

INSTITUTO TECNOLÓGICO Y DE ESTUDIOS SUPERIORES DE OCCIDENTE

Departamento de Procesos Tecnológicos e Industriales

Economía solidaria y trabajo digno

PROYECTO DE APLICACIÓN PROFESIONAL (PAP)

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



**ITESO, Universidad
Jesuita de Guadalajara**

**4F04. Mejoramiento de la calidad, productividad y logística en la industria regional
Mejoramiento de las características bromatológicas (proteína) del aquafaba en
SESAJAL**

PRESENTA

Programas educativos y Estudiantes

Ing de alimentos

Brian Ulises Ruvalcaba Silva

Profesores PAP

María Yolotxochitl Ramírez García

Gabriela Porras Quevedo

Sarah Ratkovich Gonzalez

Xadeni Villegas Ruíz

Tlaquepaque, Jalisco, julio de 2022

ÍNDICE

Contenido

REPORTE PAP	3
Presentación Institucional de los Proyectos de Aplicación Profesional	3
Resumen	5
1. Ciclo participativo del Proyecto de Aplicación Profesional.....	6
1.1 Entendimiento del ámbito y del contexto	6
1.2 Caracterización de la organización.....	10
1.3 Identificación de la(s) problemática(s).....	11
1.4. Planeación de alternativa(s).....	11
1.5. Desarrollo de la propuesta de mejora	13
1.6. Valoración de productos, resultados e impactos	21
1.7. Bibliografía y otros recursos	22
1.8. Anexos generales.....	24
2. Productos	26
3. Reflexión crítica y ética de la experiencia.....	26
3.1 Sensibilización ante las realidades	26
3.2 Aprendizajes logrados	27

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

Se desarrollaron 7 distintos productos (aquafaba) con el objetivo de mejorar las características bromatológicas (concentración de proteína) con respecto al aquafaba de referencia (hecha solamente de garbanzo). Se cuantificaron proteínas por el método Biuret y se realizó un análisis de varianza de los resultados. Se observó que los productos 3, 6 y 7 fueron los que tuvieron mayor concentración de proteína, pero para elegir el producto ganador se consideraron las variables de concentración, estabilidad y precio, donde finalmente el producto 7 fue el ganador y se observó que su concentración de proteínas es más de 3 veces mayor al aquafaba de referencia.

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

Durante el verano de 2022, tres alumnos (2 de ingeniería de alimentos y el otro de ingeniería química) estaremos apoyando a la empresa SESAJAL la cual otorgó a cada integrante un proyecto distinto (a mi se me asignó el proyecto del aquafaba). A continuación se menciona el giro de la empresa y algunos datos importantes de esta.

Sesajal es una empresa mexicana fundada en 1989 que se dedica a la producción y comercialización de artículos derivados de las semillas oleaginosas de la más alta calidad, elaborados con materias primas cultivadas en México, ofreciendo soluciones integrales para la industria alimenticia, farmacéutica, cosmética, de cuidado personal y alimento para mascotas.

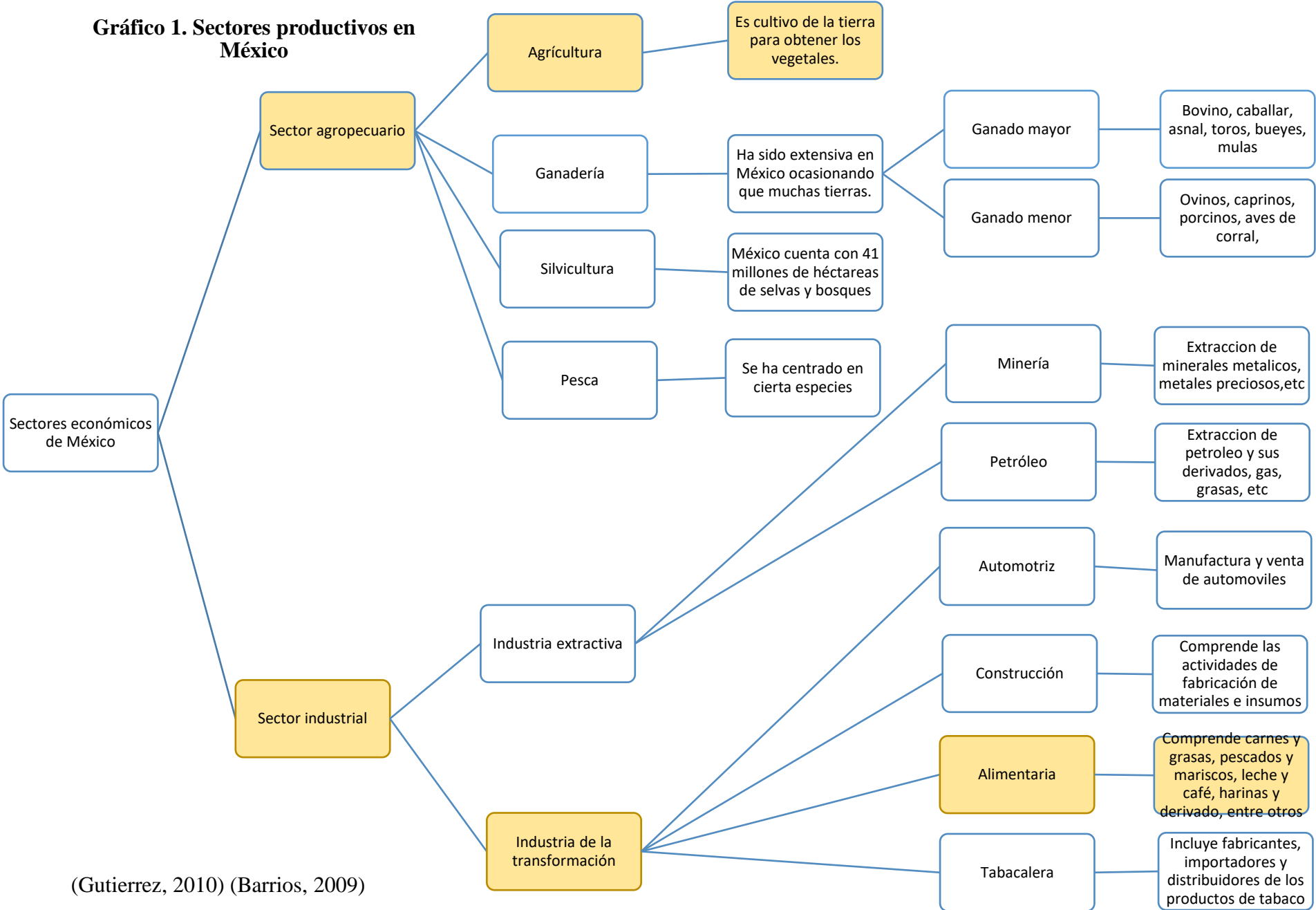
Tienen presencia en más de 30 países con reconocimiento internacional y un equipo de más de 2000 colaboradores. Además, procesan aproximadamente 190 mil toneladas anuales de semillas y aceites vegetales.

