

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA E INGENIERÍA DE ALIMENTOS



DESARROLLO DE BIODIESEL
A PARTIR DE ACEITE RECICLADO DE FRITURAS

PRESENTADO POR:
MÉNDEZ MEDINA, FERNANDO ENRIQUE

PARA OPTAR AL TÍTULO DE:
INGENIERO QUÍMICO

Ciudad Universitaria, Enero de 2022

RECTOR:

MSC. ROGER ARMANDO ARIAS ALVARADO

SECRETARIO GENERAL:

ING. FRANCISCO ANTONIO ALARCÓN SANDOVAL

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

DECANO:

DR. EDGAR ARMANDO PEÑA FIGUEROA

SECRETARIO:

ING. JULIO ALBERTO PORTILLO

ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA E INGENIERÍA DE ALIMENTOS

DIRECTORA:

INGA. SARA ELISABETH ORELLANA BERRÍOS

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA E INGENIERÍA DE ALIMENTOS

Trabajo de graduación previo a obtener el título de:
INGENIERO QUÍMICO

Título:

**DESARROLLO DE BIODIESEL
A PARTIR DE ACEITE RECICLADO DE FRITURAS**

Presentado por:

MÉNDEZ MEDINA, FERNANDO ENRIQUE

Trabajo de graduación aprobado por:

Docente Asesor:

ING. JAIR EDGARDO HERRERA REYNA

SAN SALVADOR, ENERO DE 2022

Trabajo de graduación aprobado por:

Docente Asesor:

ING. JAIR EDGARDO HERRERA REYNA

Agradecimientos.

Agradezco primero a Dios por permitirme llegar a esta etapa de la carrera en la que estoy a punto de finalizar el trabajo de graduación para conseguir el título por el que se ha trabajado durante tanto tiempo.

Como segundo bastión para llegar a este logro he tenido el apoyo de mi familia, principalmente de mis padres que con muchos esfuerzos me han garantizado los recursos necesarios para poder llegar hasta esta etapa de mi formación.

Otro de los factores sin los cuales no me encontraría en esta situación son mis profesores, tanto los formadores de kínder, primaria y secundaria que apoyaron y guiaron en la formación de carácter, a los de bachillerato que empezaron a prepararme para la etapa universitaria, fortaleciendo las herramientas de investigación para autocompletar los contenidos impartidos en clase. Por último, agradezco especialmente a todos mis profesores universitarios, quienes siempre fueron una guía en mi formación para adquirir los conocimientos básicos para desempeñarme en el ámbito laboral, siempre otorgaron buenos consejos sobre fuentes para complementar los contenidos expuestos inicialmente en clases.

Una mención especial para los asesores en este curso de especialización, quienes en poco tiempo han transmitido todos los conocimientos que han ido adquiriendo durante sus experiencias en la industria y el comercio.

A mis compañeros y amigos agradezco su apoyo, sus préstamos de material bibliográfico, explicaciones, desvelos juntos, desahogos en momentos difíciles acaecidos durante la carrera.

Resumen.

El presente documento contiene el marco referencial para ejecutar el proyecto de investigación, innovación y desarrollo de biodiesel a partir de aceite de fritura reciclado, definiendo y exponiendo las herramientas utilizadas durante el proyecto.

También contiene la descripción de los pasos ejecutados para la realización de este proyecto, aplicando las herramientas descritas teóricamente en el marco teórico.

Todo el proyecto se documentó en conformidad con la Norma UNE 166001 y 166002, para tener claros los requisitos básicos para documentar, presentar y resumir el trabajo hecho en el proyecto.

Para el proceso de diseño se utilizó la herramienta del “Design Thinking (Pensamiento de diseño. DT)” con todas sus etapas, que sirvió de guía para encaminar el proceso creativo hacia un diseño con posibilidades mayores de éxito al llevarlo al mercado. Este proceso constó de:

- a) Empatizar con el cliente potencial.
- b) Definir las necesidades a satisfacer.
- c) Idear la forma en que solventaremos las necesidades definidas.
- d) Prototipar el producto para poder exponer el diseño de forma gráfica.
- e) Testear el prototipo desarrollado para evaluar la satisfacción generada por el mismo.

Para la etapa de planteamiento del modelo de negocios, se hizo uso de la herramienta de “Business Model Canvas (Plantilla de modelo de negocios. BMC)”, el cuál resume de forma eficiente los aspectos vitales de un negocio que se dedique a la producción y comercialización de este producto. Para fortalecer estas etapas, se tuvo una visita a Innova Lab de Ternova, quienes nos dieron la oportunidad de acceder a sus instalaciones y una pequeña asesoría para el planteamiento del modelo de negocios.

Para controlar el proyecto se usó la herramienta de A3 de Toyota, como herramienta gerencial para tener definidas las actividades y tiempos que requieren el proyecto, así como darle seguimiento y verificar la ejecución de las mismas.

Contenido

Resumen.....	6
Introducción.....	1
1. Capítulo 1: Marco Contextual Referencial.....	2
1.1 Objetivo general.....	2
1.2 Objetivos específicos.....	2
1.3 Justificación.....	3
1.4 Beneficios esperados.....	4
1.5 Delimitación y limitaciones de investigación.....	5
1.5.1 Limitación y posibles riesgos en el proyecto.....	5
1.6 Antecedentes.....	6
1.6.1 Producción de Biodiesel.....	6
1.6.2 Materias primas más utilizadas.....	7
Capítulo 2: Marco Teórico.....	8
2.1 Pensamiento de Diseño (Design Thinking).....	8
2.1.1 Historia.....	8
2.1.2 Concepto.....	8
2.1.3 Etapas.....	10
2.2 Plantilla de Modelo de Negocios (Business Model Canvas).....	13
2.2.1 Segmento de mercado.....	14
2.2.2 Propositiones de valor.....	15
2.2.3 Canales.....	15
2.2.4 Relaciones con clientes.....	16
2.2.5 Fuentes de ingreso.....	16
2.2.6 Recursos clave.....	17
2.2.7 Actividades claves.....	18
2.2.8 Sociedades claves.....	19
2.2.9 Estructura de costos.....	19
2.3 Informe A3 de Toyota.....	19
2.3.1 Definición del problema.....	21
2.3.2 Situación actual.....	21
2.3.3 Análisis de las causas.....	22
2.3.4 Situación objetivo.....	22

2.3.5 Plan de Acción	22
2.3.6 Seguimiento.....	22
2.3.7 Resultados.....	22
2.4 Producción de Biodiesel.	22
2.4.1 Reacción de transesterificación de triglicéridos.	22
Capítulo 3: Metodología y Resultados.	26
3.1 Pensamiento de Diseño (Design Thinking).	26
3.1.1 Empatizar.....	26
3.1.2 Definir.	26
3.1.3 Idear.....	26
3.1.4 Elaboración de Prototipos.....	26
3.1.5 Evaluación del prototipo.	30
3.2 Plantilla de Modelo de Negocios (Business Model Canvas).	30
3.3 A3 de Toyota.	31
3.4 Resultados.....	32
3.4.1 Caracterización de materia prima.....	33
3.4.2 Caracterización del biodiesel.....	34
3.4.3 Evaluación del producto.	35
3.4.4 Plantilla de Modelo de Negocios (Business Model Canvas).	35
3.4.5 Diseño básico de planta de producción.....	36
3.4.6 A3 de Toyota.....	37
4. Conclusiones y Recomendaciones.....	40
4.1 Conclusiones.....	40
4.2 Recomendaciones.....	43
Anexos	45
Anexo A. Memoria de trabajo.....	46
Anexo B Tabla de resultados de pruebas del biodiesel por parte de usuarios.	55
Bibliografía.....	57

Índice de Figuras.

Figura 2.1	Plantilla del BMC con todos sus bloques	14
Figura 2.2	Secciones del informe A3 y sus ubicaciones dentro de la hoja.	21
Figura 2.3	Ilustración de la reacción de Transesterificación	23
Figura 2.4	Mecanismo de la reacción de transesterificación	24
Figura 3.1	Flujograma de proceso de producción de biodiesel que se usará	29
Figura 3.1	Mapa de empatía elaborado a partir de las entrevistas realizadas	32
Figura 3.3	BMC elaborado para el proyecto de elaboración de biodiesel a partir de aceite de fritura reciclado	35
Figura 3.4	Diseño de procesos propuesto para la producción de biodiesel a partir de aceite de fritura reciclado	36
Figura 3.5	Diseño de planta propuesto para escalar el proceso de producción de biodiesel a partir de aceite reciclado de fritura	37
Figura 3.6	Herramienta A3 del primer período del proyecto	38
Figura 3.7	Herramienta A3 del segundo período del proyecto	39

Índice de Tablas.

Tabla 3.1	Valores medidos de la densidad del aceite a usar como materia prima	33
Tabla 3.2	Valores medidos del porcentaje de humedad del aceite usado como materia prima	33
Tabla 3.3	Resultados acidez de aceite	33
Tabla 3.4	Valores medidos de humedad del biodiesel producido	34
Tabla 3.5	Resultados medidos de la densidad del biodiesel producido	34
Tabla 3.6	Valores calculados de rendimiento de producción de biodiesel, en base a volumen de biodiesel producido entre volumen de aceite usado	34

Introducción.

Este proyecto de investigación, innovación y desarrollo tiene por objeto el desarrollo de biodiesel, tomando en cuenta los mercados que puedan estar abiertos a la utilización del mismo, identificando las necesidades no satisfechas o que pueden mejorarse para aportar una mayor satisfacción a los clientes potenciales respecto al estado actual de los mismos.

La documentación ejecución estará estructurada según lo definido por la guía del proceso creativo del DT., junto con la definición de un modelo de negocio según lineamientos del BMC.

A partir de la concepción de la idea creativa, se desarrollará investigación bibliográfica y de mercados para poder determinar la factibilidad técnica y económica del proyecto, a partir de ahí se desarrollará un prototipo básico para evaluar las características y expectativas a cubrir para luego desarrollar un modelo detallado y presentar el mismo para ser evaluado por paneles conformados por personas externas y/o internas y someter el proyecto a aprobación por los ya mencionados paneles.

En el documento podemos identificar inicialmente una investigación bibliográfica acerca de los modelos usados como es el DT y el BMC, así como también acerca de la producción de biodiesel a partir de aceites vegetales.

Posterior a la investigación bibliográfica, se procederá a exponer la metodología usada tanto para la aplicación del modelo de DT como la producción propiamente dicha del biodiesel a escala de laboratorio (prototipo).

Por último se darán a conocer los resultados obtenidos durante el proyecto de investigación, y se hará una propuesta básica de diseño de planta de producción de Biodiesel a partir de aceite vegetal.

1. Capítulo 1: Marco Contextual Referencial.

1.1 Objetivo general.

Aplicar de manera satisfactoria el modelo del DT en el proyecto de Innovación y desarrollo, hasta conseguir al menos un prototipo funcional del producto, con propiedades semejantes a las características de combustibles alternativos que se cumplen en países donde sí se comercializan estos.

1.2 Objetivos específicos.

Ejecutar y documentar el proyecto del trabajo de grado en un periodo máximo de nueve meses, cumpliendo con la planificación definida en este documento, tanto en resultados como en tiempos.

Determinar el biocombustible alrededor del cual haya mayor oportunidad de montar un modelo de negocio exitoso.

Desarrollar procedimientos para la fabricación del producto, definiendo los parámetros básicos de las etapas de producción.

1.3 Justificación.

En un entorno global donde cada vez se avanza más hacia la reducción en el uso de combustibles fósiles, los biocombustibles están tomando auge, y se está haciendo más común la utilización de los mismos, en algunos casos puros y en otros en mezcla con los combustibles equivalentes tradicionales.

Los biocombustibles han demostrado tener un menor impacto medioambiental en su uso respecto a sus equivalentes fósiles, lo que también ayuda a cumplir con compromisos internacionales adquiridos en convenciones medioambientales, y esta es otra de las razones por las que poco a poco estos combustibles están abriéndose una brecha importante en el mercado de la energía a nivel global, y aunque culturalmente no se encuentran en la posición predilecta del usuario convencional, los avances indican que poco a poco van escalando posiciones en la percepción del público común.

Actualmente en el entorno nacional no se cuenta con una alternativa real a los combustibles fósiles, por lo que nuestro mercado de combustibles es totalmente dependiente del mercado internacional y tenemos cero capacidad de decisión referente a este ámbito.

Además de esto, también tenemos una pobre cultura de innovación y desarrollo en el campo energético, existiendo realmente pocos registros sobre proyectos de desarrollo de productos o procedimientos que puedan servir de punto de partida para la inclusión del mercado nacional en este campo tan amplio y con tanto potencial.

Debido a estas razones, consideramos que es importante y adecuado asignar recursos y esfuerzos al presente proyecto, para que el mismo pueda servir como las bases para estudios y desarrollos posteriores que puedan llegar a concretar una industria nacional de producción de combustibles.

