INSTITUTO TECNOLÓGICO Y DE ESTUDIOS SUPERIORES DE OCCIDENTE

Departamento de Estudios Sociopolíticos y Jurídicos

Justicia y democracia

PROYECTO DE APLICACIÓN PROFESIONAL (PAP)

Programa de fortalecimiento de organismos de la sociedad civil (OSC)

ITESO, Universidad Jesuita de Guadalajara

5E03 Desarrollo de OSC para el empoderamiento social (externo)

Elaboración de tortillas de maíz con harina fortificada con hierro para población vulnerable

PRESENTAN

Programas educativos y Estudiantes

Lic. En Nutrición, Gabriela Maldonado Ulloa

Lic. En Nutrición Christian del Carmen Bustamante Rosales

Lic. En Nutrición Nancy González Castro

Ing. En Biotecnología, María José Ibáñez Sámano

Profesor PAP: Mpgp. Ricardo Germán Ruiz González

Tlaquepaque, Jalisco, mayo de 2020

ÍNDICE

Contenido

REPORTE PAP iii
Presentación Institucional de los Proyectos de Aplicación Profesional iii
Resumen 1
1. Ciclo participativo del Proyecto de Aplicación Profesional 1
1.1 Entendimiento del ámbito y del contexto 1
1.2 Caracterización de la organización 3
1.3 Identificación de la(s) problemática(s) 4
1.4. Planeación de alternativa(s) 5
1.5. Desarrollo de la propuesta de mejora 5
1.6. Valoración de productos, resultados e impactos 10
2. Productos 11
Producto 1: Programa de trabajo 11
Producto 2: Diagrama de Gantt del proyecto 12
Producto 3: Guía 13
Producto 4: Diseño de estudio 16
3. Reflexión crítica y ética de la experiencia 27
3.1 Sensibilización ante las realidades 27
3.2 Aprendizajes logrados 30
Bibliografía 31
Anexos generales 33

REPORTE PAP

Presentación Institucional de los Proyectos de Aplicación Profesional

[Este texto deberá aparecer en todos los RPAP]

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 trabajó en el PAP de Desarrollo de OSC para el empoderamiento social en el escenario del Banco de Alimentos de Tepatitlán para lograr establecer los criterios de fortificación de tortilla. El objetivo general fue contribuir al desarrollo e implementación de macronutrientes en harina para la preparación de tortillas fortificadas enfocado a prevenir la malnutrición en mujeres embarazadas y en periodo de lactancia de zonas marginadas en el estado de Jalisco. Durante 15 semanas de investigación se realizó un análisis sistemático de estudios en nutrición para evaluar los micronutrientes que pudieran añadirse a la tortilla, forma de ellos, dosis y posibles efectos secundarios, así como parámetros importantes para el diseño de un ensayo clínico aleatorizado que permita evaluar su efectividad. Con la literatura investigada se llegó a la conclusión que el micronutriente a añadir fue el hierro en forma de sulfato ferroso con una concentración de 66mg por cada kilo de harina. Se realizó un diseño de experimentos para poder corroborar la información obtenida de la literatura y evidenciar las propiedades organolépticas por medio de una encuesta hedónica. Se llegó a la conclusión que la cantidad de 66mg es efectiva en cuando a características organolépticas de la tortilla.

1. Ciclo participativo del Proyecto de Aplicación Profesional

El Proyecto de Aplicación Profesional (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 construir 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

Según el Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL), la definición de pobreza es cuando “una persona … presenta al menos una carencia social y no tiene un ingreso suficiente para satisfacer sus necesidades”, mientras que una persona en pobreza extrema es aquella que presenta al menos tres carencias sociales y no tiene ingresos suficientes

para cubrir una canasta básica. De acuerdo con el CONEVAL, en 2018, el porcentaje de población en situación de pobreza en Jalisco fue de 28.4%, 8.3% menos que en 2008. De igual forma, la población en situación de pobreza extrema disminuyó de 4.4% a 3% en los mismos años (CONEVAL, 2018).

La Secretaría de Salud Jalisco (SSJ) describió a la desnutrición como una afección que ocurre cuando el cuerpo no recibe los nutrientes necesarios. En Jalisco, el 15% de los niños menores de cinco años presentan desnutrición, y en el norte del estado está la zona más afectada por este problema.

La desnutrición crónica se entiende como la falta de determinados nutrientes, tales como la vitamina A, ácido fólico, yodo, proteínas o hierro lo que provoca diarreas constantes que impiden una asimilación correcta de los nutrientes, dificultando todavía más la nutrición de los niños y niñas. Este tipo de desnutrición afecta a más de 160 millones de niños en el mundo (Murillo, 2018).

Los síntomas de la desnutrición varían según el grado de desnutrición y dependen de lo que esté causando el problema. Sin embargo, entre los síntomas generales se pueden mencionar fatiga, mareo y pérdida de peso, así como retraso en el crecimiento, sistema inmunológico débil y dificultades cognitivas, como aprender a leer, escribir y matemáticas.

El tratamiento de la desnutrición consiste en la reposición de los nutrientes faltantes, así como en tratar los síntomas y cualquier afección subyacente. Los exámenes dependen del trastorno específico y en la mayoría de las intervenciones se incluyen valoraciones nutricionales y análisis de sangre. Si no es tratada la enfermedad, la desnutrición puede ocasionar discapacidad mental, física, enfermedades y hasta la muerte (Pimentel, 2015).

La anemia por deficiencia de hierro es una enfermedad en la cual el cuerpo ya no tiene suficientes glóbulos rojos sanos. Sin el hierro necesario, el organismo no puede producir una cantidad suficiente de hemoglobina, sustancia presente en los glóbulos rojos que les permite transportar oxígeno. Como consecuencia, la anemia por deficiencia de hierro puede hacerte sentir cansado y con dificultad para respirar, los cuales son los síntomas más comunes de esta enfermedad, junto con debilidad y dolor torácico, entre otros (MayoClinic, 2018).

1.2 Caracterización de la organización

La OSC en la que estamos colaborando es el Banco de Alimentos de Tepatitlán que está afiliado a la Asociación Mexicana de Bancos de Alimentos.

El trabajo del banco es comprar y acopiar alimentos que ya se venció su vida de anaquel o no pasaron los estándares de calidad, pero que aún se encuentran en buen estado para ser consumidos sin causar ningún daño a la salud. Estos alimentos son seleccionados, separados, lavados y acomodados en despensas de costo mínimo, para entregar a familias de escasos recursos en zonas de alta y muy alta marginación (se eligen pequeños grupos, integrados por las personas que más necesitan la ayuda).

Actualmente el Banco atiende aproximadamente 4,000 familias que quincenalmente son beneficiadas con una despensa y se encuentran distribuidas en 15 municipios de los Altos de Jalisco: Tepatitlán de Morelos Jalisco, Lagos de Moreno, Unión de San Antonio, Ojuelos de Jalisco, Acatic, San Miguel el Alto, San Diego de Alejandría, Jalostotitlán, Valle de Guadalupe, Cañadas de Obregón, Acatic, Jesús María, San Ignacio Cerro Gordo, Cuquío, Yahualica de González Gallo (Banco de Alimentos de Tepatitlán, 2020).

También cuentan con odontólogos voluntarios que ahí mismo brindan el servicio con una cuota de recuperación mínima y nutriólogas que acompañan a las personas que entregan las despensas e imparten talleres de nutrición y cocina para enseñar a las beneficiarias cómo tener un mejor aprovechamiento de los nutrientes con los alimentos que reciben, además de aspectos básicos de nutrición.

En el año 2019 se inauguró una planta procesadora de alimentos para la elaboración de papillas con el objetivo de reducir la merma al mínimo transformando las frutas y verduras en papilla, envasarlos en *pouch* y someterlos a un proceso de esterilización que aumenta la vida de anaquel de los alimentos hasta un año. De igual forma, las instalaciones del Banco cuentan con un área de panadería y un área para la producción de tortillas, ambos productos para vender.

Con la planta es posible generar una línea de producción de tortillas fortificadas enfocadas a brindar los nutrientes necesarios en el embarazo para prevenir la desnutrición en embarazadas y por lo tanto en niños en gestación y lactantes (Banco de Alimentos de Tepatitlán, 2020).

1.3 Identificación de la(s) problemática(s)

De acuerdo a datos de la OMS el 40% de las mujeres embarazadas y el 47% de los niños en el mundo presentan anemia, la cual se define como “un trastorno en el cual el número de eritrocitos (y, por consiguiente, la capacidad de transporte de oxígeno de la sangre) es insuficiente para satisfacer las necesidades del organismo” (OMS, 2011), se presenta cuando se tiene una concentración de hemoglobina en sangre menor a 110 g/dL. Al menos la mitad de esta situación se atribuye a la carencia de hierro y se ve reflejado en un peso bajo al nacer del bebé, lo cual se define como desnutrición crónica (FAO, 2019).