Sus principales regulaciones y certificaciones son FSSC22000, FDA, NOM, USDA ORGANIC, ESR, CODEX ALIMENTARIUS, HACCP, GLUTEN-FREE, entre otras.

Pertenece principalmente al sector de alimentos y bebidas, pero a continuación, en la figura 1 se muestra cómo se clasifican los sectores productivos en México. Los recuadros que se rellenaron con amarillos son a los que pertenece la empresa.

En cuanto al sector primario o agropecuario, SESAJAL se encuentra en la parte de agricultura, y en cuanto al sector secundario o industrial, la empresa pertenece a la industria de la transformación alimentaria.

Gráfico 1. Sectores productivos en México



(Gutierrez, 2010) (Barrios, 2009)

Sus productos estrella que tienen alto impacto en el mercado son el aceite de oliva extra virgen, aceite de especialidades (cacahuates, ajonjolí, aguacate, chía) y el limón deshidratado en polvo. En la figura 2 se pueden apreciar los productos antes mencionados.



Figura 1. Productos estrella de SESAJAL (SESAJAL, 2022).

Además de estos productos, SESAJAL se dedica al desarrollo de nuevos productos, uno de estos es el aquafaba que ya se elabora y se vende a otras industrias de alimentos.

Leguminosas

Las leguminosas más cultivadas en el mundo son el frijol de soya, cacahuates, frijoles, chicharos, garbanzos y lentejas (Yildirim, 2006). Contienen entre 17 y 40% de proteína (base seca), igual o superior al 18-25% en carnes. Las proteínas en leguminosas están compuestas principalmente de globulinas (solubles en soluciones salinas) y albúminas (solubles en agua) donde estas últimas solo representan del 10 al 20% del total de proteína, aunque se caracterizan por tener pesos moleculares bajos (5–80 kDa), son las proteínas más nutritivas en las semillas de legumbres en términos de composición de aminoácidos.

Entre las legumbres, el garbanzo es una de las leguminosas más importantes en el mundo, es la segunda leguminosa más consumida a nivel mundial (Alsaman, 2021). Los principales exportadores de garbanzos son Turquía, Australia, Siria, México, Argentina y Canadá (Mustafa, 2019). Además, es un alimento esencial para poblaciones en crecimiento, especialmente en los países en desarrollo. En 2017, la producción mundial de garbanzos fue de 14.8 millones de toneladas. El mercado mundial de garbanzos alcanzó un volumen de 16.3 millones de toneladas en 2018 y se prevé que crezca a 21.0 millones de toneladas para 2024, es decir, una tasa de crecimiento anual de 4.1% (He *et. al*, 2021).

Los garbanzos contienen de 20 a 26 % de proteína y de 43 a 46 % de almidón. Las fracciones proteicas de los garbanzos son principalmente globulinas (56%), glutelinas (18%), albúminas (12%) y prolamina (3%).

La cocción es la forma común de procesar las legumbres y la forma más tradicional de preparación de alimentos. El tratamiento térmico afecta las estructuras proteicas y en consecuencia cambia su funcionalidad. Las propiedades funcionales son las propiedades químicas y físicas que cambian el desempeño de las macromoléculas en los sistemas alimentarios que a su vez refleja el uso y aplicación de dichas moléculas en la industria alimentaria. El tratamiento térmico hace que la proteína se desnaturalice debido a cambios en la estructura secundaria (Alsaman, 2021).

Estudios recientes muestran que el líquido viscoso que se puede drenar del garbanzo enlatado o cocido produce espumas, emulsiones y geles estables (He *et. al*, 2021).

Aquafaba

Es el agua residual obtenida después cocinar garbanzos en agua. Contiene diferentes niveles de carbohidratos, proteínas y saponinas que se filtran durante el remojo y la cocción. Estos compuestos pueden lograr buenas capacidades de formación de espuma y gelificación (Alsaman, 2020).

Se ha utilizado como un emulsificante vegano y como sustituto del huevo en análogos de mayonesa vegana. Las propiedades funcionales del aquafaba (emulsificante, espumante, gelante y propiedades espesantes) se atribuyen a su composición de proteínas, carbohidratos solubles e insolubles (oligosacáridos, almidón, celulosa, hemicelulosa o lignina), polisacáridos complejos, saponinas y compuestos fenólicos.

El uso de aquafaba en productos alimenticios amplía el mercado de alimentos de origen vegetal, aumenta la demanda de legumbres y reduce el agua residual generada por algunos procesos leguminosas.

Diferentes parámetros, tales como la selección del lugar para cultivar el garbanzo, y las condiciones de producción (relación agua-leguminosa, la temperatura, la presión, el tiempo y los aditivos) deben abordarse al estandarizar la composición y funcionalidad del aquafaba. Ya que el aquafaba tiene un contenido de humedad mayor al 90%, se opta por concentrar o secar el producto para mejorar la eficiencia del transporte disminuyendo los costos de envío, el espacio requerido para el almacenamiento y para prevenir el crecimiento microbiano no deseado.