1.4 Beneficios esperados.

- I. Impactar en la capacidad de producción de combustibles propios en El Salvador, teniendo un mayor control y participación en el manejo de precios de los mismos.
- II. Generar conocimiento técnico acerca de la producción de combustibles.
- III. Ayuda al medio ambiente a partir de la reutilización de desechos de industrias y/o servicios que actualmente están siendo desaprovechados.
- IV. Desarrollar una guía, basada en normativas aceptadas internacionalmente, para desarrollar proyectos de índole de investigación, innovación y desarrollo en El Salvador.
- V. Colaborar con la EIQA con la implementación, validación y evaluación del nuevo modelo de trabajo de grado para egresados.
- VI. Desarrollo de un procedimiento detallado y probado a escala de laboratorio, para la producción de biocombustibles en El Salvador, que pueda usarse como punto de partida para la elaboración de un proyecto más grande encaminado a esta finalidad.
- VII. La determinación de parámetros principales tales como temperaturas, tiempos, concentraciones de materia prima, etc, para obtener un biocombustible de buena calidad.
- VIII. Desarrollo de un ejemplo de aplicación de herramientas como el DT y el BMC en un proyecto de Investigación Innovación y Desarrollo, específicamente para la industria Química.

1.5 Delimitación y limitaciones de investigación.

El proyecto de innovación se desarrollará en un período comprendido entre febrero y noviembre de 2021, en el área de Santa Ana y San Salvador.

1.5.1 Limitación y posibles riesgos en el proyecto.

Los principales riesgos inherentes al proyecto y al entorno actual de nuestro país son los siguientes:

Posible repunte de pandemia: En la actualidad hay una incertidumbre significativa en cuanto al aspecto sanitario, ya que una posible nueva cuarentena dificulta las reuniones tanto del grupo como con los asesores, además de dificultar la adquisición de materias primas para elaborar los prototipos así como los “focus group (grupo focal)” planteados en la planificación.

Un posible camino a seguir en este caso sería la reunión con el grupo y con los asesores mediante canales virtuales, así como realizar los grupos focales de esta forma, con respecto a la materia prima una probable solución sea acogerse a plataformas de .

Precios cambiantes: En el ámbito económico siempre se encuentra la amenaza de mercados cambiantes donde los precios de las materias primas no son fijos, esto puede encarecer el proyecto.

Para contrarrestar este riesgo no es mucho lo que se puede hacer, más que hacer un buen presupuesto sobre el consumo de las materias, y aquellas que no tengan caducidad rápido comprarlas en su totalidad de una vez.

Difícil acceso a materia prima: En estos casos donde la materia prima proviene de residuos de algunas otras industrias, en ocasiones es complicado poder abastecerse de los mismos debido a los procesos que deben seguir las instituciones para la deposición de sus residuos.

1.6 Antecedentes.

Actualmente alrededor del mundo se están haciendo estudios y desarrollando tecnologías para la producción de combustibles a partir de desechos ya sea urbanos o de industrias específicas, en un intento claro por la producción más eficiente y menos dañina para el medio ambiente de energías.

Dentro de los combustibles que actualmente se están haciendo estudios o incluso produciendo a partir de residuos se encuentran: Biogás, Bioetanol, Biodiesel, etc.

1.6.1 Producción de Biodiesel.

El biodiesel es un biocombustible líquido que se genera a partir del proceso de transesterificación de lípidos naturales (aceites vegetales o grasas animales) que puede usarse como sustituto o como complemento para el combustible diésel que tiene su origen en combustibles fósiles, petróleo específicamente, reduciendo en manera significativa los gases de combustión y así la contaminación por el uso del combustible antes mencionado.

La producción de biodiesel se puede llevar a cabo a través de cuatro mecanismos:

Transesterificación en régimen discontinuo: se trata del método más sencillo por el que se produce biodiesel. Tiene lugar en reactores con agitación, en los que las temperaturas del proceso más habituales son 65 °C, aunque también se puede llevar a cabo desde los 25 °C hasta los 85 °C.

Transesterificación en régimen continuo: se pueden emplear reactores del tipo “tanque agitado”, que permiten mayores tiempos de residencia y mejoran los resultados finales de la reacción. Es preciso que se tenga una mezcla lo más adecuada posible, para que así la composición en el reactor sea constante.

Esterificación: en el caso de suministros de aceites con hasta un 30% de ácidos grasos libres, el proceso más común de tratamiento es la esterificación con un catalizador ácido del tipo ácido sulfúrico, de tal manera que se puede reducir el porcentaje anteriormente mencionado hasta el 1%.

Proceso combinado de esterificación-transesterificación: consiste en refinar los ácidos grasos mediante la adición del catalizador ácido, de tal manera que el

producto resultante se separa mediante centrifugación. Los aceites que se han refinado son secados y se someten posteriormente a transesterificación.

1.6.2 Materias primas más utilizadas.

Actualmente, aunque en el país no se produce biodiesel, sí se produce en otros países, y en estos se cuenta con algunas materias primas más comunes en su utilización, y aunque la base y la lógica es la misma, se obtienen resultados distintos con distintas materias primas. A continuación presentamos un listado de las materias primas utilizadas más comúnmente.

Aceite de soja. En norte y sur américa es esta la materia que más se usa para la producción de biodiesel.

Aceite de maíz.

Aceite de algodón.

Aceite de maní.

Aceite de palma. Este es el aceite que más se usa en Centroamérica para la producción de biodiesel.

Aceite de colza. Es la más usada en el sur de Europa.

Aceite de girasol. Es de las más usadas en el resto de Europa.

Aceite usado de frituras. Junto al de girasol, son los más utilizados en Europa.

Capítulo 2: Marco Teórico.

2.1 Pensamiento de Diseño (Design Thinking).

2.1.1 Historia.

El término “Design Thinking”, o pensamiento de diseño, se mencionó por primera vez en el año 1969, por Herbert Simon (premio nobel de Economía) en su libro titulado “La ciencia de lo artificial”.

Sin embargo, como suele pasar muchas veces con conceptos brillantes más no del todo bien definidos, este término quedó olvidado por muchos años, y no fue hasta 2008 que empezó a popularizarse, gracias a un artículo escrito por Tim Brown (profesor de la Universidad de Stanford) en el que desarrollaba la metodología iniciada vagamente por Simon.

Una vez presentada la metodología, obtuvo gran interés de parte de las Universidades y empresas, ya que proporcionaba la posibilidad de diseñar basados en las necesidades reales, y fue en 2011 que se masificó la misma hasta niveles globales, llegando a la actualidad donde esta metodología es utilizada ya no solo en el proceso de innovación de grandes empresas, sino que las mismas la han incorporado a la cultura empresarial, de modo que empresas como Apple, Microsoft, Samsung, Amazon, Google, entre otras, incentivan a que todo aquel perteneciente a sus organizaciones viva el DT, ya que todos y cada uno de ellos tienen la posibilidad de aportar algo en este proceso.

2.1.2 Concepto.

El DT o Pensamiento de Diseño, en su traducción al español, es una forma de pensar que refuerza y mejora el proceso de diseño de una solución ante un problema. Este marco mental puede ser adoptado por cualquier persona, permitiendo desarrollar productos, servicios, procesos y estrategias, que reduzcan riesgos y aumenten las posibilidades de éxito, al centrarse en la comprensión de las necesidades humanas para llegar a una solución deseable, viable y rentable. En este sentido, el DT se basa, en la observación de la conducta humana para desarrollar a partir de ello un producto o servicio. (Serrano y Blazquez, 2012).

El DT es una metodología para diseñar productos, procesos, servicios, etc. que está tomando auge en la actualidad, que está centrada a diseñar basado en las necesidades y gustos del público objetivo, y si bien la aplicación de esta metodología tiene tanto adeptos como opositores, muchas instituciones enormes a nivel mundial están aplicándolo en sus departamentos de innovación y desarrollo, entre ellas Apple, Google, Amazon,, Microsoft y Samsung, entre muchas otras, obteniendo resultados interesantes y mejorando su ambiente laboral, ya que no solo han incorporado el DT en sus departamentos de innovación, sino que han incorporado este pensamiento a la cultura empresarial, generando más colaboración y trabajo en equipo entre los miembros del equipo.

En palabras de Tim Brown, el DT es una disciplina “que usa la sensibilidad y métodos de los diseñadores para hacer coincidir las necesidades de las personas con lo que es tecnológicamente factible, y con lo que una estrategia viable de negocios puede convertir en valor para el cliente, y en una oportunidad para el mercado”

Esta metodología se basa en 5 etapas básicas, que no necesariamente son consecutivas, ya que se puede adelantar, regresar o repetir cada vez que se requiera para obtener los resultados esperados o mejores a estos inclusive, de manera que no es una “línea” a seguir sino que presenta los pilares, pero no limita ni obliga a quien lo aplique a seguirlos en el orden específico que se presenta, ni mucho menos a pasar por las etapas una única vez, de hecho es un proceso que se retroalimenta a partir de los resultados obtenidos por el mismo para tenerlos como punto de partida en nuevas etapas a aplicar.

2.1.3 Etapas.

Las cinco etapas del DT son las siguientes:

2.1.3.1 *Empatizar.*

Empatizar consiste en ponerse en el lugar del público objetivo, tratar de experimentar la sensación desde su punto de vista, tratar de comprender cómo ven, cómo piensan, cómo sienten, cuáles son sus dolores y las necesidades que necesita satisfacer.

Para esta etapa se usan muchas herramientas, siendo comunes la observación, las entrevistas y mapas de empatía, pero es necesario que se usen de forma correcta, en el caso de las entrevistas, lo ideal es que sean preguntas abiertas con la finalidad de conocer realmente al entrevistado, sin generar sesgos en sus respuestas.

Esta etapa está encaminada a guiar todo el proceso de diseño e innovación hacia las necesidades del target, que es el pilar fundamental de esta metodología “diseñar para el usuario”.

Se debe tomar en cuenta no solo directamente con el aspecto en el que se está investigando, sino toda la experiencia del usuario, el antes, durante y después de las situaciones en que se podría relacionar con el área de interés en el proyecto, para entender las sensaciones y emociones del usuario común, además de los niveles de satisfacción que se generan y los que se buscan de parte del target.

2.1.3.2 *Definir.*

Como naturalmente habremos notado, no podemos buscar satisfacer todas las necesidades de los usuarios potenciales, este sería un trabajo arduo, extenuante y nada realista, por eso es importante esta etapa, ya que es en la que tomaremos toda la información recopilada en la etapa de empatizar, para poder decidir cuáles son las necesidades más importantes que podemos satisfacer como grupo de innovación.

En esta etapa debemos depurar los grandes volúmenes de información obtenida en la etapa de empatizar, conservar y clasificar la información que nos pueda ser útil para después definir en cuáles de los aspectos identificados centraremos nuestros

esfuerzos, tomando en cuenta nuestra capacidad y nuestras posibilidades tanto como las necesidades identificadas.

En esta etapa debemos tomar en cuenta los datos cuantitativos y cualitativos, para esto podemos usar herramientas como mapas mentales, diagramas de Ishikawa, Saturar y agrupar, etc, todas aquellas que nos puedan ayudar a clasificar información y ordenarla para facilitar la visualización de la misma.

2.1.3.3 Idear.

Hasta recién en esta etapa es cuando empezamos a proponer soluciones a los retos o desafíos identificados previamente.

En esta etapa, es muy importante el ambiente que se genere en el grupo de Design Thinkers, y es que es vital que exista la comodidad y libertad de todos para poder proponer y presentar ideas de posibles formas de solucionar el problema.

El objetivo de esta etapa, al menos en un inicio, no es encontrar la mejor solución, sino, proponer múltiples ideas de solución, aunque estas puedan parecer descabelladas, no se pueden dejar de considerar.

Para ayudar en este proceso hay muchas técnicas que se pueden usar, entre ellas están la lluvia de ideas, la tormenta de dibujos, etc, también es común proponer distintas dinámicas o desafíos para incentivar el pensamiento creativo de parte del equipo de innovación.

Después del ejercicio de generación de ideas, se recomienda agrupar las ideas similares, y re-idear soluciones combinando ideas, mezclándolas, complementando unas con otras, y de esta forma poder generar posibles soluciones más complejas y satisfactorias que las generadas inicialmente en el ejercicio creativo.

2.1.3.4 Elaboración de prototipos.

Es la etapa donde se puede empezar a ver resultados tangibles del proyecto, y es que, habiendo escogido las que consideramos mejores ideas de solución, no nos sirven de nada si estas soluciones solo viven en la mente de los integrantes del grupo de innovación, por lo que es necesario poner en físico la idea, ya sea en un producto, o en un procedimiento específico.

Es importante aclarar que se debe intentar generar el prototipo de la forma más barata que permita la misma, para no tener pérdidas elevadas en el caso que haya que hacer modificaciones posteriores al prototipo inicial, o si hay que rechazarlo directamente.

Esta etapa es vital, ya que el output de esta etapa es el que queremos que satisfaga las necesidades que identificamos en “empatizar”, que escogimos en “definir” y es la materialización de los conceptos concebidos en “idear” y es nuestro nexo con los posibles usuarios, ya que hablando, exponiendo y presentando todo teóricamente, podemos pintar escenarios alejados de los reales y con toda seguridad, podemos no lograr la confianza y convencimiento de los posibles usuarios, por lo que el prototipo es el encargado de solventar todas estas brechas que surgen al concebir una idea simplemente.

