

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA

Facultad de Ingeniería



Desarrollo de una bebida fortificada en polvo utilizando huevo de gallina (*Gallus gallus*), para madres y niños en edad escolar.

Trabajo de graduación en modalidad de tesis presentado por

Gerardo Daniel Méndez Rosales

para optar por el grado académico de Licenciado en Ingeniería en Ciencia de Alimentos

Guatemala

2022

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA

Facultad de Ingeniería



Desarrollo de una bebida fortificada en polvo utilizando huevo de gallina (*Gallus gallus*), para madres y niños en edad escolar.

Trabajo de graduación en modalidad de tesis presentado por

Gerardo Daniel Méndez Rosales

para optar por el grado académico de Licenciado en Ingeniería en Ciencia de Alimentos

Guatemala

2022

Vo. Bo. :

(f)  _____

MSc. Nancy Aracely Linde Corado


Tribunal Examinador:

(f)  _____

MSc. Nancy Aracely Linde Corado

(f)  _____

MSc. Ana Alicia Paz Pierri

(f)  _____

MSc. Ana Silvia Colmenares de Ruiz

Fecha de aprobación: 08 de diciembre del 2022

PREFACIO

El presente trabajo representa el esfuerzo realizado y tiempo invertido a lo largo de mi carrera universitaria, llevándome al fin de una etapa muy importante en mi vida personal y profesional, dejándome una grata satisfacción por él logro alcanzado.

La información recolectada, los análisis realizados y los resultados obtenidos durante este trabajo de investigación y desarrollo pueden ser de utilidad para proyectos futuros con el fin de contribuir y mejorar la alimentación de la población guatemalteca, donde un porcentaje elevado vive subalimentado y en inseguridad nutricional alimentaria.

Asimismo, quiero agradecer a Dios, por su amor, por ser luz, sabiduría y por permitirme culminar esta etapa de mi vida.

A mis padres, por ser un ejemplo de constancia, honestidad y determinación. Por haber confiado siempre en mí, por darme su apoyo y amor incondicional en todo momento.

A mis hermanas, a mi abuelita y a mi tía, por su cariño, por estar siempre pendiente de mí y apoyarme en todo momento.

A mis amigos y compañeros que me han acompañado a lo largo de esta etapa en mi vida, gracias por las experiencias, por el apoyo en los momentos difíciles y por las alegrías compartidas.

A mis catedráticos por los conocimientos compartidos a lo largo de la carrera universitaria, y en especial, a mi asesora, Ing. Nancy Linde, por su guía en este trabajo.

ÍNDICE

PREFACIO	v
LISTADO DE CUADROS	ix
LISTADO DE FIGURAS	x
LISTADO DE ANEXOS	xi
RESUMEN	xiii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. ANTECEDENTES	2
A. ESTADO NUTRICIONAL Y ALIMENTARIO A NIVEL GLOBAL	2
B. INCIDENCIA DE LOS PROGRAMAS Y POLÍTICAS DE ALIMENTACIÓN EN EL ESTADO NUTRICIONAL.	2
1. <i>Programas y políticas guatemaltecas</i>	3
2. <i>Planes nacionales</i>	3
C. USO DE BEBIDAS FORTIFICADAS EN GUATEMALA	3
1. <i>Atoles</i>	4
2. <i>Bebidas fortificadas utilizando los valores nutricionales del huevo</i>	4
D. ESTADO NUTRICIONAL	5
1. <i>Déficit de macronutrientes en la población guatemalteca</i>	5
2. <i>Déficit de micronutrientes en la población guatemalteca</i>	6
E. LA DOBLE CARGA NUTRICIONAL	7
1. <i>Malnutrición</i>	7
2. <i>Desnutrición</i>	7
3. <i>La obesidad y sobre peso</i>	7
4. <i>Situación en Guatemala</i>	8
III. JUSTIFICACIÓN	9
IV. OBJETIVOS	11
A. GENERAL	11
B. ESPECÍFICOS	11
V. MARCO TEÓRICO	12
A. REQUERIMIENTOS Y RECOMENDACIONES NUTRICIONALES DIARIAS	12
1. <i>Energía</i>	12
2. <i>Macronutrientes</i>	13

3.	<i>Micronutrientes</i>	14
4.	<i>Micronutrientes de importancia para la población guatemalteca</i>	15
B.	BEBIDAS NUTRICIONALES	21
C.	HUEVO DE GALLINA	21
1.	<i>Estructura del huevo</i>	21
2.	<i>Propiedades y usos alimentarios del huevo</i>	22
3.	<i>Composición nutricional del huevo</i>	23
D.	PROCESAMIENTO DEL HUEVO DE GALLINA	24
1.	<i>Pasteurización de huevo de gallina</i>	25
2.	<i>Secado por aspersión de huevo de gallina</i>	25
E.	PRODUCTOS EN POLVO	25
F.	DESPLIEGUE DE LA FUNCIÓN CALIDAD (QFD)	25
G.	ANÁLISIS PROXIMAL DE ALIMENTOS	27
H.	ESTUDIO DE VIDA ÚTIL	27
1.	<i>Estudio de vida útil acelerada</i>	27
VI.	METODOLOGÍA	29
A.	LOCALIZACIÓN DEL ESTUDIO	29
B.	MÉTODOS	29
1.	<i>Revisión bibliográfica</i>	29
2.	<i>Recolección de entradas de desarrollo</i>	29
3.	<i>Definición y caracterización del producto</i>	30
4.	<i>Desarrollo de formulación</i>	31
5.	<i>Validación técnica</i>	33
6.	<i>Análisis microbiológico y fisicoquímico</i>	33
7.	<i>Análisis proximal</i>	34
8.	<i>Etiqueta nutricional</i>	35
9.	<i>Selección de empaque</i>	35
10.	<i>Estudio de vida útil</i>	35
11.	<i>Ficha técnica</i>	36
12.	<i>Etiquetado general</i>	36

13.	<i>Proceso de producción</i>	37
14.	<i>Costeo de producto</i>	37
VII.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	38
A.	FORMULACIÓN DE LA BEBIDA FORTIFICADA EN POLVO.....	38
B.	ANÁLISIS SENSORIAL DE LA BEBIDA FORTIFICADA EN POLVO	39
C.	ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS	40
D.	ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS.....	41
1.	<i>Análisis químicos</i>	41
2.	<i>Análisis físicos</i>	42
E.	ANÁLISIS DE VIDA ÚTIL	44
F.	ETIQUETA NUTRICIONAL.....	45
G.	SELECCIÓN DE EMPAQUE	45
H.	FICHA TÉCNICA Y ETIQUETADO GENERAL.....	46
I.	PROCESO DE PRODUCCIÓN	49
J.	DETERMINACIÓN DEL COSTO PRIMO	51
VIII.	CONCLUSIONES	53
IX.	RECOMENDACIONES	54
X.	BIBLIOGRAFÍA	55
XI.	ANEXOS	59

LISTADO DE CUADROS

Cuadro 1: Recomendaciones dietéticas diarias de vitamina B1 para diferentes edades. .15	15
Cuadro 2: Recomendaciones dietéticas diarias de vitamina B3 para diferentes edades ..16	16
Cuadro 3: Recomendaciones dietéticas diarias de vitamina B6 para diferentes edades...16	16
Cuadro 4: Recomendaciones dietéticas diarias de vitamina B12 para diferentes edades 17	17
Cuadro 5: Recomendaciones dietéticas diarias de vitamina D para diferentes edades17	17
Cuadro 6: Recomendaciones dietéticas diarias de vitamina A para diferentes edades18	18
Cuadro 7: Recomendaciones dietéticas diarias de ácido fólico para diferentes edades ...18	18
Cuadro 8: Recomendaciones diarias de Hierro para diferentes edades.....19	19
Cuadro 9: Recomendaciones dietéticas diarias de Calcio para diferentes edades.....20	20
Cuadro 10: Recomendaciones diarias de Zinc para diferentes edades.....20	20
Cuadro 11: Propiedades funcionales del huevo de gallina.....23	23
Cuadro 12: Formulación de la bebida fortificada en polvo.....39	39
Cuadro 13: Resultado del análisis sensorial de atributos evaluados a las formulaciones 39	39
Cuadro 14: Análisis microbiológico de una muestra de la bebida fortificada en polvo ..40	40
Cuadro 15: Análisis de pH, actividad de agua (Aw) y sólidos solubles (°Brix) de la bebida fortificada en polvo.41	41
Cuadro 16: Análisis proximal de la bebida fortificada en polvo.....42	42
Cuadro 17: Análisis de viscosidad de formula hidratada con agua utilizando el viscosímetro de ATAGO – Visco™ – 89542	42
Cuadro 18: Análisis granulométrico de una muestra de la bebida fortificada en polvo. .43	43
Cuadro 19: Análisis de colorimetría de una muestra de la bebida fortificada en polvo e hidratada.....43	43
Cuadro 20: Estimación de vida útil para la bebida fortificada en polvo44	44
Cuadro 23: Ficha técnica de la bebida fortificada en polvo46	46
Cuadro 24: Etiquetado general de la bebida fortificada en polvo49	49
Fuente: Elaboración propia49	49
Cuadro 25: Descripción del proceso de producción de la bebida fortificada en polvo50	50
Cuadro 26: Simbología del diagrama de ingeniería para el proceso de producción a escala industrial de la bebida fortificada en polvo.....50	50
Cuadro 27: Costeo de producto51	51

LISTADO DE FIGURAS

Figura 1: Aporte nutricional por huevo (50g)	24
Figura 2: Esquema de la matriz QFD	26
Figura 3: Diagrama de proceso de desarrollo	31
Figura 4: Diagrama del proceso de elaboración de la bebida fortificada en polvo a escala de laboratorio	32
Figura 5: Criterios microbiológicos según RTCA 67.04.50:17.....	33
Figura 6: Degradación de vitamina A, a los 0, 15 y 30 días de elaboración a 25, 35 y 45 °C	44
Figura 7: Etiqueta nutricional de la bebida fortificada en polvo	45
Figura 8: Diagrama de ingeniería para el proceso de producción a escala industrial de la bebida fortificada en polvo para una capacidad de línea de 0.603 unidades/segundo.....	51

LISTADO DE ANEXOS

Anexo 1: Elementos de entrada para el desarrollo de una bebida fortificada	59
Anexo 2: Definición del producto para desarrollar según las observaciones del estudio de mercado y las entrevistas a nutricionistas	59
Anexo 3: Disposición de gasto según el tipo de frecuencia de consumo de bebidas en polvo comerciales que los clientes están dispuestos a pagar según las entrevistas realizadas a las personas de nivel socioeconómico con clasificación D1 y D2	60
Anexo 4: Comparación del consumo de bebidas comerciales en polvo del guatemalteco con nivel socioeconómico D1 y D2	61
Anexo 5: Frecuencia de consumo de bebidas comerciales en polvo en la población guatemalteca de nivel socioeconómico D1 y D2	61
Anexo 6: TAM, SAM y SOM de la demanda utilizando 3,275,931 de hogares y 62.80% representativo del nivel socioeconómico D1 y D2	61
Anexo 7: QFD para la identificación y priorización de las necesidades del cliente	62
Anexo 8: Formulación base para la elaboración de una harina fortificada en polvo	63
Anexo 9: Lista de verificación del cumplimiento de requisitos del cliente.....	63
Anexo 10: Validación del prototipo final a través de un grupo focal con niños en edad escolar en una escala hedónica de 7 puntos con emojis sobre el producto general.	63
Anexo 11: Boleta para prueba hedónica de 9 puntos utilizada para evaluar atributos sensoriales de muestras de una bebida fortificada.	64
Anexo 12: Resultado del análisis microbiológico de <i>Salmonella ssp.</i> en la bebida fortificada en polvo.	65
Anexo 13: Resultado del análisis microbiológico de RAT, Coliformes totales, <i>E. Coli</i> , Hongos y Levaduras en la bebida fortificada en polvo.....	66
Anexo 14: Datos originales del análisis en triplicado de pH y grados Brix en muestras de la bebida fortificada en polvo.	67
Anexo 15: Datos originales del análisis en triplicado de Aw en muestras de la bebida fortificada en polvo.	67
Anexo 16: Datos originales del análisis en triplicado de humedad en muestras de la bebida fortificada en polvo.	67
Anexo 17: Datos originales del análisis en triplicado de grasa en muestras de la bebida fortificada en polvo.	67
Anexo 18: Datos originales del análisis en triplicado de proteína en muestras de la bebida fortificada en polvo.	67

Anexo 19: Datos originales del análisis en triplicado de ceniza en muestras de la bebida fortificada en polvo.	68
Anexo 20: Datos originales del análisis en triplicado de viscosidad en muestras de la bebida fortificada en polvo.	68
Anexo 21: Datos originales del análisis granulométrico en triplicado de muestras de la bebida fortificada en polvo.	68
Anexo 22: Datos originales del análisis de colorimetría en triplicado en muestras de la bebida fortificada en polvo	68
Anexo 23: Datos originales del análisis de colorimetría en triplicado en muestras de la bebida fortificada hidratada (20g en 250mL de agua potable)	68
Anexo 24: Datos originales del análisis granulométrico en triplicado de muestras de la bebida fortificada en polvo.	69
Anexo 25: Informe de resultados del análisis de degradación de vitamina A ($\mu\text{g}/100\text{g}$) en la bebida fortificada en polvo.	69
Anexo 26: Datos originales para el cálculo del orden de reacción y la constante de velocidad.	69
Anexo 27: Gráfico del $1/T$ vrs. Logaritmo de K para la determinación de la constante de velocidad K.	70
Anexo 28: Calculo de la constante de velocidad a 25°C para una bebida fortificada en polvo utilizando la ecuación de Arrhenius.....	70
Anexo 29: Degradación del porcentaje de vitamina A usando la ecuación de Arrhenius a través del tiempo	70
Anexo 30: Datos nutricionales para cada ingrediente de la formulación utilizando las tablas de alimentos del INCAP	71
Anexo 31: Valores diarios de referencia nutricional según la FAO/OMS.	72

RESUMEN

El objetivo principal del presente estudio fue el desarrollo de una bebida fortificada en polvo utilizando huevo de gallina (*Gallus gallus*), dado que el huevo es una fuente de proteína de calidad, es decir posee una mayor cantidad de aminoácidos esenciales respecto a otras; para madres en etapa de gestación y lactancia y niños en edad escolar. Se estableció una fórmula que cumpliera con los requisitos del cliente, la cual aporta energía, proteína, vitaminas y minerales, cumpliendo y excediendo los requisitos que se establecen en el RTCA 67.01.60.10 Etiquetado Nutricional de Productos Alimenticios Preenvasados para consumo humano para la población a partir de 3 años; para que un alimento pueda denominarse como “fuente, adicionado, enriquecido, fortificado”. La aceptación de la bebida fortificada a través de una escala hedónica de 9 puntos fue de 6.77 puntos, siendo 6 el valor de aceptación establecido previamente. El recuento microbiológico de aerobios mesófilos totales, *Salmonella spp.*, *E. Coli* y hongos y levaduras se encontraron dentro de los límites establecidos según las normas consultadas (RTCA 67.04:50:17 y COGUANOR NGO 34 – 214), asimismo, la bebida fortificada en polvo presento una actividad de agua de 0.602, la cual es menor a 0.800, por tanto, la fórmula es estable e inocua microbiológicamente. El estudio de vida útil a través de un método de cinética de reacción acelerado, evaluando la degradación de vitamina A, indicó que el producto llega al final de su vida útil en un período de 180 días (6 meses) según el porcentaje de vitamina A que se reporta en la etiqueta nutricional del producto. Se concluye que la bebida fortificada en polvo utilizando huevo de gallina (*Gallus gallus*), representa una alternativa de bajo costo para complementar las carencias en los estados nutricionales generados por dietas deficientes en la población guatemalteca, dado su aporte nutricional, aceptabilidad, facilidad de preparación y estabilidad durante el almacenamiento.

I. INTRODUCCIÓN

La situación alimentaria a nivel mundial es alarmante, la población que sufre de hambre e inseguridad alimentaria ha incrementado en los últimos años. Ante la pandemia generada por el COVID-19, la situación alimentaria empeoró y se estima aproximadamente un 12% más de la población mundial se vio afectada. La población afectada por la malnutrición muestra retraso en el crecimiento y desarrollo cognitivo, lo cual se ve reflejado en trastornos del aprendizaje. Se estima que el costo de la desnutrición y las deficiencias de micronutrientes en las etapas de gestación y crecimiento de la población infantil se aproxima al 2 – 3% del PIB mundial, derivado del impacto que genera en el desarrollo humano y económico de la población.

El uso de bebidas fortificadas en Guatemala ha dado resultados positivos, al ser productos de alto valor proteico, mejora el estado nutricional de los individuos. Sin embargo, todos los productos disponibles en el mercado utilizan proteína de origen vegetal, por tanto, la formulación de un producto que utilice proteína de origen animal mejorará su calidad y tendrá una mejor asimilación en el organismo, ya que contiene una mayor cantidad de aminoácidos esenciales.

El uso del huevo en bebidas fortificadas ha sido limitado en los últimos años, debido a que eliminar su sabor característico es un reto, no obstante, su aporte nutricional lo convierte en una excelente fuente de proteína, vitaminas y minerales; por ello, ha sido utilizado en algunas formulaciones de suplementos para deportistas.

Por otro lado, según el MINECO en el año 2017, la producción de huevo en Guatemala fue de aproximadamente 5.4 mil millones de huevo; y se espera que aumente en los años siguientes. Tomando en cuenta que el consumo per cápita de huevo de los guatemaltecos es de 323.1, se calcula habrá una sobreproducción en los años venideros. Por tanto, el procesamiento de huevo para la creación de un producto con valor agregado es de suma importancia para mejorar la rentabilidad de la industria avícola.

En el siguiente trabajo se detallan los objetivos, justificación, metodología de desarrollo, análisis fisicoquímicos, estudio de vida útil, costo primo y proceso de producción a escala industria para una bebida fortificada en polvo utilizando huevo de gallina (*Gallus gallus*), para madres y niños en edad escolar. También se presenta una revisión bibliográfica con la información necesaria para el desarrollo del producto.

II. ANTECEDENTES

A. Estado nutricional y alimentario a nivel global

La situación alimentaria a nivel mundial es preocupante, la malnutrición en todas sus formas representa un reto importante para el Objetivo de Desarrollo Sostenible 2 (hambre cero) de las Naciones Unidas. La población que sufre hambre e inseguridad alimentaria no está disminuyendo y en los últimos años ha ido incrementando (FAO, 2019).

Antes de la pandemia generada por el COVID-19, la situación alimentaria no tenía un camino claro para reducir y aniquilar las formas de hambre y malnutrición. Durante el año 2020 aproximadamente el 12% de la población mundial se vio afectada por la inseguridad alimentaria, teniendo un aumento de más de 148 millones de personas respecto al año anterior (FAO, 2021).

La población afectada por la malnutrición presenta un retraso en el crecimiento, trastornos en el aprendizaje y desarrollo cognitivo, una menor resistencia ante las enfermedades y son menos capaces de recuperarse de éstas, algunas de estas son enfermedades no transmisibles como la anemia, obesidad y diabetes. En estas circunstancias la población no puede alcanzar su pleno potencial, afectando sus oportunidades futuras y continuando así el ciclo de la pobreza de generación en generación. El costo de la desnutrición y las deficiencias de micronutrientes en las etapas de gestación y crecimiento de la población infantil se aproxima al 2 y 3 % del PIB mundial debido al impacto que genera en el desarrollo humano y económico de la población (FAO, 2021).

B. Incidencia de los programas y políticas de alimentación en el estado nutricional.

Centroamérica sigue siendo una región que cuenta con grandes contradicciones que afectan al desarrollo de su población. Sigue siendo una región donde la malnutrición y el hambre persisten, por lo que las políticas y programas de intervención deben reforzarse para el logro de los objetivos nacionales y regionales

1. Programas y políticas guatemaltecas

Guatemala es uno de los países de Centroamérica con el mayor porcentaje de población que vive subalimentada y en inseguridad nutricional alimentaria, problemática que se concentra en la población rural e indígena, incrementando el riesgo de mortalidad e influyendo en las capacidad productivas de la población (Barreto et al., 2020).

