

INSTITUTO TECNOLÓGICO Y DE ESTUDIOS SUPERIORES DE OCCIDENTE

Departamento de Procesos Tecnológicos e Industriales

Sustentabilidad y tecnología

PROYECTO DE APLICACIÓN PROFESIONAL (PAP)

Programa de Desarrollo Tecnológico para la Sustentabilidad Ambiental, Energética y

Alimentaria



**ITESO, Universidad
Jesuita de Guadalajara**

4F04B Programa para Mejoramiento de Calidad, Productividad y Logística de la

Industria Regional

***“Propuestas de implementación para la reutilización del subproducto generado en la
producción de tahini de semilla de ajonjolí (*Sesamum indicum*)”***

PRESENTAN

Programas educativos y Estudiantes

Ing. en biotecnología Lizbeth Valenzuela Rodríguez

Profesor PAP: Felipe Sánchez Carrillo

Tlaquepaque, Jalisco, Mayo de 2023

ÍNDICE

Contenido

REPORTE PAP	2
Presentación Institucional de los Proyectos de Aplicación Profesional	2
Resumen	4
1. Ciclo participativo del Proyecto de Aplicación Profesional.....	4
1.1 Entendimiento del ámbito y del contexto	4
1.2 Caracterización de la organización.....	7
1.3 Identificación de la(s) problemática(s).....	8
1.4. Planeación de alternativa(s).....	8
1.5. Desarrollo de la propuesta de mejora	10
1.6. Valoración de productos, resultados e impactos	13
1.7. Bibliografía y otros recursos.....	21
1.8. Anexos generales.....	25
2. Productos	26
3. Reflexión crítica y ética de la experiencia.....	27
3.1 Sensibilización ante las realidades	27
3.2 Aprendizajes logrados	28

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 presente proyecto que lleva por nombre “Propuestas de implementación para la reutilización del subproducto generado en la producción de tahini de ajonjolí (*Sesamum indicum*)”. Se realizó primeramente un análisis bromatológico proximal para conocer la composición de la muestra brindada por la empresa “SESAJAL”, dicho análisis comprende determinaciones de cenizas, humedad, carbohidratos, fibra bruta, grasas/lípidos y proteínas (por diferencia). Cada determinación fue realizada por duplicado y algunas por triplicado. A partir de los resultados se realizó una investigación en literatura para la generación de las propuestas de aplicación. Se llegó al planteamiento de cuatro propuestas para las cuales se mencionan recomendaciones que pueden ser aplicadas para verificar si la propuesta es o no factible.

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.

El proyecto actual se basó en la generación de alternativas de uso de la fibra de tahini, un residuo generado en la producción de la pasta de ajonjolí conocida como Tahini, mediante la realización de un análisis bromatológico proximal para el planteamiento de alternativas de uso para una posible generación de nuevo(s) producto(s).

1.1 Entendimiento del ámbito y del contexto

México se ha caracterizado a lo largo de la historia por ser uno de los grandes productores agrícolas del mundo, sus características territoriales al igual que su extensa biodiversidad le permiten exportar una gran cantidad de productos, como, por ejemplo: jitomate, maíz blanco, maíz amarillo, frijol, sorgo, arroz, trigo, entre otros (INEGI, 2019). Además del cultivo y exportación de los frutos de las plantas como tal, el territorio nacional también es viable para

la producción de semillas a gran escala, un ejemplo de ellas son las denominadas “oleaginosas”, es decir, que son ricas en aceites (FAO,2002).

Dentro de este tipo de semillas se pueden encontrar la chía, cacahuate, garbanzo, linaza, semillas de girasol, soya, cártamo, almendras, nueces, ajonjolí y otras más (ASERCA, 2017). Las grasas derivadas de ellas son de suma importancia a nivel nutricional, debido a que aportan aceites y grasas saludables necesarios en una **dieta balanceada y saludable** (SESAJAL, 2020). También presentan aplicación a **nivel industrial** dentro de la fabricación de cosméticos, productos plásticos, farmacéuticos y por supuesto a grado alimenticio (para consumo humano/animal) (SADER, 2017).

No resulta extraño que gracias a las características territoriales del país se hayan desarrollado empresas centralizadas en el comercio y generación de productos derivados de las hortalizas y frutos cultivados en México, tal es el caso de la empresa jalisciense “SESAJAL”, que desde hace más de 30 años se ha dedicado a la creación, elaboración y venta de productos derivados de semillas oleaginosas (chía, cacahuate, garbanzo, linaza, ajonjolí, girasol) elaboradas con materias primas mexicanas a clientes nacionales y también internacionales, teniendo presencia en más de 30 países alrededor del mundo, formando una red de 2,000 colaboradores. Dentro de su gama de productos ofrecen la venta de granos y semillas, aceites vegetales, harinas y polvos vegetales, frutos secos y deshidratados, productos cocidos, alimentos para mascotas, además de otros productos como crema de cacahuate, aquafaba y tahini. (SESAJAL, 2023).

Dentro del catálogo de semillas que la empresa utiliza se encuentra el **ajonjolí** o **semilla de sésamo** (*Sesamum indicum*) como también puede ser llamado pertenece a la familia de los *pedaliaceae* y son plantas *fanerógamas*, es decir, son plantas vasculares (plantas con soporte) capaces de producir semillas, siendo el ajonjolí una especie notable dentro de las diferentes especies dentro de esta familia (Cruz, 2003). Las semillas se clasifican por diferentes coloraciones : blanco, negro y amarillo, siendo el primero de esta lista el más común de todos, además de que es la especie más dominante entre ellas (Wei *et al.*, 2022). Es una semilla sumamente popular alrededor del mundo, especialmente en la zona central de Asia, siendo

países como China, India, Myanmar y Sudán de sus principales productores y consumidores, ya que se estima que su uso se remonta hasta hace 5 000 años en ciudades sumamente antiguas como Pakistán . En el 2017, la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO por sus siglas en inglés) estimó que se produjeron un total aproximado de 6 millones de toneladas, con China y Tanzania como principales productores (Wei *et al.*, 2022). En México, la producción anual (SADER,2017) superó las 51 mil toneladas, aportando el 0.8% a la producción mundial, colocándolo como el número 15 dentro del ranking global. Los estados de *Sinaloa, Guerrero y Michoacán* fueron los mayores productores durante el ciclo Primavera-Verano, destacando que el cultivo rinde mejor en condiciones secas además de que es poco exigente de nutrientes y es tolerante a la sequía (Cruz, 2003; Morales, 2022).