2.1.3.5 Evaluación del prototipo.

El trabajo no está cerca de concluir aún, y es que si bien ya materializamos las ideas que consideramos las mejor encaminadas a resolver las necesidades de los usuarios potenciales, esta materialización no sabemos aún si satisface a nuestro público.

Para esto es necesario presentar el prototipo a un grupo de posibles usuarios, de modo que nosotros observaremos cómo es su relación con el prototipo, y a partir de la observación podremos identificar la percepción que tienen de nuestro prototipo nuestros usuarios potenciales.

Ayudados de herramientas tales como entrevistas y grupos focales, recopilaremos la información acerca del nivel de satisfacción de nuestro target respecto a nuestro prototipo, sin guiar al usuario hacia un lado u otro ya que esto genera sesgo, en esta etapa, al igual que en empatizar, el protagonista es nuestro usuario, y el papel del investigador es simplemente registrar lo que el protagonista le comunica, de la forma que este la comunique (lenguaje corporal o verbal, o escrito).

Si bien esta es “la última” etapa del modelo, no necesariamente significa el final del mismo, ya que si el prototipo generado no presenta la satisfacción adecuada en el

usuario potencial, el trabajo aún no termina, hay que iterar nuevamente, esto significa volver a etapas pasadas, no hay límites para esto, se puede iniciar nuevamente desde la empatía, volver a elaborar prototipos o cualquier otro paso que quede en medio, el modelo presenta la libertad para hacerlo, y después de cada generación de prototipos modificados o incluso nuevos, hay que testarlos.

2.2 Plantilla de Modelo de Negocios (Business Model Canvas).

En un ambiente donde cada vez son más los emprendedores, y surgen nuevos negocios diariamente, es natural que el porcentaje de éxito de los mismos sea bastante bajo, sobre todo cuando la idea del emprendimiento está tan romantizado, es muy común que estos negocios surjan sin una planeación real, sin tomar en cuenta los aspectos importantes que prácticamente cualquier negocio necesita tener claro. Como respuesta a estas situaciones han surgido varias metodologías que pretenden facilitar y guiar a los emprendedores.

Una de estas metodologías, de las mejor estructuradas, es el BMC, que es una metodología propuesta por Alexander Osterwalder en el 2004, basada en la idea de intentar presentar el panorama de negocio completo, cuidando los factores básicos del mismo.

“Un modelo de negocios describe la lógica en que una organización crea, entrega y captura valor” (Osterwalder & Pigneur, 2004)

El modelo se basa en plasmar en una hoja dividida por 9 bloques los aspectos vitales de negocio, estos nueve bloques describen los pilares de cualquier negocio y si no se tiene la capacidad de llenar alguno de estos bloques quiere decir que el modelo no es factible, al menos no en ese momento y hay que reevaluar o reestructurar el plan de negocios. Los nueve bloques se presentan en la figura 2.1.

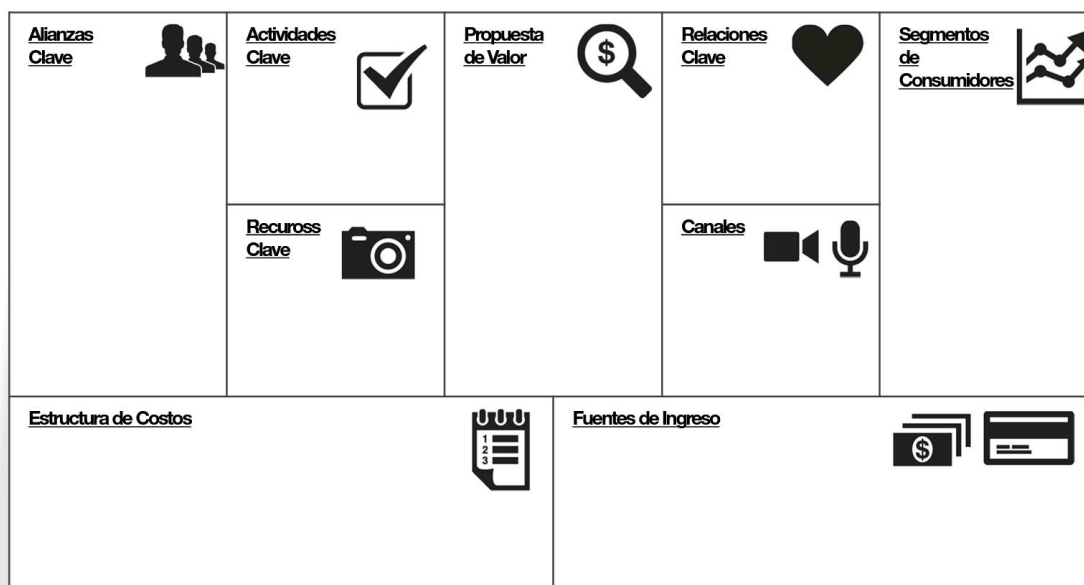


Figura 2.1 Plantilla del BMC con todos sus bloques.

2.2.1 Segmento de mercado.

Los clientes son diversos y con características muy distintas entre unos y otros, por lo que se suelen agrupar de acuerdo a algunas características que posean similares, tales como grupo etario, demografía, familia, gustos, etc.

Estas clasificaciones nos permiten tener más claro qué busca un grupo específico de clientes, y así poder dirigir nuestros esfuerzos en función de los gustos y necesidades del grupo objetivo.

En el bloque de segmento de mercado, el BMC pretende definir a qué personas, grupos de personas u organizaciones buscará nuestra organización alcanzar con nuestros productos o servicios.

2.2.2 Propositiones de valor.

La proposición de valor, o propuesta de valor, describe cómo nuestra organización pretende generar valor para nuestros clientes, es decir, qué le ofrecemos a nuestros clientes o usuarios para que ellos decidan adquirir nuestros productos o servicios.

Algunas propuestas de valor pueden ser totalmente innovadoras, ofreciendo a los clientes una propuesta nueva, sin embargo hay otras que presentan una opción parecida a otras ya existentes, con algunos pequeños cambios.

Algunas de las propuestas de valor comunes pueden ser: novedad, desempeño, diseño, accesibilidad, personalización, precio, marca/status, etc.

2.2.3 Canales.

El bloque de canales describe cómo pretendemos lograr que nuestros clientes tengan acceso a nuestros productos o servicios, es decir, cómo haremos llegar valor a nuestros clientes, tanto en cuanto a la entrega de productos y servicios, cómo informar sobre nuestra propuesta de valor a nuestro público objetivo.

Los canales deben cubrir 5 fases específicas, las cuáles son:

Percepción: Cómo elevamos la percepción que tienen nuestros clientes acerca de nuestra propuesta de valor.

Evaluación: De qué forma permitimos que nuestros clientes evalúen nuestra propuesta.

Compra: Cómo nuestros clientes tienen acceso a comprar nuestros productos y/o servicios.

Entrega: Cómo hacemos llegar nuestros productos y/o servicios a los clientes que los adquieran.

Seguimiento: Cómo le damos soporte a nuestros clientes cuando han adquirido nuestra propuesta.

Los canales pueden ser propios, cuando la comercialización hacia el usuario es administrada o dependiente de la misma organización, o asociados, cuando el producto o servicio es entregado al usuario final por medio de un intermediario.

Los canales propios representan márgenes de ganancia mayores, sin embargo, puede ser costoso montar los canales y mantenerlos, mientras que los canales asociados sacrifican un poco de margen sin embargo, se puede aprovechar la fuerza de canales ya establecidos y probados.

2.2.4 Relaciones con clientes.

Este segmento se refiere a la forma en que nos comunicamos con nuestros clientes, cómo prefieren ellos ser alcanzados, ¿quieren que los contactemos directamente? ¿Desean que se les atienda de forma automatizada? ¿O pretenden una forma de autoservicio, donde sean ellos mismos quienes se abastezcan de nuestros productos o servicios?

Las relaciones con los clientes deben estar allegadas al objetivo de las mismas, en distintos momentos y distintos lugares pueden cambiar los objetivos de la organización, tal así que podemos decir que al relacionarnos con clientes podemos tener en mente uno de estos tres objetivos:

- a. Adquirir nuevos clientes.
- b. Retener los clientes existentes (fidelizar).
- c. Aumentar los volúmenes de ventas.

Las relaciones pueden ir desde atención personalizada, pasando por autoservicios, atención automatizada, co-creación y hasta generación de comunidades de usuarios.

2.2.5 Fuentes de ingreso.

Este bloque presenta las entradas de dinero a la organización, es decir, cómo la organización pretende ganar dinero.

Las fuentes de ingreso pueden ser variadas, tales como:

Venta de activo: Esta es la más tradicional de todas las fuentes de ingreso, es decir, la venta directa, donde la organización recibe un pago a cambio de sus productos o servicios.

Prima por uso: Esto se puede ver reflejado en la mayoría de los servicios básicos en el país, tales como el servicio eléctrico, en los cuáles se paga de acuerdo al uso que se le dé al producto o servicio, es decir, si consumo más energía, pago más.

Primas por suscripción: Esta fuente de ingreso se ha puesto de moda en los últimos años, sobre todo por los servicios de streaming, y consiste en cobrar una cuota determinada, para proveer por un tiempo determinado el producto o servicio.

Licencia: Esta fuente de ingreso consiste en otorgar el permiso de uso de propiedad intelectual de la organización a cambio de un importe económico.

Publicitar: Organizaciones como las de comunicación, obtienen ingresos debido a la exposición con la que cuentan, que es aprovechada por otras organizaciones para poder llegar a sus clientes, por lo que pagan por colocar su publicidad en estos, sin embargo este mecanismo no es usado solamente por las empresas de comunicación, otro gran ejemplo son los patrocinios a equipos deportivos, los que exponen normalmente en sus uniformes las marcas que les generan importes.

2.2.6 Recursos clave.

Cada negocio requiere recursos claves, estos le permiten a la empresa crear y ofertar una proposición de valor, alcanzar mercados, mantener relaciones con los segmentos de mercado y generar ingresos. Diferentes tipos de recursos son necesarios dependiendo en el tipo de modelos de negocios. (Osterwalder & Pigneur, 2004).

Reconocer los activos y recursos clave que se necesitan como piezas imprescindibles en el engranaje de la idea empresarial. (Ferreira-Herrera, 2015)

Es necesario saber con qué recursos debemos contar para que nuestro negocio funcione, este bloque va encaminado justo a esto, a definir bien qué necesitamos en el negocio, cuáles son los recursos de los que no podemos ni debemos prescindir

para que el negocio funcione. Estos recursos pueden clasificarse en los siguientes campos:

Físicos: En estos se encuentran recursos tales como edificios, maquinaria, equipo, etc.

Intelectual: Son las marcas, derechos de autor, patentes, bases de datos de clientes, etc. Estos recursos puede que sean los más difíciles de generar, pero cuando están bien planeados, generan un beneficio inconmensurable para una organización.

Humanos: Si bien todas las empresas requieren de recursos humanos, hay algunas en los que esto es de vital importancia, el tener personal calificado determina el éxito o fracaso de un modelo de negocios en algunos casos.

Financieros: El efectivo, líneas de crédito, palancas financieras, etc, son vitales para el funcionamiento de un negocio, ya que es necesario estabilidad financiera en la organización.

2.2.7 Actividades claves.

Otro de los pilares fundamentales en un modelo de negocio es definir cuáles son las actividades que definirán en gran medida el éxito o fracaso del negocio, ya que si bien todas las actividades son importantes en una organización, hay unas cuantas que son las que son vitales y si estas no se realizan de forma eficiente, causarán indudablemente la caída de la organización.

Dentro de algunas de las actividades claves podríamos identificar algunas como producción, es decir, el proceso de transformación de las materias primas hasta el producto terminado; solución de problemas, sobre todo en el caso de empresas consultoras, hospitales, etc; En algunos casos, las actividades claves pueden ir encaminadas a la cadena de suministros, el abastecimiento de la materia prima, importaciones, etc.

2.2.8 Sociedades claves.

Toda organización necesita alianzas determinadas, estas pueden ir encaminadas a la distribución del producto, ayuda en procesos legales, abastecimiento de materia prima, financiación, comunicación, etc.

Tener claro que necesitamos apoyo en algunos de estos parámetros, y a la vez identificar, contactar y negociar con las empresas u organizaciones que pueden proveernos de este apoyo, establecer y reforzar estas alianzas, determinaran el funcionamiento correcto de nuestra organización.

Por estas razones, este bloque es vital en el BMC, y poder identificar estas alianzas previamente facilitará el montar la organización de forma exitosa.

2.2.9 Estructura de costos.

Este bloque va encaminado a identificar cuáles serán los costos que deberá solventar la organización para poder funcionar de forma eficiente, es decir, definir de entrada cuáles serán los elementos que le ocasionarán una salida de dinero periódica a la organización, y cuáles son los elementos que ocasionarán estos desembolsos.

Determinar cuáles son los costos inherentes de la actividad de la organización, permite estar claros desde un inicio cuánto y en qué necesitaremos desembolsar dinero.

