

INSTITUTO TECNOLÓGICO Y DE ESTUDIOS SUPERIORES DE OCCIDENTE

Centro Universidad Empresa

Sustentabilidad y tecnología

PROYECTO DE APLICACIÓN PROFESIONAL (PAP)

Programa para mejoramiento de la calidad, productividad y logística en la industria regional I.



**ITESO, Universidad
Jesuita de Guadalajara**

(P2022_PAP4F04D)

**PROTOCOLO DE REFINACIÓN DE ACEITE CRUDO A ESCALA
LABORATORIO**

SESAJAL S.A. DE C.V.

PRESENTA

Programas Educativos y Estudiantes

Ing. En Biotecnología

Orlando Javier Maldonado Rivera

Profesor PAP:

María Yolotxochitl Ramírez García y José Pablo Torres Moran

Tlaquepaque, Jalisco, 16 de mayo de 2022

ÍNDICE

Contenido

REPORTE PAP	2
Presentación Institucional de los Proyectos de Aplicación Profesional	2
Resumen	0
1. Ciclo participativo del Proyecto de Aplicación Profesional.....	1
1.1 Entendimiento del ámbito y del contexto	1
1.2 Caracterización de la organización.....	4
1.3 Identificación de la(s) problemática(s).....	5
1.4. Planeación de alternativa(s).....	6
1.5. Desarrollo de la propuesta de mejora	7
1.6. Valoración de productos, resultados e impactos	20
1.7. Bibliografía y otros recursos	21
Bibliografía.....	21
2. Productos	22
3. Reflexión crítica y ética de la experiencia.....	22
3.1 Sensibilización ante las realidades	22
3.2 Aprendizajes logrados	24

REPORTE PAP

Presentación Institucional de los Proyectos de Aplicación Profesional

Los Proyectos de Aplicación Profesional (PAP) son experiencias socio-profesionales de los alumnos que desde el currículo de su formación universitaria- enfrentan retos, resuelven problemas o innovan una necesidad sociotécnica del entorno, en vinculación (colaboración) (co-participación) con grupos, instituciones, organizaciones o comunidades, en escenarios reales donde comparten saberes.

El PAP, como espacio curricular de formación vinculada, ha logrado integrar el Servicio Social (acorde con las Orientaciones Fundamentales del ITESO), los requisitos de dar cuenta de los saberes y del saber aplicar los mismos al culminar la formación profesional (Opción Terminal), mediante la realización de proyectos profesionales de cara a las necesidades y retos del entorno (Aplicación Profesional).

El PAP es un proceso acotado en el tiempo en que los estudiantes, los beneficiarios externos y los profesores se asocian colaborativamente y en red, en un proyecto, e incursionan en un mundo social, como actores que enfrentan verdaderos problemas y desafíos traducibles en demandas pertinentes y socialmente relevantes. Frente a éstas transfieren experiencia de sus saberes profesionales y demuestran que saben hacer, innovar, co-crear o transformar en distintos campos sociales.

El PAP trata de sembrar en los estudiantes una disposición permanente de encargarse de la realidad con una actitud comprometida y ética frente a las disimetrías sociales. En otras palabras, se trata del reto de “saber y aprender a transformar”.

El Reporte PAP consta de tres componentes:

El primer componente refiere al ciclo participativo del PAP, en donde se documentan las diferentes fases del proyecto y las actividades que tuvieron lugar durante el desarrollo de este y la valoración de las incidencias en el entorno.

El segundo componente presenta los productos elaborados de acuerdo con su tipología.

El tercer componente es la reflexión crítica y ética de la experiencia, el reconocimiento de las competencias y los aprendizajes profesionales que el estudiante desarrolló en el transcurso de su labor.

Resumen

En el PAP Programa para mejoramiento de la calidad, productividad y logística en la industria regional I (P2022_PAP4F04D) dentro de las instalaciones de la planta 2 de Grupo Sesajal en el Laboratorio de Investigación y Desarrollo se abordó la necesidad de crear un sistema de desodorizado a escala laboratorio siendo esta, una etapa en la refinación del aceite comestible, en este caso, proveniente de la linaza y con base en ello, se realiza un protocolo donde se establecen las condiciones óptimas de su tratamiento específico para lograr eficiencia en cuánto a tiempo y recursos empleados sin la necesidad de llevar a cabo la prueba a nivel piloto, lo cuál implica un costo en tiempo, dinero y esfuerzo mayor que a nivel laboratorio.

Se hizo un diseño de experimentos con el factor de diseño variable para ver la influencia en el producto obtenido refinado y desodorizado basándose principalmente en la reducción de niveles de peróxido, dejando como base el método de arrastre de ácidos grasos (agua que pasaba a vapor por evaporación instantánea al entrar en contacto con aceite a 240-260 °C) y tiempo de 1 hora del proceso de destilación.

Se realizaron los diferentes diseños para el destilado de los ácidos grasos dejando como temperatura máxima 250 °C dado que tenía influencia negativa en el producto al elevarse más allá de esta por un periodo determinado de tiempo y la cantidad de vacío suministrada estuvo determinada acorde a la capacidad de la bomba. El diseño 5 presentó la mejora óptima.

Una vez obtenido el aceite de linaza desodorizado, se mezcla con aceite de aguacate y de coco dado que es el producto objetivo a comercializar bajo la premisa de que contiene los nutrimentos de cada uno de los compuestos.

1. Ciclo participativo del Proyecto de Aplicación Profesional

El PAP es una experiencia de aprendizaje y de contribución social integrada por estudiantes, profesores, actores sociales y responsables de las organizaciones, que de manera colaborativa construyen sus conocimientos para dar respuestas a problemáticas de un contexto específico y en un tiempo delimitado. Por tanto, la experiencia PAP supone un proceso en lógica de proyecto, así como de un estilo de trabajo participativo y recíproco entre los involucrados.

1.1 Entendimiento del ámbito y del contexto

Los aceites vegetales están compuestos principalmente de triglicéridos insolubles en agua (solubles en solventes orgánicos), además de sustancias en menor proporción que afectan las propiedades físicas y químicas de los aceites como lo son los ácidos grasos, fosfolípidos, tocoferoles, esteroides, carbohidratos, resinas, proteínas, trazas de metales, pigmentos, entre otros, donde algunos de ellos no contienen ácidos grasos libres en su estructura y por lo tanto son insaponificables, es decir, no se pueden separar por precipitación en contacto con hidróxido de sodio dado que no contienen ácidos grasos en su estructura (Stroppiano & Comba, 2016).

Dicho lo anterior, es necesario entonces hacer una refinación del aceite para eliminar las sustancias indeseables, lo cual se logra con tratamientos de purificación de varias etapas tratando de eliminar la cantidad mínima de constituyentes deseables como lo son los triglicéridos y vitamina E, por otro lado, una vez eliminadas las impurezas pueden ser recuperadas y utilizadas como subproductos.

Existen diferentes maneras que permiten separar los constituyentes indeseables, primeramente, como pre-tratamiento, se hace un desgomado para eliminar los fosfolípidos y reducir sales de calcio, magnesio y hierro del aceite crudo (Beltrán Zarza, 2016), seguido de una refinación física o química, según sea, se hará desodorizado/desacidificación (destilación para eliminación de ácidos grasos libres en el proceso de desodorización con vapor) o tratamiento con álcali para eliminar los ácidos grasos libres (ácido-base de neutralización).

La refinación química es más agresiva y se utiliza cuando la calidad del aceite resultante es menor que la física, sin embargo, tiene excelente capacidad de adaptación y menos requisitos para aceites de alta calidad dado que el resultante es consistente y estable por lo que necesita menos tierra de blanqueo que el refinado físico, el cuál es más eco-amigable y se usa cuando se tiene alta acidez y bajo contenido en gomas (fosfolípidos) generando productos de mejor calidad y reduciendo pérdidas en el proceso (tasa de refinamiento alta, menos pérdida de aceite), además de tener más ácidos grasos libres destilados y no se desperdicia el agua descargada.. Ambos dan como resultado aceites neutros que son blanqueados y desodorizados (KMEC ENGINEERING, 2012).

El proceso de refinación (neutralización) pretende una completa eliminación de ácidos grasos libres (AGL) mediante la transformación a jabones insolubles (saponificación) en aceite (otras sustancias ácidas también se combinan con el álcali y se eliminan con adsorción por los jabones formados) (Beltrán Zarza, 2016). La base más utilizada es el hidróxido de sodio pero tiene la desventaja de saponificar aceite neutro en conjunto con ácidos grasos libres debido a que es un álcali fuerte, motivo por el cual es menos eficiente la refinación química, sin embargo, también elimina gosispol y pigmentos de aceite, aclarándolo debido a una extracción física de la adsorción por el jabón formado eliminando pigmentos carotenoides. Después de eso, el aceite se lava con agua para la eliminación completa del jabón posterior de someterse la mezcla a un separador centrífugo a escala industrial, por otro lado, a escala laboratorio, se hace por medio de decantación y un segundo lavado que se centrifuga.

Posterior a eso, se aplican operaciones de blanqueo, desodorizado, winterizado, entre otras las cuales se combinan y adaptan dependiendo del objetivo a lograr con el aceite.

Blanqueo es la etapa donde el aceite neutralizado se trata con tierra/carbón activado para la eliminación de pigmentos coloreados donde el agente blanqueador debe estar en un sistema en serie para asegurar la consistencia uniforme de color, también reduce el olor, productos primarios y secundarios de la oxidación y trazas de gomas y jabón, metales, tocoferoles y peróxidos, por medio del proceso de adsorción (Beltrán Zarza, 2016).

La desodorización es un proceso para la eliminación de olores ya que cada aceite vegetal tiene su propio olor natural. Durante la neutralización y el blanqueado, se quedan olores desagradables en el aceite. El proceso se lleva a cabo a una temperatura elevada mediante la inyección de vapor y mantenimiento una alta presión para destilar la materia odorante y se retira a través de condensadores y sistema de vacío, básicamente, elimina impurezas volátiles como peróxidos, compuestos carboxílicos y AGL (Beltrán Zarza, 2016).

Por último, cuando los aceites tienen ceras presentes debido a su proveniencia, se añade la etapa de winterizado (también llamado desparafinado o descerado) en donde los crudos son enfriados y mantenidos a baja temperatura para favorecer la formación y posterior separación de cristales de cera causantes del enturbiamiento del aceite. Este proceso es de vital importancia antes de embotellar y comercializar el aceite. En la **Fig. 1** se observa el proceso general, las etapas de refinación del aceite pueden variar en cuánto a su orden y eliminar/añadir etapas dependiendo de la naturaleza de la semilla de la cual se hará el aceite.