A partir de la semilla se pueden obtener varios productos, el más famoso siendo el aceite, el cual es rico en ácidos grasos insaturados *-alrededor de un 80%* , como el **ácido linoleico**, además de que contienen un 21.9% de proteína y 61.7 % de grasas, es rico también en minerales como el hierro (Fe) y el calcio (Ca). También contiene vitamina A, tiamina, ácido ascórbico, ácido fólico, entre otros (Wei *et al.*, 2022).

Durante las últimas décadas del siglo XIX, México empezó a acoger a inmigrantes libaneses provenientes de medio oriente, que emprendían su camino a una nueva vida, con mejores oportunidades, fuera de los peligros de la guerra y de la hambruna. Todo esto dando lugar a un intercambio cultural muy interesante y una de las áreas donde se compenetraron una a la otra fue en el ámbito culinario (Figuroa, 2022). El tahini tiene especial notoriedad en la cocina de medio oriente, y es otro de los productos estrella basados en el uso de la semilla de interés. Es una pasta hecha con semillas molidas, mezcladas con agua o con aceite, generalmente presentado en forma de dip o como complemento en otros platillos (Cocina Abierta, s.).Alt

En panadería, las proteínas aisladas de la semilla han presentado capacidades de uso como espesantes, mejorador de textura o *“binder”* y además como ingredientes para productos

horneados. Existen también aplicaciones dentro de la rama del alimento animal, los fertilizantes, en cosmética y farmacéutica, incluso como combustible (Wei *et al.*, 2022).

Dentro de las principales formas de conocer los componentes de los alimentos y que permite encaminar una materia prima a un posible uso/aplicación se encuentra el análisis bromatológico proximal, el cual permite conocer la composición, en términos nutricionales, de un alimento, ya sea la materia prima de este o de un alimento terminado de manera de poder comprobar que las especificaciones de dicho producto cumplen los requerimientos establecidos (Servín, 2015).

El presente proyecto entonces tiene como objetivo principal la propuesta de alternativas/sugerencias de implementación del subproducto generado en una de las líneas de producción- la línea “*Tahini*”, mediante la realización de análisis bromatológicos proximales, que permitan conocer más sobre la composición de esta para poder llegar a la generación de un posible nuevo producto.

1.2 Caracterización de la organización

El escenario PAP se centraliza en la empresa jalisciense SESAJAL S.A. de C.V. con dirección Calle 22 No. 2332, Zona Industrial, 44940, Guadalajara, Jalisco. SESAJAL nace bajo la idea de brindar tanto al mercado nacional como internacional mejores productos derivados de semillas oleaginosas producidas en México bajo los más altos estándares de calidad y que además siempre se encuentran en la búsqueda de un comercio justo con sus principales proveedores : *los agricultores*.

Al tratarse de un escenario PAP empresarial los problemas a resolver van de la mano a lo reportado por el área de Investigación y Desarrollo o “*R&D*” (*Research and Development*) liderado por la Ing. Mariana Paulina Vázquez, mientras que el equipo PAP de SESAJAL se comprende de seis colaboradores, en este proyecto la colaboradora principal es Lizbeth Valenzuela, siendo todos ellos tutelados por Felipe Sánchez Carrillo además de contar con

un variado grupo de asesores: la profesora Sarah Raktovich González, Arturo Rodríguez Herrera y Melissa Ley Cervantes.

La empresa cuenta con varias plantas, enfocándose este escenario en plantas 1 y 2, siendo de esta última el lugar de donde se recolecta la muestra de interés, debido a que es en esta donde se encuentra la línea de producción, y, además, están los laboratorios de R&D que la empresa ha autorizado de su uso a los alumnos PAP.

1.3 Identificación de la(s) problemática(s)

Una de las problemáticas abordadas por el departamento anteriormente mencionado corresponde al desconocimiento de las características principales de uno de los subproductos generados dentro de una de las líneas principales de producción, en este caso la “línea Tahini”, de la cual se deriva la denominada “fibra de tahini”, siendo este el “residuo” de interés del cual se desea generar un producto pudiendo ser este de grado humano o para consumo de animales es decir “petfood”, a partir de la caracterización inicial del subproducto, por lo que de la misma manera se observa un área de oportunidad de crecimiento del catálogo de productos de la empresa.

1.4. Planeación de alternativa(s)

La metodología propuesta consiste en la creación de un protocolo para la realización de los análisis bromatológicos proximales de la materia prima, y a partir de los resultados obtenidos se realizarán las pruebas de implementación de los posibles usos de esta. El proyecto ha sido planteado para desarrollarse en tres fases, la primera fase o “Arranque” conlleva aquellas actividades de reconocimiento del PAP, el escenario como tal y la delimitación de la problemática a tratar.

Después, la segunda fase o llamada “Experimentación” contempla todo el trabajo ya sea teórico y/o experimental por realizar para lograr el alcance los objetivos planteados a la empresa, por último, la fase tres “Cierre” contempla la entrega de los resultados a ambas

partes (ITESO/SESAJAL) ya sea en formato escrito y la ronda de presentaciones presenciales, culminando el día 15 de mayo donde se espera el cierre del período escolar Primavera 2023.