Los costos pueden clasificarse de distintas formas, sin embargo, de las más usadas se refieren a la relación entre estos costos y los volúmenes de producción, clasificándolos como costos fijos, cuando estos se mantienen sin importar el volumen de producción y costos variables, los que si van ligados al volumen de producción, a mayor volumen de producción, mayor es el costo.

2.3 Informe A3 de Toyota.

Una buena síntesis y presentación de la información y estado actual de las cosas, las causas, las consecuencias, las acciones a implementar y los tiempos a cumplir en una actividad es un recurso muy importante en cualquier proceso, poder describir, evaluar y concluir un evento, depurando toda la redundancia y la

información que no es vital para el proceso es muy importante para presentar la situación a los involucrados, esta es una de las mayores ventajas de la herramienta A3 de Toyota, la cual por la misma definición obliga a realizar esta síntesis óptima para poder presentar en una hoja A3 toda la información necesaria para describir, analizar y resolver un tema determinado.

Un informe A3 corriente no es un simple resumen: es un informe completo que documenta un proceso. Por ejemplo, un A3 de resolución de un problema, lo mencionaría sucintamente, documentaría la situación actual, determinaría la causa raíz, propondría varias soluciones alternativas y la solución recomendada, y añadiría un análisis coste-beneficio. Esto estaría en una única hoja de papel, usando tantas figuras y gráficos como fuese posible. (Velázquez Pérez, 2011) Todo esto en una hoja de tamaño A3, escogiendo este tamaño simplemente porque era el tamaño más grande que podía enviarse por fax.

El informe A3 puede definirse mediante un conjunto de pasos básicos:

Describir el contexto del negocio y la importancia de un problema o tema específico.

Describir las condiciones actuales del tema.

Identificar el resultado deseado.

Analizar la situación para establecer una causalidad.

Proponer medidas correctivas.

Prescribir un plan de acción para hacerlo.

Graficar un proceso de seguimiento.

La herramienta permite aprender en base al ensayo y error, y esta práctica repetitiva de generar A3 progresivos fortalece la capacidad de resolución de problemas tanto en la proposición de soluciones como en generar la confianza propia y del equipo para proceder con un plan.

Los bloques primordiales para la ejecución de un informe A3 se presentan en la Figura 2.2.

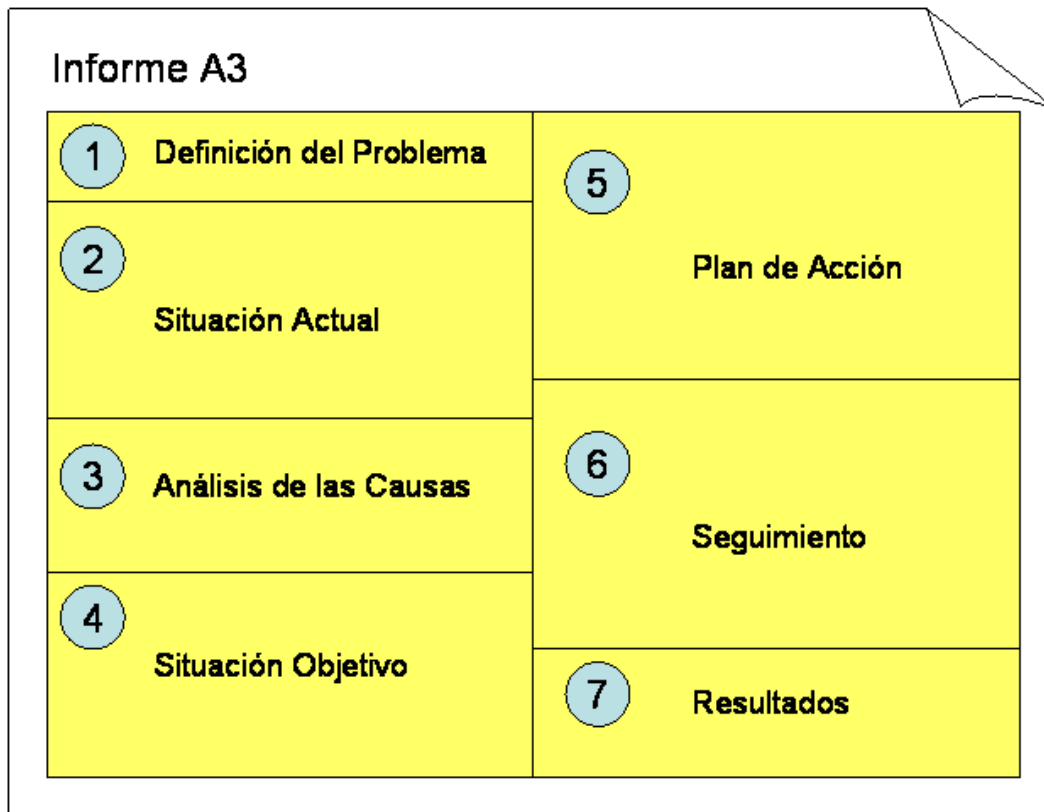


Figura 2.2 Secciones del informe A3 y sus ubicaciones dentro de la hoja.

2.3.1 Definición del problema

Definición clara y concisa del problema.

Utilizar en la medida de lo posible datos cuantitativos.

Detallar lo que sea necesario para hacer el problema comprensible.

2.3.2 Situación actual

El problema se produce en el ámbito de un proceso. En este punto se debe describir ese proceso tomando datos reales.

Utilizar esquemas y diagramas (Pareto, flujogramas, etc.).

Utilizar en la medida de lo posible datos cuantitativos.

Resaltar el problema dentro del proceso.

2.3.3 Análisis de las causas

Mostrar gráficamente análisis y conclusiones: 5-porqués, Ishikawa, etc.

2.3.4 Situación objetivo

Representar gráficamente cuál sería la situación ideal, incluyendo los mismos indicadores que en la “situación actual”.

2.3.5 Plan de Acción

Tenemos una descripción esencial del problema, tenemos identificadas las causas y tenemos los objetivos; ahora definimos las acciones indicando quién hace qué, cómo, cuándo.

2.3.6 Seguimiento

El Informe A3 también ha de servir para poder ver en todo momento en qué situación están las acciones definidas. Pero además muestra de forma clara qué se pretende conseguir con esas acciones.

2.3.7 Resultados

El cierre del informe nos debe mostrar qué se consiguió, de modo que podamos tener un registro sencillo pero fiable de toda la resolución del problema y podamos extender las conclusiones a otros problemas.

2.4 Producción de Biodiesel.

2.4.1 Reacción de transesterificación de triglicéridos.

Aunque la esterificación es un proceso posible, el método utilizado comercialmente para la obtención de biodiesel es la transesterificación (también llamada alcoholisis). Se basa en la reacción de moléculas de triglicéridos (el número de átomos de las cadenas está comprendido entre 15 y 23, siendo el más habitual de 18) con alcoholes de bajo peso molecular entre éstos, el más utilizado es el metanol debido a su bajo costo, seguido por el etanol, para producir ésteres y glicerina que puede ser utilizada en cosmética, alimentación, farmacia, etc. La reacción de transesterificación, se desarrolla en una proporción molar de alcohol a triglicérido de 3 a 1, como se muestra en la figura 2.3, reaccionando en la metanolisis 1 mol de triglicérido con 3 moles de alcohol (aunque se añade una cantidad adicional de

alcohol para desplazar la reacción hacia la formación del éster metílico). El triglicérido es el principal componente del aceite vegetal o la grasa animal. Además, la formación de la base de la glicerina, inmisible con los ésteres metílicos, juega un papel importante en el desplazamiento de la reacción hacia la derecha, alcanzándose conversiones cercanas al 100%.

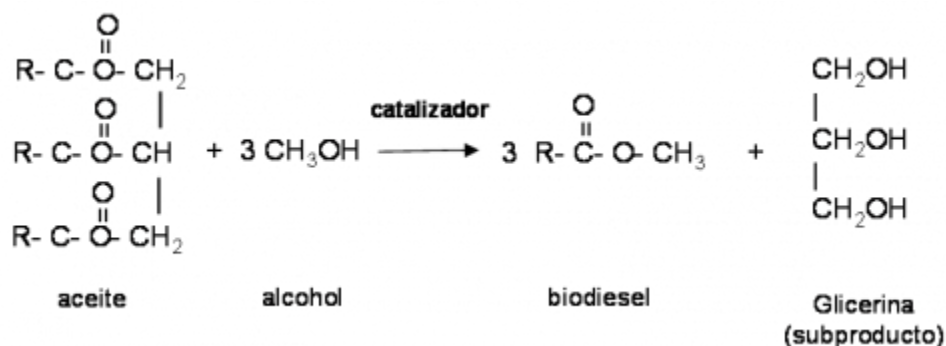


Figura 2.3 Ilustración de la reacción de Transesterificación.

En la figura 2.3, R son cadenas generalmente largas de ácidos grasos. Los ácidos grasos que se presentan con mayor frecuencia en las grasas y aceites, son:

Ácido palmítico $\text{C}_{16}\text{H}_{32}\text{O}_2$ (16 carbonos, saturado)

Ácido esteárico $\text{C}_{18}\text{H}_{36}\text{O}_2$ (18 carbonos, saturado)

Ácido oleico $\text{C}_{18}\text{H}_{34}\text{O}_2$ (18 carbonos, 1 doble enlace, insaturado)

Ácido Linoleico $\text{C}_{18}\text{H}_{32}\text{O}_2$ (18 carbonos con 2 enlaces dobles).

En la figura 2.4 se muestra el mecanismo de la reacción de transesterificación, mostrando cómo cada vez se van consumiendo las cadenas de ácidos grasos.

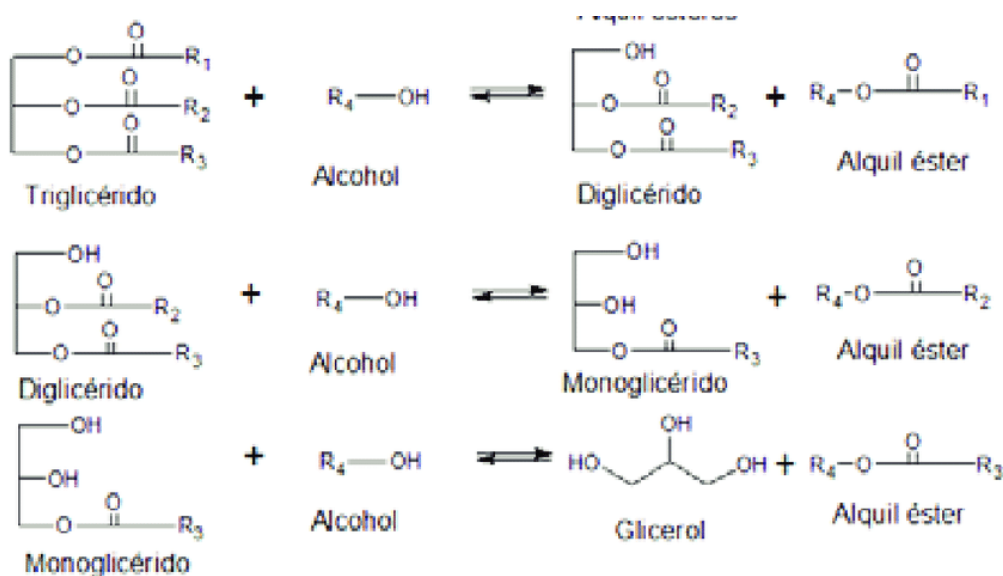


Figura 2.4 Mecanismo de la reacción de transesterificación.

La reacción consiste químicamente en tres reacciones reversibles y consecutivas. El triglicérido es convertido consecutivamente en diglicérido, monoglicérido y glicerina. En cada reacción un mol de éster metílico es liberado. En la reacción de transesterificación se utiliza un catalizador para mejorar la velocidad de reacción y el rendimiento. Los catalizadores pueden ser ácidos homogéneos (H₂SO₄, HCl, H₃PO₄), ácidos heterogéneos (Zeolitas, Resinas Sulfónicas, SO₄/ZrO₂, WO₃/ZrO₂), básicos heterogéneos (MgO, CaO, Na/NaOH/Al₂O₃), básicos homogéneos (KOH, NaOH) o enzimáticos (Lipasas: Candida, Penicillium, Pseudomonas); de todos ellos, los catalizadores que se suelen utilizar a escala comercial son los catalizadores homogéneos básicos ya que actúan mucho más rápido y además permiten operar en condiciones moderadas. En el caso de la reacción de transesterificación, cuando se utiliza un catalizador ácido se requieren condiciones de temperaturas elevadas y tiempos de reacción largos, por ello es frecuente la utilización de derivados de ácidos más activos. Sin embargo, la utilización de álcalis, que como se ha comentado es la opción más utilizada a escala industrial, implica que los glicéridos y el alcohol deben ser anhidros (<0,06% v/v) para evitar que se produzca la saponificación. Además, los triglicéridos deben tener una baja proporción de ácidos grasos libres para evitar que se neutralicen con el catalizador

y se formen también jabones. De esta manera, las reacciones secundarias que se pueden dar son las siguientes:

- a) Reacción de saponificación.
- b) Reacción de neutralización de ácidos grasos.

Capítulo 3: Metodología y Resultados.