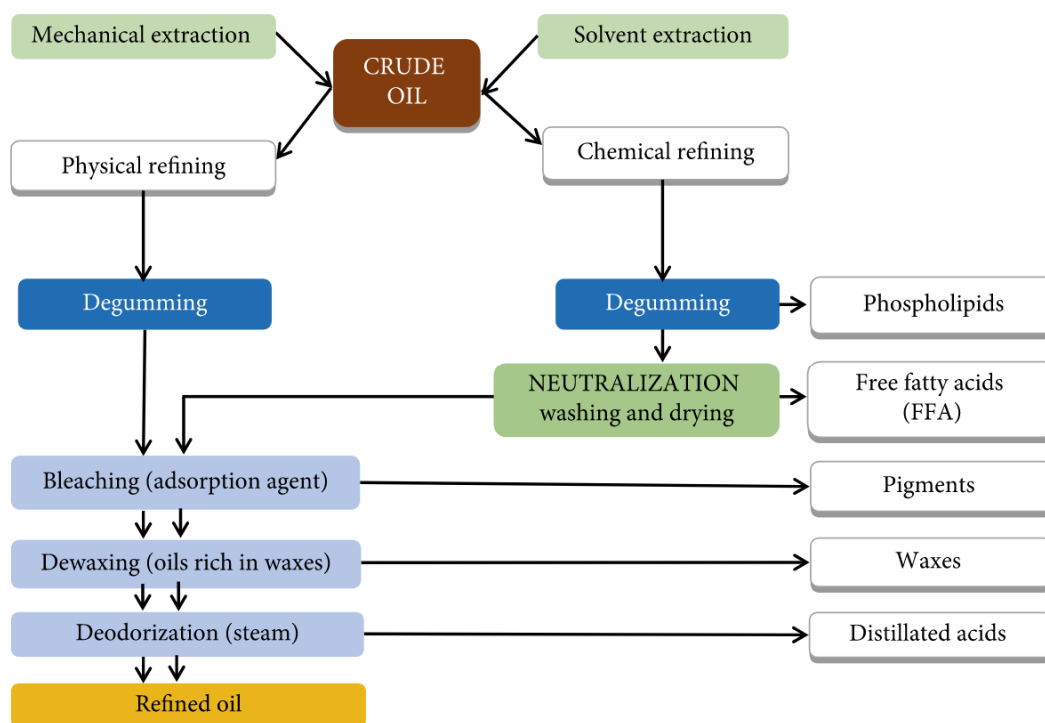


Figura 1. Proceso general del refinado físico y químico de los aceites crudos.

Además, los aceites con un índice de yodo (IY) de aproximadamente 105 contiene glicéridos de punto de fusión que a temperaturas moderadamente bajas (de refrigeración) forman cristales sólidos que perjudican las propiedades del aceite dado que lo enturbia y solidifica. Por esto, es necesario precipitar previamente los componentes de punto de fusión altos y separarlos por filtración (winterizado), la idea es lograr el crecimiento de los cristales del glicérido de manera que retengan la menor cantidad posible de aceite líquido mediante el descenso lento de la temperatura para formar cristales grandes. Dicha cristalización se hace con la solución en hexano para que los sólidos cristalicen de forma más compacta, dura y fácil de separar. La masa que se separa se conoce como estearina (Gharby, 2022).

Aunado a esto, los aceites o grasas con un índice de yodo mayor a 140 son considerados como secantes; entonces a partir de los resultados obtenidos podemos tomar en cuenta que a mayor número de insaturaciones, el aceite se encuentra más propenso a la oxidación, siendo las aplicaciones térmicas factores importantes para el desarrollo de esta, por lo que no se puede descartar que un elevado índice de yodo sea por esta razón (Maxi Jarrin, 2019).

Además de lo anterior, se tiene especial interés en la linaza dado que al ser una semilla oleaginosa tiene la capacidad de contrarrestar muchas enfermedades neurodegenerativas y cardiovasculares, así como actuando como antioxidantes contra cáncer y trastornos hormonales aportando una cantidad considerable de ácidos grasos poliinsaturados, reduciendo el LDL y aumentando HDL, el cual es el colesterol bueno, sin embargo, se experimenta en encontrar la mejor fórmula para la obtención del aceite de linaza aumentando su rendimiento y mejorando su calidad (Maxi Jarrin, 2019).

1.2 Caracterización de la organización

Grupo Sesajal tiene diversas plantas dedicadas principalmente a obtener productos derivados de semillas oleaginosas desde hace más de 30 años con presencia en mercado nacional e internacional (más de 30 países) contando con un equipo de trabajo de más de 2,000 colaboradores.

El propósito y razón de ser de Sesajal se basa en 4 pilares principales:

1. Calidad de vida de empleados y colaboradores.
2. Vínculo con la comunidad para el desarrollo sostenible.
3. Conservación del medio ambiente y recursos naturales para generaciones actuales y futuras.
4. Ética empresarial en negocios, fomentando el respeto y la dignidad en las relaciones comerciales.

Además, cuentan con un programa de gestión de sustentabilidad para el medio ambiente y la responsabilidad social llamado “Compromiso y Responsabilidad Empresarial para la Comunidad y el Entorno (crece)”, con el cual, se establece relación directa con productores (agricultores) para promover el trato y precios justos prescindiendo de intermediarios comerciales.

Dentro de las acciones empresariales para la responsabilidad social se encuentran los programas agropecuarios para apoyar a más de 10 mil familias en el campo financiando algunas de las actividades agrícolas para tener un comercio justo, ofreciendo también programas de capacitación y apoyo técnico ingenieril para las comunidades. Además, se realizan donaciones a más de 20 organizaciones sin fines de lucro formando parte también de FEJAL (fundación con programas de educación, bienestar y desarrollo humano para las poblaciones menos privilegiadas de Jalisco).

1.3 Identificación de la(s) problemática(s)

Actualmente la empresa genera aceites de diferentes semillas (proveniencia variada) a nivel industrial donde muchas veces aún no se sabe a ciencia cierta si va a ser viable para comercializarlo por diferentes factores como pueden ser el costo de la materia prima, la estabilidad que tenga, vida de anaquel, grado de acidez, color y sabor, entre otros.

Dado que el lanzamiento o maquila de cualquier aceite depende de la aceptación del cliente final, se hace todo el proceso de refinación del aceite a escala industrial o piloto para dar muestras de lo obtenido al consumidor y que evalúe si se continua con el proyecto, muchas

veces de las descritas, no se concreta la negociación para la producción a gran escala de dicho aceite por lo que SESAJAL tiene una pérdida debido a los costos operativos que utilizó para realizar la “prueba” utilizando tiempo, dinero (traducido en costo de maquinaria, electricidad, materia prima, etc.) y esfuerzo (personal y mano de obra).

1.4. Planeación de alternativa(s)

Debido a lo anterior, SESAJAL busca implementar una metodología a escala laboratorio donde la principal etapa del proceso de refinación sea la de desodorizado ya que es de las que implican mayores costes. Por ende, se plantea la posibilidad de armar la etapa de destilación controlada con un sistema de bomba de vacío de laboratorio para extraer ácidos grasos y olores que no entran dentro de norma/aceptación del cliente/mercado para ser un aceite comestible.

Se planea hacer un “recetario” ordenando los aceites por tipos según su proveniencia, analizando así las condiciones óptimas y factores a variar para eficientar el proceso en términos de tiempo y dinero, es decir, pasar de un tratamiento general de refinación (actualmente se hace) a un proceso específico de acuerdo al tipo de aceite a obtener y de esta manera favorecer la productividad y asertividad de los experimentos que se realicen.

El plan de trabajo se presentó de la siguiente manera (*Tabla 1*).

Tabla 1. Planeación cronológica de actividades.

Actividades	Febrero	Marzo/Abril	Mayo
Conocimiento general del proceso.			
Conocimiento detallado de lo que se quiere lograr.			
Analizar puntos de mejora acorde a las herramientas disponibles.			

Proponer y evaluar condiciones de operación para refinación del aceite.			
Experimentación.			
Entregar resultados y bitácora de experimentos (recetario).			
Alternativas y perspectivas con base en los resultados.			

1.5. Desarrollo de la propuesta de mejora

El proceso en la empresa por el cual se hace la neutralización en Sesajal es vía refinado alcalino donde el rendimiento es más bajo que el refinado físico dado que se tienen algo de pérdidas de aceite debido a la emulsión y saponificación de los aceites neutros al estar en contacto con la sosa cáustica generando así grandes volúmenes de efluentes líquidos. Los jabones posteriormente se disocian con ácido (teóricamente con ácido sulfúrico, pero no tengo la certeza de que se utilice este en Sesajal) para recuperar ácidos grasos libres junto con la sal sódica formada y vapor de agua ácida que contiene grasa.

Algunos contaminantes e impurezas como compuestos oxidados, trazas de metales y materiales coloreados se eliminan parcialmente por arraste con la formación de jabón que se reducen significativamente en la etapa de blanqueo donde el posteriormente en la neutralización también se eliminan contaminantes de manera considerable del tipo aflatoxinas y organofosforados. Cuando se realiza la neutralización alcalina se producen pérdidas de tocoferoles y esteroides pero teóricamente, a condiciones controladas, la pérdida es menor al 10% del volumen total.

En el laboratorio de SESAJAL, se realizó la experimentación siguiente, donde se muestra en la **Fig. 2**, la muestra de aceite de linaza a desodorizar, dicha muestra ya pasó por los procesos anteriores de refinado a las condiciones a las que se somete cualquier aceite en planta industrial, dichos procesos incluyen el refinado inicial con desgomado por neutralización, blanqueamiento y desodorizado parcial dado que la linaza posee características a las cuales,

con las condiciones generales de tratamiento, no se logran remover por completo las características indeseables, siendo éstas principalmente las propiedades organolépticas dado que se quiere obtener el aceite lo más neutro posible en cuestión de color, sabor y olor pero, a sapiencia de mantener las propiedades nutrimentales contenidas en la semilla.