En la Figura 1 se observa el cronograma realizado en el programa *Excel* para el desarrollo del proyecto propuesto.

Etapa		Actividad	Precedencia	Número de semana escolar															
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Arranque	1	Bienvenida		■															
	1.1	Visita	1		■														
	1.2	Selección proyecto	1.1			■													
	1.2.1	Est. Objetivos	1.2				■												
	1.3	Presentacion	1.2.1					■											
Experimentación	2	Entrega de muestra	1.2					■											
	2.1	Investigación protocolo	2						■										
	2.1.1	Entrega anteproyecto	2.1							■									
	2.2	1er avance rPAP	2.1.1								■								
	2.3	Análisis pH	2.2									■							
	2.3.1	Determinación de humedad	2.3										■						
	2.3.2	Determinación de cenizas	2.3.1											■					
	2.3.3	Determinación de lípidos	2.3.2												■				
	2.3.4	Determinación de fibra cruda	2.3.3													■			
	2.3.5	Determinación de carbohidratos	2.3.4														■		
	2.4	Análisis de resultados	2.3.5														■		
2.5	2do avance rPAP	2.4														■			
Cierre	3	Retroalimentación de resultados	2.5														■		
	3.1	Armado de propuestas	3														■		
	3.2	Presentación de resultados	3.1														■		
	3.2.1	3er avance rPAP	3.1														■		
3.3	Cierre	3.2.1														■			

Figura 1. Cronograma de actividades del proyecto ‘Fibra Tahini’

1.5. Desarrollo de la propuesta de mejora

Para desarrollar el proyecto, se realizó, primeramente, la caracterización de la materia prima, para lo cual se determinó que el tipo de análisis a realizar sería el llamado análisis bromatológico, mencionado anteriormente. Se realizaron cinco determinaciones, las cuales son: **contenido de humedad, ceniza, proteína, fibra bruta, lípidos y carbohidratos.**

Obtención de muestra

La muestra para analizar fue proporcionada por la misma empresa. Se entregó un aproximado de 2 kilogramos de materia prima en una bolsa de plástico, la cual se mantuvo en refrigeración previo a los análisis por realizar (Anexo 1).

Determinación de humedad

El contenido de humedad fue determinado mediante gravimetría, es decir, mediante la pérdida de peso de la muestra al someterse a un proceso de secado en horno. Se colocaron 3.5 g de muestra en un horno de secado a 105 °C por un total de 4 horas. Posteriormente se utilizó la Ecuación 1 para el cálculo del porcentaje de humedad (Iturbe & Sandoval, 2011).

$$\text{Humedad (\%)} = \frac{P_o - P_s}{P_o} * 100$$

Ecuación 1. Porcentaje de humedad

Donde P_o corresponde al peso original de la muestra y P_s al peso de esta pero ya secada.

Determinación de cenizas

Al igual que para la humedad, se utilizó una técnica gravimétrica, pero en este caso de volatilización, que permite la obtención de residuo inorgánico al quemar los residuos orgánicos de una muestra. Para ello, se tomaron alrededor de 1.7 g de muestra, se precalcinó utilizando mechero con flama suave y posteriormente se llevó a su total calcinación en una mufla a una temperatura de 550 °C hasta la obtención de cenizas blancas. El porcentaje total de cenizas se calculó con la Ecuación 2 (Iturbe & Sandoval, 2011).

$$\text{Cenizas (\%)} = \frac{P_f - P}{g} * 100$$

Ecuación 2. Porcentaje de cenizas

Donde P_f corresponde al peso final del crisol a peso constante más las cenizas obtenidas, P es el peso de la tara de crisol y g los gramos empleados de la muestra.

Determinación de lípidos

Para poder obtener el contenido lipídico de la muestra se aplicó el método de Goldfisch, que no es más que una extracción utilizando solventes, en este caso *el hexano*, de forma continua, donde al culminar el proceso, el contenido de grasa podrá ser cuantificado mediante las diferencias de peso del vaso receptor o *vaso de Goldfisch*, como se le conoce, al inicio y al final de dicha práctica. Se utilizaron 2.10 g de muestra y aproximadamente 30 ml de solvente, de acuerdo con lo estipulado por Iturbe y Sandoval (2011). El porcentaje de grasa fue calculado utilizando la siguiente ecuación:

$$\text{Grasa (\%)} = \frac{P_f - P}{g} * 100$$

Ecuación 3. Porcentaje de grasa

P_f representa el peso final (g) del vaso Goldfish con la grasa extraída, P el peso del vaso a peso constante o peso tarado (g), y g es el peso de la muestra en gramos.

Determinación de carbohidratos

Para realizar la determinación y cuantificación de carbohidratos presentes en la muestra se utilizó el método de licores de Fehling indirecto, el cual se basa en la presencia de azúcares reductores. Los azúcares reductores son un tipo de carbohidrato que presenta un grupo carbonilo intacto dentro de su estructura, lo que le confiere la capacidad de reducir otras moléculas, y por lo general son agentes reductores naturales o directos como la glucosa, la fructosa, lactosa, mientras que algunos ejemplos de azúcares no reductores son la sacarosa, disacáridos y polisacáridos (Moreano, 2015). Como se deseaba realizar además la identificación de los azúcares reductores indirectos, una hidrólisis se añadió al proceso para

determinar el porcentaje de azúcares reductores totales y así, mediante diferencia, conocer la proporción de ellos.