La desnutrición crónica es una situación común en niños de zonas marginadas, según la ENSANUT la prevalencia de desnutrición crónica (baja talla) en menores de 5 años fue de 13.6%, lo que representa casi 1.5 millones de niños con esta condición. Esta desnutrición es debido a que las mujeres durante el periodo de gestación no consumen los nutrientes necesarios en su dieta diaria se debe principalmente a la falta de Ácido fólico, yodo, vitamina A y Hierro (FAO, 2019)

Una de las causas de este problema es que el 51.1% de la población urbana y el 69.1% de la población rural según la ENSANUT 2018 se encuentran en situación de inseguridad alimentaria, lo cual significa que se tiene un difícil acceso a los alimentos debido a riesgos ambientales o sociales, o a una reducida capacidad de respuesta, teniendo así una dieta insuficiente (Shamah-Levi, Cuevas, & Dommarco, 2016).

El impacto de la malnutrición tiene consecuencias intergeneracionales, en el período prenatal, la desnutrición está asociada a una inadecuada dieta materna, baja ganancia de peso durante el embarazo y cuidado prenatal deficiente. El retraso en el crecimiento puede comenzar antes de nacer, cuando el niño aún está en el útero de su madre. Si no se actúa durante el embarazo y antes de que el niño cumpla los 2 años de edad, las consecuencias son irreversibles y se harán sentir durante el resto su vida. (UNICEF, 2011) Esto como resultado de un entorno caracterizado por malas prácticas de alimentación y de cuidado de las infecciones recurrentes.

Lo anterior provoca que el bebé nazca con problemas de desarrollo, lo que produce que el niño no se desarrolle por completo en la escuela, lo cual produce que deserte y no concluya sus estudios, por último, una persona sin estudios generalmente no tiene un puesto de trabajo estable y termina en situación de calle (Fernández, et al, 2017).

Además, repercute en la salud de la madre, ya que las concentraciones de hemoglobina cambian notablemente durante el embarazo para adaptarse al aumento de la volemia materna y a las necesidades de hierro del feto. Las concentraciones disminuyen durante el primer trimestre, alcanzan su valor más bajo en el segundo y empiezan a aumentar de nuevo en el tercero. (OMS, 2011). Si no se consumen los requerimientos necesarios para este periodo, las reservas de hierro se utilizan para las necesidades del feto, causando un posible aumento de la morbi-mortalidad materna a través del incremento de la susceptibilidad a las infecciones, aumento del riesgo de sangrado, desprendimiento prematuro de placenta normo-inserta y de placenta previa.

1.4. Planeación de alternativa(s)

El proyecto propuesto fue realizar un análisis de viabilidad para crear papillas fortificadas con micronutrientes esenciales a la etapa de embarazo, posteriormente debido a problemáticas contextuales y hallazgos de literatura redefinimos el proyecto a la realización del diseño de una harina de maíz fortificada con hierro basado en la cantidad recomendada para mujeres embarazadas para posteriormente elaborar tortillas de maíz con esta. Lo anterior se va a lograr mediante búsqueda bibliográfica y pruebas organolépticas para evaluar el sabor, color, olor y textura de la tortilla. Por último, se va a diseñar un ensayo clínico aleatorizado para evaluar la efectividad de las tortillas.

1.5. Desarrollo de la propuesta de mejora

En primera instancia el objetivo y la trayectoria del proyecto era adicionar con hierro las papillas de frutas y verduras que se producen en el Banco de Alimentos de Tepatitlán, sin embargo, por la situación de la pandemia mundial del coronavirus COVID-19, la población mexicana entró en contingencia y se cancelaron las clases presenciales, así como todas las actividades fuera del campus. Con lo anterior resultó imposible realizar prácticas en los laboratorios del ITESO y después de platicarlo con el director del Banco y Ricardo (nuestro asesor PAP) se llegó a la conclusión de desviar el proyecto hacia la elaboración de tortillas fortificadas con hierro.

Durante el desarrollo de la propuesta de adición de hierro a la papilla se descubrió que en varios países de América Latina se tenían programas de fortificación de este mismo mineral a harinas para prevenir la anemia en poblaciones de escasos recursos, esto unido al conocimiento de una planta para fabricar tortillas dentro del Banco de Alimentos nos hizo empezar a considerar la

posibilidad de cambiar el rumbo del proyecto a uno más viable y fácil de introducir en la cultura alimentaria de las personas.

En base a esto hemos reformulado el producto para continuar con la fortificación de hierro, pero en harina de maíz que será después utilizada para la elaboración de una línea especial de tortillas para embarazadas. Junto a esta nueva propuesta además de los cálculos sobre la cantidad y forma de hierro a agregar se incluirán también los riesgos de esta y la viabilidad del nuevo producto dentro del contexto del Banco de Alimentos de Tepatitlán.

A pesar de los cambios, se entregará al banco la recomendación de fortificación y riesgos que se encontraron con la papilla para que el banco pueda tomar una decisión a futuro de retomar o no el proyecto original.

Para el desarrollo de la propuesta de mejora, se comenzó con la determinación de la forma y cantidad de hierro a añadir a la masa de la tortilla, ajustada al déficit identificado en la población objetivo (municipios marginados del estado de Jalisco). La metodología utilizada para la determinación del hierro, la realización de la tortilla y el diseño de estudio se describen a continuación.

Metodología

Diseño de producto y de estudio:

Se realizó una revisión sistemática de artículos relacionados a desnutrición en embarazadas utilizando como método de búsqueda las palabras clave "*Pregnant", "Iron suplementation", "Food fortification", "Impact evaluation"* y *"Absortion";* En los buscadores científicos de Googlescholar, Ebscohost y PubMed; Se priorizó a los artículos con menos de 5 años de publicación y se agregaron a demás guías de recomendaciones internacionales sobre fortificación de alimentos y micronutrientes necesarios durante el embarazo.

Se encontraron 78 artículos que a primera vista cumplían con las características buscadas, de estos se seleccionaron y analizaron 27, los cuales fueron posteriormente clasificados por *Cantidad de hierro fortificado, Grupo control, Forma de hierro, Proceso de fortificación, Evaluación y Recomendaciones.*

En base a lo encontrado y comparado con las guías internacionales y nacionales se elaboró una guía para el Banco de Alimentos (Producto 3) en donde se le informa el compuesto de hierro más viable para añadir y la cantidad propuesta, así como posibles efectos adversos que pudieran encontrarse por el medio de administración (papilla o tortilla).

Una vez recopilada la información, se realizó el diseño del ensayo clínico aleatorizado con el objetivo de Analizar el impacto de un alimento elaborado a base de harina de maíz nixtamalizada fortificada con sulfato ferroso por medio de los niveles de hemoglobina, ferritina sérica, receptor de transferrina, hematocrito y volumen corpuscular medio de mujeres embarazadas de zonas marginadas de Jalisco.
En el que se especifican la factibilidad y vulnerabilidad del estudio, tamaño de muestra, criterios de muestreo con los que deben de cumplir las participantes, los aspectos éticos normativos y de riesgo y los instrumentos con los que se recomienda llevar a cabo la evaluación. (Producto 4)

Elaboración de tortilla:

La masa fue adquirida en la tortillería La Guadalupana ubicada en Zapopan, Jalisco. De acuerdo con el diseño de experimentos se mezcló la masa con las diferentes muestras de hierro durante tres minutos en una mezcladora eléctrica marca Kitchen Aid a una velocidad media. Cada muestra consistía en 120g de masa, de los cuales se pesaron 40g y se aplanó en una máquina artesanal para hacer tortillas, hasta que se obtuvo un diámetro de 15 $\pm$ 1 cm. La cocción se realizó en un comal metálico donde la tortilla se mantuvo a 60 segundos a 160°C $\pm$ 10 por lado. Se presionó la tortilla para liberar vapor de agua, se inflará la tortilla y generará una mejor textura (Aldana, 2005). Cada muestra se realizó con dos réplicas.

A partir de la cantidad recomendad de 66mg, se realizó un diseño de experimentos para optimizar la calificación general de la tortilla adicionada.

Para poder evidenciar las propiedades organolépticas se realizó una encuesta hedónica, mostrada en el Anexo 1 a una muestra de 10 personas, debido a la situación de contingencia fue difícil encontrar más participantes para la encuesta.

Tabla 1. Diseño de experimentos

Muestra	Cantidad adicionada (mg/kg de masa)	Calificación general
0	0	8.3
1	66	7.4
2	86	5.2

En la ilustración 1 se encuentran las diferentes muestras obtenidas de la aplicación del diseño de experimentos.