3.1 Pensamiento de Diseño (Design Thinking).

Para aplicar el modelo del DT, se hizo uso de distintos procedimientos en cada etapa del mismo, presentando a continuación las herramientas que usamos en cada etapa.

3.1.1 Empatizar.

Haciendo uso de entrevistas personales, se contactó con personas que son potenciales usuarios del producto a desarrollar, con preguntas encaminadas a identificar las necesidades no satisfechas de los mismos.

3.1.2 Definir.

Habiendo recopilado la información en la etapa pasada, se organizó la misma en un mapa de empatía, para poder identificar de mejor manera las necesidades que buscaríamos satisfacer con nuestro diseño.

3.1.3 Idear.

Con las necesidades a satisfacer identificadas, procedimos a realizar una investigación bibliográfica sobre los biocombustibles, tipos, materias primas necesarias para su producción, éxitos en aplicaciones y todo lo referente a los mismos, para poder escoger el que mejor solvente las necesidades y que más factible sea su producción en las condiciones del país, escogiendo en este paso el biodiesel como el vehículo a usar para cubrir las necesidades de nuestro público objetivo.

3.1.4 Elaboración de Prototipos.

Esta etapa es la que probablemente tomaría más tiempo, porque se recopila todo el trabajo previo para realizar el diseño del producto, definiendo los parámetros mínimos para satisfacer al target, y además, se desarrollaría al menos un prototipo de este diseño mencionado.

Esta etapa la podemos dividir en varios procesos, para los que se usa metodología distinta, presentamos estos procesos a continuación.

3.1.4.1 Caracterización de materia prima.

I Densidad.

Esta es una constante que no varía mucho para un aceite determinado cuando está puro y fresco, pero es afectada por la edad, rancidez y cualquier tratamiento especial que se le haga al aceite. Esta es la medida del volumen que ocupa determinado peso del aceite que se expresa en g/ml según la Norma para grasas y aceites comestibles no regulados por normas individuales del codex (NSO67.23.01:04) el análisis debe hacerse en base a los métodos fisicoquímicos expuestos en el volumen 13 del Codex Alimentarius, el cual nos remite a la normativa UIQPA 2.101, por lo que se toma como base para la determinación de dicha propiedad:

Materiales

- a) Beaker
- b) Balanza semi analítica

Proceso experimental:

- a) Pesar un beaker para conocer la masa m_0 .
- b) Depositar en el beaker una muestra de aceite.
- c) Medir la masa del beaker+muestra m_1 .
- d) Leer el volumen de la muestra v_t .

Cálculo de la densidad:

$$\rho = \frac{m_1 - m_0}{v_t}$$

II Porcentaje de humedad.

Se define como la relación de la masa del agua presente en el aceite, o agua libre, y la masa dada de material respecto a su peso anhidro, expresada en porcentaje.

Materiales

- a) Beaker de 100 ml
- b) Estufa

Procedimiento

- a) Colocar la muestra de aceite en el beaker
- b) Pesar la muestra de beaker+aceite mba
- c) Colocar dicha muestra en la estufa a 100 grados celsius por 3 horas
- d) Pesar nuevamente la muestra mse

Cálculo de porcentaje de humedad

$$\%H = \frac{mba - mse}{mba} \times 100\%$$

III Índice de acidez.

Se entiende por índice de acidez, o valor ácido, los miligramos de KOH-NaOH necesarios para saturar los ácidos grasos libres contenidos en gramo de muestra. El resultado de la titulación con álcali en presencia de fenolftaleína se puede expresar también como porcentaje de ácido oleico (C₁₈H₃₄O₂) determina el grado de ácidos grasos libres generados por degradación, por lo tanto es útil para determinar el estado del aceite después de tiempos de almacenamiento.

Materiales

- a) Beaker de 100 ml
- b) Muestra de aceite
- c) Solución 0.1 N de NaOH
- d) Bureta de 50 ml
- e) Fenolftaleína
- f) Erlenmeyer de 250 ml
- g) Alcohol metílico o etílico

Procedimiento

- a) Medir 5 ml de aceite, pesarlo y depositar en el erlenmeyer W
- b) Añadir 50 ml de alcohol al erlenmeyer
- c) Añadir 2 o 3 gotas de fenolftaleína al erlenmeyer

- d) Titular con la solución de NaOH
- e) Leer el volumen gastado de NaOH (V_{NaOH}).

Cálculo de porcentaje de acidez.

$$\% \text{ acidez} = \frac{V_{NaOH} * 0.1 N * 28.2}{W}$$

3.1.4.2 Producción de biodiesel.

El proceso para la producción de biodiésel que se seguirá es el presentado en la figura 3.1.

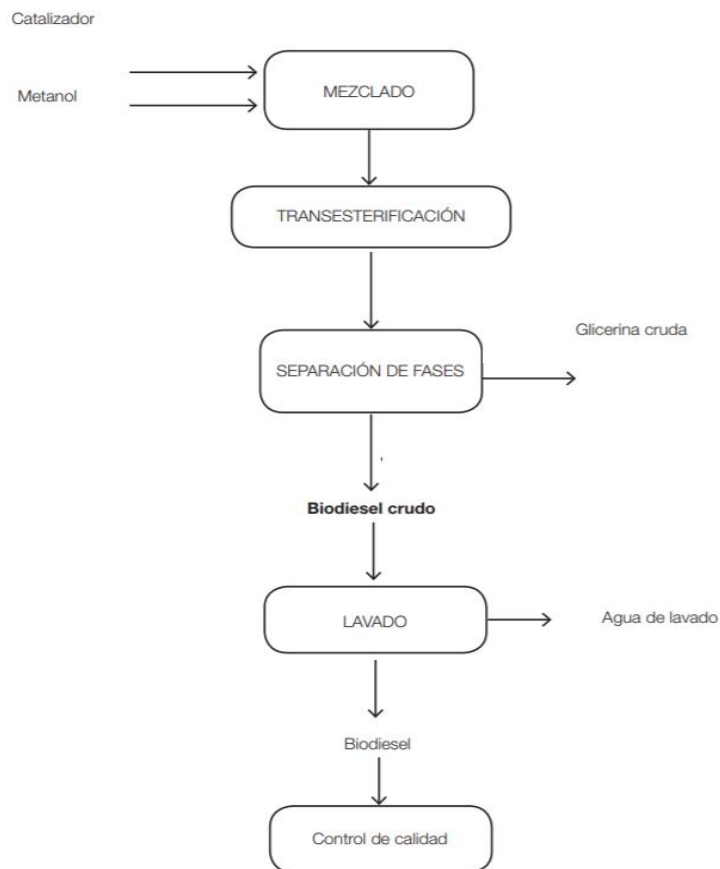


Figura 3.1 Flujograma de proceso de producción de biodiesel que se usará.

Para el proceso de transesterificación en escala de prototipos, serán necesarios los siguientes materiales:

- a) 3 Beaker de 250 ml
- b) 1 agitador
- c) Balanza
- d) Ampolla de separación
- e) NaOH
- f) Muestra de aceite 100 ml
- g) Alcohol⁴

Procedimiento

- a) En 1 beaker medir 35 ml de alcohol
- b) En otro beaker medir 0.5 g de NaOH
- c) Agitar vigorosamente hasta disolver completamente las escamas de NaOH en el alcohol
- d) En el último beaker medir 100 ml de aceite vegetal
- e) Mezclar en el beaker de aceite el contenido de NaOH+Alcohol y agitar
- f) Depositar en la ampolla de separación y dejar reposar 1 día.

3.1.5 Evaluación del prototipo.

Para esta etapa, se entregó una muestra de 1 L de biodiesel a diez personas dispuestas a probar el mismo, algunos en el vehículo, algunos otros en máquinas de motor de combustión como podadoras de césped y fumigadoras, ya sea el biodiesel puro o en mezcla con diésel tradicional.

Luego de haber usado el producto se organizó una entrevista con los mismos, para tener la retroalimentación de los mismos acerca del desempeño y rendimiento del producto.

3.2 Plantilla de Modelo de Negocios (Business Model Canvas).

Para la fase de la planeación del modelo de negocios, se procedió a “dividir” la plantilla en dos, la parte derecha, que va encaminada a cómo la organización creará valor para los clientes, y la parte izquierda que va encaminada a qué necesitamos

para poder crear ese valor planteado, se llenaron todos y cada uno de los bloques que propone la metodología, y se presentaron a los asesores para sus observaciones, una vez recibidas las observaciones, se procedió a corregir los posibles puntos no tan claros inicialmente hasta llegar a una plantilla aceptable referente al mismo.

3.3 A3 de Toyota.

En el aspecto gerencial del proyecto, para definir actividades, tiempos y acciones a realizar se utilizó la herramienta A3, definiendo dos períodos del proyecto, enfocándonos en distintos aspectos referentes a cada etapa del proyecto.

3.4 Resultados.

A partir de la metodología planteada anteriormente, se obtuvieron resultados en su mayoría positivos en el desarrollo del biodiesel a partir de aceite usado de fritura.

A partir de la investigación de nuestro público objetivo, pudimos identificar sus Insights, y de esta manera plantear un mejor diseño, que satisficiera las necesidades identificadas en los mismos, para identificar los Insights usamos herramientas complementarias entre sí, y organizamos la información recopilada en un mapa de empatía que se muestra en la figura 3.2.

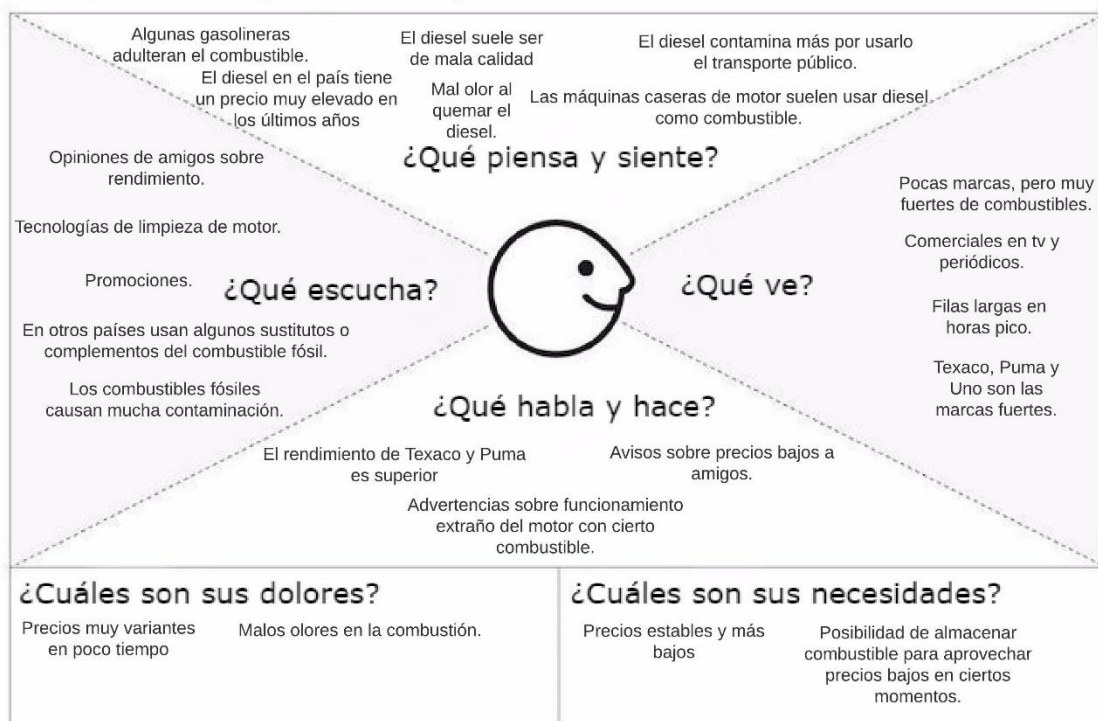


Figura 3.2 Mapa de empatía elaborado a partir de las entrevistas realizadas.

3.4.1 Caracterización de materia prima.

En la tabla 3.1 se muestran los valores de densidad del aceite usado como materia prima.

Tabla 3.1 Valores medidos de la densidad del aceite a usar como materia prima.

Prueba	Masa beaker (g)	Masa total (g)	Masa aceite (g)	Volumen aceite (ml)	Densidad (g/ml)
1	67.2	110.9	43.7	50	0.874
2	67.2	111.0	43.8	50	0.876
3	67.2	110.9	43.7	50	0.874

En la tabla 3.2 se muestran los valores del porcentaje de humedad del aceite usado como materia prima.

Tabla 3.2 Valores medidos del porcentaje de humedad del aceite usado como materia prima.

Prueba	Masa de aceite húmeda (g)	Masa de aceite seca (g)	Masa de agua (g)	Porcentaje de Humedad (%)
1	43.7	43.2	0.5	1.14
2	44	43.3	0.7	1.59
3	43.5	42.8	0.7	1.61

En la tabla 3.3 se muestran los valores del porcentaje de acidez del aceite usado como materia prima.

Tabla 3.3 Valor medido del porcentaje de acidez del aceite usado como materia prima.

