respecto a los costos de producción del bioetanol, estos aun representan un desafío ya que el costo para procesar la materia prima y recuperar el producto sigue siendo muy alto y no es competitivo con el de la gasolina convencional. Las actividades de investigación y desarrollo están enfocadas hacia el desarrollo de nuevas rutas tecnológicas que permitan bajar estos costos (Bulkan, Ferreira, Rajendran & Taherzadeh, 2020).

Es importante tener presente que sería necesario realizar un estudio enfocado hacia un análisis económico-financiero considerando las diferentes rutas tecnológicas que existen para producir el bioetanol; ello permitiría tener una visión

completa que en conjunto con un análisis de escenarios tomando en cuenta las diferentes variables que puedan afectar la rentabilidad de cada tecnología se tendría un panorama sobre su factibilidad. También es importante, en función de la ruta de producción que represente mayor interés para el cliente final, evaluar aspectos como: indicadores financieros, posicionamiento de mercado, plantas en operación, licencias otorgadas, entre otros, asociados a los principales competidores que tengan el liderazgo tecnológico y de mercado para la ruta tecnológica seleccionada. Estas variables representarían nuevos FCVs que se tendrían que incorporar para su monitoreo en las fases posteriores del proceso de inteligencia.

En resumen, mediante el análisis cuantitativo y cualitativo (análisis de contenido) de la información publicada en los documentos de patentes y artículos se pudo obtener una visión global de las principales tendencias en cuanto a las tecnologías para producir bioetanol a partir de los desechos sólidos municipales (ver Figura 5).

Figura 5. Resumen del procedimiento para realizar el estudio



Fuente: diseñado por la autora (2021)

- *Fase de divulgación y diseminación de los resultados*

En esta fase del proceso de IT se procede a la divulgación de los resultados obtenidos hacia los niveles de dirección de la organización respectiva, con la finalidad de que dichos resultados apoyen la toma de decisiones estratégicas relacionadas con el área de estudio. Estos resultados son difundidos mediante diferentes tipos de productos informacionales como: presentaciones, informes de investigación o de resúmenes ejecutivos.

Otro aspecto importante del proceso de IT es la aplicación de la mejora continua, en donde además se deben considerar todos aquellos parámetros que hayan sufrido algún cambio. Como actividad final de la primera ejecución del proceso de IT se configura el monitoreo constante y sistemático, que se debe continuar realizando en el área, mediante el diseño de productos informacionales tales como las alertas tecnológicas, con la finalidad de vigilar los cambios del entorno, evaluar su impacto en el área de estudio y tomar las decisiones pertinentes en el momento oportuno por parte de los niveles de dirección respectivos. También es importante mencionar que en la medida que se va avanzando en el desarrollo tecnológico se van diseñando productos informacionales que satisfagan los requerimientos establecidos en función de los objetivos establecidos; como, por ejemplo: estudio de competidores, su presencia en el mercado, fortalezas financieras y tecnológicas y posicionamiento tecnológico; diseño de estrategias de protección de tecnología; entre otros.

CONCLUSIONES

- La etapa de planificación del proceso de IT es fundamental ya que, en la misma, se identifica la necesidad, se define el área de estudio, el alcance, los objetivos, los FCV y todo lo relacionado con los recursos a requerir para garantizar el éxito del proceso.
- Los FCV en el caso de estudio de IT son parámetros que varían con los objetivos del estudio y la etapa de desarrollo de la tecnología en la cual interesa involucrarse.
- La selección de las fuentes de información son un aspecto fundamental ya que las mismas deben ser arbitradas (artículos publicados en revistas, congresos especializados en las áreas de interés), patentes de invención, tesis, publicaciones de organismos nacionales e internacionales.
- La información obtenida de las fuentes de información consultadas (patentes y literatura no patentable, noticias, etc.) debe ser filtrada con la finalidad de validar su relevancia con respecto al tema de estudio, antes de proceder a la aplicación de los métodos cuantitativos para obtener las principales tendencias ya que de lo contrario los resultados no representan las tendencias reales en el área de estudio.
- La aplicación de mejora continua es una etapa fundamental ya que permite introducir las mejoras al proceso, además de que allí quedan establecidos

los nuevos FCV, debido a que se comienza un nuevo ciclo de IT y por lo tanto se requiere especificar con mayor detalle los aspectos claves que caracterizan a la etapa de planificación.

- La selección de los tipos de fuentes de información está asociado al tipo de información que se requiere que una vez procesada, analizada y sintetizada debe dar respuesta a los objetivos planteados.