En la ilustración 2 se encuentran los resultados generales obtenidos de las características organolépticas a partir de la encuesta realizada a 10 personas. De manera esperada, la muestra con mejor calificación fue la que no contenía nada de hierro, ya que es como si comieran una tortilla normal. De igual forma, la muestra que tuvo peor calificación tanto en aceptación general como en todas las demás características fue la muestra de 86mg, algunos comentarios fueron que sabía mucho a hierro, olía raro, dejaba un sabor raro, entre otros. En cuanto a la muestra con 66mg las opiniones fueron similares en todas las categorías cerca de "me agrada extremadamente" lo cual es un buen resultado, ya que esto indica que es viable la producción de estas tortillas, así como el proyecto en general.

Ilustración 1. izquierda) 0 mg de sulfato ferroso, medio) 66mg de sulfato ferroso y derecha) 86mg de sulfato ferroso

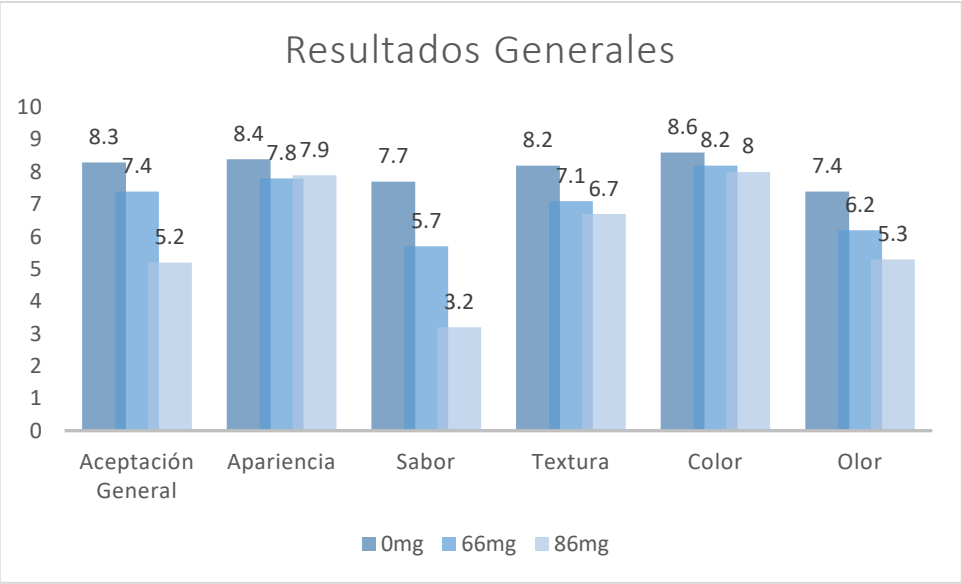

Ilustración 2. Resultados generales obtenidos de las características organolépticas a partir de la encuesta realizada a 10 personas.

La característica de color tuvo resultados similares y positivos en las tres muestras, lo cual fue sorpresivo, ya que se esperaba que, el hierro al ser azulado verdoso afectara el color de la tortilla, sin embargo, el cambio fue mínimo como se muestra en la ilustración 1. Donde se puede observar que el color de la tortilla sin sulfato ferroso es ligeramente más blanca que las otras dos, sin embargo, entre las muestras con sulfato ferroso no se alcanza a apreciar alguna diferencia de color. Otra característica que tuvo valores similares fue la de apariencia, ya que no había cambios visibles representativos entre las tres muestras.

La categoría que tuvo una diferencia mayor fue la de sabor, ya que la tortilla con 0mg de sulfato ferroso tiene una puntuación de 7.7, lo que indica un resultado positivo, sin embargo, la muestra con 86mg de hierro tiene una calificación de 3.2, muy cerca de “me desagrada extremadamente”. En cuanto a la muestra de interés, 66mg, la puntuación fue cercana a “ni me agrada ni me desagrada” lo cual es efectivo para el proyecto.

Debido a la situación del coronavirus, fue imposible realizar las pruebas necesarias a la tortilla, sin embargo, en el Anexo 2 se proponen técnicas de análisis para el futuro.

1.6. Valoración de productos, resultados e impactos

Por medio de las visitas al banco de alimentos se obtuvo un panorama más amplio sobre las necesidades del banco en cuanto al proyecto de papillas super-nutritivas, identificando los puntos clave para trabajar sobre estos. En el transcurso de la elaboración de las alternativas por medio de la información encontrada, la opinión y reflexión de todo el equipo se llegó a conclusiones sobre cuál sería la mejor ruta a seguir en el PAP de forma que se pudiera ofrecer soluciones viables y útiles para la población objetivo.

Durante el periodo de aplicación de nuestro PAP, se logró llegar a una solución de suplemento a harina con hierro que pudiese ayudar a crear una línea de tortillas especiales para mujeres embarazadas, especificar las pruebas sugeridas para la evaluación de las propiedades organolépticas del producto final y además se creó un diseño de estudio que ayude a evaluar el programa completo y verificar su éxito en la población.

Para las futuras generaciones que se unan al PAP en el escenario de Banco de Alimentos, se sugiere reconsiderar el estado y contexto actual de los beneficiarios de Tepatitlán para reafirmar la existencia de un grupo vulnerable al que puedan ayudar con las papillas o tortillas fortificadas, así como un análisis cercano a la población objetivo de sus propias necesidades o deficiencias en temas nutricionales.

Posterior a esto, si se decide continuar con la propuesta de tortillas fortificadas, se propone que se lleve a cabo el proyecto de investigación propuesto para evaluar el efecto que el producto genera en la salud de las mujeres embarazadas y hacer los ajustes necesarios para su éxito.

En caso de que se decida retomar el proyecto de papillas fortificadas, o que en su defecto se cambie a algún otro alimento, se sugiere reformular los micronutrientes a añadir para adaptarlos lo más posible al estado actual de la población, y posteriormente, crear un nuevo diseño de estudio o herramienta de evaluación para asegurar el éxito del suplemento.

Para lograr estos siguientes pasos se invita al PAP y sus integrantes a mantener un contacto estrecho con el B.A de Tepatitlán y sus beneficiarios que les permita saber de primera mano las

necesidades que se viven en la población; así como a profesionales con experiencia en el área de nutrición, ingeniería de alimentos, y diseño y evaluación de programas sociales, que ayuden a orientar el trabajo colectivo hacia las mejores herramientas y aplicaciones para ayudar a la sociedad.

2. Productos

Producto 1: Programa de trabajo

Actividades y acciones e indicadores para realizar para lograr el objetivo

Objetivo	Actividad	Acción y indicador
1. Determinar la forma y cantidad de hierro que se va a añadir a la harina, ajustada a las recomendaciones nacionales e internacionales de suplementación de hierro en embarazadas	1.Revisar artículos sobre fortificación de nutrientes para determinar cuánto se le va a añadir y en qué forma	**1.Tabla de comparación**
	2.Revisar artículos sobre fortificación de nutrientes para determinar la frecuencia y cantidad a administrar	**2.Indicaciones en el documento de entrega**
	3.Elaborar documento para la elaboración de la harina	**3.Documento terminado y entregado a Majo**
2.Definir los efectos secundarios que puede causar la tortilla	1.Analizar la composición del producto final	**1.Tabla de nutrientes recomendados en embarazo**
	2.Revisar artículos sobre los efectos que esta cantidad de hierro puede generar en las mujeres embarazadas	**2.Tabla de los efectos secundarios incluida en el documento anterior**
3.Utilizar técnicas biotecnológicas para la adición de los micronutrientes de interés, así como determinar el desempeño de estos.	1.Investigar las técnicas necesarias para la obtención de los nutrientes necesarios	**1.Documento con la investigación apropiada acerca de la nutrición de una mujer embarazada.**
	2.Aplicación de las técnicas investigadas.	**2.Trabajo en Laboratorio de Biotecnología y Laboratorio de Alimentos.**
	3.Adición de los nutrientes de interés	**3.Trabajo en Laboratorio de Biotecnología y Laboratorio de Alimentos.**
4.Realizar el diseño del estudio	1. Realizar búsqueda bibliográfica para definir el planteamiento del problema, Marco teórico, Justificación, Trascendencia del problema e impacto del proyecto	**1.Documento**
	2.Determinar factibilidad del estudio, vulnerabilidad, grandes interrogantes, preguntas específicas y objetivos	**2.Agregar al documento anterior**
	3.Plantear hipótesis, Aspecto ético normativo, Riesgos, Declaración de intereses.	**3.Agregar al documento anterior y comunicar al profesor del PAP**
	4.Determinar tamaño de muestra, criterios de muestreo, tipo de muestreo	**4.Añadido al documento y comunicado al profesor del PAP**
	5.Determinar universo de trabajo, unidad de medición, operalización de variables	**5.Tabla de indicadores y variables**
	6.Determinar los instrumentos de medición que se utilizarán	**6.Indicados en el documento**