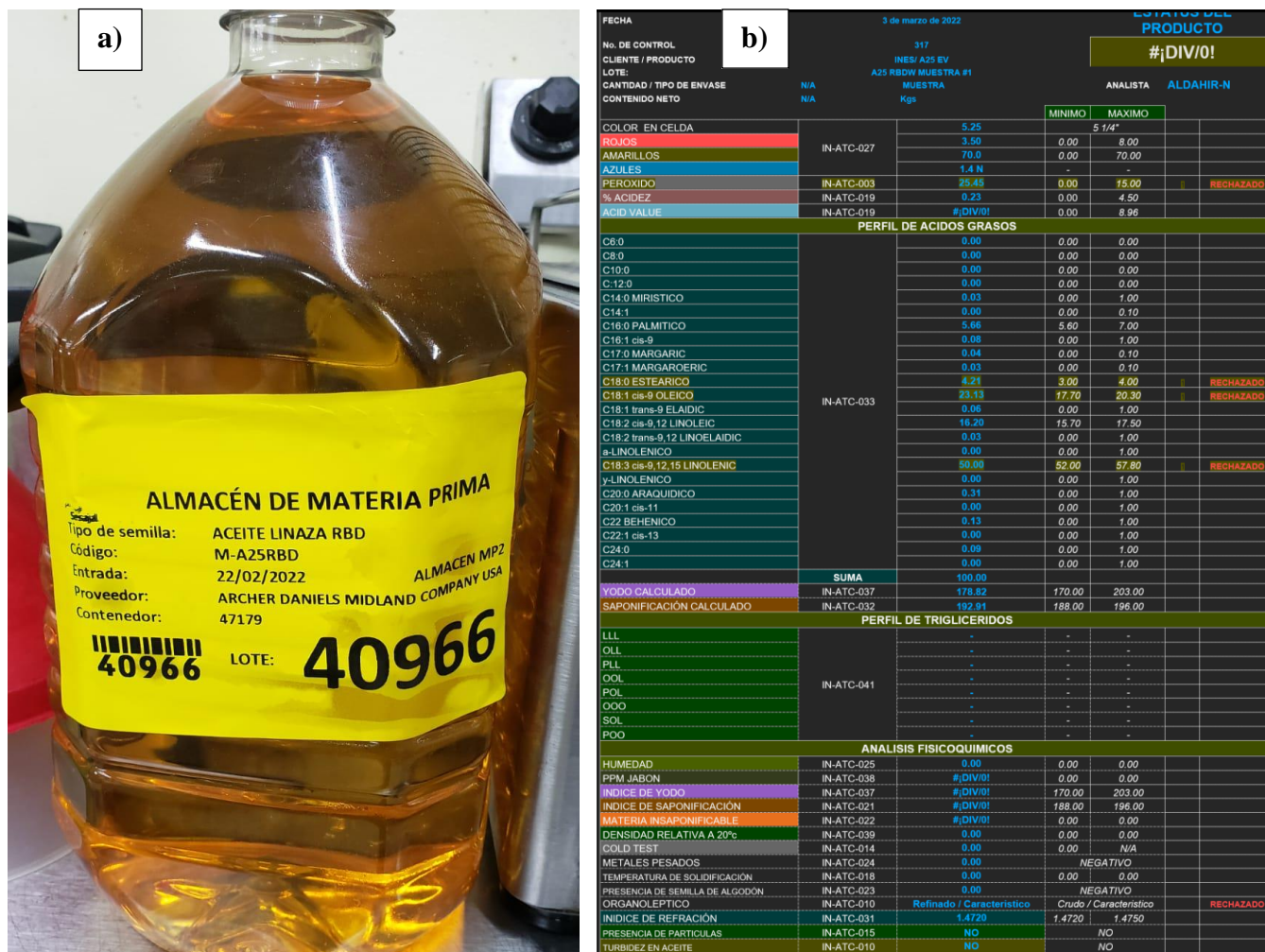


Figura 2. a) Muestra de aceite a desodorizar después de refinado y blanqueamiento. b) Propiedades del aceite a).

Como se puede observar en la **Fig. 2**, el aceite, a pesar de que se obtuvo de las primeras etapas de refinado, aún tiene un color oscuro/opaco, además, en cuanto a sus propiedades organolépticas sigue predominante la presencia de la linaza, lo cual es indeseable debido a que se quiere mezclar con otros aceites provenientes de otras semillas por ejemplo, para este caso, la de aguacate y coco. Para esto, los aceites a mezclar, deben ser, individualmente,

neutros en sus propiedades organolépticas para que el producto final sea un aceite altamente nutritivo en vitaminas, minerales y grasas buenas pero tenga sabor y olor común, similar al de cualquier aceite comercial, deseable para captar la mayor cantidad de clientes, tanto aquellos que se preocupan por consumir la menor cantidad de productos basados en grasas, como aquellos que consumen aceite de manera cotidiana.

Para esto, se parte de la premisa de analizar exactamente cuáles son las propiedades “originales” del aceite de linaza (**Fig. 2b**) a desodorizar (destilar) para tener un punto de partida (punto de control) y de esta manera evaluar los aceites después de ser sometidos a desodorizado para identificar los cambios basados en la comparación “antes y después” de la destilación. Dichos parámetros se muestran con los valores iniciales del aceite a desodorizar.

Las características químicas son variables dependiendo el método de extracción y refinación del aceite, ejemplo, el **índice de acidez** tiene límites permisibles según el Codex Alimentarius (1999) con 0.6 mg de KOH/g de grasa o aceite para grasas y aceites refinados y 4.0 mg de KOH/g de grasa o aceite para grasas y aceites vírgenes y prensados en frío para que puedan ser aptos para el consumo humano. Estos índices aumentan cuando se aplican temperaturas altas a la refinación por tiempo prolongado debido a la división de los enlaces éster de las moléculas de los triglicéridos por el calentamiento (Maxi Jarrin, 2019).

Un elevado índice de acidez está representado por un aumento de los ácidos grasos libres, esto a consecuencia de que en la muestra existan residuos de agua provocando reacciones hidrolíticas que promueven la rancidez del aceite. Además de esto, cualquier transformación oxidativa que suceda en los aceites también depende de las condiciones de almacenamiento, tales como luz, oxígeno, temperatura y tipo de empaque.

Dicho lo anterior, se debe prestar especial atención en los valores de peróxidos y porcentaje de acidez dado que cuando sufren oxidación debido a trazas de agua y/o a las condiciones de almacenamiento tiende a favorecer el enranciamiento del producto.

Generalmente, el grado de acidez de los aceites se expresa como % de ácido oleico libre. Los aceites, en particular el de oliva, está formado por diferentes ácidos grasos (ácido graso oleico (O), Linoleico (L), esteárico (E), palmítico (P) que generalmente se encuentran combinados formando triglicéridos, siendo el más frecuente en el de oliva, la trioleína (OOO). Estos triglicéridos son descompuestos en ácidos grasos libres y en glicerol por acción de enzimas lipasas causando así, la degradación y enranciamiento del aceite, por ende, el grado de acidez es un indicador del estado en el que se encuentra el aceite.

Más adelante se muestra una tabla comparativa entre los diferentes experimentos realizados con los cambios en los valores con respecto al control.

El día 21 de febrero de 2022 se realizó la primera corrida experimental del desodorizado a escala laboratorio donde se nombra como “Diseño 1” (**Fig. 2**). Se trabajó a una temperatura de 260 °C durante una hora sin considerar etapa de pre-calentamiento y calentamiento dosificando agua de manera continua.

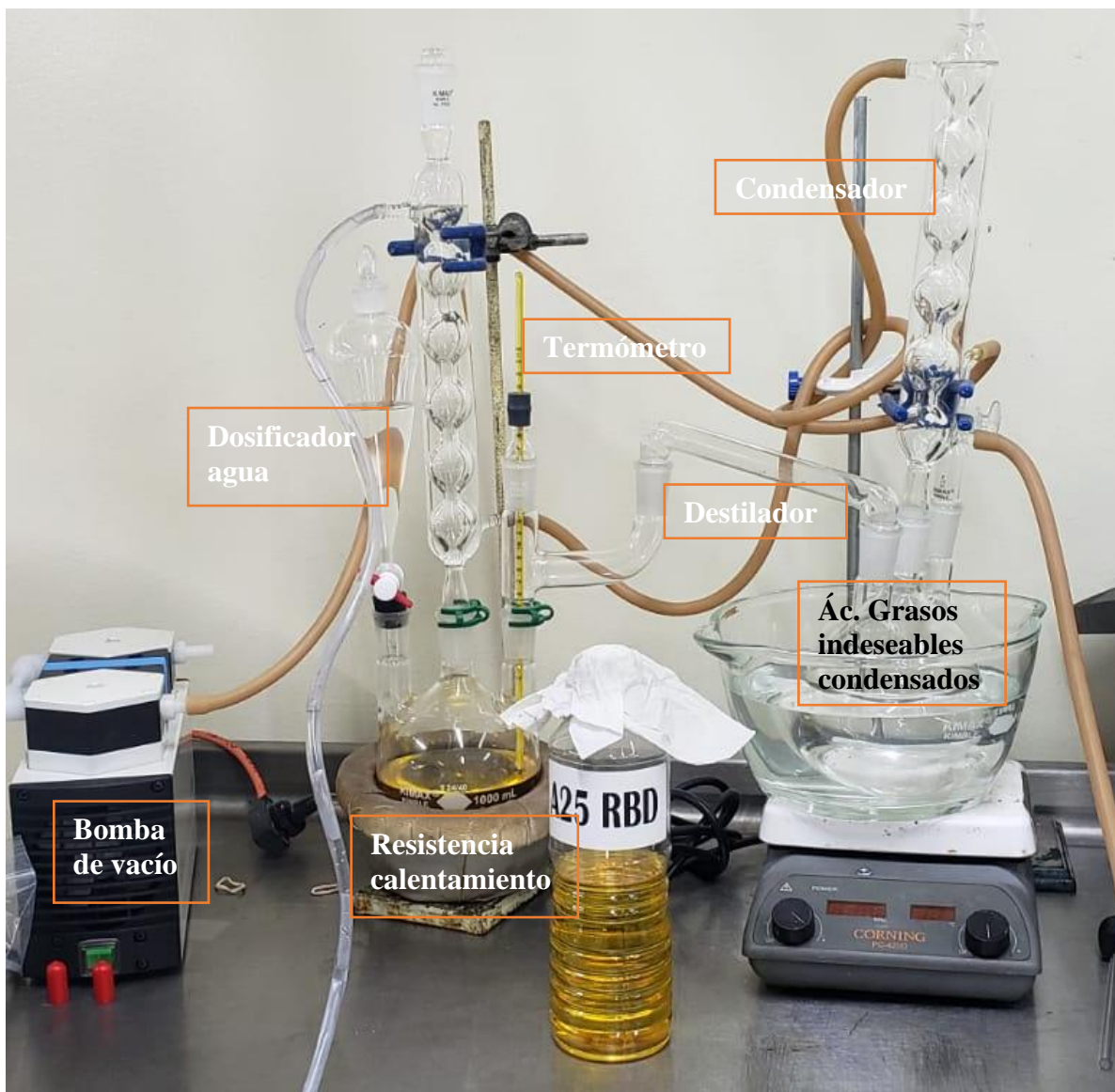


Figura 3. Componentes para la destilación con el “Diseño 1”.