Previo a la aplicación de la técnica se realizó la estandarización de la solución de Fehling, utilizando como muestra una solución estándar de dextrosa al 0.5 %, y posteriormente tituló para obtener el volumen de gasto de la estandarización. Para la identificación de los azúcares en la muestra, se utilizó 1 g de esta de acuerdo con lo establecido por Iturbe y Sandoval (2011).

Posteriormente, se hizo uso de la Ecuación 4 para poder conocer el porcentaje de cada uno de los tipos de azúcares presentes.

$$\text{Azúcares (\%)} = \frac{[(V_b - V)(C)]}{g} * 100$$

Ecuación 4. Porcentaje de azúcares

Donde V_b hace referencia al volumen de gasto de la solución patrón en la estandarización (mL), V es el volumen de gasto de la solución patrón en la muestra (mL), C es la concentración de la solución patrón (0.5 g de dextrosa / 100 mL) y g corresponde a los gramos de muestra utilizados.

Determinación de fibra bruta

La determinación de fibra cruda se realizó en base a la *NOM-F-90-1978*, la cual se basa en la digestión ácida y alcalina de la muestra en cuestión de donde es obtenido un residuo conteniendo la fibra cruda además de sales que son sometidas a un proceso de calcinación para eliminar posibles interferencias al realizar la determinación de la fibra (DOF, 2022). Una vez concluido todo el proceso, se utilizó la Ecuación 5 para determinar el porcentaje de fibra presente.

$$\text{Fibra cruda (\%)} = \frac{[(A - B) - (C - D)]}{g} * 100$$

Ecuación 5. Porcentaje de fibra bruta

A es el peso del residuo seco en el papel filtro (g), B corresponde al peso del papel filtro llevado a peso constante (g), C es el peso del crisol más las cenizas obtenidas por la

calcinación (g), D constituye al peso constante obtenido del crisol (g) y g son los gramos de materia prima empleados (g).

Determinación de proteínas

El contenido proteico de la muestra analizada se determinó empleando la siguiente operación (Ecuación 6):

$$Proteínas (\%) = 100 - [Carbohidratos + Lípidos + Humedad + Cenizas (\%)]$$

Ecuación 6. Determinación del contenido proteico

1.6. Valoración de productos, resultados e impactos

A continuación, se presenta la Tabla 1, la cual contiene los resultados obtenidos de cada una de las determinaciones realizadas además del valor de la desviación estándar obtenido entre cada medición realizada.

Tabla 1. Resultados obtenidos de la composición química proximal de la muestra de interés expresada en porcentaje

Propiedad	Proporción dentro de la muestra (%)	Desviación estándar
Humedad	2,493	+/- 0,093
Cenizas	17,307	+/- 3,949
Grasas	35,903	+/- 1,590
Carbohidratos	3,750	0
Fibra	17,193	+/- 3,028
Proteína	23,354	-

Se observa que la fibra presenta un alto contenido de grasa, representando un 36% aproximadamente, algo que hace sentido al tratarse de un residuo derivado de una semilla con un alto contenido graso como lo es el ajonjolí, y en segundo lugar se encuentra el contenido de proteína, que constituye un 23%. Comparando los resultados contra aquellos conocidos de la semilla completa se puede ver que, si existen diferencias en la composición elemental, USDA (2019) reporta la siguiente información (Tabla 2) para la semilla entera asada y tostada :

Tabla 2. Contenido nutricional de la semilla entera de ajonjolí (USDA, 2019)

Componente	Cantidad (g componente/ 100 g semilla)
Proteína	17
Lípidos totales	48
Cenizas	6
Carbohidratos, por diferencia	25.7
Fibra dietética	14
Agua	3.3

Una vez realizado el análisis de la materia prima y considerando los resultados obtenidos, fueron planteadas una serie de posibles aplicaciones donde se implemente la reutilización del material.

A continuación, se enlistan las alternativas propuestas:

- ***Alimento para perros***

De acuerdo con el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI) el 69.8% de la población mexicana cuenta con algún tipo de mascota, siendo esto un valor equivalente de 80 millones de mascotas, donde, liderando con un aproximado de 43.8 millones de hogares son los perros, un 16.2% con gatos y el restante con alguna otra especie de animal. El gasto principal de los dueños recae específicamente en la compra de alimento, acaparando un 60% de los gastos totales, lo cual ha logrado crecimiento dentro del mercado de alimentos tanto para perros y gatos de 8.5%, alcanzando un valor 50,000 millones de pesos (Noguez, 2022).

La alimentación de los perros requiere de un especial cuidado, como lo es el de cualquier ser humano. Específicamente, los canes necesitan un balance muy cuidadoso de calcio (Ca) y fósforo (P), además de una fuente de vitamina D lo

suficientemente buena, que les brindará huesos fuertes y dientes sanos (FEDIAF,s.f).

La fuente de proteínas es uno de los factores más importantes a considerar, esto se debe a que es un pilar dentro del desarrollo y regeneración de tejidos. Otro componente importante son las grasas, siendo que son los principales bancos de energía de los animales, las cuales cumplen con funciones muy similares a las que tienen en un organismo humano, ya que presentan influencia en el sistema inmune y cardiovascular de los canes, además de que afectan en el aspecto y la calidad del pelaje (PROFECO,2016).

La Asociación de Oficiales Americanos de Control de Alimentos (AAFCO) establece que, para cumplir con los estándares establecidos, un alimento debería estar formulado de la siguiente manera:

Para mantenimiento de razas adultas:

- **Proteínas:** mínimo de 18%
- **Grasas:** mínimo de 5.5%
- **Vitaminas:** Formulación que incluya vitamina A, vitamina D, vitamina E, tiamina, riboflavina, ácido fólico, vitamina B12, niacina, piridoxina, ácido pantoténico o vitamina B5, colina.
- **Minerales:** calcio, fósforo, potasio, sodio, cloro, magnesio, hierro, cobre, manganeso, zinc, iodo, selenio.