Producto 2: Diagrama de Gantt del proyecto

N°	Actividades	Semanas														
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	**Objetivo específico 1: Determinar la forma y cantidad de hierro que se va a añadir a la harina**															
	1.1 Revisar artículos sobre fortificación de nutrientes para determinar cuánto se le va a añadir y en qué forma															
	1.2 Revisar artículos sobre fortificación de nutrientes para determinar la frecuencia y cantidad a administrar															
	1.3 Elaborar documento para la elaboración de la harina															
2	**Objetivo específico 2: Definir los efectos secundarios que puede causar la tortilla**															
	2.1 Analizar la composición del producto final															
	2.2 Revisar artículos sobre los efectos que esta cantidad de hierro puede generar en las mujeres embarazadas															
3	**Objetivo específico 3: Utilizar técnicas biotecnológicas para la adición de los micronutrientes de interés, así como determinar el desempeño de estos**															
	3.1 Investigar las técnicas necesarias para la obtención de los nutrientes necesarios															
	3.2 Aplicación de las técnicas investigadas															
	3.3 Adición de los nutrientes de interés															
4	**Objetivo específico 4: Realizar el diseño del estudio**															
	Realizar búsqueda bibliográfica para definir el planteamiento del problema, Marco teórico, Justificación, Trascendencia del problema e impacto del proyecto															
	Determinar factibilidad del estudio, vulnerabilidad, grandes interrogantes, preguntas específicas y objetivos															
	Plantear hipótesis, Aspecto ético normativo, Riesgos, Declaración de intereses.															
	Determinar tamaño de muestra, criterios de muestreo, tipo de muestreo															
	Determinar universo de trabajo, unidad de medición, operalización de variables															
	Determinar los instrumentos de medición que se utilizarán															

Producto 3: Guía

Diseño de papilla y tortilla fortificadas con hierro

Recomendación suplementación hierro en embarazadas

La OMS recomienda de 30 a 60 mg de hierro elemental (equivalentes a 300 mg de sulfato ferroso heptahidratado, 180 mg de fumarato ferroso o 500 mg de gluconato ferroso) al día. Mientras que la American Pregnancy Association estima que 27 mg por día son suficientes siempre y cuando se agreguen a una dieta rica en fuentes naturales de hierro. El Grupo Consultor Internacional de Anemia Nutricional (INACG por sus siglas en inglés) recomienda 60 mg por día cuando la anemia ya está presente e incluso 120 mg cuando solo se puede suplementar por periodos cortos de tiempo. En México la Secretaría de Salud se inclina a los 60 mg de hierro por día a partir del segundo trimestre y hasta 3 meses post-parto.

Cantidad de hierro recomendada

Papilla: Recomendamos añadir a la papilla 15 mg de hierro por cada 100 g de producto, decidimos añadir una cantidad menor a las recomendaciones de suplementación de hierro para el periodo de embarazo ya que según la literatura una cantidad mayor no es aceptada por la mayoría de las personas que son sometidas a análisis sensorial de productos fortificados con hierro por cuestiones organolépticas como el sabor y color.

Tortilla: Recomendamos añadir a la harina 40 mg de hierro por cada kilo de harina. Los 40 mg se decidieron en base al promedio de las cantidades añadidas en estudios similares y tomando en cuenta las recomendaciones de la NOM para fortificación de harina para tortillas nixtamalizadas.

Presentación del hierro

Papilla: La forma en la que recomendamos añadir el hierro es sulfato ferroso microencapsulado, este al ser recubierto es separado físicamente del resto de componentes y de esta manera se retrasa e incluso evitan los cambios sensoriales, por lo general, los compuestos de hierro se encapsulan con aceites vegetales hidrogenados, aunque también se han utilizado monoglicéridos y diglicéridos, maltodextrinas y etil celulosa.

Una segunda opción es fumarato ferroso el cual se ha visto que tiene un menor efecto en las características organolépticas de los productos y tiene una absorción muy similar a la del sulfato ferroso.

Tortilla: La forma que consideramos más adecuada es fumarato ferroso ya que debido a sus interacciones con el alimentos tiene un pequeño impacto en el cambio de las características organolépticas, tiene un bajo costo y tiene una alta capacidad de absorción, según un estudio en harina de maíz el fumarato ferroso tuvo una biodisponibilidad de 1.5-7.8%, sin embargo cuando se combinaba fumarato ferroso con ácido ascórbico este aumentaba a 18.1-34.7% y adicionado con Na2EDTA aumentaba a 18.9, 43.4%.

Presentación del producto

Papilla: Recomendamos que el tamaño de la porción sea de 100 mg, ya que en la presentación de 250 g que se tienen actualmente, frutas como el mango y la papaya sobrepasan la cantidad de azúcar diaria recomendada por la OMS la cual es menos de 25 g al día, además el reducir el tamaño a 100 g hace el producto más adecuado para la etapa de embarazo y ayuda a prevenir la aparición de diabetes mellitus gestacional.

Tortilla: Recomendamos tener una línea específica para embarazadas ya que las mujeres embarazadas tienen una recomendación específica de consumo de hierro de 27 mg/día, siendo más del doble de lo que es recomendado para niños que va de 7-10 mg, si no se hiciera una línea específica se encuentran dos problemas: se tendría que añadir cantidades menores de hierro a la harina y las mujeres embarazadas tendrían que consumir una gran cantidad de estas para cubrir sus necesidades o por el otro lado las tortillas tendrían la cantidad necesaria pero el resto de la familia podría presentar malestar estomacal, además si permanentemente se entregan tortillas fortificadas con altas cantidades de hierro se ha visto que con el constante consumo de exceso de hierro se asocia con trastornos hereditarios como la talasemia, la deficiencia de piruvato cinasa, la anemia diseritropoyética congénita, algunos casos de glucosa-6-fosfato deshidrogenasa (G6PD) deficiencia, esferocitosis hereditaria y anemia sideroblástica, o con afecciones adquiridas como sideroblastos y otras anemias diseritropoyéticas. Además, que los hombres y las mujeres

posmenopáusicas no tienen un mecanismo para perder hierro y, por lo tanto, pueden tener un mayor riesgo de acumular hierro a largo plazo.

Recomendaciones adicionales:

De acuerdo con lo estudiado en el trabajo de revisión sistemática y tomando en cuenta las posibilidades actuales del banco y las necesidades de la comunidad, creemos conveniente replantear la fortificación de las papillas y, en todo caso, estudiar la posibilidad de que la fortificación se haga a alguna harina (por ejemplo, la que se utiliza para la elaboración de tortillas), para así tener un producto más viable económicamente y aceptable culturalmente entre los beneficiarios del banco.

Guía para la fortificación de la harina nixtamalizada de maíz

Forma de hierro: Sulfato ferroso

Cantidad de hierro: 66 mg por 1 kg de harina

Proceso: Añadir el hierro a la harina y realizar las tortillas de maíz con el proceso que comúnmente hacen, al tener las tortillas listas realizar el análisis sensorial con el cuestionario anexo.

Hoja de seguridad del sulfato ferroso (REACH, 2015):

· Nombre: sulfato de hierro (II) herptahidratado

· Fórmula química: $FeSO_4$* 7 H_2O

· Masa molecular: 287 g/mol

· Temperatura de almacenaje recomendada: 15-25°C

· Estado físico: sólido (cristalinas)

· Color: verde azul

· Olor: inodoro

· pH: 3-4

· Densidad: 1.89 g/cm3

· Punto de fusión: >60°C

· Hidrosolubilidad: 400 g/L a 20°C

Distribuidor: Almacén de Drogas La Paz SA de CV, encontrado en Av. España 1806, Guadalajara Jalisco. Tel: 38124444. Precio por kilo: ~$75

Producto 4: Diseño de estudio

Planteamiento del problema

Según la OMS el 40% de las mujeres embarazadas y el 47% de los niños en el mundo presentan anemia, la cual se define como "un trastorno en el cual el número de eritrocitos (y, por consiguiente, la capacidad de transporte de oxígeno de la sangre) es insuficiente para satisfacer las necesidades del organismo" (OMS, 2011), se presenta cuando se tiene una concentración de hemoglobina en sangre menor a 110 g/dL. Al menos la mitad de esta situación se atribuye a la carencia de hierro y se ve reflejado en un peso bajo al nacer del bebé, lo cual se define como desnutrición crónica.

El retraso en el crecimiento puede comenzar antes de nacer, cuando el niño aún está en el útero de su madre. Si no se actúa durante el embarazo y antes de que el niño cumpla los 2 años, las consecuencias son irreversibles y se harán sentir durante el resto su vida.