El aquafaba es usado como un aditivo vegano, libre de gluten y colesterol en muchos productos alimenticios incluyendo mayonesa, merengues, mousse, crema batida, helados, aderezos emulsionados y productos de panadería (He *et. al*, 2021).

1.2 Caracterización de la organización

Hace más de 30 años el fundador de SESAJAL tuvo la visión de ofrecer al mercado nacional e internacional productos derivados de semillas oleaginosas de la más alta calidad, elaborados con materias primas cultivadas en México.

Actualmente tienen presencia en más de 30 países y procesan 190 mil toneladas anuales de semillas y aceites vegetales.

La empresa tiene 4 principales plantas en el estado de Jalisco, 3 de ellas se encuentran en Guadalajara y la otra en Zapotlanejo.

Durante el verano de 2022 estaré realizando mi proyecto en la planta 2 (PROVAL) en el área de desarrollo e investigación. Paulina Vázquez (trabajadora de SESAJAL), es la encargada del desempeño de este producto y se mantiene al tanto de los avances que llevo cada semana. Actualmente SESAJAL ya cuenta con una metodología para la elaboración del aquafaba. Además, el producto ya es vendido a varias empresas las cuales lo utilizan como materia prima para la elaboración de panes y mayonesas sustituyendo parcialmente el huevo.

El propósito de este proyecto es desarrollar un nuevo aquafaba en el que añadiendo otro tipo de leguminosas además del garbanzo logre tener mejores características bromatológicas

(principalmente proteína). La empresa caracterizó el producto y realizó una ficha técnica la cual reporta un porcentaje de proteína entre el 1 y 3%. Se planea incrementar al doble para mejorar sus propiedades funcionales.

1.3 Identificación de la(s) problemática(s)

El aquafaba que se realiza actualmente en SESAJAL se prepara solamente a partir de garbanzo. Se pretende buscar otra leguminosa que incremente el contenido proteico en el producto. Como ya se mencionó en el punto anterior, la ficha técnica reporta un contenido proteico entre el 1 y 3%. Distintos artículos mencionan que el aquafaba contiene entre el 0.9 y 1.5% de proteína, por lo que considero importante elaborar el producto y cuantificar proteínas, esperando tener precisión y exactitud para de esta forma proponer reajustar el intervalo (hacerlo más acotado) de contenido proteico en el producto.

Al incrementar el contenido proteico puede ser posible que se mejoren las propiedades funcionales del aquafaba (emulsificante, espumante, gelante y espesantes) y en consecuencia tener productos terminados de mejor calidad o incluso hasta poder eliminar totalmente el uso de la yema de huevo en mayonesas.

1.4. Planeación de alternativa(s)

Se planea usar otra leguminosa además del garbanzo, que pueda aumentar el porcentaje de proteínas en el aquafaba. La intención es buscar qué leguminosa tienen la capacidad de lograr aumentar la fracción de proteínas en el producto. Asimismo, la(s) leguminosa que se elija debe ser fácil de conseguir para la empresa, es decir, que cuando soliciten el producto, este tenga un tiempo de entrega óptimo para que SESAJAL pueda llevar a cabo la elaboración del aquafaba.

En cuanto al cronograma, durante las primeras 4 semanas se planea conocer la empresa, objetivos, problemática, establecer el alcance y los entregables.

Las últimas 4 semanas se tiene planeado realizar investigación, elaborar el producto, medir e interpretar resultados y finalmente presentar a la empresa y a los profesores el desarrollo del proyecto. En la tabla 1 se muestra el cronograma de actividades.

Tabla 1. Cronograma de actividades a realizar durante las 8 semanas del verano 2022.

Actividad	Semana							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Conocer a los integrantes del proyecto y el contexto de la empresa.								
Conocer la empresa y la problemática u objetivos que se llevarán a cabo.								
Definir objetivos, alcances y entregables.								
Investigación técnica								
Elaboración del producto								
Medir e interpretar resultados.								
Presentar a los profesores y a la empresa.								

1.5. Desarrollo de la propuesta de mejora

La propuesta de mejora que se tienen planeada hasta el momento es utilizar una leguminosa que tenga mayor porcentaje de proteína (base seca) que el garbanzo para que ayude a incrementar el porcentaje de esta en el aquafaba. En la tabla 2 se muestran algunos datos obtenidos de la USDA. Es importante mencionar que se trató de conseguir frijol de lupino por tener un contenido de proteína mayor al 35%, pero no fue posible encontrarse, por lo que la opción al momento es la lenteja.

Tabla 2. Porcentaje de proteína de distintas leguminosas.

Ingrediente	Proteína (%)	Fuente
Garbanzo	20.5	https://fdc.nal.usda.gov/fdc-app.html#/food-details/173756/nutrients
Frijol de soya	36.5	https://fdc.nal.usda.gov/fdc-app.html#/food-details/174270/nutrients
Frijol blanco	23.4	https://fdc.nal.usda.gov/fdc-app.html#/food-details/175202/nutrients
Chícharo	23.1	https://fdc.nal.usda.gov/fdc-app.html#/food-details/172428/nutrients
Lenteja verde	24.6	https://fdc.nal.usda.gov/fdc-app.html#/food-details/172420/nutrients
Lenteja roja	23.9	https://fdc.nal.usda.gov/fdc-app.html#/food-details/174284/nutrients
Lupins (frijol de lupino o altramuz)	36.2	https://fdc.nal.usda.gov/fdc-app.html#/food-details/172423/nutrients

Con los datos anteriores y consultando con la empresa, se eligió garbanzo, lenteja y frijol de soya para la elaboración del aquafaba.

Se procedió a realizar un diseño de mezclas utilizando el software Minitab, en el cual se estableció la restricción de utilizar mínimo 25% de cada leguminosa. Además, se prepararon las referencias (aquafaba de garbanzo, de lenteja y de frijol de soya) para tener resultados más claros.

En la tabla 3 se muestra el diseño de mezclas obtenido de Minitab. Los primeros 3 productos son las referencias, es decir, aquafaba de puro garbanzo, de puro frijol de soya y de lentejas, para de esta forma tener con qué comparar los productos 4 a 7 y observar su comportamiento.