En el siguiente enlace se observa de manera general el proceso de destilación donde el aceite es calentado por la resistencia y al entrar en contacto con el agua forma una reacción exotérmica que cuando se evapora el agua arrastra con ella ácidos grasos volátiles que pasan por el destilador hasta llegar al enfriador (condensador) donde se recopilan los ácidos grasos indeseables y los olores siguen su paso hasta ser eliminados por la bomba de vacío.

https://iteso01-my.sharepoint.com/personal/ib714728_iteso_mx/Documents/ITESO/10MO%20SEMESTRE/PAP%202/SESAJAL%20I+D/21%20feb/Proceso%20gral%20destilacion.mp4

En el siguiente enlace se observa que al llegar al enfriador que está sobre el segundo matraz, se extiende un hilo de ácidos grasos que por la viscosidad y lentitud a la que baja se aprecia a simple vista que no es agua y por ende la separación de ácidos grasos indeseables se lleva a cabo.

https://iteso01-my.sharepoint.com/personal/ib714728_iteso_mx/Documents/ITESO/10MO%20SEMESTRE/PAP%202/SESAJAL%20I+D/21%20feb/Destilación%20ác%20grados.mp4

El experimento del Diseño 1 se hizo 2 veces dado que en los resultados vimos condiciones cualitativas indeseables por lo que se ajustaron ciertos parámetros. En primera instancia, podemos notar en la **Fig. 4a** que la muestra es demasiado oscura debido a que por el diseño, una vez que se finalizó la administración de calor, se paró a su vez la bomba de vacío y por ende no se terminaron de extraer los compuestos responsables de la generación de rancidez al aceite. En la **Fig. 4b** se observa, debido al color un poco más claro, que la administración de agua, al momento de volver a la fase líquida, regresó con cierta cantidad de ácidos grasos dado que durante el enfriamiento, muchos de los ácidos grasos contenidos en el tubo de destilación, al momento de condensarse regresaron al matraz que contenía el aceite desodorizado y por ende “se contaminó”, y por esto, se puede decir que lo que se eliminó, parcialmente, regresó en una pequeña fracción una vez detenido el experimento, predominando en este caso el agua condensada, razón por la cual se aprecia un poco más claro en color con respecto a la muestra de la izquierda.

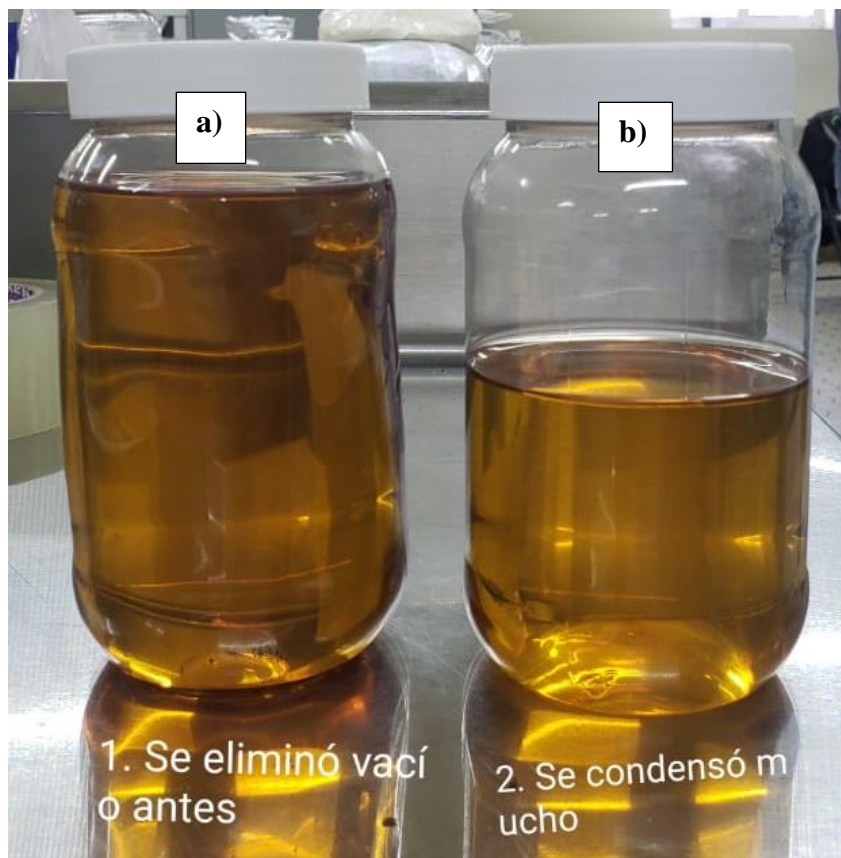


Figura 4. Duplicado del experimento con Diseño 1.

El 25 de febrero se realizaron más pruebas con el diseño 2 (**Fig. 5**) dado que se quiso explorar la experimentación agregando un condensador más (3 en total) para evaluar la posibilidad de mejorar el rendimiento de ácidos grasos indeseables condensados por hora de calentamiento para la destilación.



FECHA		3 de marzo de 2022		PRODUCTO	
No. DE CONTROL		317		#1DIV/0!	
CLIENTE / PRODUCTO		INES/ A25 EV			
LOTE:		A25 RBDW MUESTRA #2			
CANTIDAD / TIPO DE ENVASE		MUESTRA		ANALISTA ALDAHIR-N	
CONTENIDO NETO		Kgs			
COLOR EN CELDA		5.25		MINIMO	MAXIMO
ROJOS	IN-ATC-027	7.00	0.00	8.00	5 1/4"
AMARILLOS		70.0	0.00	70.00	
AZULES		0.00	-	-	
PEROXIDO	IN-ATC-003	5.98	0.00	15.00	
% ACIDEZ	IN-ATC-019	0.95	0.00	4.50	
ACID VALUE	IN-ATC-019	#1DIV/0!	0.00	8.96	
PERFIL DE ACIDOS GRASOS					
C6:0		0.00	0.00	0.00	
C8:0		0.00	0.00	0.00	
C10:0		0.00	0.00	0.00	
C12:0		0.00	0.00	0.00	
C14:0 MIRISTICO		0.04	0.00	1.00	
C14:1		0.00	0.00	0.10	
C16:0 PALMITICO		6.00	5.60	7.00	
C16:1 cis-9		0.11	0.00	1.00	
C17:0 MARGARIC		0.05	0.00	0.10	
C17:1 MARGAROERIC		0.04	0.00	0.10	
C18:0 ESTEARICO		4.50	3.00	4.00	RECHAZADO
C18:1 cis-9 OLEICO	IN-ATC-033	24.34	17.70	20.30	RECHAZADO
C18:1 trans-9 ELAIDIC		0.07	0.00	1.00	
C18:2 cis-9,12 LINOLEIC		16.01	15.70	17.50	
C18:2 trans-9,12 LINOELAIDIC		0.93	0.00	1.00	
α-LINOLENICO		0.00	0.00	1.00	
C18:3 cis-9,12,15 LINOLENIC		35.34	52.00	57.80	RECHAZADO
γ-LINOLENICO		0.00	0.00	1.00	
C20:0 ARAQUIDICO		11.80	0.00	1.00	RECHAZADO
C20:1 cis-11		0.00	0.00	1.00	
C22 BEHENICO		0.42	0.00	1.00	
C22:1 cis-13		0.00	0.00	1.00	
C24:0		0.38	0.00	1.00	
C24:1		0.00	0.00	1.00	
SUMA		100.00			
YODO CALCULADO	IN-ATC-037	141.21	170.00	203.00	RECHAZADO
SAPONIFICACIÓN CALCULADO	IN-ATC-032	192.39	188.00	198.00	
PERFIL DE TRIGLICERIDOS					
LLL		-	-	-	
OLL		-	-	-	
PLL		-	-	-	
OOL	IN-ATC-041	-	-	-	
POL		-	-	-	
OOO		-	-	-	
SOL		-	-	-	
POO		-	-	-	
ANALISIS FISICOQUIMICOS					
HUMEDAD	IN-ATC-025	0.00	0.00	0.00	
PPM JABON	IN-ATC-038	#1DIV/0!	0.00	0.00	
INDICE DE YODO	IN-ATC-037	#1DIV/0!	170.00	203.00	
INDICE DE SAPONIFICACIÓN	IN-ATC-021	#1DIV/0!	188.00	196.00	
MATERIA INSAPONIFICABLE	IN-ATC-022	#1DIV/0!	0.00	0.00	
DENSIDAD RELATIVA A 20°C	IN-ATC-039	0.00	0.00	0.00	
COLD TEST	IN-ATC-014	0.00	0.00	N/A	
METALES PESADOS	IN-ATC-024	0.00	NEGATIVO		
TEMPERATURA DE SOLIDIFICACIÓN	IN-ATC-018	0.00	0.00	0.00	
PRESENCIA DE SEMILLA DE ALGODÓN	IN-ATC-023	0.00	NEGATIVO		
ORGANOLEPTICO	IN-ATC-010	Refinado / Característico	Crudo / Característico		RECHAZADO
INDICE DE REFRACCIÓN	IN-ATC-031	1.4720	1.4720	1.4750	
PRESENCIA DE PARTICULAS	IN-ATC-015	NO	NO		
TURBIDIZ EN ACEITE	IN-ATC-010	NO	NO		

Figura 5. Diseño 2.

Con la modificación, en el Diseño 2 se tiene menos olor a la salida de la bomba de vacío y esta se mantiene encendida durante la etapa de enfriamiento una vez finalizada la administración de calor al sistema para la destilación de ácidos grasos (desodorización).

Conforme a los resultados obtenidos en el Diseño 2, el día 28 de febrero de 2022 se replicó para tener más muestra y poder mandar a analizar las mejoras obtenidas después del proceso de destilación (Fig. 5).