Desde el punto de vista del caso de estudio se tiene que las principales tendencias observadas son las siguientes:

- Las tecnologías protegidas para producir bioetanol a partir de residuos municipales, en los últimos diez años, presentan una tendencia creciente al inicio, pero luego tiende a estabilizarse. En cuanto a las publicaciones presentan una tendencia creciente sostenida.

- Los principales países que presentan tecnologías patentadas en el área son: Estados Unidos, China, Canadá y Australia, por lo que es un indicador de los mercados potenciales para dichas tecnologías.

- La compañía que presenta el liderazgo en cuanto a protección de tecnologías es Xyleco, Inc.

- China y Estados Unidos son los que presentan la mayor cantidad de publicaciones

- El 60% aproximadamente de las invenciones pertenecen a un solo inventor; mientras que, a nivel de publicaciones, los principales son investigadores chinos.

Del análisis de contenido de la información publicada se concluye que:

- La preparación de la materia prima mediante la reducción de tamaño se realiza a través de la molienda.

- En cuanto al pretratamiento de la materia prima, los métodos más utilizados son los fisicoquímicos o biológicos, así como el tratamiento con vapor, ácidos, álcali o microbios, liberación de azúcares fermentables mediante hidrólisis o sacarificación utilizando enzimas microbiológicas de origen bacteriano o fungicidas.

- Con respecto al proceso de fermentación se lleva a cabo utilizando microorganismos, tales como levaduras, bacterias u hongos y para el caso de destilación se realiza utilizando unidades de destilación multietapas.

- Con respecto a los retos tecnológicos más importantes en el área se pueden mencionar los siguientes: En cuanto a la tecnología química: la degradación de la biomasa en el pretratamiento; la reducción del costo de la hidrólisis enzimática y la mejora de la eficiencia de los microorganismos para la co-fermentación de los azúcares hexosa y

pentosa. En cuanto a la vía termoquímica: El desarrollo de catalizadores eficientes para la conversión del gas de síntesis a etanol y el uso de catalizadores homogéneos que son muy costosos y operan en condiciones muy extremas y los catalizadores heterogéneos presentan producción y selectividades muy bajas.

- Los costos de producción de bioetanol representan uno de los mayores desafíos ya que aún no son muy rentables comparados con los combustibles convencionales.
- En relación con las emisiones de gases de invernadero, el bioetanol presenta una reducción importante de las mismas comparado con los combustibles convencionales.

RECOMENDACIONES

- Realizar varias ejecuciones de las estrategias de búsquedas utilizando las palabras claves y las diferentes combinaciones de campos y operadores que faciliten las bases de datos y así obtener los mejores conjuntos para obtener el universo información relevante para su posterior procesamiento.
- Implementar la etapa de mejora del proceso de IT ya que en la misma se redefinen y ajustan los FCV de acuerdo a los cambios del entorno y los intereses de la organización.
- Sistematizar el proceso de IT para cada proyecto para optimizar los recursos y mejorar los resultados en función del objetivo establecido
- Validar los resultados obtenidos con los expertos en el área antes de diseminar los resultados a los niveles directivos de la organización.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Achinas, S. & Euverink, G. (2016). Consolidated briefing of biochemical ethanol production from lignocellulosic biomass. *Electronic Journal of Biotechnology* N° 23 (2016) 44–53.
- AENOR (2018). *Norma UNE 166006. Gestión de la I+D+i: Sistema de vigilancia e inteligencia*. Madrid. AENOR.
- Alternative Fuel Data Center. *Global ethanol production by country or region*. Recuperado de: <https://afdc.energy.gov/data/10331>
- Azadi, P.; & Kraft, M. (2016). The evolution of the biofuel science. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. November 2016.
- Banco Mundial (2018). *Los desechos 2.0: Un panorama mundial de la gestión de desechos sólidos hasta 2050*. Recuperado de: <https://www.bancomundial.org/es/news/infographic/2018/09/20/what-a-waste-20-a-global-snapshot-of-solid-waste-management-to-2050>.