Tabla 3. Diseño de mezclas realizado en el software Minitab.

Producto	Garbanzo (%)	Soya (%)	Lenteja (%)
1	100	0	0
2	0	100	0
3	0	0	100
4	50	25	25
5	25	50	25
6	25	25	50
7	33.33	33.33	33.33

Se observa que en total se tienen 7 productos, las 3 referencias y las 4 combinaciones que se obtuvieron de Minitab.

En la tabla 4 se muestra la cantidad que se debe pesar para la elaboración de cada producto.

Tabla 4. Cantidades a pesar para la elaboración de los 7 productos.

Producto	Garbanzo (g)	Soya (%)	Lenteja (g)
1	400	0	0
2	0	400	0
3	0	0	400
4	200	100	100
5	100	200	100
6	100	100	200
7	133.33	133.33	133.33

Se puede observar que de leguminosa(s) se añaden 400g y además se añadieron 1.2L de agua destilada, es decir una relación leguminosa-agua de 1:3.

Elaboración de aquafaba

Primeramente se deben lavar las leguminosas (marca Verde Valle) para remover el polvo o alguna partícula indeseada, luego se deben dejar remojar los garbanzos, lentejas y frijol de soya durante 8-10 horas, se enjuagan y se pesan de acuerdo con el diseño de mezclas. Posteriormente se procede a la cocción de las leguminosas por 45 minutos usando una olla de presión (se trató de mantener entre 10 y 12 psi). Finalmente se filtra y se almacena el aquafaba en refrigeración (ver anexo “Imágenes de la elaboración de aquafaba” para entener más claramente la elaboración del producto).

Cuantificación de proteínas

Para la cuantificación de proteínas primeramente se prepararon 10 mL de BSA a una concentración de 20mg/mL. Posteriormente se añadieron las cantidades de BSA, agua y de reactivo Biuret como se muestra en la tabla 5 para realizar la curva de calibración. Nota: se realizó por duplicado.

Tabla 5. Preparación de la curva de calibración

Tubo	BSA (uL)	H ₂ O (uL)	Reactivo Biuret (uL)
Blanco	0	100	500
1	20	80	500
2	40	60	500
3	60	40	500
4	80	20	500
5	100	0	500
Productos 1-7 + muestra SESAJAL	100	0	500

Luego se mezclaron por inversión y se incubó a temperatura ambiente durante 30 minutos. Y finalmente se leyó en el espectrofotómetro a 545nm y se registraron los datos.

Resultados

Primeramente se registró la cantidad de agua absorbida por las leguminosas. En la tabla 6 se muestran los datos.

Tabla 6. Agua absorbida por las leguminosas durante el remojo.

Peso	Garbanzo (g)	Soya (g)	Lenteja (g)
Peso seco (Pi)	1500	1000	1000
Peso después de remojo	3316.6	2423.5	2136.1

Se observa que la soya es la que más absorbe agua durante el remojo, sin embargo no es mucha la diferencia con respecto al garbanzo y a las lentejas.

En la tabla 7 se muestran los pesos tanto de la leguminosa como del líquido para conocer las pérdidas por evaporación.

Tabla 7. Registro de peso de leguminosa y agua después de la cocción.

Producto	Garbanzo (g)	Soya (%)	Lenteja (g)	Peso leguminosa después de cocción (g)	Peso agua después de cocción (g)	Pérdidas (g)
1	400	0	0	493.2	919.1	187.7
2	0	400	0	433	921.2	245.8
3	0	0	400	623.3	685.3	291.4
4	200	100	100	568.5	900.3	131.2
5	100	200	100	544.9	856.9	198.2
6	100	100	200	702.1	694.4	203.5
7	133.3	133.3	133.3	654.2	771.1	174.7

Se observa que en los productos 2 y 3 es en donde se tuvieron más pérdidas, esto se debe a que al inicio la válvula de esta olla no tenía su empaque, por lo que en la segunda corrida se corrigió este detalle.

En la figura 2 se pueden observar las aquafabas obtenidas a partir del diseño de mezclas. El producto que se encuentra hasta la izquierda corresponde al 1 del diseño y siguen consecutivamente hasta el 7. El octavo producto es la muestra proporcionada por SESAJAL.

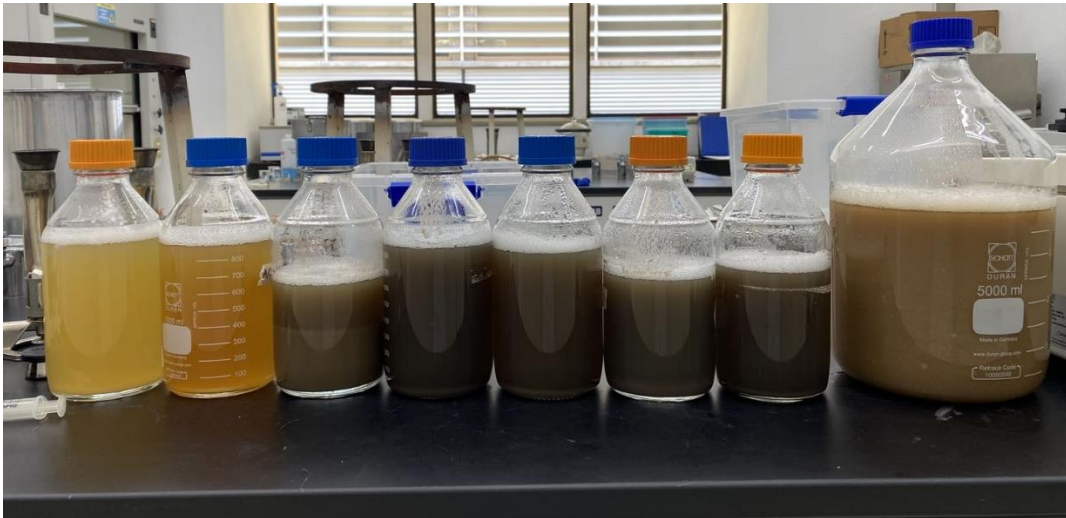


Figura 2. Aquafabas obtenidas del diseño de mezclas.

