

Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano
Departamento de Agroindustria Alimentaria
Ingeniería en Agroindustria Alimentaria



Proyecto Especial de Graduación

**Desarrollo de una sopa a base de vegetales fuente de proteína, fibra y
vitamina A para escolares**

Estudiante

Ricardson W. Charles

Asesores

Adriana Hernandez, D.Sc.

Sandra Espinoza, M.Sc.

Honduras, octubre 2024

Autoridades

SERGIO ANDRÉS RODRÍGUEZ ROYO

Rector

ANA M. MAIER ACOSTA

Vicepresidenta y Decana Académica

ADELA M. ACOSTA MARCHETTI

Directora Departamento de Agroindustria Alimentaria

JULIO NAVARRO

Secretaría General

Contenido

Índice de Cuadros.....	5
Índice de Figuras	6
Índice de Anexos	7
Resumen	8
Abstract.....	9
Introducción.....	10
Materiales y Métodos.....	13
Localización del Estudio	13
Materia Prima	13
Fases del Proyecto	13
Fase 1 Formulación de la Sopa, Análisis Microbiológico y Sensorial.	13
Fase 2 Análisis Físicos y Químicos	19
Resultados y Discusión.....	26
Análisis Microbiológicos.....	26
Análisis Sensorial.....	26
Color.....	28
Olor	28
Textura.....	29
Sabor	29
Análisis Físicoquímicos.....	30
Análisis de Color.....	31
Análisis de Humedad.....	31
Análisis de Cenizas	32
Análisis de Grasa	32
Análisis de Proteína.....	33

Análisis de Carbohidratos	34
Análisis de Fibra Dietética	35
Análisis de Vitamina A.....	36
Conclusiones	37
Recomendaciones.....	38
Referencias.....	39
Anexos.....	43

Índice de Cuadros

Cuadro 1	Formulación de los diferentes tratamientos de la mezcla seca, base de la sopa.	14
Cuadro 2	Aporte nutricional teórico de los cuatro tratamientos en 36 g de mezcla seca de sopa de vegetales e ingredientes adicionales	15
Cuadro 3	Resultado final de los análisis microbiológicos	26
Cuadro 4	Resultados de los análisis sensoriales de la prueba de aceptación.....	27
Cuadro 5	Análisis de correlación de los atributos sensoriales con la aceptación general.....	28
Cuadro 6	Resultado del análisis de color	31
Cuadro 7	Resultados de los análisis químicos en una porción de 36 g.....	34

Índice de Figuras

Figura 1 Flujograma de proceso para la elaboración de la mezcla seca molida de los vegetales e ingredientes adicionales.	16
---	----

Índice de Anexos

Anexo A Hoja de consentimiento informado.....	43
Anexo B Boleta de evaluación sensorial	44
Anexo C Proceso de análisis de Salmonella	46
Anexo D Resultado de los análisis químicos de la mezcla seca en base a 100 g	47
Anexo E Producto final obtenido después del mezclado de todos los ingredientes molidos	48
Anexo F Proceso de deshidratado de los vegetales.....	49
Anexo G Proceso de pesado de la zanahoria	50
Anexo H Proceso de molido de la yuca	51
Anexo I Los vegetales cortados en trozos	52