- Barampouti, E.; Mai, S.; Malamis, D.; Moustakas, K. & Lousidou, M. (2019). Liquid biofuels from the organic fraction of municipal solid waste: A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. V 110, August 2019. 298-314
- Base de datos Lens (2020). *Scholar search*. Recuperado de: <https://www.lens.org/lens/new-search?type=SCHOLAR>
- Base de datos Patenscope (2020). *Field combination*. Recuperado de: <https://patentscope.wipo.int/genesis/en/structuredSearch.jsf>
- Beyene, H.; Werkneh, A. & Ambaye, T. (2017). Current updates on waste to energy technologies: a review. *Renewable Energy Focus*. V24, March (2018).1-11.
- Bulkan, G.; Ferreira, J.; Rajendran, K. & Taherzadeh, M. (2016). *Techno-Economic Analysis of Bioethanol Plant By-Product Valorization: Exploring Market Opportunities with Protein-Rich Fungal Biomass Production*. Recuperado de: <https://www.mdpi.com/2311-5637/6/4/99>
- Deschamps, J. P; & Nayak, P. R. (1995). *Product Juggernauts*. Harvard Business School Press. DOE (2020). Deconstruction & Fractionation. Recuperado de: <https://www.energy.gov/eere/bioenergy/deconstruction-fractionation>
- Escorsa, P. y Maspons, R. (2007), Inteligencia Competitiva y Transferencia de Tecnologías: Reflexiones para el Desarrollo de la Relación Universidad – Empresa. OEI, Recuperado de: <http://www.oei.es/salactsi/pere2.pdf>
- Escorsa, P. y Maspon, R. (2001). *De la vigilancia tecnológica a la inteligencia competitiva*. España: Pearson Educación, S.A.
- Escorsa, P; Maspons, R. (1998). *La vigilancia tecnológica en la empresa*. España: UPC
- EESI (2016). *Ethanol Reduces a Variety of Harmful Emissions, New Study Finds*. Recuperado de: <https://www.eesi.org/articles/view/ethanol-reduces-a-variety-of-harmful-emissions-new-study-finds>
- Foster, R. (1986). *Innovation: the attackers advantage*. Nueva York: Summit.
- Guzmán, M., y Verstappen, B. (2003). *¿Qué es la vigilancia de los derechos humanos?* Suiza: HURIDOCS. Recuperado de: https://www.iidh.ed.cr/multic/UserFiles/Biblioteca/IIDH/11_2011/fbc43173-8b82-4733-b08b-9f0ba269418a.pdf
- Hamad, T.; Agll, A.; Hamad, Y.; & Sheffield, J. (2014). Solid waste as renewable source of energy: current and future possibility in Libya. *Case Studies in Thermal Engineering* N°4 (2014)144–152.
- Hidalgo, A.; León, G. y Pavón, J. (2002). *La gestión de innovación y la tecnología en las organizaciones*. Madrid: Pirámide.

- Ifeanyichukwu, E. (2020). *Bioethanol production: An overview*. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/348224158_Bioethanol_Production_An_Overview
- Kang, K.; Qiu, L.; Sun, Q.; Zhu, M.; Yang, X.; Yao, Y. & Sun, R. (2019). Codensification technology as a critical strategy for energy recovery from biomass and other resources - A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. V 116, December 2019
- Kumar, C.; Arunsi, M.; Jenova, R. & Majid, M. (2019). Sustainable Waste Management Through Waste to Energy Technologies in India-Opportunities and Environmental Impacts. *International Journal of Renewable Energy Research*. Vol.9, No.1, March, 2019.
- Li, M. Luo, N. & LU, y. (2017). Biomass Energy Technological Paradigm (BETP): Trends in This Sector. *Sustainability*. 9, 517.
- López-Ortega, E; Bautista-Godínez, T; Briceño-Viloria, S; Cárdenas-Espinosa, R. (2001). Sistema de Inteligencia Tecnológica, el caso del área de catálisis FCC en la refinación del petróleo. *RECITEC*, Recife, Vol. 5, No 2, Pág. 187-198.
- López, N., Montes, J., y Vázquez, C. (2007). *Cómo gestionan la innovación en las PYMES*. Coruña: Gesbiblo, S.L. Recuperado de: [https://books.google.com.mx/books?id=oGJTfQh6QHUC&printsec=frontcover&dq=L%C3%B3pez,+N.,+Montes,+J.,+y+V%C3%A1zquez,+C.+\(2007\).+C%C3%B3mo+gestionan+la+innovaci%C3%B3n+en+las+PYMES.+Espa%C3%B1a&hl=en&sa=X&ved=0ahUKEwj7N_5xc_ZAHUBG6wKHQIkD-MQ6AEIJzAA#v=onepage&q&f=false](https://books.google.com.mx/books?id=oGJTfQh6QHUC&printsec=frontcover&dq=L%C3%B3pez,+N.,+Montes,+J.,+y+V%C3%A1zquez,+C.+(2007).+C%C3%B3mo+gestionan+la+innovaci%C3%B3n+en+las+PYMES.+Espa%C3%B1a&hl=en&sa=X&ved=0ahUKEwj7N_5xc_ZAHUBG6wKHQIkD-MQ6AEIJzAA#v=onepage&q&f=false)
- Marrero, C. y Aponte, G. (2002). *Inteligencia Tecnológica Competitiva: Proceso Clave para la Toma de Decisiones*. XV Aniversario del Consejo de Computación Académica. Mérida. Venezuela
- Matsakas, L.; Gao, Q.; Jansson, S.; Rova, U. & Christakopoulos, P. (2017). Green conversion of municipal solid wastes into fuels and chemicals. *Electronic Journal of Biotechnology*. V 26 (2017). 69-83.
- Morcillo, P. (2007). *Cultura e innovación empresarial*. Thomsom Editores. España
- Monroy, A.; NARVÁEZ, R.; VERA, B. y BAUTISTA, L. (2017). Generación de bioetanol como combustible alternativo a partir de compuestos lignocelulósicos a nivel laboratorio. *Revista de Energía Química y Física*. Vol.4 No.13 49-57.
- Muktham, R.; Suresh, K. Bhargava, S.; Bankupalli, S. & Ball1, A., (2016). A Review of 1st and 2nd Generation Bioethanol Production-Recent Progress. *Journal of Sustainable Bioenergy Systems*, 2016, 6, 72-92.
- Murphy, C. (2005). *Competitive Intelligence*. United States of America: Gower Publishing Limited. Burlington.