Se puede observar que en el producto 3 (100% lenteja) es en el que se encuentran más sólidos precipitados. Por otro lado, si se compara la referencia (producto 1) de garbanzo elaborada en ITESO contra la muestra proporcionada por la empresa, se aprecia que la segunda está más concentrada y que hay partículas en suspensión.

En la tabla 8 se muestran las absorbancias leídas mediante el espectrofotómetro de la curva de calibración de la tabla 5.

Tabla 8. Medición de absorbancia por duplicado de la curva de calibración.

Muestra	Absorbancia		
	Prueba 1	Prueba 2	Promedio
0.00	0.000	0.022	0.011
0.67	0.206	0.112	0.159
1.33	0.292	0.337	0.315
2.00	0.494	0.468	0.481
2.67	0.638	0.618	0.628
3.33	0.769	0.760	0.765

La columna de muestra representa las concentraciones de BSA (estas se calcularon utilizando la fórmula $C1 \cdot V1 = C2 \cdot V2$, donde C1 es la concentración inicial de BSA, V1 es el volumen tomado de BSA, y V2 es la suma de agua, reactivo biuret y BSA). También se obtuvo el promedio de ambas mediciones.

Posteriormente se procedió a graficar la absorbancia en función de la concentración para luego poder determinar el contenido de proteína en los 7 productos elaborados.

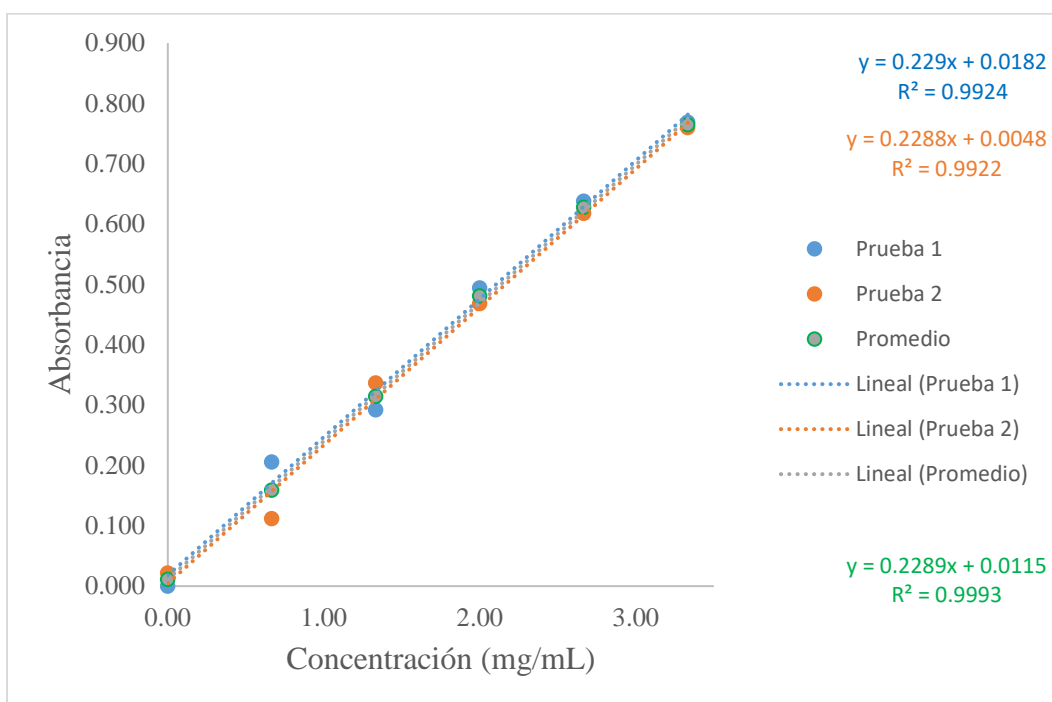


Figura 3. Curva de calibración de BSA.

Se obtuvo la ecuación de la recta tanto de ambas corridas como del promedio y se observa que la corrida 1 fue la que tuvo una R^2 más cercana a 1 (0.9924), por lo que se decidió utilizar esta para los cálculos posteriores.

Luego se midió la absorbancia por duplicado de los 7 productos y además de la muestra otorgada por SESAJAL. En la tabla 9 se muestran los datos.

Tabla 9. Absorbancias leídas en el espectrofotómetro de los 7 productos y de la muestra de la empresa.

Producto	Garbanzo (%)	Soya (%)	Lenteja (%)	Absorbancia	
				Biuret 1	Biuret 2
1	100	0	0	0.195	0.171
2	0	100	0	0.208	0.221
3	0	0	100	0.655	0.647
4	50	25	25	0.42	0.393
5	25	50	25	0.358	0.512
6	25	25	50	0.644	0.644
7	33.33	33.33	33.33	0.606	0.598
8	Muestra SESAJAL			1.12	1.04

Se observa que las mediciones del duplicado son similares a las primeras, la única que varía un poco más es la del producto 5.

Posteriormente, se calcularon las concentraciones con base en la ecuación de la recta de la figura 3 ($y = 0.229x + 0.0182$). En la tabla 10 y en la figura 4 se observan estos resultados.

Nota: en la figura 4 se descartó la muestra de la empresa ya que la metodología de elaboración es diferente, por lo que no se pueden comparar los datos.

Tabla 10. Cálculo de la concentración de cada producto.