Prueba	Volumen de valorante. (ml)	Porcentaje de acidez. (%)
1	0.5	0.282

3.4.2 Caracterización del biodiesel.

En la tabla 3.4 se muestran los valores medidos de la humedad del biodiesel obtenido

Tabla 3.4 Valores medidos de humedad del biodiesel producido.

Prueba	Masa inicial (g)	Masa final (g)	Masa de agua (mg)	Humedad (ppm)
1	10	9.993	7	616
2	10	9.994	6	528
3	10	9.995	5	440
4	10	9.994	6	528

En la tabla 3.5 se muestran los resultados medidos de densidad del biodiesel producido.

Tabla 3.5 Resultados medidos de la densidad del biodiesel producido.

Prueba	Volumen (ml)	Masa (g)	Densidad (g/ml)
1	20	17.5	0.868
2	20	17.7	0.885
3	20	17.7	0.885
4	20	17.6	0.88

En la tabla 3.6 se muestran los valores del rendimiento de reacción aclarando que el concepto de rendimiento no lo estamos usando en la definición normal, donde se comparan masas, sino que por la facilidad de tratamiento, se usa un rendimiento v/v, ya que ambas sustancias suelen comercializarse en base al volumen y no a la masa.

Tabla 3.6 Valores calculados de rendimiento de producción de biodiesel, en base a volumen de biodiesel producido entre volumen de aceite usado.

Prueba	Volumen de aceite (ml)	Volumen de biodiesel (ml)	Rendimiento (%)
1	100	95	0.95
2	500	465	0.93
3	1000	925	0.925
4	2000	1850	0.925

3.4.3 Evaluación del producto.

Como se comentó, el producto se presentó a diez personas distintas, para su uso y evaluación en distintos artículos y formatos, presentamos los resultados en el anexo A.

3.4.4 Plantilla de Modelo de Negocios (Business Model Canvas).

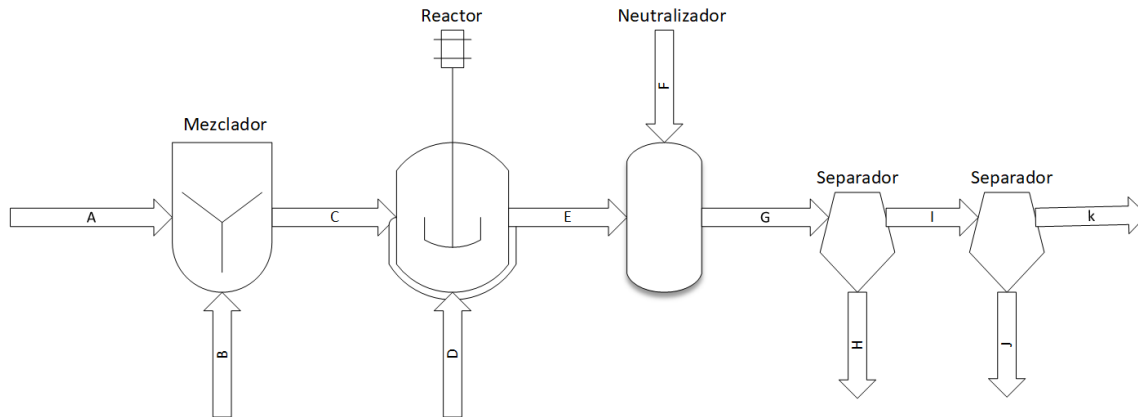
Dentro del proyecto, se desarrolló la metodología de BMC encaminado al negocio que se podría generar a partir de este producto, se presenta en la Figura 3.3.



Figura 3.3 BMC elaborado para el proyecto de elaboración de biodiesel a partir de aceite de fritura reciclado.

3.4.5 Diseño básico de planta de producción.

En la figura 3.4 se presenta el diseño básico del proceso de producción de biodiesel propuesto en base a las necesidades y condiciones identificadas.



Masas en el proceso para 1 lote

- A-Masa de NaOH entrando (0.3247 kg)
- B-Masa de Metanol entrando (17.1442 kg)
- C-Masa de metóxido de sodio total entrando (17.4689 kg)
- D-Masa de aceite entrando (94.7044 kg)
- E-Masa saliendo del reactor (biodiésel, glicerol, otros) (112.173 kg)
- F-Masa de ácido acético entrando (0.4876 kg)
- G-Masa saliendo del neutralizador (mezcla)(112.652 kg)
- H-Masa de biodiésel final (88 kg)
- I-Mezcla de glicerina y trazas (24.173 kg)
- J-Masa de glicerina final (9 kg)
- K-Masa de desecho(15.173 kg)

Condiciones de operación

- Mezclador**- Temperatura ambiente, presión atmosférica, agitación constante
- Reactor**- 60 Celsius, presión atmosférica, agitación constante
- Neutralizador**- 60 Celsius, presión atmosférica, agitación constante
- Separador 1**- Temperatura ambiente, presión atmosférica
- Separador 2**- Temperatura ambiente, presión atmosférica

Figura 3.4 Diseño de procesos propuesto para la producción de biodiesel a partir de aceite de fritura reciclado.

En la Figura 3.5 se presenta el diseño de planta propuesto bajo las condiciones y el diseño de proceso (véase figura 3.4),

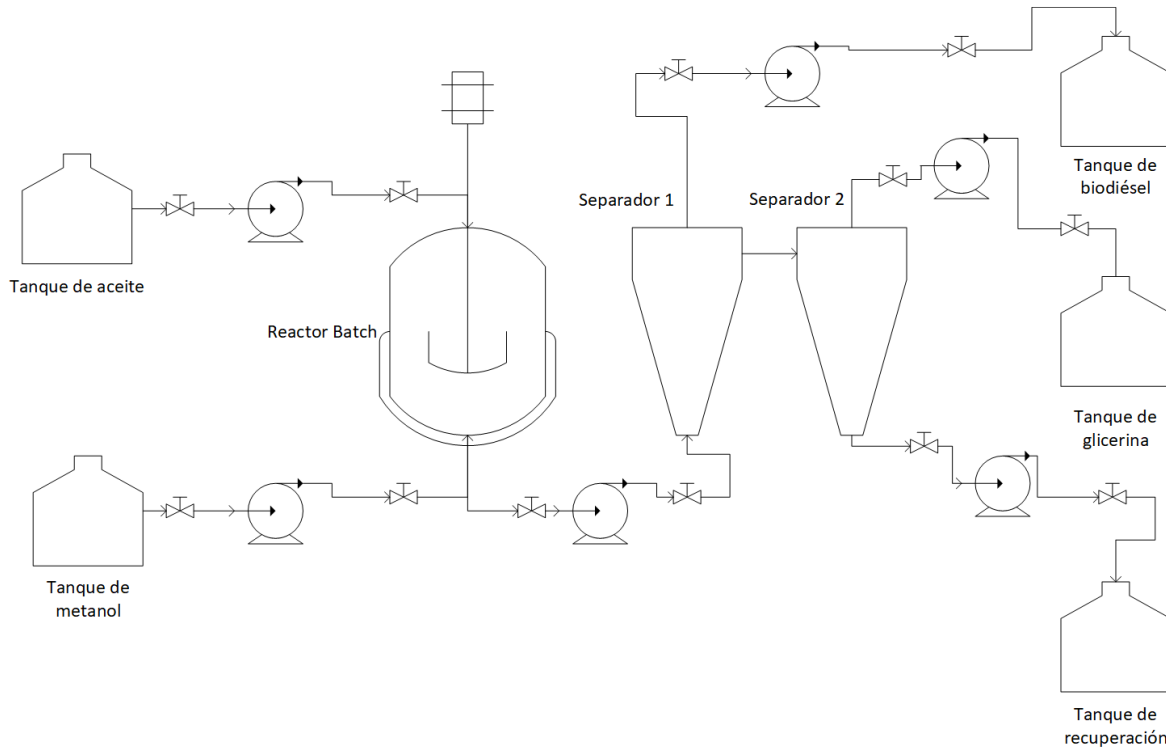


Figura 3.5 Diseño de planta propuesto para escalar el proceso de producción de biodiésel a partir de aceite reciclado de fritura.

3.4.6 A3 de Toyota.

En la figura 3.6 se muestra la herramienta A3 gerencial del primer período del proyecto, mientras en la figura 3.7 se muestra la herramienta A3 gerencial del segundo período del proyecto.

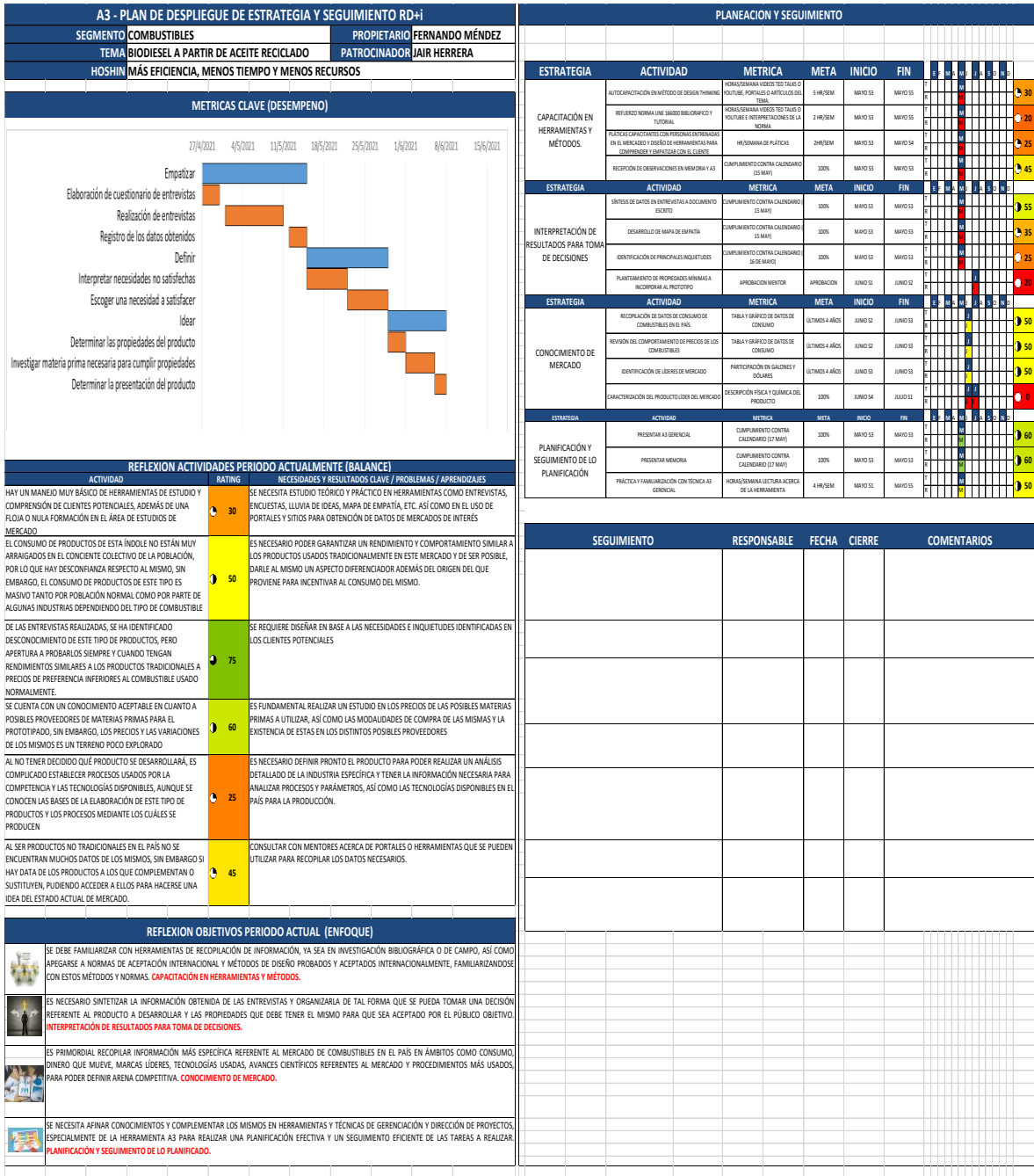


Figura 3.7 Herramienta A3 para el periodo 2 del proyecto.

4. Conclusiones y Recomendaciones.

4.1 Conclusiones.

A partir de la experiencia adquirida en el proyecto y después de ocho corridas de producción, probando a temperaturas de 30°C y 60°C y a agitaciones de 60 y 120 rpm, obtuvimos un mejor rendimiento a las condiciones de 60°C y 120 rpm llegando a un promedio de 93% v/v respecto al consumo de aceite.

Este rendimiento y estos parámetros se traducen en que un plan de negocios que esté basado en esta actividad y esta materia prima, debe tener en cuenta que necesitará realizar una inversión inicial muy grande en el equipo adecuado para la producción, ya que además de los tanques básicos para almacenamiento y reacción, se debe invertir en los sistemas de calefacción y de agitación.

Por otro lado, el rendimiento alcanzado en la producción es elevado, lo que representa que la relación entre costos e ingresos está decantada muy del lado de los ingresos, además, una buena caracterización del aceite, y un cálculo más óptimo de las cantidades requeridas de las demás materias primas puede llevar a mejorar el rendimiento de la reacción así como reducir los costos por el consumo del alcohol e hidróxido de sodio; generando así un beneficio aún mayor para el negocio, por lo que el proyecto presenta viabilidad económica.