Para crecimiento/reproducción:

- **Proteínas:** mínimo de 22.5%
- **Grasas:** mínimo de 8.5%
- **Vitaminas:** Formulación que incluya vitamina A, vitamina D, vitamina E, tiamina, riboflavina, ácido fólico, vitamina B12, niacina, piridoxina, ácido pantoténico o vitamina B5, colina.
- **Minerales:** calcio, fósforo, potasio, sodio, cloro, magnesio, hierro, cobre, manganeso, zinc, iodo, selenio

- ***Alimento para ganado bovino***

La ganadería es considerada una de las principales actividades primarias con mayor impacto económico dentro del territorio mexicano, destinándose alrededor de un 55% del territorio nacional para su práctica (MSD, 2022). Se desarrollan principalmente las ganaderías bovina (vacas/toros), porcina (cerdos), ovina (ovejas), caprina (cabras) y aviar (pollos, patos, pavos, etc.) , sobresaliendo la bovina y aviar como las dos superiores al resto (SIAP, 2018). México se posiciona en el 7^{mo} lugar, a nivel mundial, en producción y comercialización de la carne de bovinos (MSD, 2022).

La alimentación recomendada para *animales rumiantes* como lo es el ganado bovino, consiste en una buena fuente de todos los nutrimentos esenciales: proteínas, carbohidratos, grasas, vitaminas y minerales, racionando de manera adecuada (Melgar & Villatoro, 2022).

Los rumiantes son aquellos mamíferos herbívoros capaces de realizar la digestión de la fibra vegetal gracias a microorganismos fermentadores, habitantes dentro de su estómago compartimentado, lo cual logran mediante el proceso conocido como “*rumia*”, proceso que les permite regurgitar los alimentos (parcialmente digeridos) para mastincarlos y ensalivarlos para que, de nueva cuenta, se degraden (Ceva Salud Animal, 2022).

Generalmente, dentro de la alimentación de este tipo de animales, se aprecia la inclusión de la semilla o pasta de soya, la cual es rica en proteínas, pero tiene precios de venta elevados y en ocasiones se opta por el uso de frutas o semillas de oleaginosas, como lo es el ajonjolí (Melgar & Villatoro, 2022).

La harina de ajonjolí proveniente de residuos agroindustriales (extracción de aceite) ha probado ser una buena alternativa en la alimentación de bovinos. Melgar y Villatoro (2022) encontraron que la inclusión de la harina de ajonjolí (10% del valor total) a la alimentación de terneros (becerros) presenta un comportamiento similar a la harina con base de soya como única fuente de proteína. Con respecto al análisis de costos de alimentación, se tuvo una disminución de \$0.09 USD/kg de peso de ganado.

No obstante, es importante considerar la proporción de cada elemento, en este caso siendo la grasa a la que se le debe prestar más atención, debido a que la grasa puede ocasionar efectos negativos sobre la digestión de la fibra, esto a nivel ruminal, por lo que se recomienda contemplar solamente un 3% de grasa, cuando las dietas contienen más de un 30% de forraje (plantas cultivadas con fines alimenticios) (Mendoza & Ricalde, 2016).

- ***Suplemento alimenticio***

Tomando inspiración de las tendencias del mercado, una posible aplicación sería como suplemento alimenticio, similar a lo que es “*Nopalinaza*”, producto que combina las propiedades de la linaza y el nopal para brindarle al consumidor maneras de complementar la ingesta de nutrientes como la fibra (dietética), proteínas y también ácidos grasos como el omega-3, omega-6 y omega-9.

Se buscaría una aplicación similar a la anterior mencionada realizando una combinación de la fibra o fibrilla recuperada con un molido de semilla de linaza.

Nutrition Facts	
Serving Size 1 Spoonful 7.8 g	
Servings Per Container 60.25	
Energetic content	150.4 kJ (35.55 kcal)
Protein	1.46 g
Greases (lipids)	2.79 g
from which	
Saturated grease	0.09 g
Monounsaturated grease	0.19 g
Polyunsaturated grease	0.72 g
Cholesterol	0.00 mg
Carbohydrates	1.15 g
from which	
Sugars	0.00 g
Dietary fiber	2.24 g
Sodium	0.01 g
Omega-3	2 g *
Omega-6	1 g *
Omega-9	1 g *
* Daily Value not established	

Figura 2 Tabla nutricional del producto base 'Nopalinaza'

- Observando la tabla nutricional del producto base (Figura 2) es notorio que el componente mayoritario corresponde al contenido de grasas, seguido del contenido proteico, y por último el contenido de fibra, que es de 2.24 g por porción.
- Estaría por verse si se desengrasaría o no la fibrilla de ajonjolí, esto si se desea un material sin grasa o tener un contenido similar al producto base, o también realizar un análisis de grasas para determinar las que están presentes y ya no tener que adicionar de manera extra, por ejemplo, un omega-3 o un omega-9.
- Se necesita realizar una determinación de **fibra dietética**, la cual corresponde a los polisacáridos y lignina que no son capaces de ser digeridos por enzimas humanas. Esto se puede realizar aplicando los métodos reportados por la AOAC (2005) 985.29 y 993.21 (Iturbe & Sandoval, 2011).
- **Adición de linaza:** la linaza es una buena fuente de fibra, omega-3, ácido alfa-linolénico (ALA), compuestos que han demostrado influencia sobre

la disminución de efectos a consecuencia de padecimientos cardiovasculares (Parikh *et al.*, 2019).

- ***Harina de fibra de ajonjolí***

Actualmente, existe una gran variedad de harinas en el mercado, desde las clásicas a base de trigo hasta las más vanguardistas, como lo es la harina de almendras, garbanzo, coco, etc., como respuesta a la búsqueda del consumidor de alternativas más saludables que le permitan cuidar su salud, como por ejemplo las personas que padecen de alergias al gluten o en casos mayores, lidian con enfermedad celiaca.