Producto	Garbanzo (%)	Soya (%)	Lenteja (%)	Concentración (mg/mL)	
				Biuret 1	Biuret 2
1	100	0	0	0.772	0.667
2	0	100	0	0.829	0.886
3	0	0	100	2.781	2.746
4	50	25	25	1.755	1.637
5	25	50	25	1.484	2.156
6	25	25	50	2.733	2.733
7	33.33	33.33	33.33	2.567	2.532
8	Muestra SESAJAL			4.811	4.462

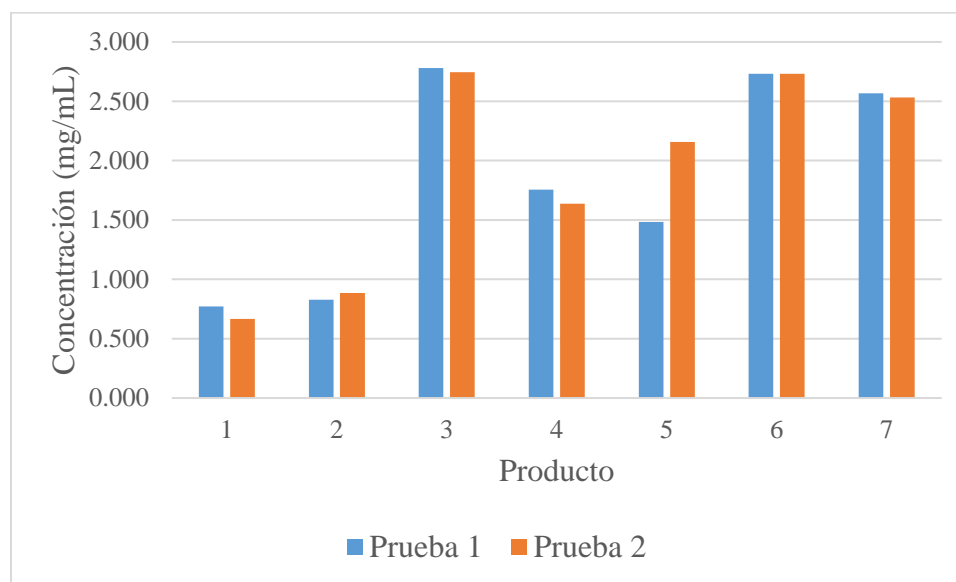


Figura 4. Concentración de proteína de los 7 productos.

Se observa que los productos 3, 6 y 7 son los que obtuvieron mayor concentración de proteína, por lo que parece ser que la lenteja es la leguminosa que más impacto tiene en el aporte

proteico del aquafaba. Por otro lado, el 1 y el 2 son lo que tienen menos concentración de proteína.

Se procedió a realizar un ANOVA en el software Minitab para comprobar si hay diferencia significativa entre cada uno de los productos. En la tabla 11 se muestran los resultados.

Tabla 11. Media, desviación estándar y agrupamiento de los 7 productos.

Producto	Garbanzo (%)	Soya (%)	Lenteja (%)	Media (mg/mL)	Desviación estándar	Agrupamiento
1	100	0	0	0.72	0.0741	C
2	0	100	0	0.86	0.0401	C
3	0	0	100	2.76	0.0247	A
4	50	25	25	1.70	0.0834	B
5	25	50	25	1.82	0.4755	B
6	25	25	50	2.73	0.0000	A
7	33.33	33.33	33.33	2.55	0.0247	A

Se observa que no hay diferencia significativa entre el producto 3, 6 y 7, es decir, que si se elabora cualquiera de estos 3 productos, el contenido de proteína será muy similar.

Ahora, en la figura 5 se muestran los productos después de haberlos almacenado 3 días en refrigeración.



Figura 5. Estado de los productos después de almacenarlos 3 días en refrigeración.

El producto 3 tiene una separación de fases muy drástica, lo mismo sucede con el 6. Además, la muestra de SESAJAL también tiene una clara separación.

Se estableció un criterio de evaluación del 1 al 3 de la concentración de proteínas, estabilidad y precio de cada producto, donde el número 1 representa la mejor calidad y el 3 la peor. Además a la concentración se le asignó una ponderación del 40% y a la estabilidad y al precio de 30%. Se multiplicó la evaluación por el porcentaje correspondiente y se sumaron las 3 variables, para de esta forma determinar el producto final (Ejemplo: $3 \cdot 0.4 + 1 \cdot 0.3 + 3 \cdot 0.1 = 1.8$)

Tabla 12. Evaluación de la concentración de proteína, estabilidad y precio de cada producto.

Producto	Concentración	Estabilidad	Precio	Decisión
1	3	1	3	1.8
2	3	1	1	2.1
3	1	3	2	1.9
4	2	2	2	2.0
5	2	1	2	1.7
6	1	3	2	1.9
7	1	2	2	1.0

Se puede observar que el producto con el menor valor (ya que fue el mejor calificado según los criterios mencionados anteriormente) fue el producto 7 que es el que tienen cantidades iguales de garbanzo, frijol de soya y lenteja. Por lo que recomendaría usar este producto para futuras pruebas en la elaboración de mayonesa, panificación y pastelería.

1.6. Valoración de productos, resultados e impactos

La realización de la elaboración de aquafaba en la que apoyé a la empresa SESAJAL a mejorar las características bromatológicas (proteína) del producto me pareció muy interesante. El objetivo fue aumentar el contenido proteico del aquafaba añadiendo otra(s) leguminosas además del garbanzo, y se logró perfectamente. El producto referencia (100% garbanzo) tuvo una concentración de 0.72mg/mL de proteína, y el producto ganador de 2.55mg/mL, es decir 3.5 veces más a la referencia.

Creo que fue algo complicado realizar un proyecto sin ayuda total de un profesor ya que tuve que usar las herramientas que conocí y aprendí durante 10 semestres y luego ir a laboratorio y aplicarlas. Me enfrente con algunos problemas como por ejemplo la poca cantidad de reactivos necesarios, su almacenamiento óptimo, así como problemas durante la elaboración del aquafaba, pero creo que al final todo salió como se esperaba.

Este proyecto me parece muy apio ya que no solamente implica la parte de cuantificar proteínas, sino observar sus estructuras e investigar si tienen capacidad emulsificante, y elaborar productos como mayonesa, pasteles y panificación para comprobar si realmente al aumentar la proteína aumenta la capacidad emulsificante del aquafaba.

1.7. Bibliografía y otros recursos

Alsaman, F. Ramaswamy, H. (2021). *Evaluation of Changes in Protein Quality of High-Pressure Treated Aqueous Aquafaba*. [En línea]. <<https://doi.org/10.3390/molecules26010234>> [Consultado: 2022, junio 17].