La desnutrición crónica es una situación común en niños de zonas marginadas, según la ENSANUT la prevalencia de desnutrición crónica (baja talla) en menores de 5 años fue de 13.6%, lo que representa casi 1.5 millones de niños con esta condición (ENSANUT, 2016). Esta desnutrición es debido a que las mujeres durante el periodo de gestación no consumen los nutrientes necesarios en su dieta diaria se debe principalmente a la falta de Ácido fólico, yodo, vitamina A y Hierro (FAO, 2019)

Lo anterior provoca que el bebé presente problemas de desarrollo principalmente de crecimiento, pero también repercute en el área cognitiva como la fluidez verbal y semántica, procesamiento de información y memoria.

Además, repercute en la salud de la madre, ya que las concentraciones de hemoglobina cambian notablemente durante el embarazo para adaptarse al aumento de la volemia materna y a las necesidades de hierro del feto. Las concentraciones disminuyen durante el primer trimestre, alcanzan su valor más bajo en el segundo y empiezan a aumentar de nuevo en el tercero. (OMS, 2011) Si no se consumen los requerimientos necesarios para este periodo, las reservas de hierro se utilizan para las necesidades del feto, determinando durante la gestación una menor capacidad para trabajar, debilidad general, fatiga, mareos, alteración en la termogénesis, taquicardia,

alteraciones gastrointestinales (glositis, estomatitis, gastritis), de la respuesta inmune con predisposición para desarrollar infecciones, alteraciones estructurales en la piel, el pelo y las uñas, disfunción psíquica (capacidades cognitivas disminuidas, malestar, irritabilidad, inestabilidad emocional, depresión) y alteración en el ritmo circadiano del sueño (insomnio), además de riesgo de preeclampsia y una mayor probabilidad de mortalidad materna (Gorelik, López, Roussos, Toenietti, 2018)

Marco teórico

Una de las causas de este problema es que el 51.1% de la población urbana y el 69.1% de la población rural según la ENSANUT 2018 se encuentran en situación de inseguridad alimentaria, lo cual significa que se tiene un difícil acceso a los alimentos debido a riesgos ambientales o sociales, o a una reducida capacidad de respuesta, teniendo así una dieta insuficiente. En "México existen 7.01 millones de habitantes que padecen pobreza extrema alimentaria" (Catherine Menkes 2017). por eso es indispensable que algunos alimentos están suplementados con ciertas vitaminas y minerales. uno de los grupos más vulnerables son las embarazadas, ya que presentan distintas enfermedades relacionadas con la alimentación.

"México ocupa el primer lugar en embarazos no planeados al año nacen 390 mil bebés de mujeres entre 10 y 19 años y ya hay datos de niñas de 9 años gestando. por lo cual es necesario que se prevengan distintas enfermedades tanto para las mamás como para los futuros bebes." (Leticia Suárez 2016) Es un hecho que las mujeres con anemia por deficiencia de hierro tienen productos prematuros o con bajo peso al nacer, con una frecuencia significativamente mayor que las no anémicas.

Lo que propone en el banco de alimentos son prevención a largo plazo ya que con el uso de suplementación en hierro puede cambiar. La anemia está en aumento y la mejor solución es que la población tenga acceso a alimentos altos en micronutrientes como el hierro.

Justificación

Magnitud del problema

Cuadro 6. Relación entre el número de embarazos y anemia ferropénica en las mujeres rurales embarazadas de la Zona 2 de Valladolid, Yucatán, México (n=51)

Embarazos	*Cantidad de mujeres*	*Sin alteraciones*	*Hemoglobina < 11.5 g/dL*	*Pefil de hierro anormal*	*Ambos criterios*
G-1	20	8	5	5	2
G-2	13	8	2	3	0
G-3	3	2	0	0	1
G-4	3	1	0	1	1
G-5	7	2	0	2	3
G-6	3	0	1	1	1
G-7	1	0	0	0	1
G-8	1	0	1	0	0
Total	51	21	9	12	9

Relación entre el número de embarazos y anemia ferropénica en las mujeres rurales embarazadas de la Zona 2 de Valladolid, Yucatán, México (n=51) (Vera, Quintal, González, Vázquez, 2009)

En el mismo estudio de las 51 mujeres, 35.2% tenía anemia, más frecuente en el segundo y tercer trimestres, y 25.6% eran adolescentes. El perfil anormal de hierro se encontró en 41% de las pacientes. El 30% (9/51) tenía anemia ferropénica, más frecuente en el tercer trimestre. Las mujeres con anemia ferropénica habían tenido, en promedio, cuatro embarazos. No se encontró diferencia entre la multiparidad y la anemia (ji al cuadrado, p= 0.29). (Vera, Quintal, González, Vázquez, 2009)

En otro estudio realizado en el Centro de Salud T III Dr. José Castro Villagrana, de los Servicios de Salud Pública de la Ciudad de México, se incluyeron 194 embarazadas, con edad promedio de 24.6± 6 años; la prevalencia de la anemia fue de 13% (25 casos); de éstos, 76% tuvo anemia leve, 24% moderada y 0% grave; la anemia microcítica hipocrómica se reportó con frecuencia de 72%; la normocítica normocrómica, 28% y la macrocítica normocrómica, 0%. Sólo se obtuvo asociación estadística entre anemia y el trimestre de embarazo (p=0.011) y razón de momios=8.44. (Montalvo, Zaragoza, Mendoza, González, 2016)

Cuadro 2. Factores sociodemográficos, pregestacionales y gestacionales asociados con anemia en embarazadas

Factor de riesgo	Frecuencia de anemia (%)	p	Razón de momios	Índice de confianza 95%
Edad				
Adolescentes (≤19 años)	7 (16)	0.671*	1.387	(0.538-3.573)
Adultas (>19 años)	18 (12)			
Escolaridad				
Hasta 9 años	9 (10)	0.397*	0.625	(0.262-1.494)
10 o más años	16 (15)			
Estado civil				
Sin pareja	8 (16)	0.651*	1.378	(0.555-3.421)
Con pareja	17 (12)			
Nutrición (índice de masa corporal)				
Malnutrida (bajo peso, sobrepeso y obesidad)	14 (16)	0.352*	1.633	(0.701-3.808)
Nutrida (peso normal)	11 (10)			
Trimestre de embarazo				
Segundo y tercer	24 (16)	0.011**	8.448	(1.109-64.304)
Primero	1 (2)			
Número de embarazos previos				
Con embarazos	11 (11)	0.480*	0.673	(0.289-1.568)
Sin embarazos	14 (15)			
Periodo intergenésico				
Corto (≤24 meses)	1 (3)	0.273**	0.237	(0.02-1.964)
Óptimo (>24 meses)	9 (13)			
Inicio de control prenatal				
2º y 3er trimestre	5 (11)	0.930*	0.833	(0.293- 2.365)
1er trimestre	20 (13)			
Ingesta de hierro				
Sin ingesta	8 (17)	0.470*	1.568	(0.629 -3.910)
Con ingesta	17 (12)			

* prueba de χ^2; ** prueba de Fisher.

En la anterior tabla se muestra la frecuencia de anemia dependiendo de los factores asociados en los que se incluye nutrición y la ingesta de hierro. (Montalvo, Zaragoza, Mendoza, González, 2016)

En un estudio realizado en el Hospital Ginecobstétrico "Eusebio Hernández Pérez" de La Habana, Cuba se observó que las multíparas, 36,6 % de las mujeres inició esta gestación con anemia. Si sumamos todas las que ya habían tenido al menos un parto, podemos observar que en seis de cada

10 (65,1 %) se detectó anemia a la captación de este embarazo (Fernández, et al. 2016), lo cual se ve reflejado en la siguiente tabla.

Tabla 2. Distribución según paridad de las pacientes anémicas a la captación

Paridad	No.	%
Nulípara	189	34,8
Secundípara	155	28,5
Multípara	199	36,6
Total	543	100

Fuente: Registros primarios del hospital.

Tabla 4. Distribución según morbilidad materno-fetal de las pacientes anémicas a la captación

Morbilidad	No.	%
Parto pretérmino	59	10,8
Bajo peso al nacer	25	4,6
Total	84	15,4

Fuente: Registros primarios del hospital.

En esta tabla se expresa el comportamiento de la morbilidad en las pacientes anémicas en relación al peso al nacer y término del parto.