El Plan Nacional de Desarrollo de Guatemala “K’atun: Nuestra Guatemala 2032” fue aprobado en el 2014, estableciendo las prioridades nacionales y la posterior elaboración de políticas y estrategias para trabajar en los Objetivos de Desarrollo Sostenible. En el 2017 se presentó el primer informe, teniendo pequeños avances en temas de empleo, educación y transparencia; sin embargo, no se informó sobre el ODS 2 (hambre cero), fue hasta el año 2019 en donde se reconocieron los escasos progresos realizados en relación con la eliminación del hambre en Guatemala (Barreto et al., 2020).

2. Planes nacionales

El actual gobierno reconoció a la malnutrición e inseguridad alimentaria como uno de los mayores desafíos que afronta Guatemala, por tal razón, en 2020 se implementó el plan de accionado denominado “Gran Cruzada Nacional por la Nutrición” buscando reducir las formas de malnutrición existentes en el país; siendo apoyados por el Programa Mundial de Alimento (PAM) de las Naciones Unidas (Barreto et al., 2020).

C. Uso de bebidas fortificadas en Guatemala

El desarrollo de bebidas fortificadas se centra en brindar un alimento de alto valor nutricional que pueda cubrir con las necesidades del consumidor. En Guatemala el Instituto de Nutrición de Centroamérica y Panamá (INCAP), en la década de los setenta, desarrollo la “Incaparina”, un producto de alto valor proteico – energético que fue utilizando principalmente para mejora el estado nutricional de niños desnutridos, dado los resultados positivos, la formula fue comprada y llevada a una producción industrial para su posterior venta en el mercado guatemalteco.

Por otro lado, en el año 2016 como parte de un trabajo de investigación en colaboración con The Mathile Institute for the Advancement of Human Nutrition se evaluó el efecto de una bebida fortificada con 21 micronutrientes denominada “chispuditos”, la cual cumple con el requerimiento proteico diario recomendado por el

INCAP, el suministro de chispuditos tuvo un efecto positivo en la reducción de la desnutrición crónica de los niños evaluados (Palacios et al., 2017).

El actual gobierno ha distribuido la bebida “Chispuditos” desde mediados de 2020 en el corredor seco del país como parte de las acciones para bajar los niveles de desnutrición en el oriente de Guatemala. Asimismo, “Chispuditos” ha empezado a comercializarse en el país por medio de tiendas en línea y a través de los catálogos de la marca “Scentia” con el fin de ayudar a niños en su desarrollo y crecimiento.

1. Atoles

La palabra atole viene del náhuatl *atolli* “aguado”, de *atl* agua y *tol*, su diminutivo. Conocido como atol, una bebida de origen prehispánico consumida sobre todo en Centroamérica y México (Boteo, 2018).

En su forma tradicional, un atol, es una mezcla de algún tipo de cereal cocido en agua, en una proporción adecuada para generar una leve viscosidad. Es elaborado temperaturas entre 80 – 90 °C hasta obtener la consistencia deseada (Boteo, 2018).

Hoy en día, los atoles se han convertido en una bebida de consumo masivo, no importando la posición socioeconómica. En Guatemala se consume una gran variedad de atoles, particularmente en el interior del país, donde la mayoría son preparados a partir de mezclas de origen vegetal. La primera bebida tipo atol fortificado con vitaminas y minerales, es la Incaparina, mencionada anteriormente y desarrollada por el INCAP (Boteo, 2018).

2. Bebidas fortificadas utilizando los valores nutricionales del huevo

El uso de huevo en bebidas fortificadas es limitado puesto que eliminar su sabor característico es un reto. Sin embargo, el aporte nutricional del huevo lo convierte en una excelente opción como fuente de proteína, vitaminas y minerales para una dieta saludable.

En la Universidad de Salta, Argentina se desarrolló un suplemento alimentario para deportistas en polvo a base de harina de maíz, harina de soya y albúmina de huevo liofilizada, este producto fue comparado con un producto comercial del a misma categoría obteniendo un menor contenido de proteína respecto al suplemento comercial, pero en términos sensoriales el suplemento formulado obtuvo una mejor aceptación (del Castillo et al., 1999).

Asimismo, en la Escuela de Negocios ESAN de Lima, Perú, se desarrolló una bebida instantánea saborizada a base de leche enriquecida con albúmina de huevo, estableciendo dos sabores (vainilla y chocolate), a través del análisis proximal se determinó que la bebida tenía un aporte de proteína a la dieta diaria del 15.8% del

valor nutricional requerido, siendo una buena opción para incluirse en la dieta del consumidor (Moncada et al., 2019).

Por otro lado, una bebida muy popular en los Estados Unidos de Norteamérica es el “eggnog” o ponche de huevo, una bebida a base de leche, azúcar y huevo. Generalmente es consumida fría, pero en ciertos casos, se calienta.

D. Estado nutricional

Es la condición física que presenta un individuo con relación a los nutrientes de su dieta alimentaria, hace referencia a la disponibilidad y utilización de energía y nutrientes a nivel celular. El estado nutricional puede expresarse a través del crecimiento, utilizando la antropometría que se basa en las medidas de peso, talla, masa y perímetros corporales. Otro de los métodos para evaluar el estado nutricional es a través de parámetros inmunológicos, realizando recuento total de linfocitos, recuento de linfocitos T, reacciones cutáneas, determinación de inmunoglobulinas, entre otras (FAO, 2021; Gimeno, 2003).

El estado nutricional de una personas o conjunto dependerá de una serie de factores que se relacionan entre sí y conforman tres pilares nutricionales siendo estos la disponibilidad de alimentos, el consumo de alimentos y la utilización biológica de los alimentos (Herrera, 2003).

La disponibilidad de alimentos es el suministro adecuado de alimentos a escala nacional, regional o local. Las fuentes de suministro pueden ser la producción comercial o personal, importancia y reservas de alimentos

El consumo de alimentos está influido por las creencias, percepciones y conocimientos relacionados a la alimentación y nutrición, asimismo, es dependiente del acceso económico según los niveles de ingreso

La utilización biológica de los alimentos dependerá del estado del cuerpo del individuo y su capacidad para aprovecha los nutrientes que consume. A su vez, el utilización biológica dependerá de factores como el acceso a los servicios de salud y servicios básicos como agua potable, buenas prácticas de higiene, elaboración, preservación y manipulación de alimentos.

1. Déficit de macronutrientes en la población guatemalteca

En Guatemala el déficit proteico energético se ve con mayor frecuencia en niños menores de 2 a 3 años, debido a que su crecimiento requiere de un mayor porcentaje de nutrientes que no son suministrados por su alimentación diaria. El alimentarse inadecuadamente por un largo período de tiempo da origen a diferentes enfermedades como el retraso de crecimiento, anemia, edemas y marasmo (Mazariegos et al., 2016).

En el círculo vicioso de la desnutrición, se tienen varios factores, uno de ellos son las madres que al quedar embarazadas también sufren de un déficit proteico energético, el cual aumenta con los requerimientos nutricionales de la etapa de gestación y da como resultado un aumento de tasa de mortalidad neonatal. En Guatemala la tasa de mortalidad neonatal es de 15 por cada 1,000 nacidos, lo cual representa el 60% de las defunciones en los menores de 1 año de vida y el 36% de la mortalidad en los menores de 5 años (Popkin et al., 2019).

2. Déficit de micronutrientes en la población guatemalteca

Las vitaminas y minerales son fundamentales para la salud humano. Sin embargo, la capacidad del organismo humano para absorber estos nutrientes depende de múltiples factores, como el tipo de alimentos que se consume, lo que se conoce como biodisponibilidad de nutrientes.

a. Hierro

Una de las mayores deficiencias que sufren las madres lactantes y sus bebés en Guatemala es el hierro, derivado de la poca ingesta de productos de origen animal, se estima que el 50% de las anemias diagnosticadas en el país se derivan de la falta de hierro. La deficiencia de este micronutriente se asocia principalmente a efectos negativos en el desarrollo de cognitivo e inmune de los individuos (Mazariegos et al., 2016).

b. Zinc

A través de una evaluación de la estimación de la densidad de micronutrientes en la población guatemalteca, se muestra que más del 60% de los hogares no alcanzan a cubrir el 70% de las recomendaciones dietéticas diarias de zinc, siendo este un nutriente clave en las etapas de crecimiento y desarrollo del sistema inmune en los infantes (Mazariegos et al., 2016).

c. Vitamina B12

Se estima que el 67% de los hogares del área rural y el 35% de los hogares del área urbana presentan deficiencia de vitamina B12 por la poca ingesta de productos de origen animal como carnes, lácteos y huevo. La deficiencia de esta vitamina genera un bajo crecimiento, anemia y problemas neurológicos (Mazariegos et al., 2016).

d. Vitamina D

En Guatemala el 46% de la población adulta carece de vitamina D, una vitamina de gran importancia por sus funciones reguladoras, además de promover la retención de calcio en el organismo (Mazariegos et al., 2016).

e. Ácido Fólico

En Guatemala la mayor fuente de folatos proviene de las leguminosas, particularmente del frijol. Sin embargo, se estima que la mayoría de los hogares pobres no cumplen con los requerimientos de ácido fólico. En mujeres embarazadas, un estado inadecuado de folatos se asocia a enfermedades como la preeclampsia,

abortos espontáneos, mortalidad, partos prematuros y bajo peso al nacer (Mazariegos et al., 2016).

f. Vitamina A

La deficiencia de vitamina A en Guatemala ha sido reducida y parcialmente eliminada, sin embargo, existen algunos segmentos de la población como los infantes entre 0 – 24 meses que pueden no llegar a recibir las cantidades recomendadas de vitamina A (Mazariegos et al., 2016).

E. La doble carga nutricional

Actualmente, tanto la desnutrición como la malnutrición están ligadas a una amplia franja de niños que padecen de un retraso en su crecimiento como de niños que padecen de “hambre oculta”, por la carencia de vitaminas y minerales esenciales, así como del creciente número de niños y jóvenes con problemas de sobrepeso y obesidad (UNICEF, 2019).

1. Malnutrición

Es provocada por un desequilibrio en la alimentación, generado tanto si se tiene una escasez como si se tiene un exceso de ciertos nutrientes o alimentos, limitando el potencial de toda una generación, debido a que afecta tanto al desarrollo cognitivo como físico de los niños (Cuéllar, 2019).

2. Desnutrición

Es un estado patológico resultante de una dieta deficiente o un mal aprovechamiento biológico de nutrientes, derivado de la poca o nula alimentación. El efecto más grande de la desnutrición en infantes menores de cinco años es el aumento del riesgo de muerte (Cuéllar, 2019).

3. La obesidad y sobre peso

Son estados provocados por una acumulación desmedida de grasa, que puede ser perjudicial para la salud derivada de un desequilibrio entre el gasto energético y la ingesta de alimentos (Popkin et al., 2019).

4. Situación en Guatemala

Guatemala, es un país situado entre dos fallas geológicas y cuenta con cuatro volcanes activos. Es el decimosexto país más afectado por los fenómenos climáticos ocurridos entre 1999 y 2018 y es el octavo más expuesto y sensible a los peligros naturales, dando lugar a alteraciones periódicas de su desarrollo económico y social. Además, en el 2020 el país sufrió graves consecuencias por los efectos de la pandemia causada por el coronavirus (COVID – 19), aumentando la pobreza y la inseguridad alimentaria en general (Barreto & Melo, 2020).

Asimismo, el país ocupa el lugar 126 en el Índice de Desarrollo Humano de 2019, manteniendo una tasa de pobreza y desigualdad elevada, las cuales están íntimamente relacionadas con la inseguridad alimentaria y malnutrición. Según el índice global del hambre, el nivel de hambre de Guatemala es considerado “grave”, puesto que uno de cada dos niños o niñas menores de cinco años presentan retraso en el crecimiento y en poblaciones indígenas rurales, la tasa asciende hasta ocho de cada diez (Barreto & Melo, 2020).

Con una tasa del 46.7%, Guatemala ocupa el sexto lugar del mundo en la prevalencia de retraso de crecimiento de niños menores de 5 años, en algunos departamentos la tasa aumenta al 70% y un dramático 90% en algunos municipios marginados del país; siendo las poblaciones indígenas y rurales las que presentan las mayores tasas (Barreto & Melo, 2020).

Las prácticas de cuidado de neonatales y niños son inadecuados, la ingesta diaria y el estado nutricional de las madres es deficiente antes, durante y después del embarazo, particularmente en las madres adolescentes, dando continuación al círculo vicioso de malnutrición que tiende a establecerse de generación en generación, debido a que las madres que sufren desnutrición proteico energética y de micronutrientes, presentan una mayor carga de infecciones, hijos de bajo peso al nacer, retraso en el crecimiento, bajo desarrollo cognitivo y limitaciones en el rendimiento escolar. Aproximadamente el 34% de niños, el 15% de mujeres embarazadas y el 32% de las mujeres no gestantes sufren de anemia (Barreto & Melo, 2020).

Para erradicar el ciclo vicioso de la malnutrición, se han creado diferentes estrategias, entre ellas, la ventana de los 1,000 días entre el embarazo y el segundo año de vida, puesto que ese período de tiempo es vital para el desarrollo físico, cognitivo y para la productividad futura de los niños. Los efectos de la malnutrición durante este período de tiempo pueden llegar a ser irreversibles, por lo que el mantenimiento de una alimentación saludable durante este tiempo es crucial (UNICEF, 2019).

III. JUSTIFICACIÓN

Guatemala es uno de los países con mayor prevalencia de doble carga nutricional a nivel global, asimismo, es el segundo país a nivel mundial y el primer país de Latinoamérica con los mayores índices de desnutrición crónica. Considerando lo anterior, indudablemente el estado nutricional es una desventaja para nuestra población (Barreto & Melo, 2020).

El país cuenta con una tasa del 46.7% de retraso en el crecimiento de niños menores de 5 años, llegando al 70% en ciertos departamentos y teniendo mayor incidencia en las poblaciones rurales e indígenas. Asimismo, al menos el 34% de niños, 15% de mujeres gestantes y el 32% de mujeres no gestantes sufren de anemia; derivado de las deficiencias de hierro y otros minerales, afectando su productividad a lo largo de toda su vida. La ingesta diaria y el estado nutricional de las madres es deficiente antes, durante y después del embarazo, dando continuación al círculo vicioso de la malnutrición, que se establece de generación en generación por una mala alimentación durante la ventana de los 1,000 días (Barreto & Melo, 2020).

Dado que las madres e infantes necesitan mejorar su estado nutricional a través de una ingesta adecuada de macro y micronutrientes, para desarrollarse de forma adecuada, con el fin de evitar problemas en su crecimiento y capacidades cognitivas, la creación de una bebida fortificada en polvo aprovechando las propiedades nutricionales del huevo, de rápida y fácil elaboración, es una alternativa para coadyuvar en los problemas nutricionales que atraviesa la población.

El huevo representa una fuente de alimento económica y de fácil acceso para la mayoría de la población. Es de alto valor biológico, pues aporta proteína animal, vitaminas (A,B, D y E), hierro, calcio, selenio y yodo; asimismo, contiene colina, un nutriente utilizado por el cerebro y el sistema nervioso para regular la memoria, control muscular y formación de membranas celulares (Ulloa et al., 2021).

Por otra parte, según datos disponibles del MINECO, en el 2017 Guatemala tuvo una producción de aproximadamente 5.4 mil millones de huevos y para ese mismo año se tuvo un consumo per cápita de 323.1 huevos, con lo que se espera una sobreproducción en los años siguientes. Tomando en cuenta lo anterior el procesamiento de este saldo de huevos es de suma importancia para evitar el desperdicio (MINECO, 2019).

En este caso, la creación de una bebida fortificada que utilice el huevo en polvo en su formulación puede hacer uso de los huevos que no cumplan con los requisitos

de calidad, en cuanto a tamaño y peso, requeridos para la venta por cartón; mejorando la rentabilidad de la producción de huevo a través de un producto con valor agregado.

Asimismo, la creación de esta bebida fortificada en combinación con los valores nutricionales del huevo a un costo accesible sería una opción para afrontar la situación actual de Guatemala en términos nutricionales y llenar esos vacíos que no han podido tratarse en los últimos años

IV. OBJETIVOS

A. General

- Desarrollar una bebida fortificada en polvo utilizando huevo de gallina (*Gallus gallus*), para madres y niños en edad escolar.

B. Específicos

- Formular una bebida fortificada utilizando huevo de gallina en polvo y validar sus características a través de pruebas sensoriales, nutricionales y fisicoquímicas.
- Diseñar el proceso de producción a escala industrial de una bebida fortificada en polvo utilizando huevo de gallina en polvo y elaborar el diagrama de ingeniería.
- Determinar el costo unitario de la bebida fortificada utilizando huevo de gallina en polvo, evaluando los costos de materias primas, proceso y empaque.
- Determinar la vida útil de una bebida fortificada utilizando huevo de gallina en polvo utilizando cinética de reacción.

V. MARCO TEÓRICO

A. Requerimientos y recomendaciones nutricionales diarias

El requerimiento nutricional diario se define como la cantidad de nutrientes necesarios para el correcto funcionamiento del organismo humano y es expresado como valores adecuados para el promedio de un grupo poblacional.

Por otro lado, las recomendaciones nutricionales diarias son los valores que deben estar presentes en los alimentos para cumplir con los requerimientos diarios y siempre se encuentran por encima de los requerimientos con el fin asegurar la satisfacción de las necesidades de toda la población (Triana, 2004).

Los nutrientes son sustancias químicas contenidas en los alimentos que el cuerpo humano metaboliza transformándolos en energía y material celular; es decir proveen material energético para todas las funciones del organismo, proveen sustancias para la formación de tejidos y regulan las reacciones químicas del organismo (Martínez & Pedrón, 2016).

1. Energía

La energía alimentaria es el “combustible” que utiliza el cuerpo humano para realizar sus funciones vitales como la respiración, circulación, síntesis de tejidos y actividad celular.

Según Bahamonde (2009), el organismo distribuye el consumo de energía de la siguiente forma: el 60% para el metabolismo basal, 30% para la actividad física y 10% para los procesos de absorción de nutrientes y digestión.

El balance energético de un individuo depende de su gasto energético y de la ingesta diaria, por esto, al darse un desequilibrio se produce un aumento o disminución del peso corporal. La deficiencia de energía generalmente se asocia con la deficiencia de proteínas, constituyendo la forma más frecuente de desnutrición (Bahamonde, 2009).

2. Macronutrientes

Los macronutrientes son las sustancias que proporcionan energía para el funcionamiento del organismo, asimismo, son los que ocupan mayor proporción en los alimentos y se clasifican en:

a. Proteínas

Las proteínas constituyen, junto a los ácidos nucleicos, las moléculas de información en los seres vivos; son sustancias orgánicas esenciales para el crecimiento, reparación de tejidos y funcionamiento de todas las células del organismo. Éstas están formadas por unidades básicas, denominadas *aminoácidos*, se podría decir que son los “ladrillos” que al unirse forman las proteínas (Merí, 2005).

Para la formación de un tipo de proteína, los aminoácidos se encadenan siguiendo un orden específico genéticamente. Al ingerir alimentos, el sistema digestivo descompone las proteínas en los aminoácidos que la forman para su posterior uso. Existen veintidós tipos de aminoácidos divididos en dos categorías, los *esenciales* que se deben ingerir en la dieta porque el organismo no los puede sintetizar; y los *no esenciales* que el organismo puede sintetizar.

Las proteínas disponibles en los alimentos se pueden clasificar en proteínas de alta o baja calidad, lo cual dependerá de la cantidad de aminoácidos que contengan y el grado de asimilación del alimento. Una proteína será de mejor calidad cuando posea una mayor cantidad de aminoácidos esenciales y cuando mejor se digiera y se aproveche. Entre las proteínas de mayor calidad encontramos la presente en la clara de huevo, carnes rojas, pescado y lácteos; asimismo, se encuentra proteína de alta calidad en las legumbres y derivados de la soya.

Las cantidades diarias de proteína dependen de las características del individuo y se determinan por las necesidades de nitrógeno total y de aminoácidos esenciales, utilizados en integridad de tejidos y funcionamiento del organismo, el caso de los niños de 7 – 10 años, se recomienda una ingesta diaria de 27 gramos.

b. Carbohidratos

Los carbohidratos o azúcares son moléculas formados por unidades más pequeñas denominadas monosacáridos. Los más comunes son la glucosa, fructosa y galactosa; estos pueden unirse formando disacáridos o polisacáridos como la sacarosa y el glucógeno (Merí, 2005).