La enfermedad celiaca o celiarquía es un trastorno digestivo y autoinmunitario crónico que daña el intestino delgado, el cual se potencia al ingerir alimentos con gluten. A su vez, el gluten es un tipo de proteína compuesta por **gliadina** y **glutenina**, ambas se encuentran de forma natural de varios cereales como el trigo, centeno, cebada y se dice también que en la avena; es lo que hace posible el inflado/esponjado, da firmeza a pastas, entre otras características (Kellogs, 2022).

Contemplando lo anterior mencionado se plantea la posible conversión de la fibrilla a una harina a base de esta. Al observar las características físicas de la muestra al culminar la determinación de grasas o extracción de estas, se notó que, a simple vista, su aspecto era de un color menos fuerte (*Anexo 4*) a como se encontraba originalmente (*Anexo 1*), además de que dicho proceso daba pauta a la obtención de una fibra más “ligera”.

- Para mejorar la consistencia de la harina, se podría realizar otra operación de molido para refinar el tamaño de las partículas, seguido de un tamizado.
- Un estudio realizado por Chimborazo en 2015 analizó la respuesta a un producto elaborado con diferentes proporciones tanto de harina de trigo como de harina de ajonjolí (50-50, 60-40, 75-25 trigo/ajonjolí (%)), en el cual se tuvo una buena aceptación del público con respecto al producto

generado (60-40 %), donde los comentarios principales elogiaban las características organolépticas obtenida (sabor, color, etc.). Se realizó un análisis bromatológico para determinar la composición de los nutrientes principales que verificaron que el producto es apto para consumo y que la harina es completamente funcional para su uso.

1.7. Bibliografía y otros recursos

- Amazon (2022). *Nopalinaza*, Obtenido de: <https://www.amazon.com.mx/Nopalinaza-PLus-Plus/dp/B0756W3FLN>
- Ceva Salud Animal (2022). “¿Qué son los animales rumiantes?”, Recuperado desde: <https://ruminants.ceva.pro/es/animales-rumiantes>
- Chimborazo, E.D. (2015). *Elaboración de harina de ajonjolí (Sesamum indicum) para sustituir la harina de trigo en la elaboración de galletas. Riobamba 2014*. [Tesis de grado, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo] Repositorio Institucional- Escuela Superior Politécnica de Chimborazo
- Cruz, E. (2003). *La importancia del cultivo de ajonjolí (Sesamum indicum L.) en México* [Tesis de grado, Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro”] Repositorio Institucional – Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro”
- Cocina Abierta (s.f). *"Tahini o pasta de sésamo"*, Obtenido desde: <https://www.hogarmania.com/cocina/tahini-pasta-sesamo-14916.html>
- Diario Oficial de la Federación (2022). “*NORMA Oficial Mexicana NOM-F-90-S-1978 Determinación de Fibra Cruda en Alimentos*”, Recuperado desde: https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=4799842&fecha=27/03/1979#gs_c.tab=0
- FAO (2002). “*Nutrición humana en el mundo en desarrollo. Capítulo 27: Legumbres, nueces y semillas oleaginosas*”, Recuperado desde: <https://www.fao.org/3/w0073s/w0073s0v.htm>
- European Pet Food Industry Federation (FEDIAF) , (s.f) . “*Nutritional Requirements*”, Recuperado desde: <https://europeanpetfood.org/pet-food-facts/nutritional-requirements/>
- Fasuan, T. O., Gbadamosi, S. O., & Omobuwajo, T. O. (2018). Characterization of protein isolate from *Sesamum indicum* seed: In vitro protein digestibility, amino acid profile, and some functional properties. *Food science & nutrition*, 6(6), 1715–1723. <https://doi.org/10.1002/fsn3.743>
- Figueroa, A. (2022). “*Libaneses en México, la historia de una integración exitosa, dice Carlos Martínez Assad*”, Recuperado desde:

<https://www.cronica.com.mx/cultura/libaneses-mexico-historia-integracion-exitosa-dice-carlos-martinez-assad.html>

- Agencia de Servicios a la Comercialización y Desarrollo de Mercados Agropecuarios ‘ASERCA’ (2018). “*Oleaginosas: alimento altamente nutritivo y fácil de transportar*”, Recuperado desde: <https://www.gob.mx/aserca/articulos/oleaginosas-alimento-altamente-nutritivo-y-facil-de-transportar?idiom=es>
- Fideicomiso de Riesgo Compartido ‘FIRCO’ (2017). “*Ajonjolí, oleaginosa como cultivo alternativo*”, Recuperado desde: <https://www.gob.mx/firco/articulos/ajonjoli-oleaginosa-como-cultivo-alternativo?idiom=es>
- Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural ‘SADER’ México (2017). “*Ajonjolí, una porción de usos y beneficios*”, Recuperado desde: <https://www.gob.mx/agricultura/es/articulos/ajonjoli-una-porcion-de-usos-y-beneficios#:~:text=En%20M%C3%A9xico%2C%20la%20producci%C3%B3n%20anual,los%20campos%20de%20nuestro%20pa%C3%ADs.>
- INEGI (2019). “*Economía y sectores productivos – Agricultura, ganadería y pesca*”, Recuperado desde: https://www.inegi.org.mx/temas/agricultura/#Informacion_general
- Iturbe, F., Sandoval, J. (2011). *Análisis de alimentos – Fundamentos y Técnicas*, Universidad Autónoma de México. Facultad de Química
- Kelloggs (2022). “*Mejorará mi salud y perderé peso si elimino el gluten de mi alimentación diaria?*”, Recuperado desde: https://www.kelloggs.com.ar/es_AR/content/articulos/realidades-y-mitos/mejorara-mi-salud-y-perdere-peso-si-elimino-el-gluten-de-mi-alimentacion.html
- LaMon, V. (2020). “*What is AAFCO and what does it do?*”, Recuperado de: <https://www.petmd.com/dog/nutrition/What-Is-AAFCO-and-What-Does-It-Do>
- Melgar, S., Villatoro, O.X. (2022). *Efecto de la inclusión de harina de ajonjolí (Sesamum indicum) en la dieta sobre el desempeño productivo de terneras de ganado lechero en la etapa de crecimiento*. [Tesis de grado, Escuela Agrícola Panamericana Zamorano] Repositorio Institucional – Escuela Agrícola Panamericana Zamorano <https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/09c75fdf-3800-4452-b310-aaba513e4d71/content>