En el país actualmente se cuenta con el acceso a las tecnologías necesarias para llevar a cabo el procedimiento productivo utilizado en el proyecto, por lo que el proyecto es muy viable técnicamente hablando.

La limitante más importante para la producción es el abastecimiento de la materia prima, ya que las cadenas grandes de restaurantes cuentan con dificultades para poder comercializar este tipo de productos, y algunas actualmente ya cuentan con tratos hechos con instituciones o personas para venderle el aceite usado, y los restaurantes pequeños o puestos informales no cuentan con estabilidad en la generación de este residuo, por lo que hay incertidumbre en el abastecimiento.

Esto resulta en que la factibilidad logística del proyecto no está asegurada, para poder asegurar la misma habría que establecer alianzas sólidas con alguna o

algunas cadenas grandes de restaurantes para poder garantizar que no habrá paro en la producción por desabastecimiento.

En el país, no se cuenta con una legislación que regule a este tipo de productos, solamente se cuenta con reglamento para el almacenamiento, transporte y comercialización de productos derivados del petróleo, pero el biodiesel no se puede catalogar como estos, la única regulación que existe es en materia técnica, el Reglamento Técnico Centroamericano RTCA 75.02.43:07 que trata sobre biocombustibles, biodiesel y mezclas con aceite combustible diésel.

Referente a este reglamento, solamente fue posible medir la humedad y la densidad del prototipo obtenido, debido a la dificultad en cuanto a materiales y equipos para realizar las otras mediciones, sin embargo, el reglamento no establece un rango de aceptación de la densidad, solamente exige reportar el valor. Mientras que para la humedad, exige que el contenido de humedad sea menor o igual 0.05% v/v y en las pruebas realizadas, se reporta un promedio de 0.06% v/v por lo que el prototipo está muy cerca de cumplir en este aspecto con las exigencias del reglamento, la pequeña mejora para llegar a cumplir es posible generarla con un mejor sistema de deshidratación del producto final.

Todo esto genera mucha incertidumbre acerca de la factibilidad legal del proyecto, al no tener legislación aplicable, es necesario asesorarse directamente con el ministerio de economía que es el ente regulador de lo referente a combustibles en el país para poder tener la seguridad referente a la factibilidad legal.

Dentro de las principales expectativas de los clientes, que se identificaron en el proyecto se encuentran:

- a) Precio más accesible que el diésel tradicional.
- b) Rendimiento igual al del diésel tradicional.
- c) Poder usar el producto sin hacer modificaciones en el equipo.
- d) Precio estable.

Con el modelo de negocios planteado durante el proyecto podemos garantizar al menos tres de las cuatro expectativas, no se pudo realizar las pruebas de

rendimiento debido al difícil acceso a las mismas, sin embargo, el prototipo es completamente compatible con los motores de combustión sin hacerles modificaciones, el precio obtenido por medio del costeo de los materiales usados es menor que el actual del diésel en \$1.50 aproximadamente, con un margen de ganancia del 30%; y además el costo de las materias primas no es tan variable como para tener un impacto significativo en el precio del producto final.

Con todo esto podemos concluir que las expectativas o las necesidades identificadas en los clientes para los cuales se diseñó han serían satisfechas por un producto generado a partir de los procedimientos y parámetros descritos en el presente documento.

Con todo esto, aún notamos cierta desconfianza de parte de los clientes para usar este biocombustible de forma pura en los vehículos, en el muestreo de diez personas que se realizó, seis personas lo usaron en vehículos, y de los seis, solo dos lo usaron de manera pura, los demás lo usaron en mezcla cinco de ellos en una mezcla de alrededor del 74/26 (1 litro de biodiesel por galón de combustible).

Para mejorar esta desconfianza, se debería realizar los análisis completos para verificar los parámetros de calidad de biocombustibles designados por el Reglamento Técnico Centroamericano hasta aprobar los valores dictados en el mismo, y usar esto como gancho publicitario para convencer a los clientes de la calidad del producto, esto podría convencerlos a usar una mezcla con porcentajes cada vez más alto de biodiesel, hasta llegar a utilizar el biocombustible de manera pura, haciendo poco a poco cada vez más rentable la actividad del negocio.

Durante el proceso de la ejecución de este proyecto, se adquirieron muchos conocimientos nuevos, entre ellos el uso de la metodología del DT para el diseño para el cliente, la herramienta de BMC para la generación del modelo de negocios y la herramienta del A3 de Toyota para gerencia y seguimiento de proyectos, a la vez que conocer la forma de documentar proyectos con base a la norma UNE 166001 y 166002.

4.2 Recomendaciones.

Para un mejor desarrollo de proyectos similares al presente, se recomienda montar una planta piloto para poder producir lotes más grandes de biodiesel (al menos 10 galones por lote) para tener una mayor productividad de prototipos y poder dar prototipos más grandes y a más personas para tener una mayor cantidad de datos y poder evaluar con una muestra más representativa la satisfacción de los clientes potenciales.

También se le recomienda a la industria de los combustibles apoyar este tipo de proyectos, que producirán avances técnicos en la producción de biocombustibles que a posteriori causarán una posibilidad de regulación de precios de combustibles a la vez que estabilidad de precios.

Además se le recomienda a las empresas comercializadoras de combustibles evaluar la posibilidad de comercializar una mezcla de diésel con biodiesel, con una participación de al menos el 30% de biodiesel, esto ocasionará una reducción en sus costos por compra de combustible tradicional así como hacer que sus costos variables sean más estables en el tiempo.

También se recomienda formar alianzas estratégicas por parte de la universidad con instituciones que pueden apoyar el desarrollo de los estudiantes tales como el Innova Lab de Ternova o la ASI en su división de investigación, innovación y desarrollo.

Además se recomienda incluir las herramientas del DT, el BMC, la A3 de Toyota y demás herramientas muy útiles en el proceso de innovación, con la finalidad que cuando el estudiante egrese ya cuente con el conocimiento de estas herramientas, para estar preparados para aprovechar aún mejor el curso de Diseño y Desarrollo de Nuevos Productos al no dedicarle el tiempo inicial del curso a conocer y familiarizarse con estas herramientas.

Para el entorno nacional, se recomienda la redacción de legislación referente al tema de los biocombustibles, ya que al regularlo abre la posibilidad de iniciar

legalmente un proyecto que gire en torno a la producción y comercialización de los mismos.

Se recomienda al Gobierno plantear planes incentivo para las instituciones dedicadas a la producción de biocombustibles, tales como los implementados en otros países como Costa Rica, donde el combustible que se distribuye debe llevar mezclado biocombustible en al menos un 5%.

Anexos

Anexo A	Memoria de trabajo.....	46
1.	Responsabilidades.....	46
2.	Memoria.....	47
3.	Planificación.....	52
Anexo B	Tabla de resultados de pruebas del biodiesel por parte de usuarios.....	58

Anexo A. Memoria de trabajo.

1. Responsabilidades.

Los egresados: Fernando Enrique Méndez Medina y Alexander Rivas Menéndez tendrán la responsabilidad de llevar a cabo, gestionar y dirigir un proyecto de Investigación, Innovación y Desarrollo, en el marco del curso de especialización por el que cursan para obtener su grado de Ingeniero Químico, utilizando para esto la norma UNE 166000 para regir los mínimos requeridos en cuanto a contenido, documentación y procedimientos requeridos en un proyecto de esta índole, apegándose a la misma a cabalidad.

Los estudiantes deberán aplicar en su proyecto los conceptos y herramientas expuestos en clase, específicamente al método de DT como la herramienta primordial en el desarrollo de sus prototipos, y el modelo de Bussines Generation Canvas para el teórico montaje de un negocio que vaya en torno al producto o servicio desarrollado durante el proyecto.

Además, los egresados deberán estudiar las posibilidades y escoger un producto o servicio relacionado con el ámbito de Ingeniería Química para diseñar y evaluar siguiendo los métodos y modelos antes mencionados.

Otra responsabilidad de los egresados será la gestión de seguimiento del proyecto, para lo que deberán solicitar a los facilitadores espacios y tiempo para verificar el estado de avance del proyecto, siendo necesario para estas reuniones la presentación de esta memoria o su versión más reciente en caso de cambios, así como la herramienta gerencial conocida como A3 que se utilizará para el seguimiento y evaluación de estado del proyecto por parte de los facilitadores.

Los facilitadores: Ing. Edwin Antonio Alvarenga Alvarenga e Ing. Jair Edgardo Herrera Reyna serán responsables de marcar los requisitos y lineamientos a seguir en el proyecto, aportando capacitación a los egresados en herramientas necesarias para la realización del proyecto que los mismos desconozcan o no sean muy diestros en su aplicación.

También deberán asistir a las reuniones de seguimiento programadas a solicitud de los egresados y según la disponibilidad de tiempo de los facilitadores, para verificar el estado de realización del proyecto, haciendo notar los atrasos e incumplimientos en los que pudieren haber incurrido los egresados, brindando según consideren oportuno, consejos y recomendaciones respecto a los pasos a seguir por parte de los egresados para llevar por buen camino el proyecto.

2. Memoria.

2.1 Objetivos y Planteamiento para alcanzarlos.

2.1.1 Resumen del proyecto.

Este proyecto de investigación, innovación y desarrollo tiene por objeto el desarrollo de biodiesel, tomando en cuenta los mercados que puedan estar abiertos a la utilización del mismo, identificando las necesidades no satisfechas o que pueden mejorarse para aportar una mayor satisfacción a los clientes potenciales respecto al estado actual de los mismos.

La documentación completa del proyecto estará estructurada según lineamiento de la norma UNE 166001:2006 y su ejecución estará estructurada según lo definido por la guía del proceso creativo del DT, tal como se muestra en la figura 1 junto con la definición de un modelo de negocio según lineamientos del BMC, que se muestran en la figura 2.

A partir de la concepción de la idea creativa, se desarrollará investigación bibliográfica y de mercados para poder determinar la factibilidad técnica y económica del proyecto, a partir de ahí se desarrollará un prototipo básico para evaluar las características y expectativas a cubrir para luego desarrollar un modelo detallado y presentar el mismo para ser evaluado por paneles conformados por personas externas y/o internas y someter el proyecto a su aprobación por los ya mencionados paneles.

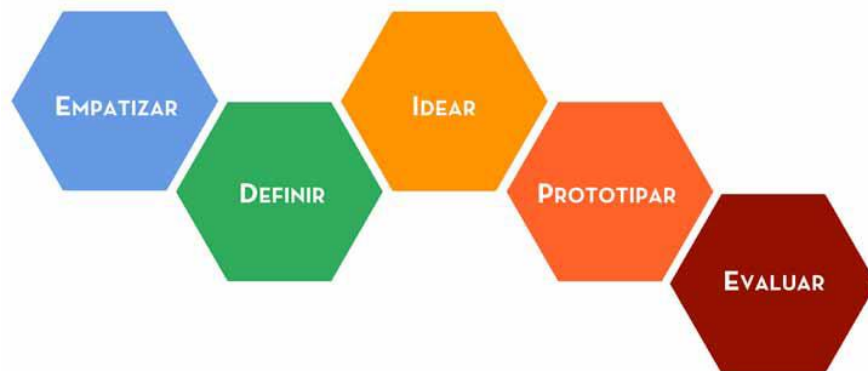


Ilustración A.1 Fases del modelo DT.

Fuente: Gonzáles (s.f.)

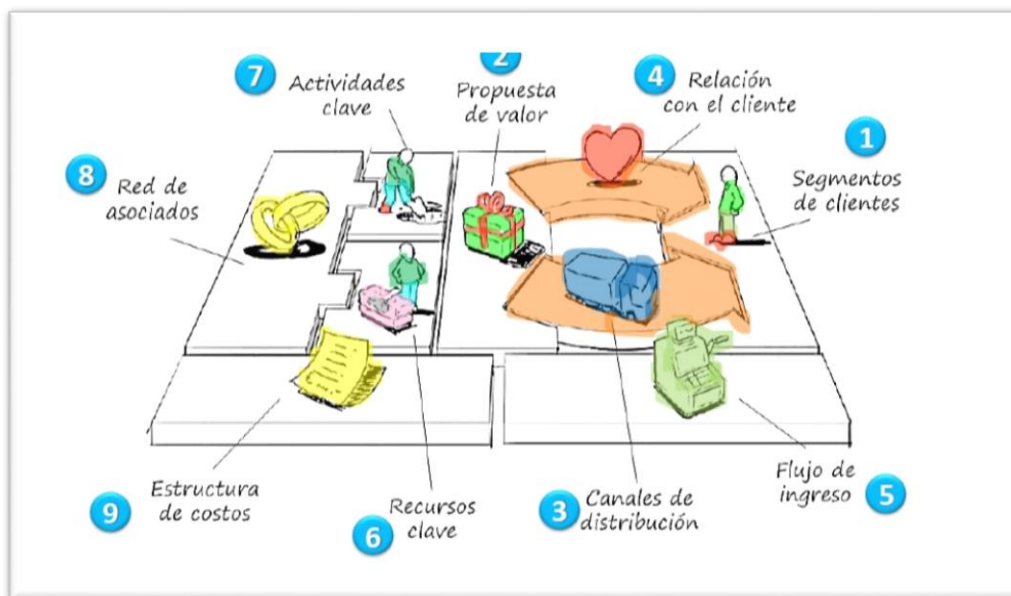


Ilustración A.2 Business Model Generation Canvas

Fuente: Ferreira-Herrera (2015).