Resumen

La malnutrición escolar es un problema que afecta el desarrollo físico y cognitivo. El objetivo del presente estudio fue desarrollar una sopa a base de vegetales deshidratados para contribuir a la nutrición escolar. La sopa se formuló con zanahoria (30%), leche en polvo descremada (30%), soya texturizada (15%), papa (10%), yuca (10%), azúcar y saborizantes naturales. Se establecieron cuatro tratamientos (Trt) para una porción de 36 g diferenciados por sabor: Trt1 sin sabor particular, Trt2 incluía canela, Trt3 sabor vainilla, y Trt4 incorporó cocoa. Se realizaron análisis microbiológicos, para confirmar ausencia de *Salmonella* spp, pruebas sensoriales preliminares para evaluar la aceptación en escolares. Se utilizó un diseño de Bloques Completos al Azar, un ANDEVA y separación de medias Duncan. Se realizaron análisis fisicoquímicos y ANDEVA al tratamiento mejor aceptado. La evaluación sensorial indicó una alta aceptabilidad de todos los tratamientos, con una puntuación ≥ 4.4 en todos los atributos, sin diferencias significativas. Se realizaron análisis al Trt2 con tres repeticiones; el color indicó baja luminosidad ($L^* = 23.86 \pm 0.11$), con predominancia de tonos rojos ($a^* = 36.73 \pm 0.10$) y amarillos ($b^* = 17.62 \pm 0.17$); humedad $9.30 \pm 0.17\%$, ceniza $5.72 \pm 0.60\%$. Una porción de sopa contiene proteína $7 \text{ g} \pm 0.79$, fibra dietética $3.24 \text{ g} \pm 1.18$, grasa $1.37 \text{ g} \pm 0.07$ y VitA $136.35 \mu\text{g} \pm 5.74$. Esta sopa es “fuente” de proteína, fibra y VitA según el Reglamento Técnico Centroamericano de Etiquetado Nutricional y contribuiría a la nutrición escolar.

Palabras clave: alimentación escolar, fibra dietética, malnutrición, proteína vegetal

Abstract

School malnutrition is a problem that affects physical and cognitive development. The objective of this study was to develop a soup based on dehydrated vegetables to contribute to school nutrition. The soup was formulated with carrot (30%), skim milk powder (30%), textured soy (15%), potato (10%), cassava (10%), sugar, and natural flavorings. Four treatments (Trt) were established for a 36 g portion, differentiated by flavor: Trt1 had no specific flavor, Trt2 included cinnamon, Trt3 had a vanilla flavor, and Trt4 incorporated cocoa. Microbiological analyses were conducted to confirm the absence of *Salmonella spp.*, and preliminary sensory tests were carried out to evaluate acceptance among schoolchildren. A Randomized Complete Block Design, ANOVA, and Duncan's multiple range test were used. Physicochemical analyses and ANOVA were applied to the most accepted treatment. Sensory evaluation indicated high acceptability for all treatments, with a score ≥ 4.4 across all attributes and no significant differences. Analyses were conducted on Trt2 with three repetitions; color indicated low lightness ($L^* = 23.86 \pm 0.11$), with predominance of red ($a^* = 36.73 \pm 0.10$) and yellow tones ($b^* = 17.62 \pm 0.17$); moisture $9.30 \pm 0.17\%$, ash $5.72 \pm 0.60\%$. A portion of soup contains $7 \text{ g} \pm 0.79$ of protein, $3.24 \text{ g} \pm 1.18$ of dietary fiber, $1.37 \text{ g} \pm 0.07$ of fat, and $136.35 \mu\text{g} \pm 5.74$ of Vitamin A. This soup is a "source" of protein, fiber, and Vitamin A according to the Central American Technical Regulation on Nutritional Labeling and would contribute to school nutrition.

Keywords: dietary fiber, malnutrition, plant-based protein, school feeding

Introducción

El mundo en que vivimos siempre se ha enfrentado a problemas nutricionales persistentes. Estos problemas se han observado en los diferentes grupos de edad de las sociedades. Sin embargo, siguen siendo aún más preocupantes para los niños en edad escolar, ya que requieren una alimentación que les brinde los nutrientes para satisfacer las demandas de sus actividades académicas y crecimiento.

La edad escolar es un período de desarrollo físico, mental y emocional significativo para los niños en este grupo de edad (Srivastava et al., 2012). Durante la etapa escolar la nutrición juega un papel fundamental porque es el periodo en el que se establecen los hábitos saludables que permitirán desarrollar un correcto estado de salud a lo largo de la vida, es decir que la alimentación es una inversión en la salud a largo plazo (Santos Holguín y Barros Rivera, 2022). Por lo tanto, mantener una dieta equilibrada y un estilo de vida activo son aspectos clave para garantizar un correcto crecimiento y desarrollo, además de contribuir a prevenir la aparición de diversas enfermedades crónicas (Termes Escalé et al., 2021). Una alimentación saludable se debe basar en una dieta variada, equilibrada e individualizada para los requerimientos específicos de cada niño. Los padres de familia y educadores juegan un papel decisivo en los hábitos alimentarios de los niños (Macias M et al., 2012).