La principal función de los carbohidratos es la producción de energía, por ejemplo, la glucosa es el carbohidrato usado exclusivamente por el sistema nervioso central como fuente de energía. Cada gramo de carbohidratos produce 4kcal y los valores normales que se deben consumir se encuentran entre el 55 – 70% del total de calorías diarias (Garzón, 2016; Merí, 2005).

Se recomienda que posterior a la infancia, la energía total de la dieta provenga del 10 – 14% de proteínas, 20 – 25% de las grasas y el resto se derive de los carbohidratos, es decir, se tenga un consumo de 300 a 350 gramos diarios de carbohidratos en un individuo que consuma 2,000 kcal/día (Herrera, 2003).

c. Lípidos

Los lípidos son un diverso grupo de sustancias con ciertas características en común, aportan energía al organismo y son imprescindibles para otras funciones como la absorción de vitaminas liposolubles, síntesis de hormonas y material aislante. Como se mencionó anteriormente el consumo de lípidos debe representar el 20 – 25% del total de la dieta diaria, siendo aproximadamente 60 – 70g para una dieta de 2,000 kcal/día, dado que cada gramo produce 9kcal (Merí, 2005).

Las unidades básicas de los lípidos son los ácidos grasos, los cuales se dividen en saturados e insaturados, ambos tienen efectos diferentes en el organismo; la ingesta elevada de ácidos grasos saturados se relaciona con patologías obstructivas vasculares y el exceso de ácidos grasos poliinsaturados aumenta los requerimientos de vitamina E en el organismo (Bahamonde, 2009; Garzón, 2016; Herrera, 2003).

3. Micronutrientes

Los micronutrientes son sustancias que no aportan energía, pero son esenciales para el funcionamiento del organismo, están presentes en bajas proporciones en los alimentos y cumplen una serie de funciones metabólicas y fisiológicas, como ser cofactores enzimáticos; se clasifican en los siguientes grupos:

a. Vitaminas

Las son sustancias de origen orgánico indispensables en los procesos metabólicos del organismo humano, no aportan energía pero sin ellas no es posible aprovechar elementos energéticos suministrados por el organismo. Son comúnmente utilizadas como coenzimas y si bien son esenciales para la salud y la carencia de alguna de ellas provoca enfermedades, el consumo en exceso puede generar efectos perjudiciales (Bahamonde, 2009; Garzón, 2016; Merí, 2005)

Las vitaminas se dividen en dos grupos: las hidrosolubles (grupo B y C) y las liposolubles (A, E, D y K). Las primeras son solubles en agua y son utilizadas en las reacciones de formación de tejidos y energía sobre la base de los macronutrientes, no se almacenan y su vida es corta en el organismo, siendo eliminadas por la orina cuando han cumplido su función, por ello deben ser ingeridas diariamente. Por otro lado, las vitaminas liposolubles se almacenan en el organismo y deben ingerirse a través de los alimentos (Bahamonde, 2009; Merí, 2005).

b. Minerales y oligoelementos

Los minerales son componentes inorgánicos que se cumplen un papel importante en el organismo, son necesarios para la formación de tejidos, síntesis de hormonas y la mayoría de las reacciones químicas donde actúan las enzimas. Los oligoelementos son micronutrientes que se necesitan en una mínima cantidad, pero son esenciales para que puedan desarrollarse correctamente las funciones metabólicas (Herrera, 2003; Merí, 2005).

Los principales minerales en cuanto a importancia nutricional para el organismo humano son el calcio, hierro, yodo, flúor y zinc. En poblaciones con dietas anormales suelen aparecer deficiencias de minerales, las cuales están asociadas naturalmente a otras deficiencias más importantes como la de proteínas (Garzón, 2016; Herrera, 2003).

4. Micronutrientes de importancia para la población guatemalteca

En Guatemala existe una serie de micronutrientes de mayor importancia, esto derivado de las diferentes deficiencias encontradas en la población. A continuación, se muestra la mayoría de las vitaminas y minerales que presentan deficiencia en el país:

a. Vitamina B1

La vitamina B1 o tiamina, proviene principalmente de cereales, carne y pescado. Ayuda a convertir los alimentos en energía a través de una serie de reacciones químicas, es importante en el crecimiento y desarrollo de funciones del organismo humano (Garzón, 2016; NIH, 2016).

Las cantidades de vitamina B1 que un individuo necesita, dependerán de la edad, género y su tipo de dieta. Las cantidades diarias recomendadas se muestran en el siguiente cuadro

Cuadro 1: Recomendaciones dietéticas diarias de vitamina B1 para diferentes edades.

Etapas de la vida	Cantidad recomendada (mg)
Niños de 1 a 3 años	0.5
Niños de 4 a 8 años	0.6
Niños de 9 a 13 años	0.9
Adolescentes de 14 a 18 años	1.2
Adultos	1.2
Mujeres y adolescentes embarazadas	1.4
Mujeres y adolescentes en lactancia	1.4

Fuente: (FDA, 2020; NIH, 2016).

b. Vitamina B3

La vitamina B3 o niacina, referente del ácido nicotínico, es un nutriente que ayuda al organismo a convertir los alimentos en glucosa con el fin de mejorar la producción de energía. Asimismo, contribuye a la función normal del sistema nervioso y la función psicológica normal (Bahamonde, 2009; NIH, 2021).

La cantidad de vitamina B3 que un individuo necesita por día dependerá de su edad y género. En el siguiente cuadro se muestran las cantidades diarias recomendadas en miligramos.

Cuadro 2: Recomendaciones dietéticas diarias de vitamina B3 para diferentes edades

Etapas de la vida	Cantidad recomendada (mg)
Niños de 1 a 3 años	6
Niños de 4 a 8 años	8
Niños de 9 a 13 años	12
Adolescentes de 14 a 18 años (hombres)	16
Adolescentes de 14 a 18 años (mujeres)	14
Adultos (hombres)	16
Adultos (mujeres)	14
Mujeres y adolescentes embarazadas	18
Mujeres y adolescentes en lactancia	17

Fuente: (FDA, 2020; NIH, 2021).

c. Vitamina B6

La vitamina B6 o piridoxina es una vitamina que se encuentra naturalmente en una variedad de alimentos. Es esencial para el funcionamiento de enzimas e influye en el desarrollo cerebral durante el embarazo y la infancia (Garzón, 2016; NIH, 2019).

La cantidad de vitamina B6 que un individuo necesita, dependerá directamente de la edad, género y el tipo de dieta. Las cantidades diarias recomendadas se muestran en el siguiente cuadro.

Cuadro 3: Recomendaciones dietéticas diarias de vitamina B6 para diferentes edades

Etapas de la vida	Cantidad recomendada (mg)
Niños de 1 a 3 años	0.5
Niños de 4 a 8 años	0.6
Niños de 9 a 13 años	1.0
Adolescentes de 14 a 18 años (hombres)	1.3
Adolescentes de 14 a 18 años (mujeres)	1.2
Adultos (hombres)	1.7
Adultos (mujeres)	1.5
Mujeres y adolescentes embarazadas	1.9
Mujeres y adolescentes en lactancia	2.0

Fuente: (FDA, 2020; NIH, 2019).

d. Vitamina B12

La vitamina B12 o cobalamina, se encuentra solamente en alimentos de origen animal, es importante para el metabolismo, para la formación de glóbulos rojos en la sangre y el mantenimiento del sistema nervioso central. Las consecuencias de una carencia son retardo en el crecimiento, anemia megaloblástica, manifestaciones neurológicas y alteraciones de las funciones cognitivas, motoras y sensoriales (Bahamonde, 2009; Garzón, 2016; Mazariegos et al., 2016).

Las cantidades de vitamina B12 que un individuo necesita dependerán directamente de la edad y su tipo de dieta. Las cantidades diarias recomendadas se muestran en el siguiente cuadro en microgramos.

Cuadro 4: Recomendaciones dietéticas diarias de vitamina B12 para diferentes edades

Etapas de la vida	Cantidad recomendada (mcg)
Niños de 1 a 3 años	0.9
Niños de 4 a 8 años	1.2
Niños de 9 a 13 años	1.8
Adolescentes de 14 a 16 años y Adultos	2.4
Mujeres y adolescentes embarazadas	2.6
Mujeres y adolescentes en lactancia	2.8

Fuente: (FDA, 2020; NIH, 2021).

e. Vitamina D

La vitamina D es una compleja prohormona con innumerables acciones en los sistemas fisiológicos, es fundamental para la absorción del calcio y fósforo, además se ha encontrado que tiene funciones en el sistema endocrino y paracrino. El cuerpo humano puede sintetizarla a través de la exposición a los rayos solares por una conversión fotoquímica (Zuluaga et al., 2011).

La cantidad de vitamina D que un individuo necesitan dependerá principalmente de la edad, pero también de su exposición diaria al sol. A continuación, se muestran los valores diarios recomendados de consumo en microgramos.

Cuadro 5: Recomendaciones dietéticas diarias de vitamina D para diferentes edades

Etapas de la vida	Cantidad recomendada (mcg)
Niños de 1 a 3 años	15
Niños de 4 a 8 años	15
Niños de 9 a 13 años y Adolescentes	15
Adultos	20
Mujeres y adolescentes embarazadas	20
Mujeres y adolescentes en lactancia	15

Fuente:(FDA, 2020; NIH, 2021).

f. Vitamina A

La vitamina A también conocida como retinol, es una vitamina liposoluble de importancia por su acción en la respuesta inmunológica, diferenciación celular, mantenimiento de la conjuntiva del ojo y visión de la retina, asimismo, actúa en la elaboración de enzimas en el hígado y de hormonas sexuales. Está asociada a la reducción de la morbilidad y mortalidad infantil en poblaciones de países en desarrollo (Bahamonde, 2009; Mazariegos et al., 2016).

La cantidad de vitamina A que un individuo necesita por día dependerá de su edad. En el siguiente cuadro se muestran las cantidades diarias recomendadas en microgramos de equivalentes de actividad de retinol.

Cuadro 6: Recomendaciones dietéticas diarias de vitamina A para diferentes edades

Etapas de la vida	Cantidad recomendada (mcg)
Niños de 1 a 3 años	300
Niños de 4 a 8 años	400
Niños de 9 a 13 años	600
Adolescentes de 14 a 18 años y adultos	900
Mujeres y adolescentes embarazadas	1,200
Mujeres y adolescentes en lactancia	1,300

Fuente: (FDA, 2020; NIH, 2020).

g. Ácido fólico

El ácido fólico o vitamina B9 es indispensable en los procesos de multiplicación y división celular. En mujeres embarazadas, una deficiencia de folatos se asocia principalmente a la preeclampsia, abortos, partos prematuros y mortalidad; asimismo, se asocia a la anemia megaloblástica y sus síntomas como fatiga, debilitamiento y problemas respiratorios.

La cantidad de ácido fólico que un individuo necesita dependerá de la edad. A continuación, se muestran las cantidades diarias recomendadas en microgramos de equivalentes de folato.

Cuadro 7: Recomendaciones dietéticas diarias de ácido fólico para diferentes edades

Etapas de la vida	Cantidad recomendada (mcg)
Niños de 1 a 3 años	150
Niños de 4 a 8 años	200
Niños de 9 a 13 años	300
Adolescentes de 14 a 18 años y adultos	400
Mujeres y adolescentes embarazadas	600
Mujeres y adolescentes en lactancia	500

Fuente: (FDA, 2020; NIH, 2018).

h. Hierro

El hierro es esencial para el organismo, participa en una serie de procesos metabólicos que incluyen la fabricación de hemoglobina, transporte de oxígeno y síntesis de ADN, producción de hormonas y tejido conectivo; asimismo, es indispensable para la correcta utilización de las vitaminas del complejo B. Los trastornos generados por la carencia de hierro pueden generarse con o sin anemia, como un mal desarrollo cognitivo, inmunológico, mortalidad materna y perinatal; la anemia reduce la habilidad de aprender y se asocia con una baja productividad en la vida adulta (Bahamonde, 2009; Garzón, 2016; Mazariegos et al., 2016).

La cantidad de hierro diaria que necesita un individuo depende de la edad, sexo y tipo de dieta. A continuación, se muestran las cantidades diarias recomendadas en miligramos.

Cuadro 8: Recomendaciones diarias de Hierro para diferentes edades.

Etapas de la vida	Cantidad recomendada (mg)
Niños de 1 a 3 años	7
Niños de 4 a 8 años	10
Niños de 9 a 13 años	8
Adolescentes de 14 a 18 años (hombres)	11
Adolescentes de 14 a 18 años (mujeres)	15
Adultos (hombres)	8
Adultos (mujeres)	18
Mujeres y adolescentes embarazadas	27
Mujeres y adolescentes en lactancia	9

Fuente: (FDA, 2020; NIH, 2019).

i. Calcio

Es un mineral esencial para la formación y mantenimiento del sistema óseo, asimismo, es necesario para el buen funcionamiento muscular, ayuda en la transmisión del impulso nervioso, mejora la circulación de sangre a través de los vasos sanguíneos, produce permeabilidad de membranas celulares y activa sistemas enzimáticos (Bahamonde, 2009; Garzón, 2016; NIH, 2021).

La cantidad diaria de calcio necesaria dependerá de la edad y género del individuo. A continuación, se muestran las cantidades diarias recomendadas.

Cuadro 9: Recomendaciones dietéticas diarias de Calcio para diferentes edades

Etapas de la vida	Cantidad recomendada (mg)
Niños de 1 a 3 años	700
Niños de 4 a 8 años	1,000
Niños de 9 a 13 años	1,300
Adolescentes de 14 a 18 años (hombres)	1,300
Adolescentes de 14 a 18 años (mujeres)	1,300
Adultos (hombres)	1,000
Adultos (mujeres)	1,200
Mujeres y adolescentes embarazadas	1,300
Mujeres y adolescentes en lactancia	1,000

(FDA, 2020; NIH, 2021).

j. Zinc

El zinc es esencial por sus funciones en la división celular, crecimiento y sistema inmunológico. Más de 300 enzimas requieren del zinc como cofactor para las actividades óptimas del organismo, como la síntesis de ácidos nucleicos, metabolismo de proteínas, formación de insulina, desarrollo de huesos y órganos sexuales (Horton-Szar & Dominiczak, 2013; Mazariegos et al., 2016; NIH, 2021).

La cantidad de zinc que necesita un individuo dependerá de su edad y sexo. En el siguiente cuadro se muestran las cantidades diarias recomendadas en miligramos.

Cuadro 10: Recomendaciones diarias de Zinc para diferentes edades.

Etapas de la vida	Cantidad recomendada (mg)
Niños de 1 a 3 años	3
Niños de 4 a 8 años	5
Niños de 9 a 13 años	8
Adolescentes de 14 a 18 años (hombres)	11
Adolescentes de 14 a 18 años (mujeres)	9
Adultos (hombres)	11
Adultos (mujeres)	8
Mujeres y adolescentes embarazadas	11
Mujeres y adolescentes en lactancia	13

Fuente: (FDA, 2020; NIH, 2021).

B. Bebidas nutricionales

Las bebidas nutricionales son productos destinados a aumentar o completar las calorías y nutrientes de una dieta, contienen proteínas, carbohidratos, grasas, vitaminas y minerales añadidos (Fassett et al., 2019).

Están diseñadas para proporcionar determinados nutrientes cuando la ingesta de alimentos es inadecuada, ayudando a satisfacer las necesidades nutricionales diarias de un individuo (Fassett et al., 2019).

Son un agregado beneficioso para las dietas alimentarias, sin embargo, no se recomienda sustituir tiempos de comida por una bebida, es mejor consumirlas entre comidas para lograr cubrir todas las necesidades diarias (Fassett et al., 2019).

C. Huevo de gallina

En la naturaleza, el huevo tiene como finalidad perpetuación de la especie en los animales ovíparos. Las hembras de estos animales ponen sus huevos con poco o ningún desarrollo embrionario. Se conoce por huevo, al óvulo completamente evolucionado, fecundado o no, de la gallina (*Gallus gallus*), compuestos por una cáscara y sus membranas, siendo estas la yema y la clara (Cozano, 2003; Gallego et al., 2002).

Por otro lado, en términos alimentarios, se utiliza el denominado huevo fresco, el cual es un huevo que no ha sido sometido a ningún procedimiento de conservación a excepción de la refrigeración en un período no mayor a 30 días a una temperatura en un rango de 0 – 2°C. O bien se considera como huevo fresco, aquellos de máximo 7 días de puestos mantenidos a temperatura ambiente (Cozano, 2003).

1. Estructura del huevo

Una gallina ponedora produce un huevo cada 24 o 26 horas, el proceso de formación es complejo y lleva una serie de procesos desde la ovulación hasta la puesta del huevo (IEH, 2009).

La estructura del huevo por naturaleza está diseñada para proteger y mantener el embrión del que surgiría un pollito posterior a eclosión en caso de ser un huevo fecundado. El corte transversal de un huevo permite conocer su estructura, encontrando las diferentes partes que lo componen como la cáscara, la clara y la yema, separadas entre sí por membranas que mantienen su integridad (IEH, 2009).

El peso medio de un huevo es aproximadamente de 60 g, el cual se reparte en un 60% de clara, 30% de yema y 10% de cáscara y membranas (Cozano, 2003; IEH, 2009).

a. Cáscara:

Es un elemento estructural protector, formada por minerales, especialmente de calcio y recubierta por una película de mucoproteína en el exterior y dos membranas testáceas por el interior que evitan el ingreso de bacterias u otros agentes patógenos (Cozano, 2003; Gallego et al., 2002; IEH, 2009)

b. Clara:

La clara o albúmina es la parte que rodea a la yema, como una barrera protectora para el desarrollo del embrión y como fuente de alimento. Está formada por una parte densa y una menos densa.

El albumen denso rodea a la yema y es la principal fuente de riboflavina y proteína del huevo. El albumen menos denso o fluido es el más cercano a la cáscara. Sujetando a la yema se tienen engrosamientos de albumen denominados chalazas (Cozano, 2003; IEH, 2009).

La clara se compone de un 88% de agua y 12% de proteínas. La proteína de mayor importancia y con una presencia del 54% es la ovoalbúmina, cuyas propiedades son gran importancia tanto culinarias como en términos nutricionales (Cozano, 2003; IEH, 2009).

c. Yema:

Es la parte más interna del huevo, de coloración anaranjada, contiene al embrión y se encuentra sostenida por las chalazas del centro de la clara. Se encuentra rodeada por una membrana vitelina que le otorga su forma redonda y la separa de la clara. Está compuesta por un 50% de agua, 18% de proteínas, 30% de grasa y 2% de minerales (Cozano, 2003; Gallego et al., 2002; IEH, 2009).

2. Propiedades y usos alimentarios del huevo

El huevo es un producto que posee una gran variedad de propiedades, las cuales se relacionan entre ellas y hacen del mismo un ingrediente o aditivo indispensable en la industria alimentaria. En el siguiente cuadro, se encuentra una lista de utilización de huevo en diversos procesos.