2.3 Avances técnicos y/o tecnológicos que propone el proyecto.

Dentro de los avances científicos que propone el proyecto se encuentran:

- Desarrollo de un procedimiento detallado y probado a escala de laboratorio, para la producción de biocombustibles en El Salvador, que pueda usarse como punto de partida para la elaboración de un proyecto más grande encaminado a esta finalidad.
- La caracterización de los combustibles obtenidos, aplicando métodos y técnicas de análisis aceptados y utilizados a nivel internacional.
- La determinación de parámetros principales tales como temperaturas, tiempos, concentraciones de materia prima, etc, para obtener un biocombustible de buena calidad.
- Desarrollo de un ejemplo de aplicación de herramientas como el DT y el Bussiness Modelation Canvas en un proyecto de Investigación Innovación y Desarrollo, específicamente para la industria Química.

2.4 Protección de la propiedad de Resultados.

Se espera poder proteger los resultados del proyecto al obtener un producto, patentando su formulación en el Centro Nacional de Registros, para tener respaldo legal, siendo la mayor barrera en este aspecto los costos para el registro.

2.5 Legislación y otras regulaciones.

La principal normativa regulatoria para combustibles en nuestro país es la siguiente:

- a) Ley de Hidrocarburos: Esta ley tiene por objeto regular el fomento, desarrollo y control de la exploración y explotación de yacimientos de hidrocarburos, así como su transporte y productos.
- b) Ley del Medio Ambiente: La evaluación del impacto ambiental se encuentra definido en el artículo 18 como un conjunto de acciones y procedimientos que aseguran que las actividades, obras o proyectos que tengan un impacto ambiental negativo en el ambiente o en la calidad de vida de la población, se sometan desde la fase de preinversión a los procedimientos que identifiquen y cuantifiquen dichos impactos y recomienden las medidas que los prevengan, atenúen, compensen o potencien, según sea el caso, seleccionando la alternativa que mejor garantice la protección del medio ambiente.
- c) Reglamento técnico centroamericano para productos de petróleo: En este reglamento se definen los parámetros básicos para que los combustibles puedan ser comercializados en el territorio.

3. Planificación.

3.1 Generalidades.

El proyecto usará como estructura base la norma UNE 166001 para desarrollarlo de una forma ordenada y cumpliendo con los requisitos de una norma aceptada internacionalmente, usando como guía el proceso de DT donde se diseña para el usuario o consumidor, basando todo el proceso en etapas bien identificadas como son:

- a) Empatizar: Prácticamente es hacer uso de herramientas y técnicas que nos permitan entender al consumidor, que nos permitan identificar sus necesidades y preferencias.
- b) Definir: En esta etapa se forman los cimientos del proyecto, se evaluarán las necesidades identificadas en la etapa de empatizar, definiendo cuáles de estas se espera cubrir con el proyecto.
- c) Idear: Una vez definidas la o las necesidades a satisfacer, se espera generar múltiples ideas y opciones para dar resolución al problema definido en la etapa previa, y se determinarán cuáles de estas ideas son adecuadas y viables para ser añadidas al prototipo.

- d) Prototipar: En esta etapa se generará material físico encaminado a satisfacer al usuario, material con el que los consumidores puedan interactuar y evaluar el nivel de satisfacción generado.
- e) Testear: Se somete el o los distintos prototipos generados al público objetivo, y pedirles su retroalimentación acerca de qué les parece, qué se puede mejorar, qué se debería cambiar, etc.

Además, se seguirá el lineamiento del modelo de generación de negocios de BMC, en el que se determinan nueve bloques básicos para todo negocio que son: Segmento de Mercado, Propuesta de valor, Canales, Relaciones con los clientes, Fuentes de ingreso, Recursos Claves, Actividades Claves, Sociedades Claves y Estructura de Costos.

3.2 Identificación y Gestión de Riesgos y Puntos críticos.

Los principales riesgos inherentes al proyecto y al entorno actual de nuestro país son los siguientes:

- a) Posible repunte de pandemia: En la actualidad hay una incertidumbre significativa en cuanto al aspecto sanitario, ya que una posible nueva cuarentena dificulta las reuniones tanto del grupo como con los asesores, además de dificultar la adquisición de materias primas para elaborar los prototipos así como los grupos focales planteados en la planificación.

Un posible camino a seguir en este caso sería la reunión con el grupo y con los asesores mediante canales virtuales, así como realizar los grupos focales de esta forma, con respecto a la materia prima una probable solución sea acogerse a plataformas de entrega a domicilio.

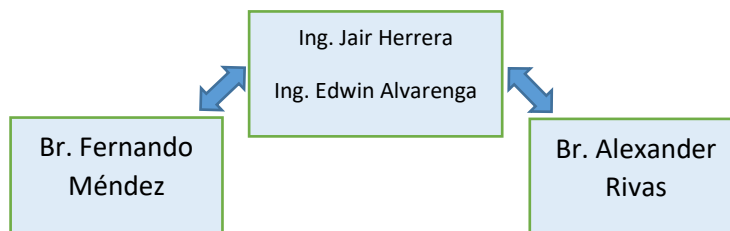
- b) Precios cambiantes: En el ámbito económico siempre se encuentra la amenaza de mercados cambiantes donde los precios de las materias primas no son fijos, esto puede encarecer el proyecto.

Para contrarrestar este riesgo no es mucho lo que se puede hacer, más que hacer un buen presupuesto sobre el consumo de las materias, y aquellas que no tengan caducidad rápido comprarlas en su totalidad de una vez.

- c) Dificil acceso a materia prima: En estos casos donde la materia prima proviene de residuos de algunas otras industrias, en ocasiones es complicado poder abastecerse de los mismos debido a los procesos que deben seguir las instituciones para la deposición de sus residuos.

3.4 Estructura organizativa.

Dentro del proyecto se contará con el apoyo del Br. Alexander Rivas para la discusión de ideas y apoyo en algunas otras actividades del mismo, así como se contará de la asesoría del Ing. Jair Herrera e Ing. Edwin Alvarenga, de esta forma la estructura para el desarrollo del proyecto es la siguiente:



3.4.1 Responsabilidades.

Tabla A.1 Responsabilidades de cada persona implicada en el proyecto.

Nombre	Cargo	Funciones
Fernando Enrique Méndez Medina	Responsable de Proyecto	<ul style="list-style-type: none"> -Dirigir el proyecto en todos los aspectos. -Seleccionar las técnicas de estudio de clientes potenciales a usar. -Ordenar e interpretar la información recabada de los clientes potenciales. -Desarrollar la formulación del producto o los productos a diseñar. -Dirigir y coordinar la etapa de testeo del producto. -Hacer los cambios que fuere necesarios en formulación. -Concluir.
Alexander Rivas Menéndez	Auxiliar de Proyecto	<ul style="list-style-type: none"> -Apoyar al responsable de proyecto en las actividades de campo a realizar. -Debatir con el responsable del proyecto acerca de las interpretaciones de la información obtenida. -Sugerir componentes o cambios en el prototipo que se desarrolle. -Apoyar en la toma de datos en el feedback del prototipo.
Jair Edgardo Herrera Reyna	Asesor de Proyecto	<ul style="list-style-type: none"> -Asesorar a los integrantes del grupo respecto al rumbo escogido en el proyecto. -Sugerir opciones basado en su experiencia respecto a las técnicas y métodos que se usarán en el proyecto. -Remarcar algún elemento que pueda estar pasando por alto el responsable de proyecto junto a su auxiliar.
Edwin Antonio Alvarenga	Asesor de Proyecto	<ul style="list-style-type: none"> -Asesorar a los integrantes del grupo respecto al rumbo escogido en el proyecto. -Sugerir opciones basado en su experiencia respecto a las técnicas y métodos que se usarán en el proyecto. -Remarcar algún elemento que pueda estar pasando por alto el responsable de proyecto junto a su auxiliar.

3.5 Control del programa de trabajo.

Se realizarán reuniones periódicas cada quince días para verificar el cumplimiento de las tareas en los tiempos pactados, y realizar las modificaciones al cronograma en caso de requerirlas por cambios en los tiempos o retrasos en tareas.

4. Presupuesto.

4.1 Generalidades.

En esta etapa del proyecto en la que realmente se desconoce acerca de los recursos a utilizar se hará un estimado de los recursos necesarios en cada etapa descrita en los apartados anteriores.

4.2 Recursos asignados al proyecto.

Tabla A.2 Presupuesto y Recursos asignados por etapa de proyecto.

Etapa	Recursos	Dinero
Empatizar	-Dispositivos de grabación de audio. -Dispositivos de grabación de video. -Computadora. -Libreta. -Lapiceros	\$25.00
Definir	-Computadora. -Post its. -Lapiceros. -Plumones. -Tirro.	\$10.00
Idear	-Computadora. -Post its. -Lapiceros. -Plumones. -Tirro.	\$10.00

Continúa.

Tabla A.3 Presupuesto y Recursos asignados por etapa de proyecto. Continuación.

Etapa	Recursos	Dinero
Elaboración de prototipos.	-Computadora. -Internet. -Post its. -Beakers. -Probetas. -Tubos de ensayo. -Estufa. -Termómetro. -Equipo de protección personal. -Materia prima	\$400.00
Evaluar	-Dispositivos de grabación de audio. -Dispositivos de grabación de video. -Computadora. -Libreta. -Post its. -Lapiceros. -Plumones. -Tirro.	\$25.00
Rediseñar	-Computadora. -Internet. -Post its. -Beakers. -Probetas. -Tubos de ensayo. -Estufa. -Termómetro. -Equipo de protección personal.	\$100.00
Total		\$570.00

Anexo B Tabla de resultados de pruebas del biodiesel por parte de usuarios.

Tabla B.1 Resultados de la evaluación de prototipos (continúa).

Prueba	Equipo	Forma de uso	Consumo (comparado al del Diesel)	Observaciones
1	Vehículo	Mezcla	Igual	Reducción de ruido de motor. Menos gases en el escape. Reducción de mal olor en gases de escape.
2	Vehículo	Mezcla	Igual	Reducción de mal olor en gases de escape.
3	Vehículo	Puro	Muy ligeramente mayor	Reducción de ruido de motor. Reducción de mal olor en gases de escape.
4	Podadora	Puro	Igual	Reducción de ruido de motor.
5	Podadora	Puro	Igual	Funcionamiento igual al diésel.
6	Fumigadora	Puro	Igual	Reducción de mal olor en gases.
7	Fumigadora	Puro	Igual	Reducción de mal olor en gases. Reducción de ruido.

Continúa.

Tabla B.1 Resultados de la evaluación de prototipos. Continuación.

Prueba	Equipo	Forma de uso	Consumo (comparado al del Diesel)	Observaciones
8	Vehículo	Mezcla	Igual	Reducción de mal olor en gases de escape.
9	Vehículo	Mezcla	Igual	Reducción de mal olor en gases de escape.
10	Vehículo	Puro	Muy ligeramente mayor	Reducción de ruido de motor. Reducción de mal olor en gases de escape.

Bibliografía.

- Benjumea Hernández, P. N., Santamaría, A., Ramiro, J., & Ríos, L. A. (2009). *Biodiésel: producción, calidad y caracterización*. Medellín: Univ. de Antioquia, Colombia
- Bulla Pereira, E. A. (2014). *Diseño del proceso de producción del biodiesel a partir de aceites de fitura*. Obtenido de Universidad Nacional de Colombia: <https://n9.cl/81rfs>
- Dib, M. (2018). *Design Thinking: Comprensión de la Metodología actual para su utilización efectiva en organizaciones alrededor del mundo*. Obtenido de Repositorio Universidad de San Andrés, Argentina: <https://n9.cl/ggu7q>
- Ferreira-Herrera, D. C. (2015). *El modelo Canvas en la generación de proyectos*. Obtenido de Cooperativismo y desarrollo.: <http://dx.doi.org/10.16925/co.v23i107.1252>
- González, F. (s.f.). Mini guía: una introducción al Design Thinking.
- Herrera Restrepo, J. A., & Velez, J. A. (2008). *CARACTERIZACION Y APROVECHAMIENTO DEL ACEITE RESIDUAL DE FRITURAS PARA LA OBTENCION DE UN COMBUSTIBLE (BIODIESEL)*. Obtenido de UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA: <https://n9.cl/v42gy>
- Osterwalder, A., & Pigneur, Y. (2004). *Generación de Modelo de Negocios*. Obtenido de businessmodelgeneration.com.
- Velázquez Pérez, R. (2011). *Desarrollo de un simulador conductual para la formación en gestión empresarial basada en LEAN*. Obtenido de Universidad Politécnica de Cataluña, España: <https://n9.cl/g1b0h>