- Mendoza, G. D., Ricalde, R. (2016). Uso de grasas en la alimentación de ganado de engorda. *En Alimentación de ganado bovino con dietas altas en grano* (pp, 85-95). México, Universidad Autónoma Metropolitana. <https://www.casadelibrosabiertos.uam.mx/contenido/contenido/Libroelectronico/Bovinos.pdf>
- Morales, F. (2022). “Ajonjolí de todos los moles”, Recuperado desde: <https://www.cimmyt.org/es/noticias/ajonjoli-de-todos-los-moles/>
- Morenao, M. (2015). *Determinación de azúcares reductores y su relación con carbohidratos no absorbidos en niños (A) del Centro de Educación Inicial “María Montessori” del cantón Latacunga en el periodo 2014-2015*. [Tesis de grado, Universidad Técnica de Ambato] Repositorio Institucional – Universidad Técnica de Ambato
- MSD Salud Animal (2022). “Ocupa México el séptimo lugar a nivel mundial en producción de carne de bovino”, Recuperado desde: <https://www.msd-salud-animal.mx/2022/03/03/ocupa-mexico-el-septimo-lugar-a-nivel-mundial-en-produccion-de-carne-de-bovino/>
- Noguez, R. (2022). “Mercado de alimentos para perros y gatos alcanza los 50,000 mdp en México”, Obtenido de: <https://www.forbes.com.mx/mercado-de-alimento-para-perros-y-gatos-alcanza-los-50000-mdp-en-mexico/>
- Parikh, M., Maddaford, T. G., Austria, J. A., Aliani, M., Netticadan, T., & Pierce, G. N. (2019). Dietary Flaxseed as a Strategy for Improving Human Health. *Nutrients*, 11(5), 1171. <https://doi.org/10.3390/nu11051171>
- PROFECO (2016). “Laboratorio PROFECO alimento para perros”, Recuperado desde: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/110359/RC467_045-OK.pdf
- SESAJAL (2020). “¿Conoces las semillas oleaginosas?”, Recuperado desde: <https://www.sesajal.com/es/articulo/20-conoces-las-semillas-oleaginosas>
- SESAJAL (2023). “¿Quiénes somos?”, Recuperado desde: <https://www.sesajal.com/es/nosotros>
- Servín, G. (2015). “Análisis proximal de los alimentos”, Recuperado desde: <https://es.slideshare.net/triadaporta/analisis-proximal>

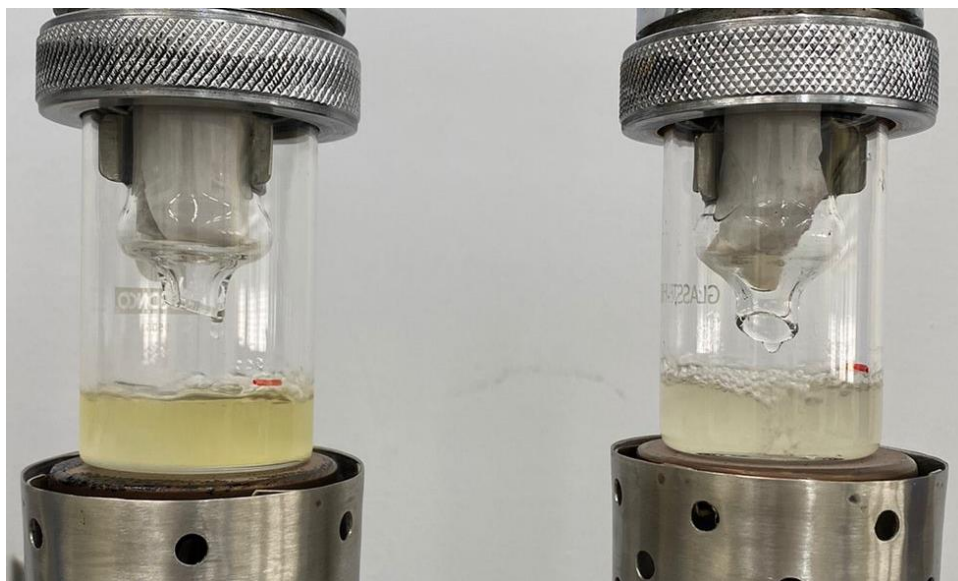
- Unites States Department of Agriculture USDA (2019). “*Seeds, sesame seeds, whole, roasted and toasted*”, Recuperado desde: <https://fdc.nal.usda.gov/fdc-app.html#/food-details/170151/nutrients>
- Wei, P., Zhao, F., Wang, Z., Wang, Q., Chai, X., Hou, G., & Meng, Q. (2022). Sesame (*Sesamum indicum* L.): A Comprehensive Review of Nutritional Value, Phytochemical Composition, Health Benefits, Development of Food, and Industrial Applications. *Nutrients*, 14(19), 4079. <https://doi.org/10.3390/nu14194079>