Cuadro 11: Propiedades funcionales del huevo de gallina

Función	Descripción	Aplicaciones
Propiedades adhesivas	Adhiere ingredientes como semillas y granos a diversos productos.	<i>Barritas dietéticas, Variedad de panes, Snacks</i>
Aireación y mejora de la estructura	Las proteínas del albumen forman espumas que dan ligereza a los productos.	<i>Merengues, Mousses, Suffés</i>
Capacidad ligante	Las proteínas del albumen dan estructura y propiedades coagulantes que ligan todos los componentes del alimento entre ellos.	<i>Snacks, Productos cárnicos, Entrantes</i>
Pardeamiento	Proporciona el color pardo de los productos horneados	<i>Bollería, Variedad de panes</i>
Clarificación	El albumen inhibe el pardeamiento enzimático y evita la turbidez en bebidas.	<i>Vinos, Zumos</i>
Coagulación y gelificación	Las proteínas del albumen y de la yema cambian de estado fluido a estado gel	<i>Tartas y escarchados, natillas, Surimi</i>
Rebozado	Protege el aroma y el sabor	<i>Alimentos horneados, Snacks</i>
Color	Los pigmentos (xantofilas) de la yema contribuyen al color amarillo de muchos alimentos	<i>Bollería y panadería, Pasta, Flan y natillas</i>
Control de la cristalización	El albumen previene la cristalización del azúcar y favorece la suavidad del chocolate	<i>Caramelos</i>
Emulsionante	Fosfolípidos y lipoproteínas son surfactantes que estabilizan las emulsiones O/W	<i>Salsas, Aderezos para salsas</i>
Acabado /brillo	Utilizado universalmente en bollería para mejorar la apariencia exterior, da cuerpo y brillo	<i>Bollería dulce, Cookies, Glaseados</i>
Aromas	Portador y mejorante de algunos aromas, además de aportar aroma de huevo	<i>Postres, Caramelos</i>
Congelación	Mejora la textura y aceptación de los productos sometidos a ciclos de congelación/descongelación	<i>Masas congeladas, Alimentos para microondas</i>
Humectante	Retiene la humedad de los alimentos y alarga su vida útil.	<i>Panes, Rollos</i>
Aislante	Evita que el producto se humedezca	<i>Pan, Masas congeladas</i>
Mejora la palatabilidad	Da cuerpo y suavidad	<i>Panes, Dulces y pudings</i>
pH	Estabiliza el pH	<i>Estabiliza las fórmulas</i>
Aumenta la "shelf life"	Conserva las moléculas de almidón húmedas y frescas	<i>Formulaciones de pan comerciales</i>
Tenderización	Tenderiza de forma natural dando sensación de suavidad.	<i>Panes blandos, rollos</i>
Mejora la textura	Da cuerpo y mejora las masas esponjosas.	<i>Rollos, alimentos "light"</i>
Espesante	Espesa salsas y da cuerpo.	<i>Salsas, o Toppings, Alimentos preparados</i>

Fuente: (Gallego et al., 2002).

3. Composición nutricional del huevo

El huevo es uno de los alimentos más apreciados, por ser una de las fuentes más económicas de proteína de alta calidad y biodisponibilidad, siendo una excelente fuente de nutrientes en las primeras etapas de la vida, por medio de la alimentación de la madre, el consumo del huevo favorece el desarrollo del feto durante la etapa embrionaria y del bebé lactante, y después durante el crecimiento infantil (Gallego et al., 2002; IEH, 2009).

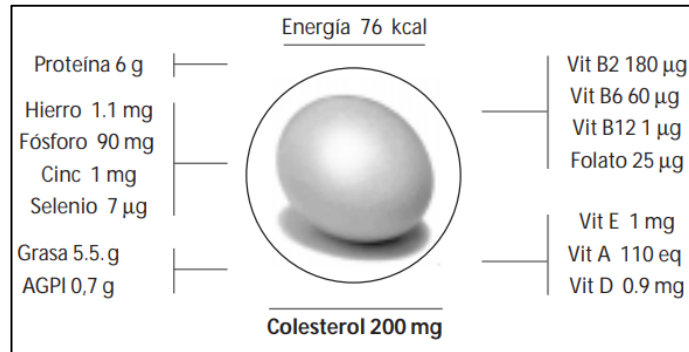
Es una fuente de grasa de origen animal, con una menor proporción de ácidos saturados e insaturados respecto a otras fuentes; considerándose aceptable y recomendable en términos nutricionales. La grasa del huevo se encuentra en la yema y en promedio contiene 4.85 g de lípidos totales, los cuales se dividen en 65% de ácidos grasos insaturados y 35% de ácidos grasos saturados (IEH, 2009).

Asimismo, el huevo es una excelente fuente de vitaminas (A, B2, B12, Biotina, D, E, entre otras) y minerales (fósforo, selenio, hierro, yodo y zinc) los cuales ayudan a cubrir gran parte de las necesidades dietéticas diarias de un individuo (IEH, 2009).

Recientemente, se ha determinado que el huevo es la mejor fuente de colina, un nutriente esencial para el desarrollo y funcionamiento del organismo humano. La colina y sus metabolitos son necesarios en la construcción de membranas y en la síntesis del neurotransmisor acetilcolina.

Adicionalmente, se ha encontrado que el huevo es fuente de luteína y zeaxantina, dos nutrientes de la familia de los carotenoides, que actúan como antioxidantes y se depositan en los ojos para la protección de cataratas y degeneración macular (IEH, 2009).

Figura 1: Aporte nutricional por huevo (50g)



Fuente: (Gallego et al., 2002).

D. Procesamiento del huevo de gallina

Un gran número de industrias utilizan el huevo como ingrediente de otros alimentos, porque aporta, además de su alto valor nutricional y sus características organolépticas, una serie de propiedades funcionales para la fabricación de distintos alimentos (IEH, 2009).

El uso de grandes cantidades de huevos en la industria conlleva una serie de operaciones como el almacenamiento, ruptura del cascaron, batido y gestión de las cáscaras resultantes como residuo, por lo que el uso del huevo fresco como tal resulta poco práctico. Tomando en cuenta lo anterior, se desarrolla el procesamiento del huevo para la obtención ovoproductos (IEH, 2009).

Los ovoproductos son huevos enteros, yemas o claras, que han sido transformadas a través de un proceso industrial, generalmente térmico, entre los cuales podemos encontrar la pasteurización, cocción, deshidratación, liofilización, secado por aspersion y congelación. Estos procesos son realizados con el fin de volver más eficiente el uso del huevo en la producción de alimentos (Gallego et al., 2002).

Existe una diversidad de ovoproductos, entre ellos, se encuentra el huevo líquido pasteurizado (entero, yema o clara), huevo en polvo (entero, yema o clara), tortillas de huevo, huevo cocido, entre otros. Estos productos pueden destinarse al uso industrial en la elaboración de otros productos o bien para el consumo directo del cliente (IEH, 2009). Las ventajas de los ovoproductos son una mayor versatilidad de uso, dosificación, control microbiológico y eficiencia en la manipulación y almacenamiento del huevo.

1. Pasteurización de huevo de gallina

La pasteurización se basa en el tratamiento con calor de un alimento, con el fin de reducir su carga microbiológica y su actividad enzimática. En el caso del huevo líquido, este debe llevarse a una temperatura entre 64 – 65 °C durante 2 a 4 minutos, para garantizar la eliminación de los patógenos presentes, principalmente *Salmonella*, sin modificar las características fisicoquímicas y tecnológicas del huevo (Gallego et al., 2002; IEH, 2009).

2. Secado por aspersión de huevo de gallina

El secado por aspersión es un proceso de deshidratación a través de torres de atomización, donde el producto es sometido a una corriente de aire filtrado a una temperatura de aproximadamente 160°C . Desde el punto de vista económico, este proceso presenta ventajas como la reducción de gastos de transporte y una preservación más sencilla (Gallego et al., 2002; IEH, 2009).

E. Productos en polvo

Los polvos son materiales particulados en estado sólido, contienen partículas de discretas en tamaños que comúnmente son medidos en micrómetros. Los productos alimenticios en estado sólido o líquido son comúnmente procesados para su conversión a polvo, con el fin de mejorar su preservación y calidad. Generalmente un polvo cuenta con un tamaño de 5 – 100 µm. El tamaño de las partículas, la distribución, la forma y las características superficiales y la densidad de los polvos son muy variables y dependen principalmente de las características de las materias primas y del proceso durante su formación (Bhandari, 2013).

F. Despliegue de la función calidad (QFD)

El QFD (Quality Function Deployment) es una herramienta de planificación para transmitir las características que deben tener los productos a lo largo de todo el proceso de desarrollo. El padre de dicha metodología es Yoji Akao y a lo largo del tiempo han surgido diferentes versiones (Costa et al., 2000).

La metodología QFD es llamada comúnmente como “La voz del cliente” y también como “La casa de la calidad” y se puede definir como un sistema detallado para transformar las necesidades y deseos del cliente en requisitos de diseño de productos o servicios.

Es ideal para identificar y priorizar las necesidades y expectativas de los clientes, a través de la focalización de todos los recursos en ese objetivo. Con lo cual se llega a una reducción de tiempos en el desarrollo de productos y una optimización de este, para llegar a una mejora de la posición competitiva (Costa et al., 2000).

La metodología QFD se fundamenta en la aplicación sucesiva de matrices, que se detallan en la siguiente figura.

Figura 2: Esquema de la matriz QFD



Fuente: (Costa et al., 2000).

La metodología conlleva una serie de pasos, los cuales se listan a continuación:

1. Paso 1: Fijación del objetivo.
2. Paso 2: Establecimiento de la lista de expectativas a satisfacer "Qués".
3. Paso 3: Asignar coeficiente de peso a los "Qués".
4. Paso 4: Evaluación de los productos o servicios ofertados por la competencia.
5. Paso 5: Establecimiento de "Cómos" con los que se pueden satisfacer los "Qués" fijados anteriormente.
6. Paso 6: Análisis de los "Cómos".
7. Paso 7: Establecimiento de la matriz de relaciones entre "Qués" y "Cómos".
8. Paso 8: Cuantificar objetivos de los "Cómos".
9. Paso 9: Puntuación final y análisis.

(Costa et al., 2000).

G. Análisis proximal de alimentos

El análisis proximal de alimentos engloba los métodos de análisis básicos para identificar la cantidad de nutrientes que conforman un alimento, incluyendo la determinación de porcentajes de humedad, grasa, fibra, cenizas, carbohidratos solubles y proteína de un alimento. Usualmente se utilizan los métodos oficiales establecidos por la AOAC (Asociación of Oficial Analytical Chemists).

H. Estudio de vida útil

Los análisis de vida útil son usados para determinar la duración de un alimento, con el fin de no sobre dimensionar el tiempo que realmente dura un producto. La vida útil comprende el tiempo transcurrido entre la fabricación y el momento en que se generan cambios en él alimento, estos cambios pueden ser organolépticos, sensoriales, fisicoquímicos o microbiológicos

Para realizar un estudio de vida útil es necesario identificar los factores específicos que la afectan, evaluando sus efectos individualmente y en conjunto. Los factores se dividen en dos. Los intrínsecos como composición de materia prima, actividad de agua, pH, acidez, oxígeno presente y potencial Redox; y los factores extrínsecos como el tipo de proceso, buenas prácticas de manufactura, sistema de empaque, almacenamiento, distribución y lugar de venta.

En términos sensoriales, la vida útil en góndola dependerá de la aceptación del consumidor, dado esto, el consumidor es la herramienta más importante para determinarla.

1. Estudio de vida útil acelerada

Los estudios de vida útil acelerada pueden ser utilizados para estimar con una exactitud aceptable, la vida de anaquel de un producto que de otra forma abarcaría un periodo de tiempo largo para determinar (Valencia et al., 2008).

El producto empacado es almacenado bajo condiciones controladas de prueba, con el fin de examinar periódicamente el producto hasta que ocurra el final de la vida útil, para luego utilizar los resultados y proyectar la vida de anaquel del producto, bajo las condiciones reales de comercialización (Valencia et al., 2008).

El final de la vida útil dependerá de la variable crítica del producto, en el caso de un producto fortificado, será la vitamina que se degrade más rápido. Los factores aceleradores utilizados para acelerar las reacciones de degradación en los alimentos

son tres principalmente: temperatura, humedad relativa y exposición a la luz (Valencia et al., 2008).

El empaque ocupa un lugar muy importante en el mantenimiento de la calidad y vida de anaquel del producto, funcionando como una parte integral del sistema de preservación. Este debe cumplir con características de protección contra contaminantes presentes en el ambiente, daños físicos, factores externos como humedad, luz solar, entre otros (Cordón, 2007).

a. Ecuación de Arrhenius:

El efecto de la temperatura sobre la velocidad de la reacción de deterioro puede ser expresada a través de la ecuación de Arrhenius, donde se relaciona la constante de velocidad de reacción a la temperatura absoluta, a través de la siguiente ecuación:

$$K = K_0 \exp\left(-\frac{E_a}{RT}\right)$$

(Nuñez de Villavicencio et al., 2018).

Donde:

K : es la constante de velocidad de la reacción de deterioro.

E_a : es la constante denominada factor pre exponencial.

R : es la constante de los gases (8.3143 J/K mol).

T : es la temperatura absoluta (K = °C + 373.15).

(Nuñez de Villavicencio et al., 2018).

A través de esta información y mediante el método de mínimos cuadrados, se obtiene una estimación de la constante de velocidad de la reacción y la energía de activación a la temperatura absoluta (Nuñez de Villavicencio et al., 2018).

VI. METODOLOGÍA

A. Localización del estudio

El desarrollo de la bebida fortificada en polvo se realizó en la Planta Piloto de la Universidad del Valle de Guatemala, campus central, así como los análisis fisicoquímicos y sensoriales. Los estudios microbiológicos se llevaron a cabo en las instalaciones de la industria avícola con la que se trabajó y el análisis de degradación de vitamina A para la determinación de vida útil se realizó en un laboratorio externo.

B. Métodos

1. Revisión bibliográfica

Se realizó una investigación mediante la búsqueda de artículos científicos, libros y trabajos de investigación para indagar sobre estado nutricional y alimentario de la población guatemalteca, tomando en cuenta el efecto de la deficiencia de macro y micronutrientes, consecuencias de la malnutrición y del uso de bebidas fortificadas en Guatemala. Asimismo, se buscó información sobre los requerimientos y recomendaciones nutricionales, beneficios del huevo de gallina y su aporte nutricional.

2. Recolección de entradas de desarrollo

a. Requisitos del cliente

Se llevó a cabo una recopilación y organización de resultados, obtenidos a partir de las encuestas y entrevistas realizadas en la tesis “Desarrollo de un estudio de factibilidad mercadológica, operativa y financiero para la producción y comercialización en Guatemala de una bebida de alto valor nutritivo que contiene huevo en polvo”. Los datos que se deseaban extraer eran las características organolépticas deseadas por el consumidor, atributos y empaque de una bebida fortificada.

b. Requisitos de la industria avícola

Se realizó un listado con los requisitos y parámetros por cumplir de la industria avícola, para garantizar el aprovechamiento de huevo en polvo como materia prima de alto valor nutricional para una bebida fortificada en polvo para madres y niños en edad escolar.

c. Regulaciones

Los reglamentos y normas que se tomaron en consideración para el desarrollo de la bebida fortificada en polvo son los siguientes

1. RTCA 67.04.50:17 Criterios Microbiológicos para la Inocuidad de alimentos.
2. RTCA 67.04.54:18 Alimentos y Bebidas Procesadas. Aditivos Alimentarios.
3. NGO 214 Harinas de origen vegetal. Mezcla de harinas vegetales de alto valor nutritivo.
4. RTCA 67.01.60.10 Etiquetado Nutricional de Productos Alimenticios Preenvasados para consumo humano para la población a partir de 3 años.

d. Comparación de productos comerciales

Se realizó una recopilación de productos similares al producto a desarrollar, para evaluar sus ingredientes, características organolépticas y parámetros fisicoquímicos con el fin de tener una referencia del producto a elaborar.

3. Definición y caracterización del producto

a. Lluvia de ideas

Se llevó a cabo una lluvia de ideas, colocando como eje central el atol comercial, tomando en cuenta los requisitos del cliente, esta se realizó en conjunto con la estudiante encargada de la tesis “Desarrollo de un estudio de factibilidad para la producción y comercialización en Guatemala de una bebida en polvo nutritivo que contiene huevo”.

b. QFD

Se realizó un QFD, tomando en cuenta los requisitos y expectativas del cliente. Siguiendo la metodología planteada en Costa et al., 2000. Con el fin de que el producto que se desarrolló se adapte a las necesidades del mercado meta.

4. Desarrollo de formulación

a. Diseño experimental

Se realizó un proceso iterativo de formulación siguiendo el siguiente diagrama.

Figura 3: Diagrama de proceso de desarrollo

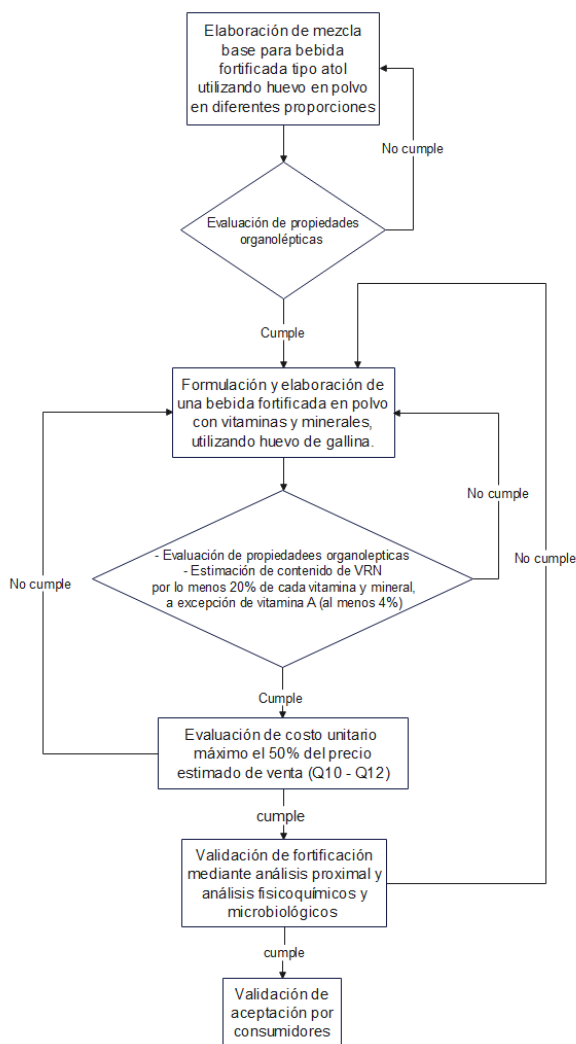
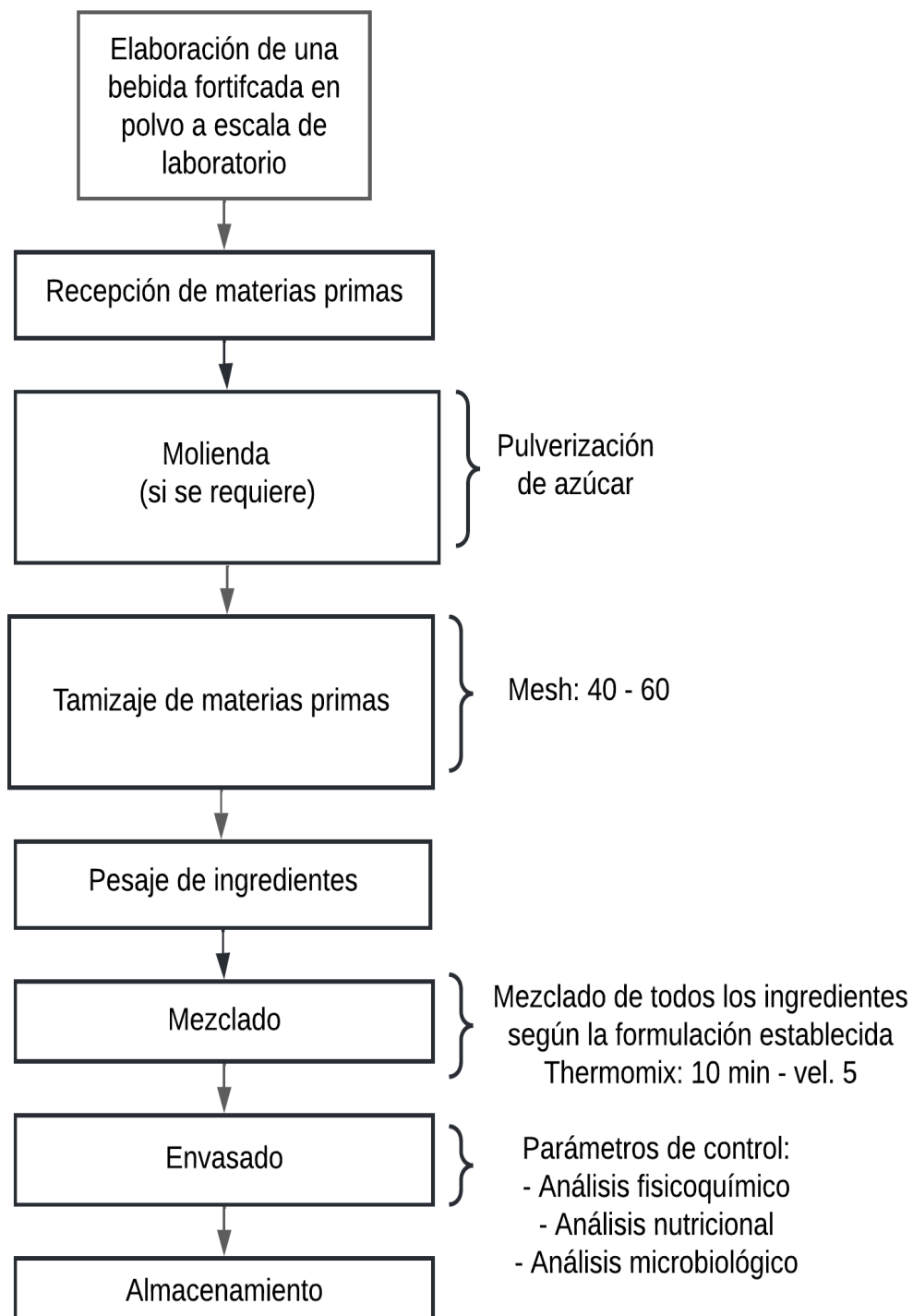


Figura 4: Diagrama del proceso de elaboración de la bebida fortificada en polvo a escala de laboratorio



5. Validación técnica

a. Lista de verificación

Se realizó una validación técnica a través de una lista de verificación para asegurar el cumplimiento de los requisitos y necesidades del cliente, obtenidos en las entradas de desarrollo.