Alsaman, F. Ramaswamy, H. Tulbek, M. Nickerson, M. (2020). *Evaluation and optimization of functional and antinutritional properties of aquafaba*. [En línea]. <<https://doi.org/10.1002/leg3.30>> [Consultado: 2022, junio 17].

Barrios, F. (2009). *Los sectores económicos en México*. [En línea]. <https://es.slideshare.net/licfaride/los-sectores-economicos-en-mexico-1049002?qid=7a85f97d-58e8-43a2-8cc6-8f82ebbb72a6&v=&b=&from_search=4> [Consultado: 2022, junio 18].

He, Y. Meda, V. Reaney, M. Mustafa, R. (2021). *Aquafaba, a new plant-based rheological additive for food applications*. [En línea]. <[10.1016/j.tifs.2021.02.035](https://doi.org/10.1016/j.tifs.2021.02.035)> [Consultado: 2022, junio 17].

He, Y. Purdy, S. Tse, J. Tar'an, B. Meda, V. Reaney, M. Mustafa, R. (2021). *Standardization of aquafaba production and application in vegan mayonnaise analogs*. [En línea]. <<https://doi.org/10.3390/foods10091978>> [Consultado: 2022, junio 17].

Gutierrez, B. (2010). *Sectores económicos de México*. [En línea]. <<https://es.slideshare.net/br3nd401/sectores-economicos-de-mexico>> [Consultado: 2022, junio 18].

Mejía, N. Campoverde, D. (2022). *Estudio comparativo de propiedades funcionales y fisicoquímicas de aquafaba de distintas leguminosas*. [En línea]. <<https://doi.org/10.33262/ap.v4i1.2.182>> [Consultado: 2022, junio 18].

Mustafa, R. Reaney, M. (2019). *Aquafaba, from Food Waste to a Value-Added Product*. [En línea]. <<https://doi.org/10.1002/9781119534167.ch4>> [Consultado: 2022, junio 18].

Nguyen, M. Le, T. Tran, B. (2021). *Evaluation of Textural and Microstructural Properties of Vegan Aquafaba Whipped Cream from Chickpeas*. [En línea]. <<https://www.researchgate.net/publication/348898650>> [Consultado: 2022, junio 18].

SESAJAL (2022). *Sembramos ideas, cosechamos confianza*. [En línea]. <<https://www.sesajal.com/es>> [Consultado: 2022, junio 18].

Siti, B. Siti, A. Syarifah, N. (2021). *Effect of physical properties of aquafaba and flaxseed on basic muffin as an egg replacer*. [En línea]. <<https://www.researchgate.net/publication/357673116>> [Consultado: 2022, junio 18].

Stantiall, S. Dale, K. Calizo, F. Serventi, L. (2017). *Application of pulses cooking water as functional ingredients: the foaming and gelling abilities*. [En línea]. <doi: 10.1007/s00217-017-2943-x> [Consultado: 2022, junio 17].

Yildirim, A. Bayram, M. Oner, M. (2006). *The application of a ultrasonic system to improve legume cooking properties*. [En línea]. <<https://www.researchgate.net/publication/320902837>> [Consultado: 2022, junio 17].

1.8. Anexos generales

Imágenes de la elaboración del aquafaba



Figura 6. Garbanzos marca Verde Valle.



Figura 7. Lavado de garbanzos.



Figura 8. Remojo de garbanzos por 9 horas.



Figura 9. Remoción de agua.



Figura 10. Cocción a 10-12 psi por 45 minutos..

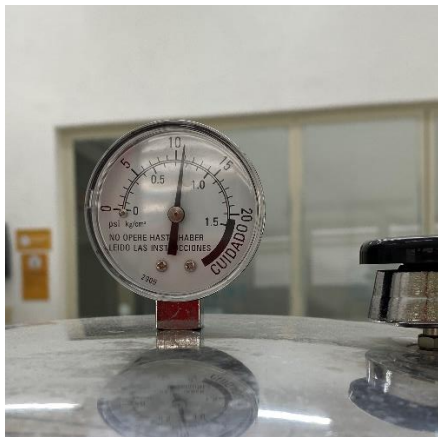


Figura 11. Presión utilizada.

Precios

Tabla 13. Precio de cada una de las leguminosas.

Producto	Precio (\$)
Garbanzo	70
Soya	36
Lenteja	57

2. Productos

Nombre y código del PAP	4F04. Mejoramiento de la calidad, productividad y logística en la industria regional.
Nombre del proyecto	Mejoramiento de las características bromatológicas (proteína) del aquafaba.
Descripción (qué es, para quién se realizó y para qué es):	El aquafaba es el líquido (subproducto) que se obtiene de la cocción de las leguminosas y es empleado en las industrias de pastelería, panificación y en la elaboración de mayonesas como sustituto parcial de huevo. Fue realizado para SESAJAL con el objetivo de aumentar la concentración de proteínas en el producto.
Autores:	Brian Ulises Ruvalcaba Silva

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

AL finalizar este PAP, me doy cuenta que hay muchos producto y problemas que las industrias necesitan resolver. En mi caso, SESAJAL me abrió las puertas para apoyarlos con la mejora de las características bromatológicas (específicamente proteína) del aquafaba y creo que pude lograrlo. El involucrarme con la empresa no es tan sencillo al inicio porque se

presentan los nervios y estrés por lograr cumplir los objetivos, pero conforme pasó el tiempo ví el camino correcto para la solución del problema. Si bien no tive mucho contacto físico con la empresa ni tampoco mucha retroalimentación (pero se que es por tanto trabajo que tienen), me parece que el aporte que realicé fue bueno para implementarlo y realizar pruebas en productos terminados.

Además, me doy cuenta de que mi trabajo no solo beneficiará a SESAJAL, sino también a sus clientes que se dedican a la elaboración de mayonesas, pastelería y panificación y sobre todo al consumidor final. Por lo que mis responsabilidades deben ser las correctas para que finalmente todos logremos mejorar en el ámbito social, académico y personal.