En un estudio realizado en el Hospital General de Cajabamba, en el periodo marzo-junio del 2018. Se observó el 54,1% de las pacientes fueron multíparas, el 59,8% de las pacientes consumieron el suplemento vitamínico de sulfato ferroso de manera irregular, así mismo; el grado de anemia que presentaron las pacientes fue de 73,6% para anemia leve, 26,4% anemia moderada y no se registró ningún caso de anemia severa durante el tiempo de aplicación del estudio, 81,6% de recién nacidos presentaron un adecuado peso al nacer y el 18,4% de recién nacidos presentaron bajo peso al nacer;

Se concluye que existe relación significativa entre el peso del recién nacido y la anemia gestacional según lo determina el Chi cuadrado =8,965 y el coeficiente de correlación p =0,003. (Flores, 2018)

Tabla 3. Grado de anemia de las pacientes atendidas en el Hospital General Cajabamba. 2018

Grado de anemia	n°	%
Leve	64	73,6
Moderada	23	26,4
Total	**87**	**100,00**

Fuente: Ficha de recolección de datos

Tabla 6. Relación del grado de anemia de las pacientes con el peso de los recién nacidos atendidos en el Hospital General Cajabamba. 2018

Grado de anemia	Peso al nacer				Total	
	Normal		Bajo Peso			
	n°	%	n°	%	n°	%
Leve	57	89,1	7	10,9	64	73,6
Moderada	14	60,9	9	39,1	23	26,4
Total	71	81,6	16	18,4	87	100

X^2 = 8,960 P = 0,003

Fuente: Ficha de recolección de datos

Trascendencia del problema

El impacto de la malnutrición tiene consecuencias intergeneracionales, en el período prenatal, la desnutrición está asociada a una inadecuada dieta materna, baja ganancia de peso durante el

embarazo y cuidado prenatal deficiente. Los niños pueden experimentar deterioro del crecimiento desde el nacimiento hasta el segundo año de vida. Esto como resultado de un entorno caracterizado por malas prácticas de alimentación y de cuidado de las infecciones recurrentes.

Lo anterior puede provocar que el bebé nazca con problemas de desarrollo, lo que produce que el niño no se desarrolle por completo en la escuela, lo cual produce que deserte y no concluya sus estudios, por último, una persona sin estudios generalmente no tiene un puesto de trabajo estable y termina en situación de calle (Fernández, et. al, 2017). por otro lado, provoca disminución de la respuesta inmune y mayor susceptibilidad a las infecciones, además de retardo en el crecimiento físico y bajo rendimiento escolar. En mujeres embarazadas hay mayor riesgo de mortalidad perinatal, disminución de la capacidad muscular y posibilidades de que los hijos nazcan prematuros y con bajo bajo peso

Además, en fechas recientes se ha informado que las madres con anemia por deficiencia de hierro tienen una pobre interacción con sus hijos. (Esther Casanueva, 2016)

De igual manera, se ha documentado que las mujeres con reservas pregestacionales insuficientes de hierro incrementarán su riesgo de padecer anemia durante el embarazo (Luz María de Regil 2016), por otro lado, se tiene menor capacidad para realizar actividad física, o mayor susceptibilidad a presentar infecciones.

Las consecuencias de la anemia son diversas, dependiendo el grupo de edad.

Impacto del proyecto

Se aportará información sobre el efecto que tiene un alimento fortificado con sulfato ferroso culturalmente aceptado, en este caso tortilla de maíz, en una población mexicana de mujeres embarazadas de zonas marginadas. Mediante el análisis se podrá identificar la aceptación de este producto y si este genera algún cambio en los niveles de hemoglobina, ferritina sérica, receptor de transferrina, hematocrito, volumen corpuscular medio.

Con esta información se podrían crear estrategias para intervenciones comunitarias en casos de anemia presente en embarazadas, con énfasis en zonas marginadas, reduciendo así los riesgos de bajo peso en los neonatos. Además, aportará datos para la creación de otros alimentos fortificados con hierro en México.

Los participantes recibirán recomendaciones nutricionales para el periodo de gestación, además recibirán producto

Factibilidad del estudio

Tipo de recurso	**Desglose de recursos**
Humanos	Gabriela Maldonado Ulloa Christian del Carmen Bustamante Rosales Nancy González Castro María José Ibáñez Profesor Ricardo Germán Ruiz González Director del BA Lic. Daniel García Enfermeras (personal que tome las muestras sanguíneas) Personal del banco
Institucionales	ITESO, Banco de alimentos de tepatitlán, DIF
De espacio	Instalaciones del ITESO y del Banco de alimentos de tepatitlán
Materiales	Internet, One drive, Microsoft Teams, sulfato ferroso, harina de maíz nixtamalizada, reactivos bioquímicos, jeringas, papel, báscula, estadímetro, cinta lufkin,
Temporales	Diseño de alimento en febrero y marzo 2020 Diseño de estudio en abril y mayo 2020 Implementación agosto, septiembre, octubre, noviembre y diciembre 2020 Trabajo de campo enero y febrero 2021 Análisis marzo 2021
Económicos	$

Vulnerabilidad

Los posibles errores que podemos identificar de antemano en nuestro proyecto son:

- Falta de información hacia la población objetivo de como consumir el producto.
- Ingesta excesiva del producto.
- Ingesta por parte de otro integrante de la familia del producto.
- Ingesta insuficiente del producto.
- Desagrado hacia el producto debido al color y sabor.
- Mala absorción del producto

Las soluciones para estos problemas son las siguientes:

- Acompañar el proyecto con una campaña informativa que asegure el correcto consumo de este producto.

Grandes interrogantes

¿Se puede formular un alimento fortificado con hierro que beneficie a mujeres embarazadas en situación vulnerable?

¿Existirá adherencia al proyecto?

¿Las tortillas de maíz son un alimento adecuado para el transporte del hierro?

Pregunta específica

¿Cuál es el impacto de un alimento elaborado a base de harina de maíz nixtamalizada fortificada con sulfato ferroso por medio de los niveles de hemoglobina, ferritina sérica, receptor de transferrina, hematocrito y volumen corpuscular medio de mujeres embarazadas de zonas marginadas de Jalisco?

Objetivos

Analizar el impacto de un alimento elaborado a base de harina de maíz nixtamalizada fortificada con sulfato ferroso por medio de los niveles de hemoglobina, ferritina sérica, receptor de transferrina, hematocrito y volumen corpuscular medio de mujeres embarazadas de zonas marginadas de Jalisco.

Hipótesis

Las embarazadas que consuman las tortillas de maíz fortificadas con hierro tienen mejores niveles de hemoglobina, ferritina sérica, receptor de transferrina, hematocrito y volumen corpuscular medio que las que no consumen el alimento fortificado de mujeres embarazadas de zonas marginadas de Jalisco.

Alternativa:

Las embarazadas que consuman las tortillas de maíz fortificadas con hierro tienen los mismos niveles de hemoglobina, ferritina sérica, receptor de transferrina, hematocrito y volumen corpuscular medio que las que no consumen el alimento fortificado de mujeres embarazadas de zonas marginadas de Jalisco.

Nula:

Las embarazadas que consuman las tortillas de maíz fortificadas con hierro tienen menores niveles de hemoglobina, ferritina sérica, receptor de transferrina, hematocrito y volumen corpuscular medio que las que no consumen el alimento fortificado de mujeres embarazadas de zonas marginadas de Jalisco.

Aspecto ético normativo

Los datos de los participantes se conservarán anónimos y se respetara su confidencialidad en todo momento, así como el deseo de dejar de participar.

Riesgos

El presente estudio se apega a los lineamientos de la Ley General de Salud en materia de investigación artículo 17; se determina a esta investigación con riesgo mayor que el mínimo.

Declaración de intereses

Los autores de la presente investigación, declaran que no existe ningún conflicto de interés ni fuente externa de financiamiento.

Criterios de muestreo

- Inclusión

Que se encuentren en el primer trimestre de gestación

Beneficiarias del Banco de Alimentos de Tepatitlán o del DIF

Que estén sanas

- No inclusión

Que presente alguna enfermedad

Que presente sobrepeso u obesidad

Embarazo múltiple o de alto riesgo

- Eliminación

Aborto

Si presenta diabetes gestacional y/o preeclampsia

Tipo de muestreo

Por cuotas

Universo de trabajo

Mujeres embarazadas que se encuentren en los primeros tres meses de gestación de las zonas marginadas de Jalisco beneficiarias del programa del Banco de Alimentos de Tepatitlán.

Unidad de medición

mujeres embarazadas que se encuentren en los primeros tres meses de gestación de las zonas marginadas de Jalisco beneficiarias del programa del Banco de Alimentos de Tepatitlán.