6. Análisis microbiológico y fisicoquímico

a. Análisis microbiológico

Se llevó a cabo un análisis microbiológicos según los requisitos del RTCA 67.04:50:17 Criterios Microbiológicos para la Inocuidad de los alimentos. Los análisis de microbiología se realizaron al final del estudio de vida útil

Los criterios microbiológicos tomados en consideración según la clasificación del producto son los siguientes:

Figura 5: Criterios microbiológicos según RTCA 67.04.50:17

13.5. Subgrupo del alimento: alimentos para regímenes especiales: los elaborados o preparados especialmente para satisfacer necesidades especiales de alimentación determinadas por condiciones físicas o fisiológicas particulares, para utilizarse como complemento o suplemento dentro de una dieta equilibrada. Ejemplos: mezclas alimenticias en polvo o líquidas para mujeres embarazadas, adulto mayor, diabéticos, personas con deficiencia nutricional, entre otros.			
Parámetro	Categoría	Tipo de alimento	Límite permitido
Aerobios mesófilos, previa incubación 35°C por 10 días (para productos líquidos comercialmente estériles).	N/A	A	Ausencia/g
Anaerobios mesófilos, previa incubación 35°C por 10 días (para productos líquidos comercialmente estériles).	N/A		Ausencia/g
<i>Salmonella</i> spp.	10		Ausencia/25 g
<i>Listeria monocytogenes</i> (alimentos destinados a mujeres embarazadas y listos para consumo).	10		Ausencia/25 g

Dado, que el producto es una bebida en polvo, únicamente era necesaria la evaluación de *Salmonella* spp. según la tabla anterior, sin embargo, se realizó un análisis de aerobios mesófilos totales, *E. Coli* y hongos y levaduras.

Las metodologías que se utilizaron para realizar la prueba se basan en el siguiente método:

- Salmonella spp: American association of avian pathologists. (2008). A laboratory manual for the isolation, identification and characterization of avian pathogens. En A. a. pathologists, laboratory manual for the isolation, identification and characterization of avian pathogens (fifth ed., págs. 3-9). Athens, Georgia, United States of America: OmniPress
- Aerobios mesófilos totales: Compendium of methods for the Microbiological Examination of Food, 4th Edition 2001. RAT (7.72), CT,
- E. Coli y Hongos y Levaduras: *E.coli* (8.75) y Hongos y Levaduras con Métodos Petrifilm aprobados por AOAC international.

b. Análisis de actividad de agua (Aw)

Se realizó un análisis de actividad de agua (Aw) a través del equipo de laboratorio de la Universidad del Valle de Guatemala, AquaLab Serie 3 siguiendo la metodología de Colmenares, 2020.

c. Análisis de viscosidad

Se realizó un análisis de viscosidad del producto previamente hidratado a través de un viscosímetro de ATAGO 895.

d. Análisis sólidos solubles

Se realizó un análisis de sólidos solubles del producto previamente hidratado a través de un refractómetro digital HANNA HI96801.

e. Análisis de pH

Se realizó un análisis de pH del producto previamente hidratado a través de un potenciómetro digital HANNA HI981034.

f. Análisis de colorimetría

Se realizó un análisis de color de una muestra en polvo del producto y en una muestra previamente hidratada a través de un HunterLab MiniScan EZ4500.

g. Análisis granulométrico

Se realizó un análisis granulométrico de una muestra en polvo del producto a través de un Tamiz Cole – Parmer.

7. Análisis proximal

Se realizó un análisis proximal a una muestra de la bebida fortificada en polvo a través de las siguientes metodologías:

- a. Determinación de contenido de humedad (AOAC 934.01)
- b. Determinación de contenido de proteína (Kjeldahl AOAC 2001.11)
- c. Determinación de contenido de grasa (Soxhlet AOAC 920.58)
- d. Determinación de contenido de cenizas (AOAC 938.08)

8. Etiqueta nutricional

Se elaboró una etiqueta nutricional a partir de los resultados del análisis proximal de la bebida fortificada en polvo, siguiendo los lineamientos del RTCA 67.01.60:10 Etiquetado Nutricional de Productos Alimenticios Preenvasados para Consumo Humano para la Población a Partir de 3 Años.

Asimismo, se utilizaron los valores de referencia de la FAO para la determinación del porcentaje del valor diario.

9. Selección de empaque

a. Identificar factores críticos del producto

Se realizó una identificación de las características críticas del producto, para la definir la elección del empaque. Se evaluaron diferentes opciones de empaque, con el fin de determinar el ideal en términos de protección y conservación, para lograr una vida útil de al menos 6 meses.

10. Estudio de vida útil

Se realizó un estudio de vida útil para la bebida fortificada en polvo utilizando el método de vida útil acelerada, mediante la ecuación de Arrhenius. Para esto las muestras se mantuvieron en incubadoras de laboratorio con ambiente controlado a una temperatura y humedad específica. El análisis se realizó durante 30 días, realizando evaluaciones periódicas cada 15 días, donde se realizaron diferentes análisis fisicoquímicos y sensoriales.

a. Condiciones de estudio

Tiempo: 30 días

Temperaturas: 25°C, 35°C y 45°C

11. Ficha técnica

Se realizó una ficha técnica del producto a partir de la recolección de la siguiente información:

- a. Nombre del producto
- b. Descripción del producto
- c. Ingredientes
- d. Lugar de elaboración
- e. Composición nutricional
- f. Características fisicoquímicas, microbiológicas y físicas
- g. Características organolépticas
- h. Presentación y empaque
- i. Requisitos mínimos y normatividad
- j. Consideraciones
- k. Vida útil
- l. Instrucciones de uso
- m. Alérgenos

12. Etiquetado general

Se elaboró una etiqueta general a partir de toda la información obtenida a lo largo del desarrollo del producto, siguiendo los lineamientos del RTCA 67.01.02:10 Etiquetado General de los Alimentos Previamente Envasados (Preenvasados).

La etiqueta cuenta con la siguiente información, a excepción de algunos campos que solo se dejarán indicados:

- a. Nombre del alimento
- b. Listado de ingredientes
- c. Contenido neto
- d. Registro sanitario
- e. Nombre y domicilio del fabricante
- f. País de origen
- g. Identificación de lote

h. Fecha de vencimiento, instrucciones de conservación y uso

13. Proceso de producción

Según la demanda establecida por Valladares (2022), se diseñó el proceso de producción con la capacidad necesaria para cumplir con la demanda, con el fin de establecer el orden y los lineamientos para su producción a escala industrial y se realizó el diagrama de ingeniería del proceso de producción de la bebida fortificada.

14. Costeo de producto

Se realizó el cálculo del costo primo de la bebida fortificada en polvo, tomando en cuenta los costos de materia prima, material de empaque, mano de obra y costos indirectos usando una plantilla de Microsoft Excel.

VII. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A. Formulación de la bebida fortificada en polvo

Se realizó un proceso iterativo para la determinación de la formulación ideal según los requerimientos y la caracterización del producto definidos en la tesis de Valladares, 2022 (Anexos 1- 6), así como los requisitos definidos en la matriz QFD y la lista de verificación de cumplimiento de requisitos (Anexo 7 y 9), que logrará cumplir con las especificaciones del RTCA 67.01.60.10 donde se indica que un producto declarado como “fuente, adicionado, enriquecido, fortificado” debe contener no menos del 10% del valor de referencia nutricional (VRN) por 100g de producto.

Tomando en consideración lo anterior se realizaron mezclas en diferentes proporciones de harina de maíz, harina de arroz y harina de soya; asimismo, se realizaron variaciones en las combinaciones de clara en polvo, yema en polvo y huevo entero en polvo con el fin de determinar la combinación de harinas y huevo que cumpliera al menos con el contenido de proteína mínimo requerido por normativa consultada; cada formulación se validaba a través de evaluaciones sensoriales cortas y una verificación nutricional teórica utilizando las tablas del INCAP.

En la primera iteración se utilizó únicamente una harina vegetal (harina de maíz), y una proporción de clara y yema en polvo de 25 y 10 %, respectivamente. Como saborizantes únicamente se añadió vainilla. Los resultados de la evaluación sensorial reflejaron un rechazo de la muestra, dado que las notas a “harina de maíz y huevo” era muy predominantes. Asimismo, el costo por presentación familiar excedía el costo meta del producto.

Para mejorar el sabor y costo del producto, se procedió a reformular sustituyendo parcialmente la harina de maíz por harina de arroz, se bajó la proporción de clara y yema en polvo y se añadió canela en polvo a la fórmula. Adicionalmente se añadió una mezcla de espesantes (goma xantan y guar) para mejorar la consistencia del producto reconstituido. A partir de los cambios realizados, se obtuvieron mejoras en la consistencia y sabor del producto, además de reducir el costo; sin embargo, nutricionalmente la fórmula no cumplía con los parámetros deseados. Por tanto, se volvió a reformular, utilizando una mezcla de harina de maíz y harina de soya, obteniendo mejoras considerables en el aporte proteico. Por último, se realizó una validación sensorial de las fórmulas con variación de una harina vegetal, siendo estas: harina de maíz – harina de arroz y harina de maíz – harina de soya.

Luego de obtener los resultados de las evaluaciones sensoriales y nutricionales de las formulaciones realizadas, se eligió la formulación 4.5 (anexo 8) como base y se realizó una modificación para mejorar la coloración de la bebida sustituyendo parcialmente la harina de maíz y el contenido de azúcar, añadiendo 5.50% de fécula de maíz, además se ajustó el contenido añadido del pre – mix de vitaminas aumentándolo en 0.90%, obteniendo como resultado la formulación mostrada en el cuadro 12.

Cuadro 12: Formulación de la bebida fortificada en polvo.

Ingrediente
Harina de maíz
Harina de soya
Azúcar
Fécula de maíz
Huevo entero en polvo
Vainilla
Canela en polvo
Pre-mix de vitaminas
Goma xantan
Goma guar

B. Análisis sensorial de la bebida fortificada en polvo

Los resultados del análisis sensorial de las pruebas 3.5 y 4.5 fueron analizados a través de una estadística descriptiva y sirvieron para obtener la preferencia entre las bebidas comparando una fórmula con harina de maíz - harina de arroz y otra con harina de maíz - harina de soya, asimismo, fueron útiles para corregir algunos de los atributos de la bebida con mayor preferencia hasta obtener una bebida aceptable. En el Cuadro 13, se detallan los resultados de una prueba de preferencia realizada a través de una boleta para una prueba hedónica de 9 puntos (anexo 11), donde se estableció previamente que a partir de 6 puntos se consideraría aceptable la formulación.

Cuadro 13: Resultado del análisis sensorial de atributos evaluados a las formulaciones

Atributo	Muestra 451		Muestra 876	
	Media	D.E	Media	D.E
Olor	7.00	1.41	6.92	1.44
Color	6.92	1.24	6.00	2.00
Sabor	6.33	1.50	6.83	1.64
Textura	5.83	1.34	7.33	1.07
Aceptación general	6.52	1.37	6.77	1.54

Muestra 451: Mezcla de harina de maíz y harina de arroz

Muestra 876: Mezcla de harina de maíz y harina de soya

Como se observa en el Cuadro 13, según los resultados de la evaluación sensorial la muestra 876 presenta una aceptación general con un puntaje de 6.77, predominando ante la muestra 451. No obstante, el grupo recomendó mejorar el color de la bebida, por tal se realizaron cambios y se definió la formulación 4.5.1 que se presenta en el Cuadro 12.

Esta fórmula 4.5.1 se validó a través de grupo focal realizado por Valladares, 2022 con niños en edad escolar del nivel socioeconómico D1 y D2 en la Escuela Oficial Urbana Mixta 106 Mario Méndez Montenegro e hijos de los colaboradores de la industria avícola con la que se desarrolló el producto. Los resultados de esta evaluación se resumen en el anexo 10, donde el 61% de los niños que consumieron la bebida la clasificaron como “Me gusta extremadamente”, el 12% la clasificó como “Me gusta mucho”. Dado los resultados anteriores, no se realizaron modificaciones a la formulación 4.5.1.

C. Análisis microbiológicos

Los análisis microbiológicos fueron realizados por el laboratorio interno de la industria avícola con la que se trabajó el desarrollo del producto (Anexo 12 - 13), el resumen de los resultados obtenidos en los recuentos microbiológicos se muestra en el Cuadro 14. Donde se observa que se cumplen los límites establecidos según las normas consultadas (RTCA 67.04:50:17 y COGUANOR NGO 34 – 214).

Cuadro 14: Análisis microbiológico de una muestra de la bebida fortificada en polvo

Parámetro	Límite permitido (UFC/g)	Resultado de recuento (UFC/g)
Aerobios mesófilos totales	100,000.00**	11,600.00
<i>Salmonella spp.</i>	Ausencia/25g*	Ausente
<i>E. Coli</i>	<10 *	Ausente
Hongos y levaduras	<10 *	<10

*Parámetro de referencia: RTCA 67.04:50:17 Criterios Microbiológicos para la Inocuidad de los Alimentos.

**Parámetro de referencia: COGUANOR NGO 34 – 214: Harinas de Origen Vegetal: Mezclas de harinas vegetales, de alto valor nutritivo.

Como se observa en el cuadro anterior, la bebida fortificada en polvo es estable e inocua en términos microbiológicos, siendo el resultado de un manejo adecuado del proceso de elaboración y de los ingredientes utilizados en la formulación.

Para prevenir la contaminación del producto de microorganismos y otras fuentes de contaminación, el proceso debe adecuarse mediante el uso de equipo apto para el procesamiento de polvos y de barreras que permitan reducir la cantidad presente de aerobios

mesófilos totales en la mezcla final; dado que el proceso se llevó a cabo de manera abierta en la planta de alimentos de la Universidad del Valle de Guatemala, el producto estuvo en contacto durante un tiempo significativo con el ambiente y por ende, se obtuvo un elevado recuento de aerobios mesófilos totales pero manteniéndose dentro del límite permitido.

D. Análisis fisicoquímicos

1. Análisis químicos

Los análisis químicos se realizaron en triplicado utilizando muestras de la bebida fortificada en polvo, como se muestra en los cuadros 15 y 16. La bebida presenta un pH de 6.87, una actividad de agua elevada (0.602) y un porcentaje de humedad elevado (7.70%), lo cual puede deberse a la higroscopicidad de los ingredientes de la fórmula, ya que el proceso de elaboración se llevó a cabo en condiciones no controladas de humedad y temperatura, asimismo, el huevo en polvo utilizado en la formulación presentaba una actividad de agua de 0.654 y un porcentaje de humedad de 7.96%, elevando dichos parámetros en la mezcla final. No obstante, la fórmula es microbiológicamente estable dado que la actividad de agua se encuentra debajo de 0.800, aumentando la vida útil en términos de inocuidad.

El contenido de grasa fue del 3.50% , la cual es aportada en su mayoría por el huevo, siendo una muy buena calidad, ya que su contenido de ácidos grasos monoinsaturados y poliinsaturados supera a la grasa saturada, asimismo, se sabe que la grasa presente en el huevo aporta ácidos grasos Omega-3, los cuales han demostrado efectos beneficiosos en la salud del consumidor. El contenido proteico fue del 20%, que en 100g de producto provee 20g de proteína, lo cual es 2g más del valor esperado (18g) según el análisis nutricional teórico realizado utilizando las tablas de alimentos del INCAP. Por último, en cuanto al contenido de carbohidratos, según el análisis proximal, el producto presenta 66.13% carbohidratos, siendo un valor muy cercano al valor esperado (66.00%).

Cuadro 15: Análisis de pH, actividad de agua (Aw) y sólidos solubles (°Brix) de la bebida fortificada en polvo.

Análisis	Valor	D.E	C.V
pH*	6.87	0.02	0.22
Actividad de agua	0.602	0.004	0.66
Sólidos solubles (°Brix)*	4.07	0.21	5.12

*20.00g de muestra en 250mL de agua potable cocinada por 10 minutos a fuego medio (°T máxima alcanzada = 90°C).

D.E = Desviación Estándar

C.V = Coeficiente de Variación (%)

Cuadro 16: Análisis proximal de la bebida fortificada en polvo

Análisis	Porcentaje (%)	D.E	C.V
Humedad	7.70	0.04	0.48
Grasa	3.50	0.20	5.00
Proteína	20.00	0.50	2.65
Ceniza	3.00	0.20	5.39
Carbohidratos	66.13	0.00	N/A

D.E = Desviación Estándar

C.V = Coeficiente de Variación (%)

Según los valores del coeficiente de variación de los parámetros evaluados en los cuadros 15 y 16, se concluye que las muestras de la bebida fortificada en polvo son homogéneas en cuanto a sus características químicas y no presentan una inconsistencia del producto, lo cual también es un indicador de que el proceso de mezclado de ingredientes fue adecuado a pesar de realizarse en un equipo no ideal para el mezclado de polvo.

2. Análisis físicos

a. Análisis de viscosidad

La viscosidad de la bebida fortificada hidratada o reconstituida (20g en 250mL) de las muestras evaluadas se muestra en el Cuadro 17, donde se observa que en promedio la viscosidad de la bebida a 25°C es de 850 centipoise (cP), medida a través de un Visco™ 895 a 250 revoluciones por minuto (rpm). Durante la reconstitución del producto se observa una buena solubilización de la mezcla y no se observa separación de fases, asimismo, se obtuvo un porcentaje del coeficiente de variación bajo, por lo que se puede decir que la bebida es homogénea.

Cuadro 17: Análisis de viscosidad de formula hidratada con agua utilizando el viscosímetro de ATAGO – Visco™ – 895

Análisis	Valor (cP)	D.E	C.V
Viscosidad*	852.83	3.10	0.36

D.E = Desviación Estándar

C.V = Coeficiente de Variación (%)

*20.00g de muestra en 250mL de agua potable cocinada por 10 minutos a fuego medio (°T máxima alcanzada = 90°C).

*Configuración Visco™: A1S – 250rpm en 15mL de muestra a 25°C.

b. Análisis de granulometría

Asimismo, se realizó un análisis granulométrico de la bebida fortificada en polvo y los resultados se muestran en el cuadro 18, donde se observa que los *mesh* con mayor porcentaje de retención fueron los siguientes 40, 60. Por lo que se puede indicar que el perfil granulométrico del producto elaborado es de fase 40 – 60 encontrándose entre 400 y 250 micras.

El resultado es adecuado, según la comparación realizada con la literatura donde se indica que las mezclas de harinas para atol presentan el mayor porcentaje de retención en el *mesh* 45, por la tendencia a aglomerarse y formar esferas cuando son tamizadas, en el caso de la bebida fortificada desarrollada, la mayor parte de esferas son generadas por la presencia de harina de soya, la cual tiende a aglomerarse rápidamente (Morataya, 2015).

Cuadro 18: Análisis granulométrico de una muestra de la bebida fortificada en polvo.

Mesh	Porcentaje (%)	D.E
40	26.88	0.008
60	40.10	0.013

D.E = Desviación Estándar

c. Análisis de colorimetría

Se realizó un análisis de color en muestras de la bebida fortificada en polvo y reconstituida (20g en 250mL de agua potable cocinada por 10 minutos a fuego medio, la cual alcanzó una temperatura máxima de 90°C), utilizando un HunterLab MiniScan EZ450, el cual describe el color a través de coordenadas (L*, a* y b*), donde L* se percibe en una escala de 0 a 100 y entre más alto el valor, más claro el color; los valores de a* y b* muestran el tono y la composición del color, cuando a* es positivo indica tonos rojos y cuando es negativo indica tonos verdes, mientras que cuando b* es positivo indica tonos amarillos y cuando es negativo indica tonos azules

Conforme a los resultados del análisis de colorimetría presentado en el Cuadro 19, la bebida fortificada en polvo presentó un color relativamente claro, con una tonalidad beige; y la bebida fortificada hidratada presentó un color más oscuro, con una tonalidad levemente marrón.