El 9 de marzo de 2022 se intentó el Diseño 3, sin embargo, debido a las condiciones de 260 °C el termómetro se rompió y el mercurio contenido en éste contaminó la muestra por lo que

se tuvo que postergar la experimentación hasta la obtención de nuevos termómetros. En la **Fig. 6** se muestra el incidente.

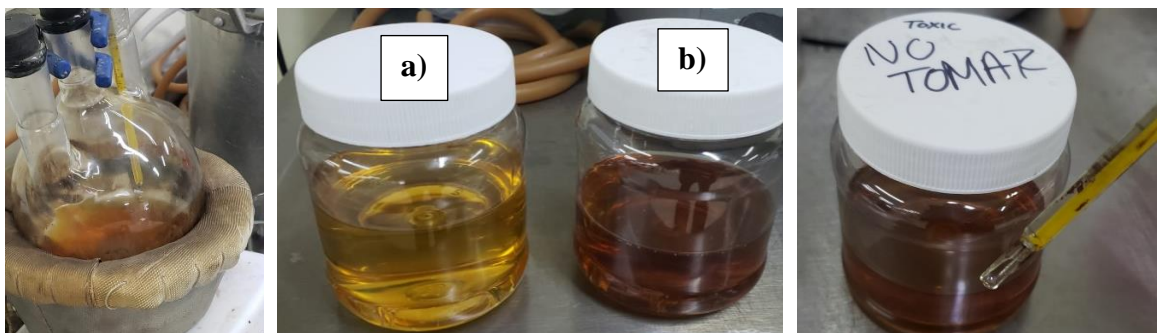


Figura 6. Diseño 3, en la muestra **b)** se muestra el aceite contaminado con mercurio comparado con el aceite a desodorizar original **a)**.

El enlace siguiente ejemplifica el incidente sucedido en la **Fig. 6**.

https://iteso01-my.sharepoint.com/personal/ib714728_iteso_mx/Documents/ITESO/10MO%20SEMESTRE/PAP%202/SESAJAL%20I+D/9%20marzo/Aceite%20contaminado%20con%20mercurio%20termómetro.mp4

El 16 de marzo se inició nuevamente con el Diseño 3 (**Fig. 8**) una vez obtenidos nuevos termómetros pero se actualizaron las condiciones de operación en cuanto a la dosificación de agua, temperatura máxima y suministro de vacío.

Esto debido a que existen diversas posibilidades de reacciones secundarias cuando se procesa el aceite a altas temperaturas por ejemplo, en la etapa de desodorización y, que estas reacciones tengan efectos negativos en el producto final. Se tiene un estándar propuesto por la Sociedad Alemana de Investigación sobre las Grasas (DGF) definiendo límites de condiciones para esta etapa de 240 °C para 2 horas o, 270 °C para 30 minutos. Con base en esto, se tiene que tomar en cuenta que la mejor forma de realizar esta operación es utilizando equipos de acero inoxidable, desaireación cuidadosa a <100 °C y utilización de corrientes libres de oxígeno (indispensable después de la neutralización alcalina para mantener pérdidas de tocoferoles y esteroides por debajo del 10% v/v), además, en la etapa de blanqueamiento, utilizar 5 mg tierras por cada kg de aceite como máximo.

Según estudios indican que someter el aceite de soja a condiciones de tratamiento térmico ocasiona isomerización cis-trans, en este caso en el ácido linoleico donde a 240 °C se formaban los isómeros pero a una tasa de velocidad mínima, menos del 1% en 5 horas, a diferencia de cuando se sometió a 260 °C que aumentó en un 3%. Esto se estableció como tendencia general dado que se hicieron diferentes experimentos con aceite de diversas procedencias donde se detectaban por espectroscopia de infrarrojos que el contenido total de isómeros trans en cuanto a su formación es lenta en condiciones de deodorizado/refinado químico industrial a temperaturas de 240-250 °C como máximo, siendo la tasa de formación del 1% por hora (Organización Mundial de la Salud, 1997).

Con base en lo anterior, se puede explicar acorde a la literatura (**Fig. 7**) la formación de ácidos grasos en trans durante el proceso de desodorizado a alta temperatura en aceites de diversas procedencias según la siguiente figura donde, entre más prolongado sea el tiempo que se somete el aceite a alta temperatura, más formación habrá de ácidos grasos trans.

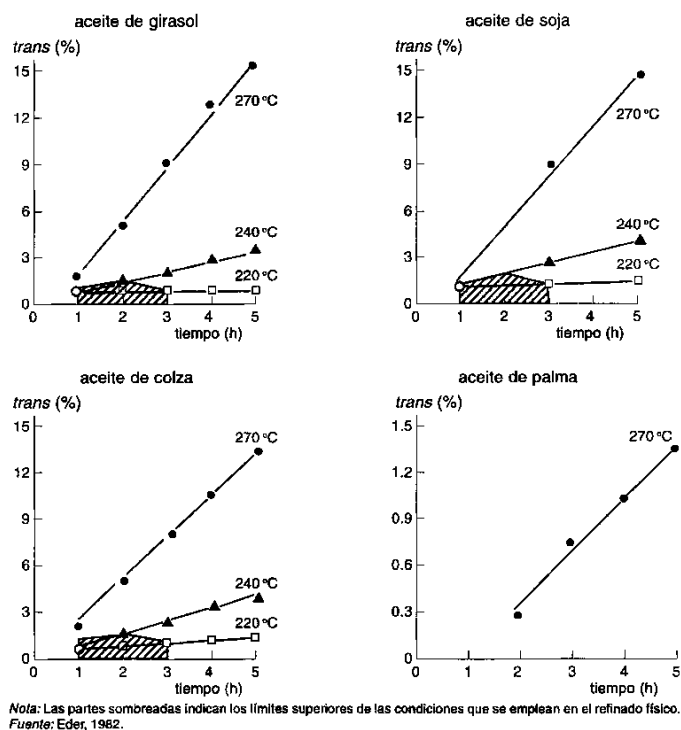
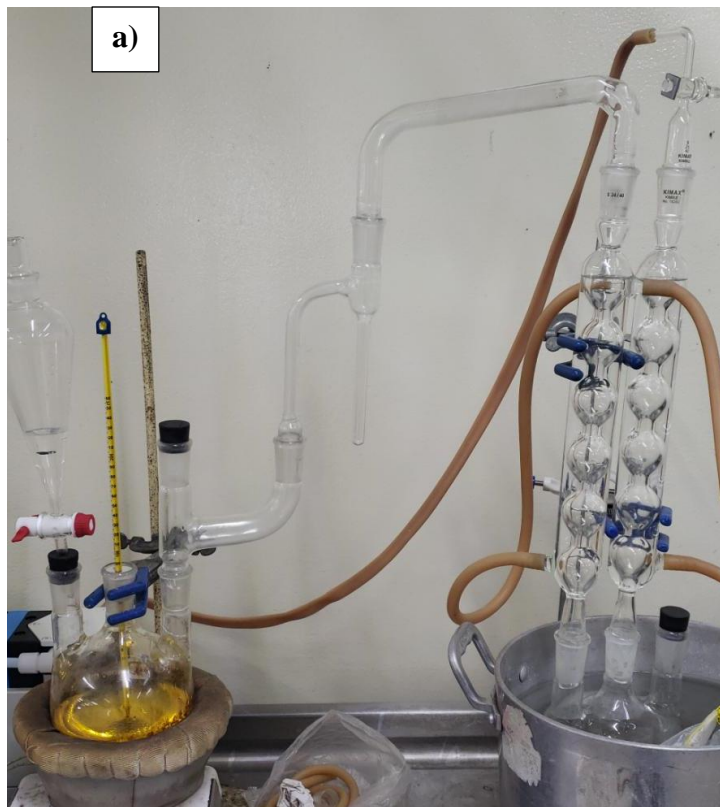


Figura 7. Porcentaje de isómeros trans formados al someter aceites de diversas procedencias a diferentes temperaturas durante tiempos prolongados.



COLOR EN CELDA		5.25	MINIMO	MAXIMO	
ROJOS		4.10	0.00	8.00	
AMARILLOS	IN-ATC-027	55.0	0.00	70.00	5 1/4"
AZULES		0 N	-	-	
PEROXIDO	IN-ATC-003	6.84	0.00	15.00	
% ACIDEZ	IN-ATC-019	0.32	0.00	4.50	
ACID VALUE	IN-ATC-019	#DIV/0!	0.00	8.96	
PERFIL DE ACIDOS GRASOS					
C6:0		0.00	0.00	0.00	
C8:0		0.00	0.00	0.00	
C10:0		0.00	0.00	0.00	
C12:0		0.00	0.00	0.00	
C14:0 MIRISTICO		0.05	0.00	1.00	
C14:1		0.00	0.00	0.10	
C16:0 PALMITICO		5.70	5.60	7.00	
C16:1 cis-9		9.14	0.00	1.00	
C17:0 MARGARIC		0.05	0.00	0.10	
C17:1 MARGAROERIC		0.04	0.00	0.10	
C18:0 ESTEARICO		3.98	3.00	4.00	
C18:1 cis-9 OLEICO	IN-ATC-033	24.03	17.70	20.30	RECHAZADO
C18:1 trans-9 ELAIDIC		0.06	0.00	1.00	
C18:2 cis-9,12 LINOLEIC		16.66	15.70	17.50	
C18:2 trans-9,12 LINOELAIDIC		0.10	0.00	1.00	
α-LINOLENICO		0.00	0.00	1.00	
C18:3 cis-9,12,15 LINOLENIC		#F.37	52.00	57.80	RECHAZADO
β-LINOLENICO		0.00	0.00	1.00	
C20:0 ARAQUIDICO		1.66	0.00	1.00	RECHAZADO
C20:1 cis-11		0.00	0.00	1.00	
C22:0 BEHENICO		0.14	0.00	1.00	
C22:1 cis-13		0.00	0.00	1.00	
C24:0		0.10	0.00	1.00	
C24:1		0.00	0.00	1.00	
SUMA		100.00			
YODO CALCULADO	IN-ATC-037	173.60	170.00	203.00	
SAPONIFICACIÓN CALCULADO	IN-ATC-032	192.77	188.00	196.00	
PERFIL DE TRIGLICERIDOS					
LLL		-	-	-	
OLL		-	-	-	
PLL		-	-	-	
OOL		-	-	-	
POL	IN-ATC-041	-	-	-	
OOO		-	-	-	
LOL		-	-	-	
POO		-	-	-	
ANALISIS FISICOQUIMICOS					
HUMEDAD	IN-ATC-025	0.00	0.00	0.00	
PPM JABON	IN-ATC-038	#DIV/0!	0.00	0.00	
INDICE DE YODO	IN-ATC-037	#DIV/0!	170.00	203.00	
INDICE DE SAPONIFICACIÓN	IN-ATC-021	#DIV/0!	188.00	196.00	
MATERIA INSAPONIFICABLE	IN-ATC-022	#DIV/0!	0.00	0.00	
DENSIDAD RELATIVA A 20°C	IN-ATC-039	0.00	0.00	0.00	
SOLID TEST	IN-ATC-014	0.00	0.00	N/A	
METALES PESADOS	IN-ATC-024	0.00		NEGATIVO	
TEMPERATURA DE SOLIDIFICACIÓN	IN-ATC-018	0.00	0.00	0.00	
PRESENCIA DE SEMILLA DE ALGODON	IN-ATC-023	0.00		NEGATIVO	
ORGANOLEPTICO	IN-ATC-010	Refinado / Característico	Cruído / Característico		
INDICE DE REFRACCIÓN	IN-ATC-031	1.4695	1.4720	1.4750	
PRESENCIA DE PARTICULAS	IN-ATC-015	NO		NO	
TURBIDEZ EN ACEITE	IN-ATC-010	NO		NO	

Figura 8. Diseño 3.