Finalmente, esta experiencia al inicio me pareció algo temerosa, ya que sabia que esta vez realizaría el proyecto con mis propias herramientas. Pero muchos profesores me apoyaron con retroalimentación y con un poco de desarrollo e interpretación de resultados, lo cual analizo y noto que el apoyo siempre es necesario para tener un excelente desempeño.

3.2 Aprendizajes logrados

Al finalizar el proyecto me enfrenté algunos problemas que pude solucionar correctamente. Por ejemplo, al querer cuantificar proteínas por el método Bradford, pero después me di cuenta de que no había suficiente reactivo para cuantificar por duplicado, así que solicité más reactivo pero ya no había, quisimos pedir en el parque tecnológico pero solo me podían prestar 10MI, por lo que tuve que tomar acciones rápidamente para continuar con la cuantificación. Al tener este problema, tomé la decisión de volver a iniciar la curva de calibración pero esta vez usando el reactivo Biuret.

Otro problema que enfrenté fue la falta de empaqué en una de las válvulas de las ollas, por lo que se estaba evaporando demasiada agua y ocasionando ruidos en mis resultados, así que tuve que volver a repetir toda la elaboración de los siete productos pero esta vez corrigiendo este problema.

Y por último, como ya lo había mencionado anteriormente, el trabajar solo con las herramientas y aprendizajes que adquirí durante la carrera me deja varios pensamientos, el primero es el miedo a trabajar sin ayuda total de los profesores y el segundo es una sensación

de felicidad al saber que a estas alturas ya soy capaz de realizar los proyectos con mis propios medios.

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

Categorizar los elementos, si es un conocimiento, una habilidad, una actitud,	Competencia	Evidencia	Relevancia/Fortaleza*	
	Conocimientos	Ingles	Nivel 8 ITESO	Leer artículos académicos
		Matemáticas	Materias de cálculos	Realizar operaciones con facilidad
		Tecnologías de alimentos	4 materias aprobadas	Resolver problemas industriales relacionados con alimentos
		Office	Manejo de este por más de 5 años	Realizar trabajos rápidamente
	Habilidades	Organización	Física	Mayor control de actividades
		Perseverante	Física	Resolver problemas con rapidez
		Resiliente	Física	Resolución de problemas
	Actitudes	Seriedad	Física	Mayor concentración
		Respeto	Física	Tranquilidad laboral
		Amigable	Física	Confianza
		Leal	Física	Confianza

Después de haber realizado mi proyecto y analizado las competencias que reforcé, ahora veo que todas estas que adquirí a lo largo de la carrera me sirvieron para la realización de mi proyecto de aplicación profesional, desde conocimientos como el inglés para la investigación profunda del tema hablado, hasta algunas actitudes como la amigabilidad con las personas. A corto plazo parece que no aprendemos nada, pero después de estos 5 años, noto que todo lo que he aprendido me ha servido para solucionar la problemática actual que tiene SESAJAL.

3.4 Dimensión persona

Ante los cambios inesperados y radicales de la vida: ¿cuál es tu brújula?

Me parece que a mí me gustaría crecer en cualquier área (de preferencia en mi carrera) y desarrollar nuevos productos para la sociedad.

En este momento de tu vida ¿cuál es tu principal motivación?

Mi principal motivación es graduarme y mi familia

¿En qué principales aspectos inviertes tu atención y tu energía?

Aspectos externos: Relaciones laborales (70%) y familia (30%).

Aspectos internos: Miedo a no poder triunfar y no lograr mis objetivos.

Al leer tus datos y proyectarlos hacia el futuro:

¿Qué tanto son logros a corto, mediano o largo plazo?

Mis logros más esperados son los de largo plazo, pero a corto plazo busco tener un crecimiento profesional que sea provechoso para cumplir mis planes a futuro.

¿Cuál es tu propósito de vida?

Iniciar un emprendimiento relacionado con mi carrera (elaboración de productos cárnicos).

Enumera lista de cosas que haces:

Responsabilidad actual en la empresa que estoy trabajando, motivación a los empleados y búsqueda de ganancias financieras.

¿Qué cultura es más común en tu vida?

(¿coerción o convencimiento?) convencimiento

Busca en tu interior y enlista una situación personal en la que hayas estado o estés viviendo en la cárcel interior debido al “sólo por esta vez está bien” (una mentira que se ha mantenido, algo que tomaste que no es tuyo, algo que se oculta, una actitud que dañe a otros y a ti mismo, promesas incumplidas, vicios, etc.)

¿Cuál es el costo? (físico, energético, afectivo, social, económico, espiritual, etc.)

Busca y enlista una o varias convicciones que den certeza y base a tu vida.

Actualmente creo que he cambiado y he corregido varios problemas que tenía anteriormente, pero tuve un problema en que estuve muy arrepentido de haberlo hecho y el costo hacia mi persona fue el remordimiento de conciencia y hacia las terceras personas es un daño afectivo.

Visualiza:

Tres personas a quien hayas tratado con soberbia o desprecio en los últimos 10 días. ¿Qué tienes tú de ellos?

No he tratado así a las personas, no me gusta tratarlos de esa forma.

Tres personas a quienes hayas ayudado en los últimos 10 días.

He ayudado a personas (2) de la empresa con sus problemas personales y laborales.

Familiarmente he apoyado a mi mamá económicamente con los gastos de la casa.

¿Qué has compartido que es parte de tu esencia?

El respeto hacia las personas y los consejos para que se desarrollen correctamente.

Es el momento de tu muerte. ¿Qué le dejas al mundo?

Hasta el momento el respeto a las personas y la motivación a ser mejores cada día.

Al leer todas tus respuestas:

¿De qué te das cuenta, con respecto al momento de tu vida en el que te encuentras?

De que ido mejorando poco a poco, aunque a veces sigo teniendo tropiezos, creo que me he dado cuenta por donde caminar y cuáles son las acciones que debo tomar para que se cumplan mis objetivos.

A partir de lo que te das cuenta ¿Qué vas a hacer?

Enfocarme en desarrollar las actividades que me lleven por el camino correcto, esto siempre con respeto y honestidad hacia cualquier persona.