Cuadro 19: Análisis de colorimetría de una muestra de la bebida fortificada en polvo e hidratada

Muestra	Coordenadas de color								
	L*			a*			b*		
	Media	D.E	C.V	Media	D.E	C.V	Media	D.E	C.V
Muestra en polvo	81.92	0.88	1.08	0.93	0.04	4.09	19.60	0.20	1.01
Muestra hidratada*	53.60	2.78	5.18	2.90	0.06	2.15	20.35	0.40	1.94

D.E = Desviación Estándar

C.V = Coeficiente de Variación (%)

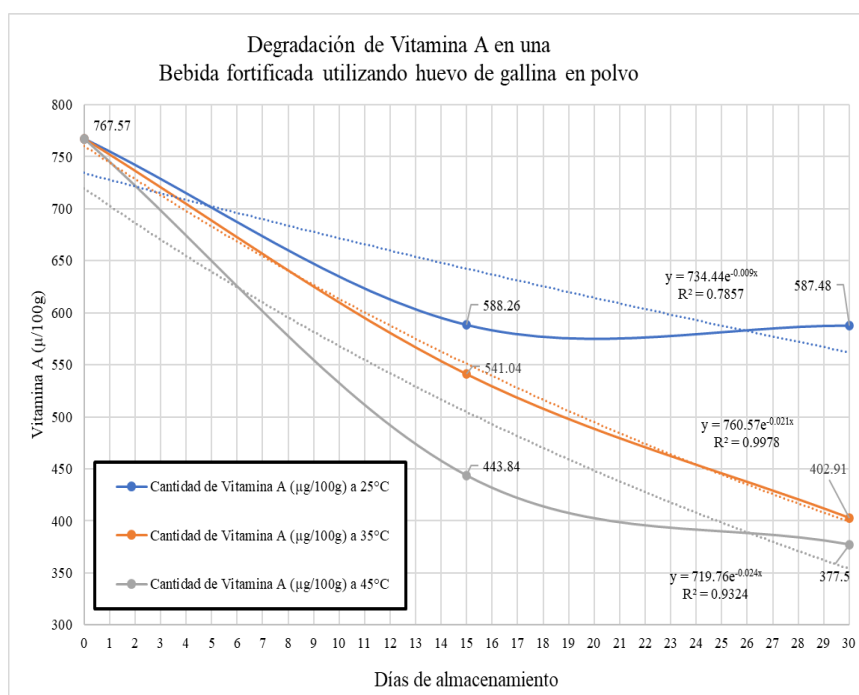
*20.00g de muestra en 250mL de agua potable cocinada por 10 minutos a fuego medio (°T máxima alcanzada = 90°C).

E. Análisis de vida útil

Se realizó un estudio de vida útil para la bebida fortificada en polvo utilizando un método de vida útil acelerada, mediante la ecuación de Arrhenius, los datos obtenidos durante el análisis realizado a los 0, 15 y 30 días de almacenaje a diferentes temperaturas (25, 35 y 45 °C), se muestran la Figura 6, los cálculos complementarios se muestran en los anexos (25 – 29).

Los resultados obtenidos se muestran en el Cuadro 20 donde se observa la cantidad inicial de vitamina A presente en una muestra de 100g del producto desarrollado, siendo esto el 100%, asimismo, se muestra el límite de vida útil que se estableció a partir del porcentaje del valor diario de vitamina A que se reportó en la etiqueta nutricional del producto (15%). Considerando lo anterior, la degradación de vitamina A, llega al límite establecido en la etiqueta nutricional en un período de 180 días (6 meses).

Figura 6: Degradación de vitamina A, a los 0, 15 y 30 días de elaboración a 25, 35 y 45 °C



Cuadro 20: Estimación de vida útil para la bebida fortificada en polvo

Descripción	Día 0	Día 180
Vitamina A (µg)	767.57 *	120
Porcentaje	100 %	15.63%

Estimación de vida útil a 25°C utilizando una constante de velocidad ($K = 0.010045568$)
 *Cantidad de Vitamina A (µg) inicial determinado experimentalmente a través de un laboratorio externo.

F. Etiqueta nutricional

Se realizó un etiquetado nutricional basado en un consolidado de los aportes de micro y macronutrientes que aporta cada ingrediente de la fórmula en 100g de producto (anexo 30), esta información fue obtenida de las tablas de alimentos del INCAP, los ingredientes se reportaron en el formato establecido según el RTCA 67.01.60.10 Etiquetado Nutricional de Productos Alimenticios Preenvasados para consumo humano para la población a partir de 3 años.

Como se muestra en la Figura 7, la fórmula 4.5.1 de la bebida fortificada en polvo, cumple y excede las recomendaciones de los valores diarios según la FAO/OMS de proteína y de las vitaminas y minerales con los cuales se fortifico (anexo 31), cumpliendo con la condición del RTCA 67.01.60.10 que establece que un producto debe contener al menos el 10% del VRN para denominarse como “fuente, adicionado, enriquecido, fortificado”.

Figura 7: Etiqueta nutricional de la bebida fortificada en polvo

Información Nutricional		
Tamaño de la porción	100 g	
Porciones por envase	4.50	
Cantidad por porción		
Calorías	380.00 kcal	1600 kJ
% de valor diario*		
Grasas Total	5 g	7%
Grasas saturadas	1 g	5%
Grasas trans	2 g	
Colesterol	85 mg	30%
Sodio	35 mg	2%
Total de Carbohidratos	66 g	24%
Fibra	7 g	25%
Azúcares	20 g	40%
Proteína	18 g	36%
Vitamina A	120.00 µg	15%
Vitamina D	4.16 µg	85%
Tiamina (B1)	1.01 mg	70%
Riboflavina (B2)	0.73 mg	45%
Niacinamida (B3)	8.56 mg	50%
Piridoxina (B6)	0.79 mg	40%
Ácido Fólico (B9)	183.38 µg	90%
Cobalamina (B12)	0.96 µg	40%
Calcio	380.32 mg	50%
Hierro	9.70 mg	70%
Potasio	788.57 mg	80%
Zinc	5.43 mg	35%
* Los porcentajes de los valores diarios están basados en una dieta de 2,000 calorías - FAO/OMS.		

Fuente: (Elaboración propia).

G. Selección de empaque

Para la selección del empaque a utilizar en el embalaje de la bebida fortificada en polvo, se tomaron en cuenta parámetros críticos del producto como el contenido de humedad,

actividad de agua, color, aroma y sabor, así como su granulometría. Dado que se deseaba mantener la integridad del producto evitando aglomeraciones por la transferencia de humedad o la aceleración de la degradación de las vitaminas por el contacto directo de la luz solar; se buscó un empaque que pudiera sellar herméticamente para impedir contaminación del producto, que fuera impermeable a la humedad y oxígeno y que fuera resistente a la grasa.

Tomando en consideración lo anterior, se eligió un empaque trilaminado: BOPP/PET metalizado/ LDPE.

BOPP: Polipropileno biorientado

PET Metalizado: Poliéster metalizado

LDPE: Polietileno de baja densidad

H. Ficha técnica y etiquetado general

A partir de la información recolectada a través de los diversos análisis y cálculos realizados a lo largo del proceso de investigación y desarrollo de la bebida fortificada en polvo utilizando huevo de gallina (*Gallus gallus*), para madres y niños en edad escolar; se elaboró una ficha técnica (Cuadro 23) del producto, donde se detallan todas las características del producto, incluyendo el nombre, descripción, composición, características fisicoquímicas y microbiológicas, forma de uso y otros datos relevantes.

Asimismo, en el Cuadro 24, se establece el etiquetado general del producto utilizando los datos obtenidos durante el desarrollo, que se rige bajo los lineamientos del RTCA 67.01.07:10 Etiquetado General de los Alimentos Previamente Envasados (Preenvasados). En el listado de ingredientes se hace caso omiso de la descripción de la fórmula completa por términos de confidencialidad pactados con la industria avícola con la que se desarrolló el producto.

Cuadro 23: Ficha técnica de la bebida fortificada en polvo

NOMBRE DEL PRODUCTO	Bebida fortificada en polvo utilizando huevo de gallina (<i>Gallus gallus</i>)
DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PRODUCTO	Es un producto obtenido a través del mezclado de harina de maíz, harina de soya, huevo entero en polvo y otros ingredientes de consumo humano. Es una bebida fortificada en polvo; elaborada bajo un programa de buenas prácticas de manufactura.

INGREDIENTES	Harina 1 (fortificada con: vitamina B9, B1, B2, B3, B12, Hierro y Zinc), harina 3, azúcar, harina 4 (fortificada con: vitamina A, B1, B2, B12, C, Hierro, Zinc y Calcio), huevo entero en polvo, saborizantes, pre - mix de vitaminas, estabilizantes.		
LUGAR DE ELABORACIÓN	Producto elaborado en la planta piloto de alimentos de la Universidad del Valle de Guatemala, Campus Central, ubicada en la 18 avenida, 11 – 95, Zona 15, Vista Hermosa III.		
COMPOSICIÓN NUTRICIONAL	Tabla nutricional		
	Tamaño de porción	100g	
	Porciones por empaque	4.50	
	Calorías	382 KJ	
		Cantidad por porción	%VRN*
	Grasa total	5g	7%
	Grasa saturada	1g	5%
	Colesterol	82mg	27%
	Sodio	33mg	2%
	Carbohidratos totales	66g	24%
	Proteína	18g	36%
	Vitaminas y Minerales		
	Vitamina A	120 µg	15%
	Vitamina D	4.16 mg	85%
	Tiamina (B1)	1.01 mg	70%
	Riboflavina (B2)	0.73 mg	45%
	Niacinamida (B3)	8.56 mg	50%
	Piridoxina (B6)	0.79 µg	40%
	Ácido Fólico (B9)	183.38 µg	90%
	Cobalamina (B12)	0.96 µg	40%
	Calcio	380.32 mg	50%
	Hierro	9.70 mg	70%
	Potasio	788.57 mg	80%
Zinc	5.43 mg	35%	
* Los porcentajes de los valores diarios están basados en una dieta de 2,000 calorías - FAO/OMS.			

CARACTERÍSTICAS	FISICOQUÍMICAS	Parámetro	Valor
		% humedad	7.70%
		% proteína	20.00%
		% grasas	3.50%
		% cenizas	3.00%
		% Carbohidratos	66.13%
		pH (hidratada)	6.87
	°Brix (hidratada)	4.07	
	MICROBIOLÓGICAS	Evaluación	Valor
		Aerobios mesófilos totales	11,600 UFC/g
		<i>Salmonella spp.</i>	Ausente/25g
<i>E.Coli</i>		Ausente	
FISICAS	Característica	Descripción	
	Granulometría	Polvo fino	
CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS	<p>Sabor: levemente dulce con notas a los sabores añadidos</p> <p>Olor: característico a saborizantes añadidos</p> <p>Color: polvo: blanco hueso hidratada: beige.</p> <p>Textura: polvo: fino, suave hidratada: levemente viscosa característica a un atol.</p>		
PRESENTACIÓN Y EMPAQUES COMERCIALES	<p>Material de empaque:</p> <p>- Empaque primario: Bolsa trilaminada: (BOPP/PET metalizado/LDPE)</p>		
REQUISITOS MÍNIMOS Y NORMATIVIDAD	<p>RTCA: 67.04:50:17</p> <p>RTCA: 67.04:54:18</p> <p>RTCA 67.01.60.10</p>		
CONSIDERACIONES Y RECOMENDACIONES DE ALMACENAMIENTO	<p>Deben almacenarse en un lugar fresco a temperatura ambiente y protegidas de la luz solar directa. Además, no deben almacenarse junto a otros productos que puedan transmitirle olores.</p>		
VIDA ÚTIL	<p>6 meses</p> <p>(Puede ser afectada por condiciones de temperatura o por exposición directa a la luz solar).</p>		
INSTRUCCIONES DE PREPARACIÓN	<p>Ingredientes:</p> <p>100g de fórmula en polvo</p> <p>4 tazas de agua o leche</p> <p>Azúcar al gusto</p>		

INSTRUCCIONES DE PREPARACIÓN	<p>Preparación:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Añadir en un recipiente metálico 4 cucharadas llenas (20g) de la fórmula en polvo. 3. Añadir azúcar al gusto 4. Añadir 4 tazas de agua (250mL c/u) y mezclar hasta disolver la fórmula. 3. Cocinar a fuego medio, agitando constantemente durante 10 minutos, hasta llevar a temperatura de ebullición. 5. Servir.
ALÉRGENOS	Contiene huevo y soya

Cuadro 24: Etiquetado general de la bebida fortificada en polvo

Bebida fortificada en polvo utilizando huevo de gallina (<i>Gallus gallus</i>)	
<p>Ingredientes: Harina 1 (fortificada con: vitamina B9, B1, B2, B3, B12, Hierro y Zinc), harina 3, azúcar, harina 4 (fortificada con: vitamina A, B1, B2, B12, C, Hierro, Zinc y Calcio), huevo entero en polvo, saborizantes, pre - mix de vitaminas y minerales, estabilizantes.</p> <p>Contiene: Huevo y soya</p> <p>Contenido Neto: 450g Registro Sanitario: XXX</p> <p>Lote: Variable Fecha de producción: Variable Fecha de vencimiento: Variable</p>	<p>Instrucciones de uso o preparación:</p> <p style="text-align: center;">Preparación:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Añadir en un recipiente metálico 4 cucharadas llenas (20g) de la fórmula en polvo. 3. Añadir azúcar al gusto 4. Añadir 4 tazas de agua (250mL c/u) y mezclar hasta disolver la fórmula. 3. Cocinar a fuego medio, agitando constantemente durante 10 minutos (llevar a temperatura de ebullición). 5. Servir. <p>Dirección: Universidad del Valle de Guatemala, Campus Central, ubicada en la 18 avenida, 11 – 95, Zona 15, Vista Hermosa III.</p> <p>País de Origen: Guatemala</p>

Fuente: Elaboración propia

I. Proceso de producción

El proceso de producción a escala industrial de la bebida fortificada en polvo se describe en el Cuadro 25 y en el Cuadro 26 se describe la simbología utilizada en el diagrama de ingeniería (Figura 7) donde se muestran los equipos, modelos y capacidades establecidas para el proceso de producción del atol, con una capacidad de línea de 0.603 unidades/segundo según el balance de línea realizado en la tesis de Valladares, 2022.

Cuadro 25: Descripción del proceso de producción de la bebida fortificada en polvo

Fase del proceso	Descripción
Pesaje	Se realiza el pesado de ingredientes en una balanza semi analítica
Pulverizado	Los ingredientes como el azúcar que necesitan una reducción del tamaño de partícula pasan por un proceso de pulverización en un molino de bolas horizontal.
Tamizaje	Todos los ingredientes son tamizados para homogenizar el tamaño de partícula y mejorar el proceso de mezclado, reduciendo la aglomeración de partículas, además de mejorar la textura de los polvos al reconstituirse
Mezclado	Los ingredientes pasan a un mezclador tipo V con el fin de aumentar el grado de uniformidad de la mezcla y evitar inconsistencias en la fórmula.
Elevador	El producto se envía a una dosificadora a través de un elevador que funciona a través de un tornillo sin fin que gira para transportar el producto en el interior del tubo y alimentar la tolva del dosificador.
Envasado	El producto se envasa a través de una dosificadora y selladora.

Cuadro 26: Simbología del diagrama de ingeniería para el proceso de producción a escala industrial de la bebida fortificada en polvo





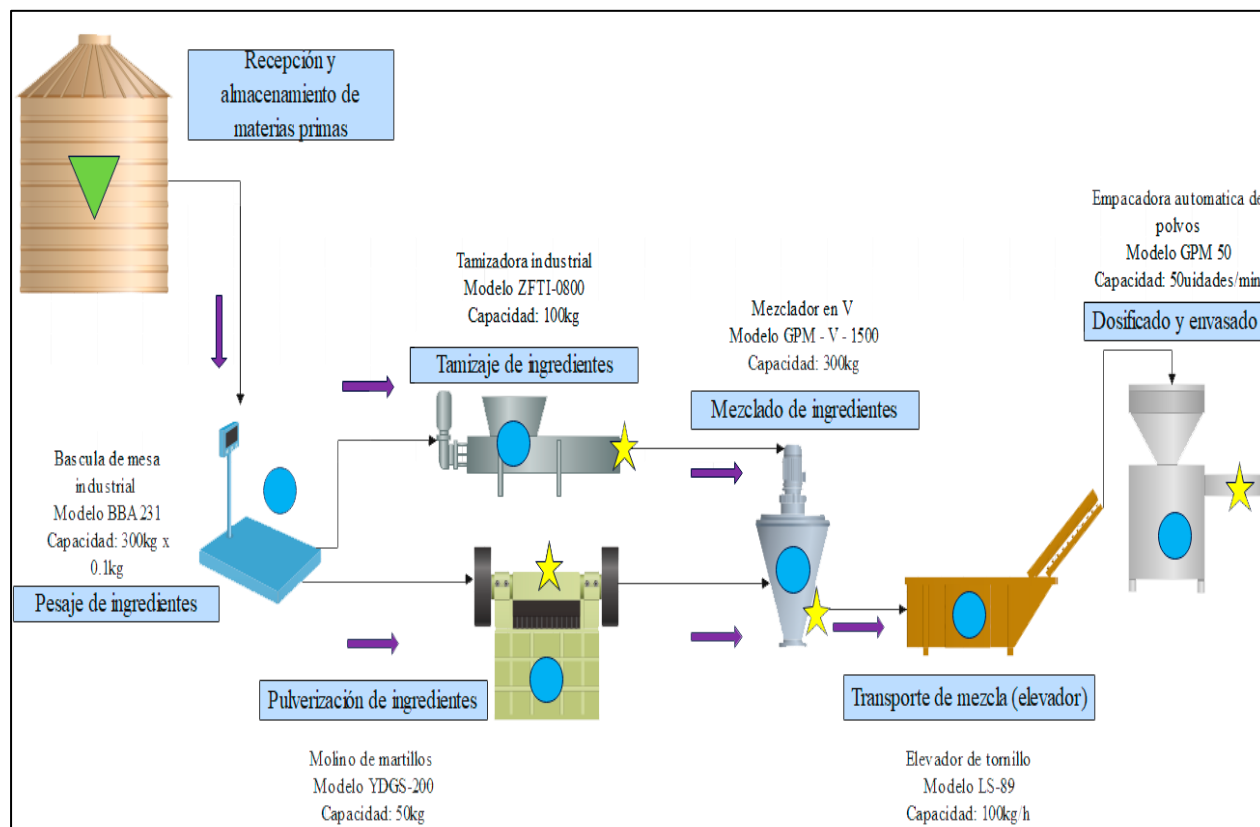
Simbología	Descripción
	Almacenamiento
	Operación
	Transporte
	Control – Inspección

Figura 8: Diagrama de ingeniería para el proceso de producción a escala industrial de la bebida fortificada en polvo para una capacidad de línea de 0.603 unidades/segundo



J. Determinación del costo primo

Para la determinación del costo de elaboración de una presentación de 450g de la bebida fortificada en polvo, se tomó en consideración el costo de materia prima, materia de empaque y el costo de proceso calculado por Valladares (2022). En el Cuadro 27 se muestra el resumen de costos.

Cuadro 27: Costeo de producto

Descripción	Costo
Ingredientes	Q11.32
Material de empaque	Q0.50
Proceso	Q1.58
Total	Q13.40*

*Costo por unidad en presentación de 450g.

La bebida fortificada en polvo resulto ser un suplemento de bajo costo (Q2.98 por cada 100g), sin embargo, sobrepasa el precio que están dispuestos a pagar los consumidores por

una presentación de 450g (Q10.00 – Q12.00) según el estudio de mercado realizado por Valladares, 2022. La ventaja comparativa con los productos de referencia es el aporte nutricional, ya que, al contar con la adición de huevo, el producto es una fuente proteína de alta calidad y biodisponibilidad, además de ser una excelente fuente de vitaminas.