Las condiciones actualizadas del “Diseño 3” fueron a una temperatura máxima a 250 °C por 1 hora, dosificación de agua cada 20 minutos (5 gotas), suministro de vacío a partir del minuto 40 hasta llegar a 1 hora 30 minutos durante el enfriamiento.

Dado que el aceite debe conservar los tocoferoles en la medida de lo posible y evitar cambios químicos en los triglicéridos dado que el refinado produce un aceite comestible con las características de sabor y olor suave, color claro, estabilidad frente a la oxidación e idoneidad para freír, se decide realizar el Diseño 4 y 5 (Fig. 9) sometiendo el experimento a temperatura máxima de 240 °C.

El 24 de marzo se realizó el experimento con el Diseño 4 y el 28 de marzo se realizó el Diseño 5 (Fig. 9) a un tiempo de calentamiento de 1 hora sin tomar en cuenta pre y post calentamiento.

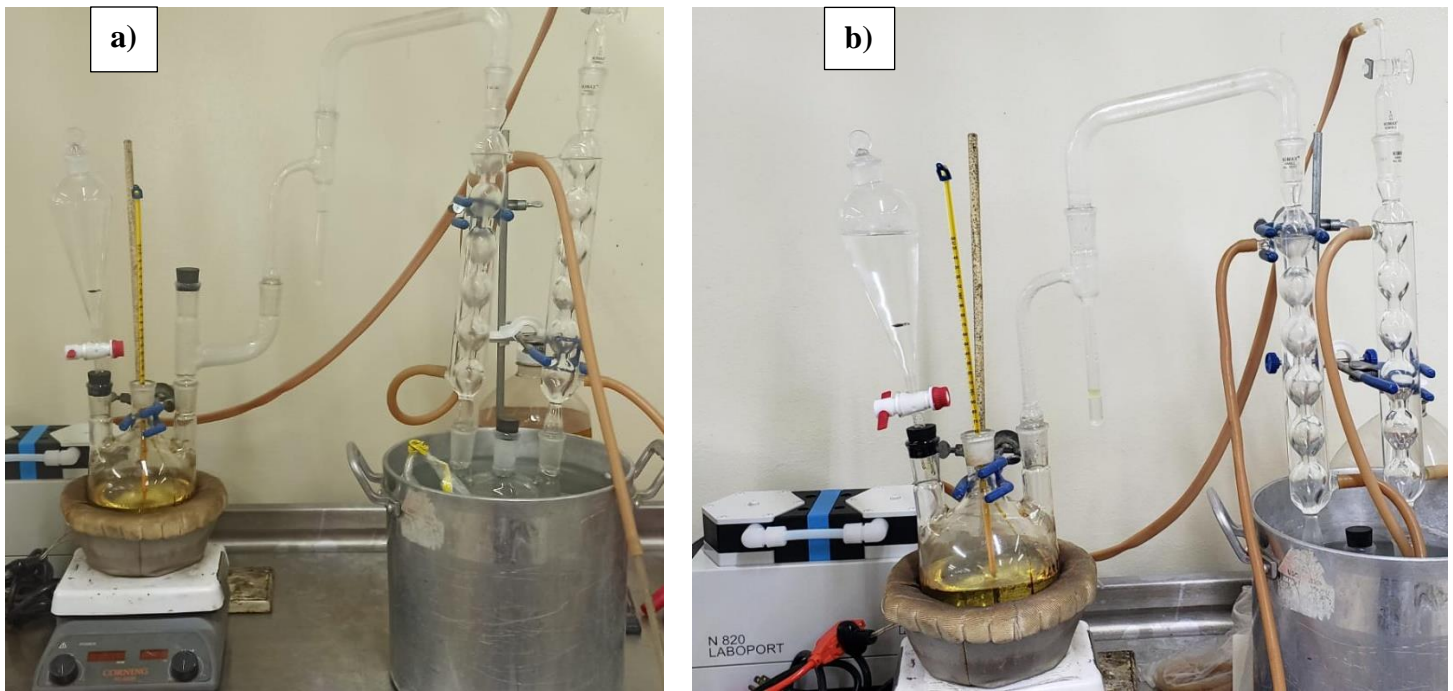


Figura 9. a) Diseño 4. b) Diseño 5.

En el siguiente video se puede observar en el “Diseño 5” la reacción exótermica al entrar en contacto el agua con el aceite, mismo que al evaporarse se destila y en la trampa de condensado claramente se puede observar una cantidad importante de ácidos grasos indeseables con mezcla de agua de arrastre, dichas sustancias se ven claramente separadas por densidad donde los ácidos grasos quedan en la parte superior. Esto es indicativo de que el proceso está funcionando correctamente.

[https://iteso01-my.sharepoint.com/personal/ib714728_iteso_mx/Documents/ITESO/10MO%20SEMESTRE/PAP%20/SESAJAL%20I+D/Trabajo%20con%20Dani%20Sesajal/28%20marzo%20Diseño%205%20\(mío\)/Diseño%205.mp4](https://iteso01-my.sharepoint.com/personal/ib714728_iteso_mx/Documents/ITESO/10MO%20SEMESTRE/PAP%20/SESAJAL%20I+D/Trabajo%20con%20Dani%20Sesajal/28%20marzo%20Diseño%205%20(mío)/Diseño%205.mp4)

En la Tabla 2 se muestran los resultados relevantes de cada “Diseño” mostrando los análisis físicos y de perfiles de ácidos grasos comparados con la muestra original a desodorizar. Dentro de los datos se muestran los niveles límite en mínimo y máximo para cada sustancia presente. Los recuadros marcados en amarillo muestran que está fuera del rango, sin embargo, hay muchos ácidos grasos que desde la muestra original estuvieron fuera de rango

y a lo largo del proceso realizado se mantuvieron. Es importante destacar que algunos de ellos es prácticamente imposible mantenerlos dentro de rango dado que, como se explicó anteriormente, hay sustancias que por las temperaturas extremas cambiarán o formarán isómeros algunos compuestos.

Por otro lado, los recuadros verdes, muestran que dicha sustancia mejoró sus niveles para colocarse dentro de los niveles permisibles.

Tabla 2. Análisis de perfiles de ácidos grasos relevantes y cambiantes durante el desodorizado.

ANÁLISIS	RANGO		MUESTRAS											
	MÍNIMO	MÁXIMO	INICIAL	DISEÑO 1	Diferencia	DISEÑO 2	Diferencia	DISEÑO 3	Diferencia	DISEÑO 4	Diferencia	DISEÑO 5	Diferencia	
FÍSICO/ÁC GRASOS	0	15	25.45	ALTO	5.98	76.50%	5.25	79.37%	6.84	73.12%	4.43	82.59%	4.25	83.30%
PEROXIDO	3	4	4.21	ALTO	4.5	-6.89%	0.8	81.00%	3.88	7.84%	3.86	8.31%	3.84	8.79%
C18:0 ESTEARICO	5.6	7	6	BUENO	6	0.00%	5.42	9.67%	5.7	5.00%	5.54	7.67%	5.56	7.33%
C16:0 PALMÍTICO	17.7	20.3	23.13	ALTO	24.34	-5.23%	23.22	-0.39%	24.07	-4.06%	23.38	-1.08%	23.8	-2.90%
C18:1 cis-9 OLEICO	52	57.8	50	BAJO	35.34	29.32%	49.04	1.92%	47.37	5.26%	47.35	5.30%	46.96	6.08%
C18:3 cis-9,12,15 LINOLENICO	0	1	0.31	BUENO	11.8	-3706.45%	1.42	-358.06%	1.66	-435.48%	2.84	-816.13%	2.58	-732.26%
C20:0 ARAQUIDICO	170	203	178.82	BUENO	141.21	21.03%	176.89	1.08%	173.6	2.92%	172.45	3.56%	172.17	3.72%
YODO CALCULADO														

Explicado esto, se centra en la mejora de los porcentajes de peróxidos (responsables de aportar rancidez al aceite) que, como se muestra en la Tabla 3, la muestra original contenía 25.45%, obteniéndose así, en el diseño 5, una mejora en sus niveles del 83.3% de reducción, dejando como resultado un valor de 4.25% de peróxidos, por ende, se toman las condiciones seleccionadas para el “Diseño 5” como las óptimas para el desodorizado del aceite comestible proveniente de la linaza.

Tabla 3. Análisis en el cambio de porcentaje de peróxidos acorde a los “Diseños” realizados.

DISEÑOS	PERÓXIDOS	% MEJORA
INICIAL	25.45	
1	5.98	76.50%
2	5.25	79.37%
3	6.84	73.12%
4	4.43	82.59%
5	4.25	83.30%

Una vez obtenido el aceite de linaza desodorizado con las propiedades organolépticas adecuadas en cuanto a sabor y olor neutro (sin predominancia de la linaza) se hizo la mezcla con 2 aceites más (mezcla requerida por el cliente) y de esta manera enviar la muestra para

su aprobación. La proporción fue de aceite de aguacate 50%, aceite de coco 25% y aceite de linaza 25% (proveniente de las condiciones del “Diseño 5”), obteniendo que el color y sabor fue satisfactorio (*Fig. 10*).



Figura 10. Mezcla de 3 aceites comestibles utilizando el de proveniencia linaza con tratamiento del “Diseño 5”.