Operalización de variable

Variable	Tipo	Def operacional	Análisis estadístico
Semana de gestación	Cuantitativo discreto	1-13	**Frecuencia %**
Peso	Cuantitativo continua	Kilogramos	Promedio +- desviación estándar
Edad	Cuantitativo discreto	Años	Promedio +- desviación estándar
Glucosa	Cuantitativo continuo	mg/dl	Promedio +- desviación estándar
Hemoglobina	Cuantitativo continuo	g/dl	Promedio +- desviación estándar

Variable	Tipo	Def operacional	Análisis estadístico
Hematocrito	Cuantitativo continuo	g/dl	Promedio +- desviación estándar
Ferritina sérica	Cuantitativo continuo	mcg/l	Promedio +- desviación estándar
Receptor de transferrina	Cuantitativo continuo		Promedio +- desviación estándar
Volumen corpuscular medio	Cuantitativo continuo	fL	Promedio +- desviación estándar
Tortillas fortificadas consumidas al día	Cuantitativo continuo	Categoría por definir	Frecuencia %
Frecuencia con la que consumen las tortillas fortificadas	Cuantitativo discreto	Categoría por definir	Frecuencia %
Consumo de tortilla fortificada	Cualitativo	Sí, no	Frecuencia %

Instrumentos de medición

Recordatorio 24 hrs

Análisis bioquímico

Encuesta de percepción

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

Gabriela Maldonado Ulloa: En este proyecto no tuvimos contacto directo con la población para la que trabajamos a lo largo del semestre, sin embargo, el papel que mis compañeras y yo desempeñamos creo que es crucial para resguardar el estado nutricio de las mujeres embarazadas beneficiaras del banco de alimentos, ya que tuvimos una responsabilidad muy grande al decidir qué nutriente, en que cantidad, mediante que alimento se les va a otorgar y cómo evaluarlo, ya que de hacerlo de manera incorrecta puede repercutir en su salud, por eso es que llevamos un proceso de búsqueda para conocer las necesidades que presenta nuestra población objetivo, no se tuvo la

oportunidad de escucharlas directamente, sin embargo, creo que el tratar de entender que es lo que realmente necesitan es una parte importante para que el proyecto tenga éxito y pueda generar un impacto positivo, creo que una parte difícil de este proceso es defender las necesidades de la población frente a otros intereses y adecuarlo a los recursos presentes.

En cuanto a la situación del confinamiento por Covid-19 creo que detuvo un proyecto, pero dio pie a que se realizara una modificación que ya habíamos considerado alternativa, que fue el fortificar la harina de maíz, se complicó el proceso de realizar pruebas en laboratorio, lo cual es lo ideal, pero se discutieron maneras de hacerlas en casa. Creo que las tortillas de maíz fortificadas pueden llegar a tener el mismo impacto que se quería conseguir con las papillas en cuanto a requerimientos nutricionales si se implementa de manera correcta.

Nancy González Castro: En este proyecto de aplicación personal me di cuenta de que nos preparó mucho para la vida real cuando nos graduemos, ya que al principio trabajamos en un escenario totalmente diferente a lo que terminamos haciendo, creo que nos cruzamos con muchos inconvenientes, además uno de los problemas más complicados fue que llego una pandemia y no pudimos realizar el proyecto de maneras más optima, por eso concluyo que fue muy bueno darnos un poquito de la realidad y saber solucionar problemas, por otro lado creo que salió todo bien y pudimos solucionar lo que se nos cruzó.

Sin embargo, considero que es muy importante estar informados de los requerimientos nutricionales en personas vulnerables como lo tuvimos en el proyecto, ya que por tener un estado nutricio no tal buen puede afectar con más importancia cualquier cambio que le hagamos, considero que es importante también evaluar más la población que se va a necesitar para el estudio además de consultar los problemas éticos.
Para finalizar el proyecto me pareció bueno y creo que me ayudo a saber más información sobre esta población tan vulnerable.

Christian Del Carmen Bustamante Rosales: Durante el proceso de la creación de este proyecto nos hemos encontrado con muchas dificultades y escenarios inesperados, desde definir los micronutrientes que se iban a fortificar hasta reformular el alimento que utilizaríamos como

vehículo de estos nutrientes. Al final hemos decidido que se utilizaría solo el hierro, puesto que es el nutriente con mayor importancia para el embarazo y la lactancia; además de ser el más viable para la fortificación en el Banco.

Después de muchas discusiones sobre la forma y cantidad del hierro nos enfrentamos a la contingencia del Covid-19, que limito aún más las posibilidades del proyecto, por lo que tuvimos que reformular, una vez más, la forma en que se aplicaría la fortificación; durante todo este proceso vimos altas y bajas en el proyecto, tuvimos que dialogar muchas veces con el director del banco para asegurarnos de que el camino que escogíamos era el indicado y el mejor para la comunidad. Al final hemos logrado avances que creemos pueden dirigir este proyecto a ayudar a los que lo necesitan, y aunque hemos encontrado dificultades hemos podido sortearlas para salir a delante de la mejor manera posible.

María José Ibáñez Sámano: Dentro de mis aprendizajes sociales descubrí la importancia de los nutrientes en la alimentación de las personas y como una población muy grande de Jalisco, por no decir México tiene una alta deficiencia de estos nutrientes, debido a su dieta de baja calidad. En un futuro sería muy interesante que este proyecto se continuara de tal manera que apoyara la nutrición regional y nacional, para poder reducir las enfermedades derivadas de la desnutrición en el embarazo. Nuestro proyecto tomo varios giros a lo largo del semestre por las diferentes situaciones que enfrentamos, la determinación del micronutriente a añadir, toda la investigación previa para poder decidir, y el más importante, la contingencia por el Covid-19. A partir de que empezó la contingencia fue imposible ir al Banco de Alimentos de Tepatitlán, así como al ITESO a realizar pruebas, por lo que se tomó la decisión de desviar el proyecto a algo más factible con las limitaciones que se tenían. El giro que tomó el proyecto de igual forma es muy beneficioso para la sociedad y sería interesante que se continuara con esta línea de investigación y proyecto.

Concluyendo este proyecto puedo decir honestamente que mi visión hacia nuestra dieta y situación socioeconómica ha cambiado completamente, agradezco lo que tengo y trato de ayudar con lo que puedo, en este caso, mis conocimientos.

3.2 Aprendizajes logrados

Gabriela Maldonado Ulloa: A lo largo de este PAP se presentaron varios retos, al principio que empezamos a planear las soluciones nos dimos cuenta que había información incompleta por lo que tuvimos que preguntar bastantes veces y asesorarnos con personas extras al PAP, me di cuenta que en la vida profesional nos vamos a encontrar con muchos huecos en los proyectos que no se tienen previstos, por lo que debemos siempre revisar todos los antecedentes y preguntar lo necesario, además siempre consultar con una persona experta en el área que nos pueda guiar y retroalimentar. Por otro lado, nos fue difícil definir la adición del nutriente por factores que no se podían cambiar, así es que tuvimos que dialogar las soluciones entre todo el equipo y estar abierta a ideas para encontrar las maneras viables para sacar adelante el proyecto siempre teniendo en cuenta que el objetivo es beneficiar a la comunidad.

Nancy González Castro: Los paps siempre me han dejado aprendizajes importantes siempre se aprende algo nuevo y siempre es de importancia tenerlos porque te ponen a prueba un poquito más de lo que hay para simular un trabajo cuando terminemos la carrera, pero creo que los retos que tuvimos en este pap fueron grandes porque necesitábamos realizar una investigación exhaustiva de toda la información sobre mujeres embarazadas ya que son personas que necesitan cuidados y protección porque vienen con un nuevo ser vivo. Creo que suplementar algún alimento tiene sus dificultades porque no es cualquier cosa. Entonces aprendí eso a ser más consciente de la población y a utilizar todos los recursos que tengo en mente para solucionar problemas.

Christian Del Carmen Bustamante: Creo que el reto más grande que tuvimos que enfrentar fue la planeación de cómo dar la fortificación a las mujeres embarazadas, no sabíamos por ejemplo cómo hacer para dar el hierro en un alimento sin que este resultara alto en azucares que pudieran afectar a largo plazo el embarazo, o como asegurarnos de dárselo a todas sin que dejemos de fuera a mujeres con deficiencias por comprobar si funciona o no el producto. Nuestro mayor reto fue asegurarnos de que los intereses de las beneficiarias del banco estaban siempre por encima de los intereses personales que pudiéramos tener los encargados del proyecto. Nuestro mayor aprendizaje fue que la nutrición se hace en base al contexto y necesidades específicas de cada persona y que los programas sociales se construyen en base a estas necesidades.

María José Ibáñez Sámano: A lo largo de este proyecto tuve muchos aprendizajes, pero considero que los personales son los más importantes. Aprendí a conocer mis límites en cuanto al trabajo y hasta donde podía dar de mí para un proyecto, así como también poner límites en mi trabajo para no sobrepasarme y querer comerme el mundo, sin disminuir mi productividad. Otro reto fue el de conocer la población objetivo del proyecto y el límite de información que tenemos acceso y cómo trabajar con esa limitación. Si es imposible trabajar con esa información, buscar otro ángulo de ataque u otro punto de vista al proyecto.

Algo muy importante en los proyectos es el trabajo en equipo, ya que todos tenemos habilidades diferentes y es importante ser capaces de complementar esas habilidades, en este caso, tenemos conocimientos diferentes que se complementaron bien de cierta forma. Por último, aprendí lo importante de saber priorizar en la toma de decisiones, ya que no siempre es posible hacer todo, por lo que es importante saber cuál vale la pena y cuál no, y lo importante que es la información para esta acción, porque sin la información completa, es imposible conocer todos los factores que pueden afectar el problema.