- Norling, P. M; Herring, J. P; Jr, R. W; Stellpflug, M. J; Kaufman, S. B. (2000). Putting Competitive Technology Intelligence to Work. *Research z Technology Management*, 23-28.
- Palop, F., y Vicente, J. (febrero de 1999). *Vigilancia Tecnológica e Inteligencia Competitiva su potencial para la empresa española*. Valencia: COTEC. Recuperado de: http://informecotec.es/media/15_Est15_Vig_Tec_Intelg_Competiti.pdf
- Renewable Fuels Association (2021). *Ethanol industry outlook*. Recuperado de https://ethanolrfa.org/wp-content/uploads/2021/02/RFA_Outlook_2021_fin_low.pdf
- Reyes, C. (2015). *Estudio técnico-económico y análisis de ciclo de vida de la producción de etanol a partir de biomasa lignocelulósica por la vía termoquímica*. Tesis doctoral. Ingeniería Química. Universidad de Sevilla.
- Rocha–Meneses, Raud, Orupöld & Kikas (2017). Second-generation bioethanol production: A review of strategies for waste valorisation. *Agronomy Research* 15(3), 830–847.
- Sharma, S.; Kundu, A.; Basu, S.; Shetti, N. & Aminabhavi, T. (2020). Sustainable environmental management and related biofuel technologies. *Journal of Environmental Management*. V 273, N°1 November 2020.
- Sun, X.; Atiyeh, H.; Huhnke, R. & Tanner, R. (2019) Syngas fermentation process development for production of biofuels and chemicals: A review. *Bioresource Technology Reports*. V 7, September 2019.
- Taylor, L. (2014). *Outlook for 2nd and 3rd Generation Biofuels: Where we are and where are we going?* National Renewable Energy Laboratory. Recuperado de: <https://www.nist.gov/system/files/documents/iaao/LarryTaylor.pdf>
- Tsui, T. & Wong, J. (2019). A critical review: emerging bioeconomy and waste-to-energy technologies for sustainable municipal solid waste management. *Waste Disposal & Sustainable Energy* (2019) 1:151–167. USDA Foreign Agricultural Service (2020). Recuperado de: https://apps.fas.usda.gov/newgainapi/api/Report/DownloadReportByFileName?fileName=Biofuels%20Annual_Sao%20Paulo%20ATO_Brazil_08-03-2020
- Valta, K.; Papadaskalopoulou, C.; Dimarogona, M. & Topakas, E. (2019). Bioethanol World Energy Council (2016). *World Energy Resources: Waste to Energy: 2016. from Waste – Prospects and Challenges of Current and Emerging Technologies*. John Wiley & Sons Ltd. Recuperado de: https://smartnet.niua.org/sites/default/files/resources/weresources_waste_to_energy_2016.pdf

WIPO (2020). *Clasificación Internacional de Patentes*. Recuperado de: <http://pubcip.oepm.es/classifications/ipc/ipcpub/?notion=scheme&version=20200101&symbol=C12P&menulang=es&lang=es&viewmode=f&fipcpc=no&showdeleted=yes&indexes=no&headings=yes¬es=yes&direction=o2n&initial=A&cwid=none&tree=no&searchmode=smart>.

Zhao, J.; Xu, Y.; Wang, W.; Griffin, J.; Roozeboom, K.; Wang, D. (2020). Bioconversion of industrial hemp biomass for bioethanol production: A review. *Fuel*. V 281, N°1, diciembre 2020.