1.6. Valoración de productos, resultados e impactos

Me pareció una experiencia enriquecedora dado que estuve en contacto con el ambiente laboral por segunda ocasión en la empresa SESAJAL pero ahora con un enfoque distinto en el proyecto donde básicamente se pedía que diseñara un proceso de desodorizado a nivel laboratorio a partir de lo que se realizaba a escala piloto, esto para beneficiar en cuestiones de costos a la empresa y así mismo encontrar las condiciones óptimas para someter el aceite de linaza a un proceso para eliminar lo mayor posible los niveles de peróxidos y acidez.

Se obtiene satisfactoriamente la encomienda de la empresa donde se mejoran los niveles de peróxido en un 83.3% de reducción con respecto a niveles iniciales antes del tratamiento de desodorizado. Además de la mejora cuantitativa acorde a los análisis fisicoquímicos internos de la empresa, se tuvieron mejoras cualitativas con respecto al olor, sabor, color y apariencia general al mezclarse con los otros 2 aceites objetivo (aguacate y coco).

Para futuro trabajo, se planea realizar un “recetario” de diferentes condiciones a las que se somete aceites vegetales comestibles de diferentes semillas para los que se aplicaría el método presentado en el presente reporte intentando adaptar el “Diseño 5” para hacer un ensayo “general” y ver la manera de estandarizar el tratamiento lo más posible para una variedad de semillas. Es un trabajo ambicioso en el sentido de que las semillas poseen diferentes sustancias y concentraciones, por lo que sería un proceso específico de refinado, sin embargo, se puede intentar adaptar el “Diseño” lo más posible para abarcar más variedades.

Por otro lado, se puede intentar utilizar vapor suministrado directamente al matraz con la resistencia que contiene el aceite a desodorizar, es decir, utilizar como sustancia de arrastre el vapor en lugar de agua para observar la eficiencia en la destilación.

1.7. Bibliografía y otros recursos

Bibliografía

- Beltrán Zarza, N. A. (2016). *Boletín IEE*. Obtenido de Implantación de un proceso de refinación de aceite de *Jatropha curcas* para la obtención de aceite vegetal dieléctrico: <https://www.ineel.mx//boletin032016/breve01.pdf>
- KMEC ENGINEERING. (2012). *Especialista en la Industria de Aceite y Grasa*. Obtenido de Planta de refinería de aceite comestible / vegetal: <http://www.refinaciondeaceites.com/planta-de-refineria-de-aceite/>
- Maxi Jarrin, R. A. (2019). *Establecer la influencia de tratamientos térmicos para la obtención de ácidos grasos a partir de la linaza (*Linum usitatissimum*)*. Obtenido de Universidad Politécnica Salisiana: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/18220/1/UPS-CT008658.pdf>
- Organización Mundial de la Salud. (1997). *Grasas y aceites en la nutrición humana*. Obtenido de Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación: <https://www.fao.org/3/v4700s/v4700s00.htm#Contents>
- Stroppiano, M. F., & Comba, N. Z. (2016). *Evaluación experimental de técnicas de refinado de aceites vegetales comestibles*. Obtenido de Grupo de Investigación en Simulación para Ingeniería Química (GISIQ): <https://ria.utn.edu.ar/bitstream/handle/20.500.12272/2324/Evaluaci%C3%B3n%20experimental%20de%20t%C3%A9cnicas%20de%20refinado%20de%20aceites%20vegetales%20comestibles.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

2. Productos

- Elabora la(s) ficha(s) descriptiva(s) de los productos elaborados.

Nombre y código del PAP	Programa para mejoramiento de la calidad, productividad y logística en la industria regional I. (P2022_PAP4F04D)
Nombre del proyecto	Protocolo de refinación de aceite crudo a escala laboratorio
Descripción (qué es, para quién se realizó y para qué es):	Bitácora de experimentación para desodorizar aceite de linaza a nivel laboratorio para la empresa SESAJAL dado que se desea reducir costos y tiempos de operación para enviar muestras y así obtener la aprobación de los clientes que solicitan probar antes de mandar maquilar sus productos.
Autores:	Orlando Javier Maldonado Rivera

- Presenta el producto de acuerdo con su tipología:

El producto solicitado por la empresa es el protocolo completo de experimentación, por ende, el presente reporte de PAP es la evidencia de proyecto ante SESAJAL.

3. Reflexión crítica y ética de la experiencia

El RPAP tiene también como propósito documentar la reflexión sobre los aprendizajes en sus múltiples dimensiones, las implicaciones éticas y los aportes sociales del proyecto para compartir una comprensión crítica y amplia de las problemáticas en las que se intervino.

3.1 Sensibilización ante las realidades

El proceso en la empresa siempre es difícil dado que todos trabajan para un fin mayor, es decir, son co-dependientes, el proceso de avance a veces es limitado porque alguien más termine su “parte”. Aplica para todas las áreas, desde el área de administración que necesita tomar decisiones pero depende de los balances y flujos que reporta contabilidad hasta producción que depende del proveedor de la materia prima, de equipos, de personal, etc.

Entonces, básicamente, el hecho de estar en una empresa es la responsabilidad de que eres un eslabón en la cadena que impide que esta se rompa, si tu te rompes, rompes la cadena.

La analogía anterior hace referencia al hecho de que a veces el hecho de querer trabajar más rápido y/o solo, no siempre es lo adecuado, desde uno mismo con la presión y estrés de terminar algo que está en proceso y no depende de uno mismo, hasta el hecho de perder la pasión y disfrutar de los colegas y ambiente de trabajo.

La reflexión ética tiene enfoque en que siempre hay que ser amable y empático con todos los empleados de la empresa, dado que cuando te involucras con el personal desde limpieza hasta directivos, te das cuenta que hay diferentes realidades y el hecho de sonreír y aconsejar al señor(a) intendente hará que todos tengan un aprecio hacia ti. No es la misma realidad la que vive el gerente que tiene trabajo de oficina y lujo en su vida fuera del trabajo, que la persona que hace la limpieza de áreas producción y tiene familia y deudas por cubrir. Desde la empatía, se da cuenta que todos luchamos por un objetivo y el trabajo en equipo es la base. Cualquier persona puede “ponerse la camiseta” en la empresa, siempre y cuando sea tratada con dignidad y respeto.

Lo anterior es lo que me gusta de SESAJAL, la gente tiene empatía y ganas de ayudar, desde el momento en que llegué, me uní a una cadena que tenía todos los eslabones completos, sin embargo, siempre hubo oportunidad de integrarme y trabajar con base en mis propios resultados y no en cumplir un horario sin ánimo y sin motivación.

La reflexión social tiene que ver con la disminución de gasto energético y de recursos naturales, como lo son el agua, la cual tiene uso indispensable no sólo para las empresas, sino para la sociedad en general. Esto se logra en este proyecto con la disminución de escala para obtener las muestras solicitadas por los clientes, de esta manera se proporciona sólo una cantidad representativa para evaluar su viabilidad y establecer el proceso a escala piloto y/o industrial.

3.2 Aprendizajes logrados

Para la parte profesional en el proyecto, la principal competencia adquirida fue la perseverancia para lograr canalizar y enfocarse en lo que sucede a gran escala en producción, y establecer la línea a seguir para bajar la escala a laboratorio, implicando la propuesta y solicitud de equipos de laboratorio y para este caso de arrastre como es la bomba de vacío, lo que implicaba gasto para la empresa y una responsabilidad hacer que, una vez que te brindan los materiales que solicitas, lograr el objetivo esperado. El principal reto fue tener la capacidad de investigar y aplicar bajo mi propio criterio, los experimentos siguientes para lograr el fin.

El principal aprendizaje logrado fue conocer e investigar sobre el proceso completo de refinación de aceites vegetales comestibles y a partir de ahí, idear la forma de realizar la etapa de desodorización en el laboratorio.

Personalmente logré superar un reto impuesto por la empresa mediante la implementación de habilidades y conocimientos adquiridos durante la carrera.

3.3 Inventario de competencias Inicial (ingreso del PAP) e Inventario de competencias Final (salida al PAP).

- INVENTARIO DE COMPETENCIAS INICIALES

	Competencia		Evidencia	Relevancia/Fortaleza*
Categorizar los elementos, si es un conocimiento, una habilidad, una actitud,	Conocimientos	Cultivos microbiológicos para seguir la cinética de crecimiento y producción de metabolitos de una levadura.	Proyecto de crecimiento de <i>Saccharomyces boulardii</i> para la integración de procesos de biorrefinería para el aprovechamiento	Capacidad de identificar residuos que pudieran unirse a un negocio redondo mediante la utilización de microorganismos / Toma de decisiones a partir de las cinéticas

			de efluentes y residuos de la industria láctea.	de crecimiento tomando en cuenta tiempo y costos.
		Conocimientos teóricos y prácticos de laboratorio para la producción de microorganismos en biorreactores automatizados para su posterior análisis de viabilidad para escalamiento mediante programación en Matlab.	Proyecto de comparación, análisis y conocimiento para selección del método y condiciones óptimas para el crecimiento de un hongo de interés comercial utilizando simulación con modelos matemáticos en Matlab para la disminución de tiempos de producción, aumento de biomasa y flujos de oxigenación sin desgaste en el sustrato.	Capacidad de identificar cuellos de botella y predecir producciones cuando se pretende un escalamiento / Disminución de tiempo y recursos para evaluar la viabilidad de escalamiento.
		Conocimiento teórico para la producción de bacteriocinas a	Proyecto propuesta teórica para la potencialización	Obtención de conservadores orgánicos para consumo humano

		través de la ingeniería genética en especies de <i>Streptococcus</i> para la elaboración de un bioconservador que podría ser utilizado en el sector alimenticio como un bioconservador.	en expresión de proteína B1pR mediante la modificación genética en un sitio cis en <i>Streptococcus pneumoniae</i> .	(tendencia) / Pensamiento creativo para innovaciones disruptivas en los sectores industriales alimenticios con visión en el aumento de la oferta de alimentos más saludables y naturales que puede traducirse en beneficios económicos para las empresas.
		Composición del residuo del aguacate (hueso).	Proyecto semestral en identificación de compuestos en la semilla de aguacate.	Posibilidad de hacer experimentación para determinar composiciones en otro desecho orgánico.
		Conocimiento sobre residuos agroindustriales y emisiones de gases de efecto invernadero.	Proyecto presentado en Boston en 2019 sobre biología sintética en la competencia internacional iGem.	Conocimiento sobre tendencias mundiales para el “pro” del bienestar humano y desarrollo tecnológico para energías sustentables.
		Conocimiento sobre mecánica	Trabajo en empresa de	Cálculo y selección de bombas

		de fluidos de proceso y de grado alimenticio.	bombas industriales.	industriales centrífugas y positivas dependiendo la aplicación y el producto a bombear cumpliendo con los requisitos de abasto de la empresa.
	Habilidades	Manejo de equipos y material de laboratorio.	Múltiples materias aprobadas con teoría y aplicación experimental en laboratorio.	Dependiendo el objetivo del proyecto puedo seguir protocolos de laboratorio para la realización de experimentos.
		Experimentos de células vegetales o animales.	Materias aprobadas enfocadas en el cultivo celular.	Cultivos in vitro para evaluar la viabilidad de proyectos que impliquen a estas.
		Excel avanzado y programación de macros.	Materia aprobada enfocada a Excel.	Posibilidad de automatización de hojas de cálculo, bases de datos, etc.
		Reacciones químicas y biológicas principalmente.	Proyectos escolares relacionados.	Metodología necesaria y propuestas para el mejoramiento de las mismas.
		Experimentación con fundamentos	Proyecto escolar relacionado.	Determinación de humedad, composición, pH, etc.

		en la química analítica.		En muestras orgánicas.
	Actitudes	Responsable, dedicado, disciplinado, tenaz, sencillo, receptivo.	Trabajo en equipo durante el trayecto universitario y posibilidad de proporcionar contacto de los profesores que me han impartido clase.	Madurez necesaria y conocimiento para aprender y desarrollar actividades en empresas importantes.