Bibliografía

(s.f.).

Aldana, A. (2005). ingredientes, características funcionales, costos de producción y precios de las tortillas elaboradas arteaanalmente en algúnos municipios de los departamentos de Jutiapa y Totonicapán. *Universidad de San Carlos*, 19-20.

APA. (2020). *American Pregnancy Association.* Obtenido de Pregnancy Nutrition: https://americanpregnancy.org/pregnancy-health/pregnancy-nutrition/

Banco de Alimentos de Tepatitlán. (2020). Entrevista con trabajadores del Banco de Alimentos de Tepatitlán.

Casanueva, E., Regil, L., & Flores, M. (2006). Anemia por deficiencia de hierro en mujeres mexicanas en edad reproductiva: historia de un problema no resuelto. *Salud Pública de México*, 166-175.

CONEVAL. (2018). Medición de la Pobreza, Jalisco, 2018. *Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social*.

FAO. (2019). Seguridad Alimentaria y Nutricional, conceptos básicos. *Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación*.

Fernández, A., Martínez, R., Carrasco, I., & Palma, A. (2017). Impacto social y económico de la doble carga de la malnutrición. *Comisión Económica para América Latina y el Caribe*, 22.

Fernández, J., Rodríguez, M., González, G., Pérez, D., & Ortega, L. (2017). Resultados perinatales de las pacientes con anemis a la captación del embarazo. *Revista Cubana de Obstetricia y Ginecología*, 1-8.

Flores, E. (2018). Relación del peso del recien nacido con el grado de anemia gestional . *Hospital General Cajabama*.

García-Casal, M., Peña-Rosas, J., De-Regil, L., Gwirtz, J., & Pasricha, S. (2018). Fortification of maize flour with iron for controlling anemia and iron deficiency in populations. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, 12.

Gorelik, B., López, L., Roussos, A., & TOnietti, M. (2018). Impacto de la anemia por deficiencia de hierro en la salud materno-fetal. *Actualización en Nutrición*, 127-132.

INSP. (2018). Encuesta NAcional de Salud y Nutrición. *Instituto Nacional de Salud Pública*.

Javatissa, R., & Javatissa, D. (1998). Guidelines for the use of iron supplements to prevent and treat iron deficiency anemia. *University of Lille*.

MayoClinic. (2018). Anemia por deficiencia de Hierro. *MAyo Clinic*, 2-5.

Medina, C., Jáuregui, A., Campos, I., & Barquera, S. (2018). PRevalencia y tendencias de actividad física en niños y adolescentes. *Salud Pública de México*, 263-271.

Medina, P., & Lazarte, S. (2019). Prevalencia y factores predisponentes de anemia en el embarazo en la maternidad provinncial de Catamarca. *Revista Hematología*, 12-21.

Menkes, C., & Suárez, L. (2003). Sexualidad y embarazo adolescente en México. *Papeles de población*, 233-262.

Murillo, B. (2018). Tipos de desnutrición y sus efectos. *Ayuda en acción*.

OMS. (2011). Concentraciones de hemoglobina para diagnosticar la anemia y evaluar su gravedad. *Organización Mundial de la Salud*.

OMS. (2017). Guías para la fortificación de alimentos con micronutrientes. *Organización Mundial de la Salud*.

Paredes, Y. (2014). Desnutrición crónica y desempeño cognitivp. *Universidad y Salud* , 47-48.

Peña-Rosas, J., García-Casal, M., & Dowswell, T. (2015). Daily oral iron supplementation during pregnancy. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, 47-36.

Pimentel, S. (2015). El norte de Jalisco, más afectado por la desnutrición infantil. *Informador*.

Quintaes , K., Barberá, R., & Cilla, A. (2017). Iron bioavailability in iron-fortified cereal foods. *The contribution of in vitro studies*.

Reglamento de la Ley General de Salud en Materia de Investigación para la Salud. (2015). Obtenido de http://www.salud.gob.mx/unidades/cdi/nom/compi/rlgsmis.html

Richins, A., Burton, K., Pahulu, H., Jefferies, L., & Dunn, M. (2008). Effect of iron source on color and appearance of micronutrient fortified corn flour tortillas. *Cereal Chemestry*, 561.565.

Rosa, F., & Díaz, J. (2012). Efecto de cuatro fuentes de hierro para fortificación en las caracterpisticas físicas de la tortilla de masa de maíz nixtamalizado. *Departamento de Agroindustrial Alimentaria*, 13-14.

Rosas, M., ORtiz, M., Dávila, R., & González, A. (2016). PRevalencia y factores predisponentes de anemia en el embarazo en una clínica de primer nivel. *Revista de Hematología*, 107-113.

Shamah-Levi, T., Cuevas, L., & Dommarco, J. (2016). Encuesta Nacional de Salud y Nutrición de Medio Camino 2016. *Instituto Nacional de Salud Pública*, 151.

Shamah-Levy, T. V.-R.-G.-R.-H. (2013). Prevalencia de anemia en mujeres mexicanas en edad reproductiva, 1999-2012. . *Salud Pública de México*.

Torres, J., González, K., & Acevedo, D. (2015). Análisis del perfil de textura en frutas, productos cparnicos y quesos. *ReCiTelA*, 23-32.

Vera, L., Quintal, R., González, P., & Vázquez, G. (2009). Prevalencia de anemia ferropénica en mujeres embarazadas rurales en Vallalodid, Yucatán, México. *Ginecología y Obstetricia de México*, 77.

Anexos generales

Anexo 1. Formato para la evaluación sensorial

Tortilla de maíz fortificada con sulfato de hierro

Muestra: Sexo: Edad:

Instrucciones: Por favor enjuague su boca antes de empezar. Evalúe el producto que está frente a usted, obsérvelo y pruébelo. Marque el cuadro que represente mejor su respuesta.

1. Considerando las características generales del producto, indique su grado medio de aceptación:

☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐

Me desagrada extremadamente — No me gusta, ni me desagrada — Me gusta extremadamente

2. Indique qué tanto le gustan o desagradan los siguientes atributos del producto.

APARIENCIA

☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐

Me desagrada extremadamente — No me gusta, ni me desagrada — Me gusta extremadamente

SABOR

☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐

Me desagrada extremadamente — No me gusta, ni me desagrada — Me gusta extremadamente

TEXTURA

☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐

Me desagrada extremadamente — No me gusta, ni me desagrada — Me gusta extremadamente

COLOR

☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐

Me desagrada extremadamente — No me gusta, ni me desagrada — Me gusta extremadamente

OLOR

☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐

Me desagrada extremadamente — No me gusta, ni me desagrada — Me gusta extremadamente

Observaciones: _____

Anexo 2: Pruebas de laboratorio sugeridos para el análisis de la tortilla

Análisis de color: se recomienda un análisis en un colorímetro midiendo las variables de escala de luminosidad, escala de amarillo, azul, magenta y verde.

Análisis de textura: se recomienda una prueba en un Texturómetro, un equipo que determina los parámetros requeridos de textura ya que simula la mordedura de un alimento (Torres, González, & Acevedo, 2015).

Análisis de presencia de hierro: para la detección del mineral se recomienda una prueba en espectrofotómetro de emisión de flama con su curva de calibración correspondiente.

Análisis sensorial de aceptación: se realizó una prueba de aceptación a las diferentes muestras, así como a un blanco (muestra 0). Las mediciones se realizaron con una escala hedónica del uno al nueve donde uno es me desagrada extremadamente y nueve es me gusta extremadamente. Se evaluaron las características de aceptación, apariencia, sabor, textura y color con 10 participantes (Rosa & Díaz, 2012).

Anexo 3: Carta de consentimiento

Yo, beneficiaria de.... Acepto de manera voluntaria participar en el proyecto de investigación Tortillas elaboradas con harina de maíz fortificadas con hierro. El cual consta de Ingerir diariamente la cantidad indicada de tortillas otorgadas, un análisis bioquímico al principio y otro al final de la intervención, contestar un recordatorio de 24 horas y una encuesta de (especificar número) preguntas. Con el objetivo de "analizar el impacto de un alimento elaborado a base de harina de maíz nixtamalizada fortificada con sulfato ferroso por medio de los niveles de hemoglobina, ferritina sérica, receptor de transferrina, hematocrito y volumen corpuscular medio de mujeres embarazadas de zonas marginadas de Jalisco." y en el entendido que mi participación puede significar un riesgo en mi persona, que no habrá

ninguna sanción para mí en caso de no aceptar la invitación y que puedo retirarme si lo considero conveniente en cualquier momento.

Mi partición no significa ningún gasto y no recibiré ninguna remuneración se guardará estricta confidencialidad en mis datos

Lugar y fecha

Nombre y firma del participante

Contacto:

Nombre y firma de investigadores.