VIII. CONCLUSIONES

1. La bebida fortificada en polvo, utilizando huevo de gallina (*Gallus gallus*), para madres y niños en edad escolar; es un producto que provee el 36% de proteína, más del 10% de vitamina A y más del 35% del resto de vitaminas y minerales por cada 100g de producto, con las que se fortifico en comparación con los valores diarios de referencia según la FAO/OMS.
2. La bebida en polvo desarrollada presento una aceptación general de 6.77 puntos en una escala hedónica de 9 puntos, donde el punteo mínimo establecido para la aceptación fue de 6.00 puntos.
3. En términos microbiológicos la bebida fortificada es un producto estable e inocuo, dado que la actividad de agua (0.602), se encuentra por debajo de 0.800; lo cual se confirma al comparar los límites establecidos en el RTCA 67.04:50:17 Criterios Microbiológicos para la Inocuidad de los alimentos, categoría 13.5 y en la norma COGUANOR NGO 34 – 214: Harinas de Origen Vegetal.
4. Mediante un método de cinética de reacción acelerada y la ecuación de Arrhenius evaluando la degradación de vitamina A en el producto desarrollado, se estima un período de 180 días (6 meses) para llegar al final de la vida útil del producto.
5. Se diseñó el proceso de producción a escala industrial de la bebida fortificada en polvo, a través de un diagrama de ingeniería donde se establecen los equipos y capacidad a utilizar.
6. Considerando únicamente los costos de materia prima y empaque para una presentación de 450g, se determinó un costo total de Q11.82 quetzales.
7. La bebida fortificada en polvo utilizando huevo de gallina (*Gallus gallus*), representa una alternativa de bajo costo para complementar las carencias en los estados nutricionales generados por dietas deficientes en la población guatemalteca, dado su aporte nutricional, aceptabilidad, facilidad de preparación y estabilidad durante el almacenamiento.

IX. RECOMENDACIONES

1. Estudiar el efecto del consumo de la bebida fortificada en polvo en madres y niños en edad escolar, sobre su desarrollo físico y cognitivo a lo largo del tiempo.
2. Evaluar el uso de antioxidantes en la fórmula elegida para reducir la degradación de vitamina A y a largar el tiempo de vida útil del producto.
3. Desarrollar una fórmula líquida comercialmente estéril a partir de la fórmula establecida y realizar pruebas con sabores diferentes para poder extenderse a otros segmentos de la población.
4. Realizar un análisis experimental de cada una de las vitaminas y minerales con las que se fortifico la bebida y comparar los resultados con la estimación teórica realizada a partir de las tablas de alimentos del INCAP.

X. BIBLIOGRAFÍA

- Bahamonde, N. (2009). *EDUCACIÓN ALIMENTARIA Y NUTRICIONAL* (2nd ed., Vol. 2). Ministerio de Educación Argentina.
- Barreto, M., & Melo, L. (2020). *Proyecto de Plan Estratégico para Guatemala (2021 - 2024)*. <https://www.germanwatch.org/en/17307>.
- Bhandari, B. (2013). Introduction to food powders. In *Handbook of Food Powders: Processes and Properties* (pp. 1–25). Elsevier Inc. <https://doi.org/10.1533/9780857098672.1>
- Boteo, C. (2018). *Formulación de una bebida tipo atol a base de harina de arroz y harina de bledo*.
- Colmenares, A. S. (2020). *Practica No. 1 Actividad de Agua*.
- Cordón, J. (2007). *Determinación acelerada de la vida en anaquel de la rosquilla hondureña*.
- Costa, A., Dekker, M., & Jongen, W. (2000). Quality function deployment in the food industry: A review. *Trends in Food Science and Technology*, 11(9–10), 306–314. [https://doi.org/10.1016/S0924-2244\(01\)00002-4](https://doi.org/10.1016/S0924-2244(01)00002-4)
- Cozano, L. (2003). *Evaluación Sanitaria (físico, químico, bacteriológico) del huevo de gallina de traspatio, en expendios del mercado de la terminal zona 4 de Ciudad de Guatemala*. http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/10/10_0929.pdf
- Cuéllar, L. (2019). *Desnutrición en Adultos Mayores de 65 años*. <https://uvadoc.uva.es/bitstream/handle/10324/36662/TFG-H1523.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- del Castillo, V., Armada, M., & Gottifredi, J. (1999). Formulación y caracterización de un alimento suplementario para deportistas. *Organo Oficial de La Sociedad Latinoamericana de Nutrición*, 49, 61–66.
- FAO. (2019). *EL ESTADO DE LA SEGURIDAD ALIMENTARIA Y NUTRICION EN EL MUNDO 2019 : protegerse frente a la ... desaceleracion y el debilitamiento de la economia*.
- FAO. (2021, July 12). *El estado de la seguridad alimentaria y la nutrición en el mundo 2021*. <https://doi.org/10.4060/cb5409es>

- Fassett, C., Gal, N., & Dahl, W. (2019). Bebidas nutricionales suplementarias: ¿Las necesito? 1. *Food Science and Human Nutrition*, 1, 1–3. <https://doi.org/10.1016/j.arr.2014.09.001>
- FDA. (2020). *Daily Value and Percent Daily Value: Changes on the New Nutrition and Supplement Facts Labels Valor*. www.FDA.gov/NewNutritionFactsLabel
- Gallego, A., Cosialls, F., Suárez, G., Vergara, G., & Lopéz, C. (2002). *Lecciones Sobre el Huevo* (1st ed., Vol. 1). Torreangulo Arte Gráfico. <http://ineh.com.ec/wp-content/uploads/2018/02/lecciones-sobre-el-huevo.pdf#page=155>
- Garzón, O. (2016). *MANUAL DE NUTRICIÓN Y DIETÉTICA*. Universitec .
- Gimeno, E. (2003). Medidas empleadas para evaluar el estado nutricional. *Offarm*, 22(3), 96–100. <https://www.elsevier.es/es-revista-offarm-4-articulo-medidas-empleadas-evaluar-el-estado-13044456>
- Herrera, B. S. (2003). *Desarrollo y evaluacion de una bebida nutricional instantanea para niños en edad escolar*.
- Horton-Szar, D., & Dominiczak, M. (2013). *Lo esencial en Metabolismo y Nutrición* (ELSEVIER, Vol. 4). ELSEVIER.
- IEH, I. de E. del H. (2009). *El Gran Libro del Huevo* (1st ed., Vol. 1). Editorial Everest. <http://institutohuevo.com/wp-content/uploads/2017/07/EL-GRAN-LIBRO-DEL-HUEVO.pdf>
- Martínez, A. B., & Pedrón, C. (2016). *CONCEPTOS BÁSICOS EN ALIMENTACIÓN*. Universidad Autónoma de Madrid .
- Mazariegos, M., Martínez, C., Mazariegos, D. I., Méndez, H., Román, A. V., Palmieri, M., & Tomás, V. (2016). *Análisis de la situación y tendencias de los micronutrientes clave en Guatemala, con un llamado a la acción desde las políticas públicas*. www.fantaproject.org
- Merí, Á. (2005). Fundamentos de fisiología de la actividad física y el deporte. In *Merí, Alex*. Editorial Medica Panamericana. <https://books.google.com.gt/books?id=tWpzqA3Ol0AC&printsec=frontcover&hl=es#v=onepage&q&f=false>
- MINECO. (2019). *Sector de Avicultura de Guatemala*. 2–18. https://www.mineco.gob.gt/sites/default/files/informe_del_sector_avicola.pdf
- Moncada, C., Muñoz, E., Paniagüe, D., & Zelada, C. (2019). *Plan de Negocio para la Elaboración de una Bebida instantánea saborizada a base de leche enriquecida con albúmina de huevo en Lima*.

- Morataya, L. (2015). *Evaluación del proceso de molienda en la producción de harinas y elaboración de atoles a partir del maíz en grano, por medio de análisis granulométrico*. Guatemala, Guatemala.
- NIH. (2016, February 17). *Tiamina - Datos en español*. Tiamina. <https://ods.od.nih.gov/factsheets/Thiamin-DatosEnEspañol/>
- NIH. (2018, December 7). *Folato*. National Institutes of Health. <https://ods.od.nih.gov/factsheets/Folate-DatosEnEspañol/>
- NIH. (2019a, December 17). *Hierro*. National Institutes of Health. <https://ods.od.nih.gov/factsheets/iron-datosenespañol/>
- NIH. (2019b, December 18). *Vitamina B6 - Datos en español*. Vitamina B6. <https://ods.od.nih.gov/factsheets/VitaminB6-DatosEnEspañol/>
- NIH. (2020). *Vitamina A*. National Institutes of Health. <https://ods.od.nih.gov/factsheets/VitaminA-DatosEnEspañol/>
- NIH. (2021a). *Vitamina D*. National Institutes of Health. <https://ods.od.nih.gov/pdf/factsheets/VitaminD-DatosEnEspañol.pdf>
- NIH. (2021b, March 22). *Niacin - Consumer*. Niacina. <https://ods.od.nih.gov/factsheets/Niacin-Consumer/>
- NIH. (2021c, July 7). *Vitamina B12*. National Institutes of Health. <https://ods.od.nih.gov/pdf/factsheets/VitaminB12-DatosEnEspañol.pdf>
- NIH. (2021d, November 17). *Calcio - Datos en español*. Calcio. <https://ods.od.nih.gov/factsheets/Calcium-DatosEnEspañol/>
- NIH. (2021e, December 8). *Zinc - Consumidor*. National Institutes of Health. <https://ods.od.nih.gov/factsheets/zinc-Consumer/>
- Nuñez de Villavicencio, M., Hernández Alvarez, R., Rodríguez, I., Luis, J., & Sánchez, R. (2018). *Metodología para la estimación de la vida útil de los alimentos. II. Métodos de estimación*. <https://www.researchgate.net/publication/322701856>
- Palacios, A. M., Villanueva, L. M., Castellanos, D., & Reinhart, G. (2017, October 7). *Aceptabilidad de un atole fortificado con 21 micronutrientes e impacto en la salud y nutrición de niños menores de 6 años en la Ciudad de Guatemala*. <https://www.alanrevista.org/ediciones/2017/1/art-3/>
- Popkin, B., Corvalán, C., & Grummer, L. (2019, July 15). La Doble Carga de la Malnutrición 1: Dinámicas de la doble carga de la malnutrición y la realidad cambiante de la nutrición. *THE LANCET*, 12–22.

<https://www.unicef.org/guatemala/media/2771/file/La%20Doble%20Carga%20de%20la%20Malnutrici%C3%B3n.pdf>

- Triana, M. (2004). Revista cubana de investigaciones biomédicas. In *Revista Cubana de Investigaciones Biomédicas* (Vol. 23, Issue 4). Editorial Ciencias Médicas.
http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-03002004000400011&lng=es&nrm=iso&tlng=es
- Ulloa, J., Cifuentes, S., Figueroa, V., van Uden, E., & Tafur, S. (2021). Importancia y beneficios del consumo de huevo de gallina enriquecido con selenio: revisión narrativa. *Revista de Nutrición Clínica y Metabolismo*, 4(3), 124–129.
<https://doi.org/10.35454/rncm.v4n3.238>
- UNICEF. (2019). *Estado Mundial de la Infancia 2019; Niños, alimentos y nutrición: crecer bien en un mundo en transformación*. 1–258.
<https://www.unicef.org/media/62486/file/Estado-mundial-de-la-infancia-2019.pdf>
- Valencia, F., Millán, L., & Jaramillo, Y. (2008). Estimación de vida útil físicoquímica, sensorial e intrusmental de queso crema bajo en calorías. *Revista Lasallista de Investigación*, 5(1), 28–33. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=69550106>
- Valladares, D. (2022). *Desarrollo de un estudio de factibilidad para la producción y comercialización en Guatemala de una bebida en polvo nutritivo que contiene huevo*. Guatemala, Guatemala: UVG.
- Zuluaga, N., Alfaro, J., González, V., Jiménez, K., & Campuzano, G. (2011). Vitamina D: Nuevos Paradigmas. *Medicina & Laboratorio: Programa de Educación Médica Continua Certificada*, 17(6), 211–246.

XI. ANEXOS

Anexo 1: Elementos de entrada para el desarrollo de una bebida fortificada

Característica	Descripción
Flavor	Sin sabor específico o vainilla
Fortificación	Hierro, zinc, vitamina D, complejo B, vitamina A y calcio
Aroma	A canela y vainilla
Color	Blanquecino
Presentación	450g
Ingredientes Mayores	Mezcla de cereales

Fuente: (Valladares, 2022)

Anexo 2: Definición del producto para desarrollar según las observaciones del estudio de mercado y las entrevistas a nutricionistas

Descripción	Bebida fortificada con vitaminas y minerales* utilizando huevo de gallina en polvo. Esta bebida en polvo tendrá un sabor “tradicional” y tendrá una presentación de 450gr en un empaque conocido como pillow pouch, puede ser reconstituida a través de su cocción y la textura debe ser más viscosa que líquida.
Cliente objetivo	Madres que compran bebidas en polvo en canal tradicional y moderno que pertenecen al nivel socioeconómico D1 y D2. Madres que dan esta bebida a sus familias principalmente en el desayuno y refacción.

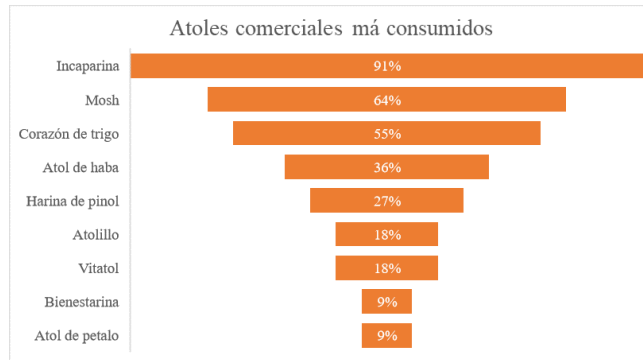
Fuente: (Valladares, 2022)

Anexo 3: Disposición de gasto según el tipo de frecuencia de consumo de bebidas en polvo comerciales que los clientes están dispuestos a pagar según las entrevistas realizadas a las personas de nivel socioeconómico con clasificación D1 y D2

FRECUENCIA Y GASTO	Gasto	Valor	% Sobre Variable	% Global
A diario	Q10-Q12	7	58%	7%
	Q13-Q15	3	25%	3%
	Q16-Q18	2	17%	2%
1 vez a la semana	Q10-Q12	16	52%	16%
	Q13-Q15	12	39%	12%
	Q16-Q18	3	10%	3%
3 veces a la semana	Q10-Q12	16	53%	16%
	Q13-Q15	9	30%	9%
	Q16-Q18	5	17%	5%
Cada 15 días	Q10-Q12	3	33%	3%
	Q13-Q15	4	44%	4%
	Q16-Q18	2	22%	2%
1 vez al mes	Q10-Q12	4	40%	4%
	Q13-Q15	6	60%	6%
	Q16-Q18	0	0%	0%
En ocasiones	Q10-Q12	4	44%	4%
	Q13-Q15	4	44%	4%
	Q16-Q18	1	11%	1%

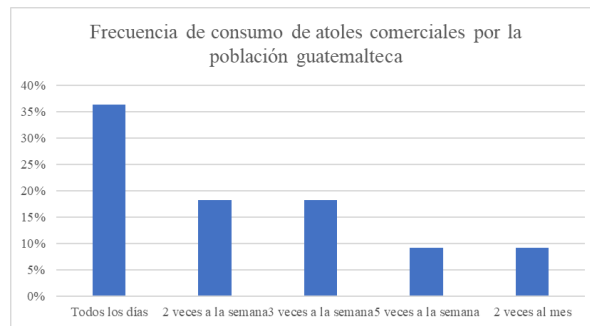
Fuente: (Valladares, 2022)

Anexo 4: Comparación del consumo de bebidas comerciales en polvo del guatemalteco con nivel socioeconómico D1 y D2



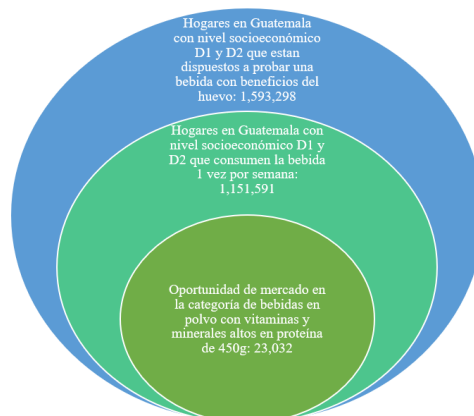
Fuente: (Valladares, 2022)

Anexo 5: Frecuencia de consumo de bebidas comerciales en polvo en la población guatemalteca de nivel socioeconómico D1 y D2



Fuente: (Valladares, 2022)

Anexo 6: TAM, SAM y SOM de la demanda utilizando 3,275,931 de hogares y 62.80% representativo del nivel socioeconómico D1 y D2



Fuente: (Valladares, 2022)

Anexo 7: QFD para la identificación y priorización de las necesidades del cliente

		<table border="1" style="float: left; margin-bottom: 5px;"> <tr> <td>-</td> <td>no existe relación</td> </tr> <tr> <td>+</td> <td>existe relación</td> </tr> </table>										-	no existe relación	+	existe relación	EVALUACIÓN COMPARATIVA 5 = MEJOR 1 = PEOR		
-	no existe relación																	
+	existe relación																	
Fuente	Qué? / Prioridad	Cómo?										NOSOTROS	Incaparina	Bienesarina				
		Materias primas de calidad	Fuente de proteína	Fortificación con vitaminas y minerales	Saborizantes "tradicionales"	Presentación de 450g	Reducción de costos en materia prima, empaque y proceso de producción	Mezcla lista para cocinar										
5		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10							
Media																		
Débil																		
1. REQUERIMIENTOS DE LOS CLIENTES																		
1	Fortificado con vitaminas y minerales	5	3	1	5	3	0	5	0			5	4	5				
2	Alto en proteína	5	5	5	0	0	0	3	0			4	3	3				
3	Sabor tradicional	4	0	0	0	5	0	3	5			4	3	3				
4	Sin presencia de sabor a huevo	4	0	5	0	5	0	3	0			3	5	5				
5	Presentación Familiar	3	0	0	0	0	5	0	0			5	5	5				
6	Precio Q10 - 12	4	5	5	5	3	5	5	0			2	4	5				
7	Fácil de preparar	3	0	0	0	0	0	0	5			5	5	5				
8																		
9																		
10																		
EVALUACION DE IMPORTANCIA		ABSOLUTA	60	70	45	67	35	84	35	0		OBSERVAMOS EL MAYOR = MAYOR PRIORIDAD						
		RELATIVA (%)	10	12	8	12	6	14	6	0		RELATIVA % = QUE TAN IMPORTANTE ES						



Fuente: Elaboración propia.

Anexo 8: Formulación base para la elaboración de una harina fortificada en polvo

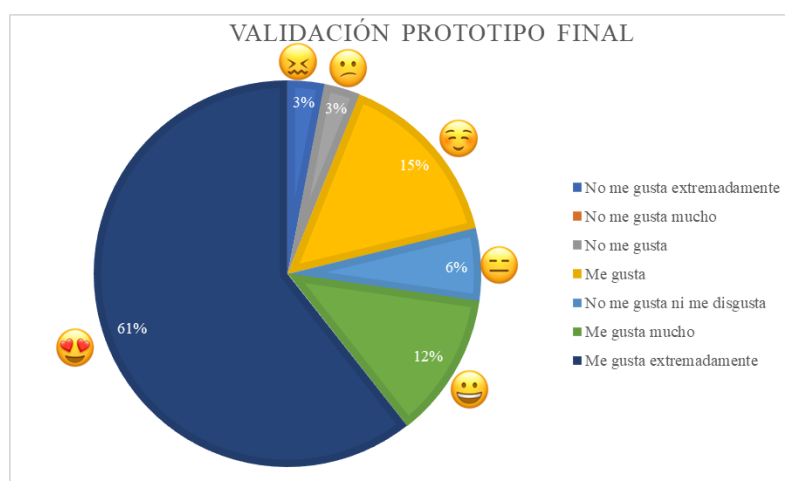
Ingrediente
Harina maíz
Harina soya
Azúcar
Huevo
Saborizantes
Estabilizantes
Pre-mix de vitaminas

Fuente: Elaboración propia

Anexo 9: Lista de verificación del cumplimiento de requisitos del cliente

Requisito	Cumplimiento
Fortificado con vitaminas y minerales	✓
Alto en proteína	✓
Sabor tradicional	✓
Sin presencia de sabor a huevo	✓
Presentación familiar	✓
Precio Q10.00 - Q12.00	✗
Fácil de preparar	✓

Anexo 10: Validación del prototipo final a través de un grupo focal con niños en edad escolar en una escala hedónica de 7 puntos con emojis sobre el producto general.