- INVENTARIO DE COMPETENCIAS FINALES

	Competencia	Evidencia	Relevancia/Fortaleza*
Categorizar los elementos, si es un conocimiento, una habilidad, una actitud,	Sobre el tratamiento y refinación de aceites vegetales.	PAP enfocado a realizar el proceso de refinado a escala laboratorio.	Disminución de costos operativos.
	Conocimiento particular de etapas de desodorizado y sus implicaciones.	Sistema de destilación para aceite de linaza.	Posibilidad de aplicar la metodología a aceites de otras procedencia.

		Conocimiento sobre finanzas básicas.	Materias optativas enfocadas al tema.	Capacidad de proponer y vender un proyecto a la empresa para obtener inversión.
	Habilidades	Capacidad de trabajar en laboratorios a nivel empresa.	PAP Desarrollado en el Lab. De Investigación y Desarrollo de SESAJAL.	Conocimiento sobre metodologías de lab. En el sector privado.
		Diseño de experimentos para encontrar las condiciones óptimas en la experimentación.	Diferentes experimentos para rescatar las mejores combinaciones experimentales dependiendo de los resultados obtenidos.	Gastar lo menos posible obteniendo los resultados óptimos.
		Entendimiento sobre distintos procesos industriales y capacidad de generar análisis económico de los proyectos.	Presentación y análisis del proyecto PAP.	Mejor idea para enfocar la inversión inicial.
	Actitudes	Responsable al compromiso	Se les entregará un protocolo de investigación.	Posibilidad de repetir y encontrar puntos a mejorar en la

		adquirido con la empresa.		realización del proyecto.
		Respeto y empatía hacia los proveedores, su producto y su servicio.	Contacto con varios proveedores de enzimas.	Posibilidad de obtener mejores ofertas de acuerdo al volumen de compra y necesidades del proyecto.
		Responsable sobre el capital privado para regresar la inversión una vez que el proyecto haya tenido buenos resultados.	Análisis del proyecto a escala piloto e industrial.	Mayores ingresos para la empresa.

Es importante tomar conciencia de lo que vas aprendiendo debido a que al enfrentarse nuevamente a una situación similar será más fácil recordarlo y aplicarlo a la brevedad, especialmente si se trata de trabajo en una empresa dado que lo más valioso que tienen, aparte de personal, es el tiempo, el cual implica costos cuando no se resuelven los problemas a tiempo dado que impiden la posibilidad de avanzar y/o continuar con los procesos productivos.

3.4 Dimensión persona

- ¿Cómo evalúas la experiencia del personaje que acabas de ver?

Fue una experiencia enriquecedora tanto personal como profesional, enfrentar cosas nuevas y tratar de buscar la solución a problemas que si bien, al principio parecen ser fáciles de resolver cuando lo llevas a la práctica los detalles siempre son una variable importante y a veces limitante para encontrar la mejor forma de resolver la situación.

- ¿Hubo situaciones inesperadas que al final le sirvieron?

Si, generalmente siempre había una situación que no se tomó en cuenta y en el resultado final se hacía presente la diferencia por lo que se tenía que repetir el proceso sin hacer dicha omisión. Al final sirvió porque fueron saliendo los puntos críticos a cuidar.

- ¿Qué quería hacer este personaje y no pudo? (Expectativa vs. Realidad)

Quería abarcar más, el problema iba enfocado a encontrar una solución de un producto de toda la gama que maneja la empresa, sin embargo, el personaje quería aplicar la solución a todos los productos, sin embargo, no se pudo dado que requería más tiempo.

- ¿Cuáles fueron los principales obstáculos que se le presentaron a este personaje?

La principal dificultad del personaje fue que se dio cuenta que necesita saber trabajar en equipo dado que dependía de terceros para completar una etapa del proyecto y seguir con el siguiente paso.

- ¿Cómo fue la experiencia de este personaje en cuanto a trabajo en equipo?

Al principio fue un poco desesperante dado que sentía que no avanzaba porque dependía del trabajo de los demás para seguir adelante, sin embargo, encontró la forma de continuar indirectamente.

- Principales personas, situaciones o aprendizajes inesperados que le ayudaron a este personaje durante el proceso.

Las principales personas que ayudaron al personaje a completar su proyecto fueron los mismos compañeros que radicaban en la empresa en el área donde se encontraba el personaje, siendo esta el área de investigación y desarrollo, específicamente los compañeros de laboratorio.

- ¿Cuál fue la aportación de este personaje al proyecto?

Proponer las condiciones óptimas y diseño de la solución para aplicar al producto de interés de la empresa.

- De inicio a fin del proceso ¿hay alguna transformación en este personaje?4

Sí, se volvió más perseverante y resiliente.

- Con una frase ¿cómo sintetizas la esencia de la experiencia que tuvo este personaje?

“Si quieres resultados distintos, no hagas siempre lo mismo.”

- ¿Qué le aporta esta experiencia a la vida profesional de este personaje?

Conocimiento general a nivel piloto e industrial sobre la elaboración de aceites grado alimenticio, así como sus etapas de refinado.

- A partir de lo que la experiencia le aportó a este personaje, ¿qué queda por hacer?

Seguir aprendiendo un poco de todo para después, conforme a lo aprendido, enfocar todos los esfuerzos en lo que le resulte de mayor valor e interés para el personaje.

VIAJE PARA AUTO CRECIMIENTO

Había una vez un chico llamado Ben de 23 años, un tipo entusiasta y ambicioso en el buen sentido de la palabra con ganas de conocer y hacerse valer así mismo. Ben se encontraba por finalizar la universidad y se sentía abrumado por la presión social donde se daba cuenta que realmente aún no podía sobrevivir por sí mismo, dependiente de sus padres.

Ben fue invitado por 2 amigos de él a un viaje al extranjero, prácticamente de mochilazo. Al principio le pareció absurdo a Ben dado que estaba acostumbrado a todas las comodidades y le aterraba la idea de que en esa aventura se quedara sin presupuesto o pasara algo que no pudiera resolver, prácticamente solo, con 2 amigos igual a él, sintiéndose pequeño y sin adultos o familiares que le ayudaran y aconsejaran. A final de cuentas, este miedo llevó a Ben a aceptar el viaje a Londres, más de 11 horas en avión, lejos de casa donde no conocía absolutamente a nadie.

Ben partió con sus amigos, estuvieron visitando algunos lugares antes de llegar a Londres, se pasearon por París y varios otros atractivos turísticos, donde en un vuelo, apenas en su segunda semana, les robaron sus maletas donde se encontraba su ropa para 3 meses (lo que duraba el viaje hasta su boleto de regreso) y su dinero, realmente desesperados llegaron a Londres y por suerte tenían 3 noches reservadas en un hotel, después de eso, no tendrían donde dormir.

Ben no pudo dormir esa noche, arrepentido de haberse ido de casa, lo único que quería hacer era llamar a sus padres y pedirles que compraran un boleto para regresarse lo antes posible pero, algo en Ben le impedía hacerlo, una vez más depender de sus papás no era parte de su

orgullo dado que él estaba ahí bajo sus ahorros. Al amanecer los 3 amigos estaban desayunando, pensando que iban a hacer, por lo que la opción más viable era llamar a los padres, sin embargo, uno de ellos dijo: “Vamos a buscar un trabajo, no importa que tengamos que aprender algún oficio desde 0, irnos y quedar como perdedores no es opción, no estamos lejos del hogar, el hogar somos nosotros mismos.” Dicha frase era tan alentadora que los 3 salieron a pedir empleo en cualquier lugar que se encontraban, panaderías, estéticas, tiendas de teléfonos, bares, cafés, etc. Durante 2 días buscando, no obtuvieron más que rechazos y sólo les quedaba 1 noche en el hotel.

Derrotados, dieron el último intento, todo el día siguieron buscando donde llegaron a un mercado de comida rápida internacional, platillos de todos los países, una feria de comida repleta de gente turista de todo el mundo, se separaron y comenzaron a buscar y solicitar empleo a toda la gente dueña de negocio, dejaban información, números de teléfono, todo. No tuvieron suerte alguna.

En la noche, disgustados y cansados, estaban a punto de llamar cada uno a sus padres con el orgullo en el suelo y los ánimos de un perdedor cuando de repente el teléfono de uno de los amigos suena. “Hola, dejaste tu información en mi local esta mañana, te llamo porque necesito gente que me ayude el día de mañana en un concierto reconocido donde habrá una feria de comida y habrá muchísima gente. No hay tiempo de enseñarte, ¿lo tomas?, necesito encontrar mínimo 3 personas, será un evento de locura”. La respuesta es evidente, él y los 2 amigos, atónitos, sólo se miraban entre ellos sin decir palabras, la mirada lo decía todo, resistieron hasta el último minuto y ahora, tenían el brillo en sus ojos, el brillo de campeones. Realmente la clave en todo, es la resiliencia y persistencia, la perseverancia es la madre de todos los talentos, no dejes de cavar, el último palazo puede ser el que desentierra el tesoro.