1.8. Anexos generales

Anexo 1. Muestra de fibra proporcionada por la empresa



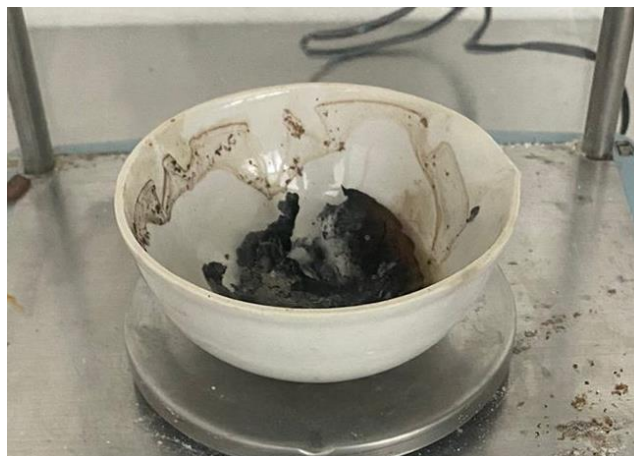
Anexo 2. Extracción de grasa mediante técnica de Goldfish



Anexo 3. Fibra obtenida post extracción de grasas



Anexo 4. Calcinado de papel filtro de la determinación de fibra bruta



2. Productos

Nombre y código del PAP	4F04B Programa para Mejoramiento de Calidad, Productividad y Logística de la Industria Regional
-------------------------	---

Nombre del proyecto	“Propuestas de implementación para la reutilización del subproducto generado en la producción de tahini de semilla de ajonjolí (<i>Sesamum indicum</i>)”
Descripción (qué es, para quién se realizó y para qué es):	Reporte de resultados que contiene la metodología realizada y las implementaciones propuestas realizado para la empresa SESAJAL.
Autores:	Lizbeth Valenzuela Rodriguez

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 PAP se focalizó en la búsqueda de alternativas de reutilización de residuos provenientes de la industria alimenticia para lograr desarrollar productos de valor, no solo comercial sino también de valor alimenticio, lo cual se relaciona con las tendencias mundiales en materia de aprovechamiento de recursos, planteando además que la transformación de la materia prima sea mínima y logre ser accesible al cliente o consumidor final .

El escenario bajo el cual se construye el proyecto resulta ser sumamente enriquecedor, esto por la estrecha relación que se tiene de la propia empresa con el agricultor mexicano, su proveedor principal, además de que se trata de una empresa mexicana que ha marcado pauta sobre el desarrollo de nuevos productos con materias primas nacionales y que ha tenido éxito internacional, por lo que es posible decir que se fomenta una economía circular donde los involucrados (agricultor-empresa-cliente/consumidor) puedan beneficiarse uno del otro.

Resultó interesante en lo personal como biotecnóloga, el pensar en cosas totalmente fuera de mi área de estudio por así decirlo, pero fue sumamente gratificante el reconocer que, a pesar de la diferencia del área de aplicación/estudio, el objetivo principal del proyecto pudo ser alcanzado, además de que aprendí mucho sobre nuevas técnicas de análisis de alimentos, las cuales, al final de cuentas, suman a mi inventario de competencias/habilidades, lo cual es sumamente valioso. También me gustó el poder trabajar en un proyecto de una empresa ya establecida como lo es SESAJAL, que tiene potencial de ser implementado, y ver como mis conocimientos se traducen en un producto de valor.

3.2 Aprendizajes logrados

Este PAP me ha enseñado muchísimo sobre mi capacidad de autocontrol, de organización y, sobre todo, compromiso y responsabilidad. Es interesante reconocer como es que diferentes aspectos de nuestra personalidad pueden llegar a influir tanto en el desarrollo de un proyecto, de igual manera como reaccionas ante las equivocaciones y como los resuelves durante la marcha para lograr sacar el cumplimiento de los objetivos.

Durante el proceso tuve que enfrentarme a varios obstáculos, el principal de ellos siendo el enfoque del proyecto, el cual va totalmente fuera de mi área de conocimiento, por lo que tuve que sentarme y repasar técnicas nuevas que, a pesar de que tienen el mismo trasfondo (químico) por así decirlo, la aplicación es distinta a lo que un biotecnólogo realiza. Así que puedo decir que aprendí nuevas técnicas de análisis fisicoquímicos que abonan a mi experiencia en el laboratorio y como a partir de los resultados se plantean propuestas hacia una empresa, por ejemplo, lo cual pone a prueba tu capacidad de análisis de la información y a toda tu habilidad de comunicación, porque al final de cuentas es transmitir tus ideas a otra(s) persona(s) que no están empapadas con el tema o con los procedimientos realizados y el porqué de las conclusiones.

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

Al inicio del semestre las competencias que identifiqué fueron organización, compromiso, capacidad de análisis, trabajo en laboratorio, determinación, dedicación,

manejo de Excel, investigación profunda, etc. Ahora que finaliza esta experiencia PAP me doy cuenta de que desarrollé/trabajé aún más la parte de **resolución de problemas** debido a las situaciones que se presentaban durante el desarrollo del proyecto, **resiliencia, optimismo, entrega..** También **nuevas técnicas de análisis de alimentos** y fortalecí **mis maneras de comunicar** lo obtenido a audiencias que no se encuentran empapadas con el vocabulario tan técnico que puede llegar a ser el de un ingeniero, también seguí trabajando con la **organización de proyectos** y la **atención al detalle** al momento de trabajar en el laboratorio.

Este tipo de pequeños análisis introspectivos son de mucha ayuda ya que puedes notar que cosas haz mejorado e inclusive empiezas a notar pequeñas destrezas que talvez durante la práctica no las notas y al trasladarlas a algo escrito empiezas a reconocer muchas cosas que a simple vista no llegarías a puntualizar.