Fuente: (Valladares, 2022).

Anexo 11: Boleta para prueba hedónica de 9 puntos utilizada para evaluar atributos sensoriales de muestras de una bebida fortificada.

Nombre: _____

Fecha: _____

No. Panelista: _____

Frente a usted se presentan dos muestras de un atol fortificado. Por favor, observe y pruebe cada una de ellas, yendo de izquierda a derecha. Indique el grado en que le gusta o le disgusta cada atributo de cada muestra, de acuerdo con el puntaje/categoría, escribiendo el número correspondiente en la línea del código de la muestra.

Puntaje	Categoría
1	Me disgusta extremadamente
2	Me disgusta mucho
3	Me disgusta moderadamente
4	Me disgusta levemente
5	No me gusta ni me disgusta
6	Me gusta levemente
7	Me gusta moderadamente
8	Me gusta mucho
9	Me gusta extremadamente

Código de muestra	Calificación para cada atributo			
	Olor	Color	Sabor	Textura

Comentarios: _____

Fuente: Elaboración propia

Anexo 12: Resultado del análisis microbiológico de *Salmonella spp.* en la bebida fortificada en polvo.

	Informe de Análisis Microbiológico de <i>Salmonella sp.</i> en Alimentos	L-Fo-20 FC 22-06-17 UR 04-01-2022 Página 1 de 1			
CÓDIGO:	22-08247	FECHA DE INGRESO:	22/08/22	HORA DE INGRESO:	11:00:00 a. m.
DATOS DE LA MUESTRA					
PROCESO	INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO	FECHA DE TOMA:	22/08/2022		
TIPO DE MUESTRA:	PRODUCTO TERMINADO	HORA DE TOMA:	9:00:00 a. m.		
LUGAR DE TOMA:	LAB I+D				
DESCRIPCIÓN:	ATOL DE HUEVO (BOLSA NEGRA)				
EN ATENCIÓN A:		RESPONSABLE DE TOMA:			
OBSERVACIONES:	ATOL DE HUEVO				
ANÁLISIS REQUERIDOS	RESULTADOS	REFERENCIA RTCA67.04.50.17 Alimentos. Criterios microbiológicos para la inocuidad			
<i>Salmonella spp.</i>	Ausente	AUSENTE/25g			
<small>Metodología: American association of avian pathologists. (2008). A laboratory manual for the isolation, identification and characterization of avian pathogens. En A. a. pathologists, laboratory manual for the isolation, identification and characterization of avian pathogens (fifth ed., págs. 3-8). Athens, Georgia, United States of America: OmniPress.</small>					
Otros:					
Estos resultados son únicamente válidos para las muestras analizadas. *Muestra suministrada por el cliente*					
Llida. Gabriela Villanueva Gestora de Laboratorio 					
Última Línea					
28/09/2022					

Anexo 13: Resultado del análisis microbiológico de RAT, Coliformes totales, *E. Coli*, Hongos y Levaduras en la bebida fortificada en polvo.

Informe de Análisis Microbiológico de Alimentos/Materias Primas		L-Fo-05 FC 28-05-15 UR 04-01-2022 Página 1 de 1	
CÓDIGO:	22-08247	FECHA DE RECEPCIÓN:	22/08/22
		HORA DE RECEPCIÓN	11:00:00 a. m.
DATOS DE LA MUESTRA			
PROCESO	INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO	FECHA DE TOMA:	22/08/22
TIPO DE MUESTRA:	PRODUCTO TERMINADO	HORA DE TOMA:	9:00:00 a. m.
LUGAR DE TOMA:	LAB I+D		
DESCRIPCIÓN:	ATOL DE HUEVO (BOLSA NEGRA)		
EN ATENCIÓN A:		RESPONSABLE DE TOMA Y ENVÍO	
OBSERVACIONES:	ATOL DE HUEVO		
ANÁLISIS REQUERIDOS	RESULTADOS	REFERENCIA RTCA67.04.60.17 Alimentos. Criterios microbiológicos para la inocuidad de los alimentos	
RAT:	11,600	UFC/g	
Coliformes Totales:	<10	UFC/g	
E. Coli:	Ausente		<10 UFC/g (ausente)
Hongos y levaduras:	<10	UFC/g	
<small>UFC: unidad Formadora de Colonia. RAT: Recuento Aeróbico Total (7.62). MNPC: Muy Numeroso Para Contar; Metodología: Compendium of methods for the Microbiological Examination of Food, 4th Edition 2001. RAT (7.72), CT, E.coli (8.76) y Hongos y Levaduras con Metodos Petrifilm aprobados por AOAC International.</small>			
Otros:			
<small>Estos resultados son únicamente válidos para las muestras analizadas. *Muestra suministrada por el cliente*</small>			
Lidia. Gabriela Villanueva Gestora de Laboratorio			
ULTIMA LINEA			
			28/8/2022

Anexo 14: Análisis en triplicado de pH y °Brix en muestras de la bebida fortificada.

No.	Muestra	pH (± 0.05)	Brix (± 0.2)
1	Harina de atol fortificada	6.85	3.9
2	Harina de atol fortificada	6.87	4.3
3	Harina de atol fortificada	6.88	4.0

Anexo 15: Análisis en triplicado de Aw en muestras de la bebida fortificada.

No.	Muestra	Actividad de agua (Aw) (± 0.001)
1	Harina de atol fortificada	0.606
2	Harina de atol fortificada	0.598
3	Harina de atol fortificada	0.602

Anexo 16: Análisis en triplicado de humedad en muestras de la bebida fortificada.

No.	Muestra	Porcentaje de humedad
1	Harina de atol fortificada	7.77
2	Harina de atol fortificada	7.73
3	Harina de atol fortificada	7.70

Anexo 17: Análisis en triplicado de grasa en muestras de la bebida fortificado.

No.	Muestra	Porcentaje de grasa
1	Harina de atol fortificada	3.32
2	Harina de atol fortificada	3.67
3	Harina de atol fortificada	3.44

Anexo 18: Análisis en triplicado de proteína en muestras de la bebida fortificada.

No.	Muestra	Porcentaje de proteína
1	Harina de atol fortificada	19.58
2	Harina de atol fortificada	20.25
3	Harina de atol fortificada	19.23

Anexo 19: Análisis en triplicado de ceniza en muestras de la bebida fortificada.

No.	Muestra	Porcentaje de ceniza
1	Harina de atol fortificada	3.09
2	Harina de atol fortificada	3.05
3	Harina de atol fortificada	2.79

Anexo 20: Análisis en triplicado de viscosidad en muestras de la bebida fortificada.

No.	Muestra	Viscosidad (cP) (± 0.1)
1	Harina de atol fortificada	855.9
2	Harina de atol fortificada	852.9
3	Harina de atol fortificada	849.7

Anexo 21: Análisis granulométrico en triplicado de muestras de la bebida fortificada.

Corrida	Mesh		
	40	60	200
1	27.10%	40.20%	15.90%
2	27.55%	41.30%	10.75%
3	26.00%	38.80%	14.40%

Anexo 22: Análisis de colorimetría en triplicado en muestras de la bebida fortificada.

Muestra (polvo)	L* (± 0.05)	a* (± 0.05)	b* (± 0.05)
Harina de atol fortificada	81.11	0.9	19.38
Harina de atol fortificada	81.8	0.97	19.76
Harina de atol fortificada	82.86	0.91	19.67


Anexo 23: Análisis de colorimetría en triplicado en muestras de la bebida fortificada hidratada (20g en 250mL de agua potable)

Muestra (hidratada)	L* (± 0.05)	a* (± 0.05)	b* (± 0.05)
Harina de atol fortificada	50.49	2.83	19.9
Harina de atol fortificada	55.83	2.92	20.63
Harina de atol fortificada	54.47	2.95	20.53

Anexo 24: Análisis de humedad en triplicado de muestras de huevo en polvo.

No.	Muestra	Actividad de agua (Aw) (±0.001)	Porcentaje de humedad (±0.01)
1	Huevo en polvo	0.678	7.85
2	Huevo en polvo	0.663	7.92
3	Huevo en polvo	0.622	8.11

Anexo 25: Informe de resultados del análisis de degradación de vitamina A (µg/100g) en la bebida fortificada en polvo.



INLASA
Investigación • Laboratorio • Análisis • Servicio • Asesoría

INLASA, S.A.
29 Calle 19-1 Zona 12
Teléfonos: 24761795, 24760337
Fax: 24769549
E-mail: servicioalcliente@laboratorioinlasa.com
www.inlasa.com

Página 1 de 2

INFORME DE RESULTADOS

Cliente: GERARDO MÉNDEZ Dirección: CIUDAD Fecha Ingreso: 6/09/2022 Hora Ingreso: 09:53:00	Fecha Emisión: 7/10/2022 Hora Emisión: 15:04:49 Res. Muestreo: Cliente/Client Número Orden: 2022003155
Número Informe: 1	

Muestra: (212574) Polvo. Muestra tiempo cero Observaciones: Fecha Producción: 5/09/22.					
ANÁLISIS	RESULTADO	UNIDAD DE MEDIDA	LD	METODOLOGÍA	FECHA ANÁLISIS
Vitamina A	747.57	µg/100g	15	AOAC 2001.13	06/09/2022

Muestra: (212575) Polvo. Muestra : T ambiente (A los 15 días) Observaciones:					
ANÁLISIS	RESULTADO	UNIDAD DE MEDIDA	LD	METODOLOGÍA	FECHA ANÁLISIS
Vitamina A	596.24	µg/100g	15	AOAC 2001.13	21/09/2022

Muestra: (212576) Polvo. Muestra : 35°C (A los 15 días) Observaciones:					
ANÁLISIS	RESULTADO	UNIDAD DE MEDIDA	LD	METODOLOGÍA	FECHA ANÁLISIS
Vitamina A	541.04	µg/100g	15	AOAC 2001.13	21/09/2022

Muestra: (212577) Polvo. Muestra : 45°C (A los 15 días) Observaciones:					
ANÁLISIS	RESULTADO	UNIDAD DE MEDIDA	LD	METODOLOGÍA	FECHA ANÁLISIS
Vitamina A	443.64	µg/100g	15	AOAC 2001.13	21/09/2022

Muestra: (212578) Polvo. Muestra : T ambiente (A los 30 días) Observaciones:					
ANÁLISIS	RESULTADO	UNIDAD DE MEDIDA	LD	METODOLOGÍA	FECHA ANÁLISIS
Vitamina A	597.48	µg/100g	15	AOAC 2001.13	06/10/2022

Muestra: (212579) Polvo. Muestra : 35°C (A los 30 días) Observaciones:					
ANÁLISIS	RESULTADO	UNIDAD DE MEDIDA	LD	METODOLOGÍA	FECHA ANÁLISIS
Vitamina A	402.91	µg/100g	15	AOAC 2001.13	06/10/2022

Muestra: (212580) Polvo. Muestra : 45°C (A los 30 días) Observaciones:					
ANÁLISIS	RESULTADO	UNIDAD DE MEDIDA	LD	METODOLOGÍA	FECHA ANÁLISIS
Vitamina A	377.50	µg/100g	15	AOAC 2001.13	06/10/2022

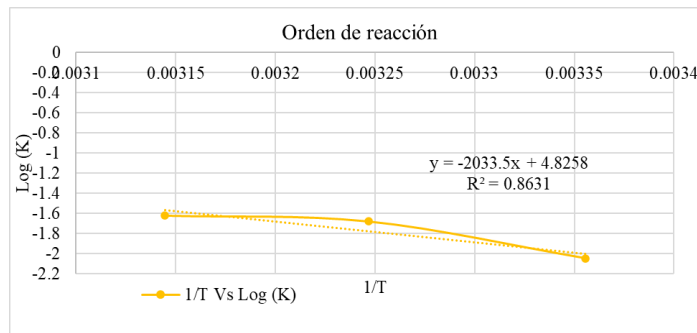
LD: Límite Detección LMP: Límite Máximo Permisido LMA: Límite Máximo Aceptable
 NA: No Aplica ND: No Detectable

Firmado de aprobado y revisando en la última página

Anexo 26: Datos originales para el cálculo del orden de reacción y la constante de velocidad.

Temperatura	K	1/T	Log K
25	0.009	0.003355705	-2.045757491
35	0.021	0.003246753	-1.677780705
45	0.024	0.003144654	-1.619788758

Anexo 27: Gráfico del 1/T vrs. Logaritmo de K para la determinación de la constante de velocidad K.



Anexo 28: Calculo de la constante de velocidad a 25°C para una bebida fortificada en polvo utilizando la ecuación de Arrhenius

Constante de velocidad a 25°C	
Log (K)	-1.998025503
K*	0.010045568

*Se realizo el despeje de K siguiendo las leyes de logaritmos.

Anexo 29: Degradación del porcentaje de vitamina A usando la ecuación de Arrhenius a través del tiempo

Días	% Vitamina A	Días	% Vitamina A
0	100.00	90	40.49
10	90.44	95	38.51
15	86.01	105	34.83
20	81.80	110	33.12
25	77.79	115	31.50
30	73.98	120	29.96
35	70.36	125	28.49
40	66.91	130	27.09
45	63.63	135	25.77
50	60.52	140	24.50
55	57.55	145	23.30
60	54.73	150	22.16
65	52.05	155	21.08
70	49.50	160	20.04
75	47.08	170	18.13
80	44.77	180	16.39
85	42.58	190	14.83

Anexo 30: Datos nutricionales para cada ingrediente de la formulación utilizando las tablas de alimentos del INCAP.

NOMBRE DE LA MATERIA PRIMA											PRODUCTO TERMINADO APORTE NUTRICIONAL 100G
% DE MATERIAS PRIMAS EN FORMULA (Debe sumar 100%)											100.000%
Grasas Totales	3.78 g	6.70 g	0.00 g	0.20 g	40.95 g	0.06 g	3.19 g	0.00 g	0.00 g	0.00 g	5.27 g
Grasas Saturadas	0.53 g	0.97 g	0.00 g	0.00 g	12.73 g	0.00 g	0.65 g	0.00 g	0.00 g	0.00 g	1.10 g
Grasa Monoinsaturada	1.00 g	1.48 g	0.00 g	0.02 g	15.34 g	0.00 g	0.48 g	0.00 g	0.00 g	0.00 g	1.54 g
Grasa Poliinsaturada	1.72 g	3.78 g	0.00 g	0.03 g	5.80 g	0.00 g	0.53 g	0.00 g	0.00 g	0.00 g	1.93 g
Grasas Trans	0.00 g	0.00 g	0.00 g	0.00 g	0.00 g	0.00 g	0.00 g	0.00 g	0.00 g	0.00 g	0.00 g
Colesterol	0.00 mg	0.00 mg	0.00 mg	0.00 mg	1630.00 mg	0.00 mg	0.00 mg	0.00 mg	0.00 mg	0.00 mg	81.50 mg
Sodio	5.00 mg	18.00 mg	0.00 mg	9.00 mg	523.00 mg	0.00 mg	0.00 mg	0.00 mg	0.00 mg	0.00 mg	33.14 mg
Carbohidratos Totales	76.27 g	37.98 g	99.10 g	85.60 g	4.95 g	12.65 g	79.85 g	0.00 g	0.00 g	0.00 g	65.85 g
Fibra	9.60 g	10.20 g	0.00 g	0.90 g	0.00 g	0.00 g	54.30 g	0.00 g	0.00 g	0.00 g	6.97 g
Azúcares	0.00 g	0.00 g	0.00 g	0.00 g	0.00 g	0.00 g	0.00 g	0.00 g	0.00 g	0.00 g	0.00 g
Proteína	9.34 g	46.53 g	0.00 g	0.60 g	48.37 g	0.00 g	3.89 g	0.00 g	0.00 g	0.00 g	17.85 g
Vitamina A	662.00 µg	2.00 µg	1000.00 µg	1021.28 µg	500.00 µg	0.00 µg	14.00 µg	0.00 µg	0.00 µg	3600.00 µg	582.95 µg
Vitamina D (UI)	0.0 UI	0.0 UI	0.0 UI	0.0 UI	0.0 UI	0.0 UI	0.0 UI	0.0 UI	0.0 UI	0.0 UI	0.0 UI
Vitamina D (µg)	0.00 µg	0.00 µg	0.00 µg	0.00 µg	3.10 µg	0.00 µg	0.00 µg	0.00 µg	0.00 µg	400.00 µg	4.16 µg
Calcio	150.00 mg	188.00 mg	5.00 mg	8.00 mg	236.00 mg	11.00 mg	0.00 mg	0.00 mg	0.00 mg	26000.00 mg	380.32 mg
Potasio	298.00 mg	2570.00 mg	0.00 mg	3.00 mg	540.00 mg	0.00 mg	0.00 mg	0.00 mg	0.00 mg	0.00 mg	788.57 mg
Hierro	7.21 mg	5.99 mg	0.10 mg	17.87 mg	6.79 mg	0.12 mg	38.07 mg	0.00 mg	0.00 mg	360.00 mg	9.70 mg
Folato	380.00 mg	410.00 mg	0.00 mg	0.00 mg	171.00 mg	29.00 mg	0.00 mg	0.00 mg	0.00 mg	0.00 mg	263.25 mg
Zinc	4.00 mg	1.18 mg	0.00 mg	19.15 mg	5.28 mg	0.00 mg	1.97 mg	0.00 mg	0.00 mg	220.00 mg	5.43 mg
Tiamina (B1)	1.43 mg	0.38 mg	0.00 mg	1.79 mg	0.19 mg	0.01 mg	0.08 mg	0.00 mg	0.00 mg	24.00 mg	1.01 mg
Riboflavina (B2)	0.75 mg	0.28 mg	0.00 mg	0.02 mg	1.97 mg	0.09 mg	0.14 mg	0.00 mg	0.00 mg	26.00 mg	0.73 mg
Niacinamida (B3)	9.84 mg	2.16 mg	0.00 mg	19.15 mg	0.31 mg	0.43 mg	1.30 mg	0.00 mg	0.00 mg	300.00 mg	8.56 mg
Piridoxina (B6)	0.37 mg	0.52 mg	0.00 mg	2.55 mg	0.50 mg	0.03 mg	0.31 mg	0.00 mg	0.00 mg	34.00 mg	0.79 mg
Cobalamina (B12)	0.36 µg	0.00 µg	0.00 µg	3.06 µg	3.39 µg	0.00 µg	0.00 µg	0.00 µg	0.00 µg	48.00 µg	0.96 µg
Ácido Fólico (B9)	209.00 µg	0.00 µg	0.00 µg	255.32 µg	119.00 µg	0.00 µg	0.00 µg	0.00 µg	0.00 µg	8000.00 µg	183.38 µg
CALORIAS TOTALES (calculadas)	376.46 kcal	398.34 kcal	396.40 kcal	346.60 kcal	581.83 kcal	51.14 kcal	363.67 kcal	0.00 kcal	0.00 kcal	0.00 kcal	382.28 kcal
CALORIAS DE GRASA	34.02 kcal	60.30 kcal	0.00 kcal	1.80 kcal	368.55 kcal	0.54 kcal	28.71 kcal	0.00 kcal	0.00 kcal	0.00 kcal	47.47 kcal

Fuente: (INCAP, 2012).

*Los ingredientes de la formulación no pueden mostrarse.

Anexo 31: Valores diarios de referencia nutricional según la FAO/OMS.

Micronutrientes	Valor diario (FAO)	Unidad
Vitamina A	800	µg
Vitamina D (µg)	5	µg
Calcio	800	mg
Potasio	1,000	mg
Hierro	14	mg
Zinc	15	mg
Folato	400	µg
Tiamina (B1)	1.4	mg
Riboflavina (B2)	1.6	mg
Niacinamida (B3)	18	mg
Piridoxina (B6)	2	mg
Ácido Fólico (B9)	200	µg
Cobalamina (B12)	2.4	µg

Fuente: (RTCA 67.01.60.10).