En Honduras, la malnutrición infantil constituye un problema de salud pública de gran magnitud, especialmente en áreas rurales como la comunidad de Jicarito, San Antonio de Oriente, donde un estudio reveló preocupantes indicadores de salud en escolares: un 16% presenta sobrepeso, un 9% obesidad, un 24% retraso en el crecimiento, y un 11% anemia (Ramírez Tapia y Serrano Maraña, 2024). Según la FAO (2022), Honduras es el segundo país con mayor nivel de subalimentación en Centroamérica, con un 15.3% de la población en riesgo de deficiencia nutricional. Esta situación limita las capacidades físicas y cognitivas de los niños, afectando su rendimiento escolar y sus oportunidades futuras, además de tener consecuencias económicas negativas para el país debido a la pérdida de productividad (Organización Mundial de la Salud [OMS], 2024). A nivel global, investigaciones muestran que los niños con malnutrición tienen un riesgo significativamente mayor de desarrollar

problemas de salud crónicos y dificultades cognitivas, comprometiendo su desempeño académico y su calidad de vida a largo plazo (Patton et al., 2016).

El acceso a alimentos nutritivos es limitado en comunidades hondureñas como Jicarito, donde las familias dependen en gran medida de una dieta con baja diversidad y valor nutritivo. La Encuesta Nacional de Salud y Nutrición de Honduras confirma esta tendencia, señalando que las dietas en estas zonas a menudo no proporcionan la cantidad adecuada de nutrientes esenciales. Frente a este panorama, los programas de alimentación escolar representan una herramienta eficaz para mejorar la dieta infantil y ofrecer a los escolares una oportunidad de desarrollo más saludable (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO], 2016).

Para abordar estas necesidades, este estudio propone el desarrollo de una sopa en polvo a base de vegetales, formulada con ingredientes accesibles. Se ha demostrado que los alimentos con proteínas vegetales de calidad, como la soya, pueden proporcionar aminoácidos esenciales de manera asequible y sostenible, facilitando su integración en programas de alimentación escolar (Friedman y Brandon, 2001; FAO, 2011). Este tipo de producto puede cumplir con los requerimientos nutricionales de los escolares.

Diversas organizaciones internacionales, como UNICEF, subrayan la importancia de innovar en soluciones alimentarias escolares para reducir la incidencia de enfermedades, mejorar el rendimiento cognitivo y establecer una base sólida para el desarrollo social y económico de las futuras generaciones (Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia, 2022). Esta investigación, por tanto, no solo buscó ofrecer una solución práctica y nutritiva para combatir la malnutrición en los escolares hondureños, sino también establecer las bases para una intervención replicable en comunidades con problemas nutricionales similares en toda la región. Este estudio tuvo como propósito desarrollar una sopa en función de los requerimientos nutricionales de la población escolar, y los objetivos fueron evaluar sensorialmente los tratamientos propuestos por parte de los escolares y valorar las propiedades químicas y el color al tratamiento más aceptado.

Diversas organizaciones internacionales, como UNICEF, subrayan la importancia de innovar en soluciones alimentarias escolares para reducir la incidencia de enfermedades, mejorar el rendimiento cognitivo y establecer una base sólida para el desarrollo social y económico de las futuras generaciones (Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia, 2022). Esta investigación, por tanto, no solo buscó ofrecer una solución práctica y nutritiva para combatir la malnutrición en los escolares hondureños, sino también establecer las bases para una intervención replicable en comunidades con problemas nutricionales similares en toda la región. Este estudio tuvo como propósito desarrollar una sopa en función de los requerimientos nutricionales de la población escolar, y los objetivos fueron evaluar sensorialmente los tratamientos propuestos por parte de los escolares y valorar las propiedades químicas y el color al tratamiento más aceptado.

Materiales y Métodos

Localización del Estudio

Este estudio se realizó en el departamento de agroindustria alimentaria de la Escuela Agrícola Panamericana Zamorano (EAPZ). La formulación y las pruebas preliminares se llevaron a cabo en la Planta de Innovación de Alimentos (PIA). Los análisis microbiológicos fueron realizados en el Laboratorio de Microbiología de Alimentos (LMAZ). Los análisis fisicoquímicos tuvieron lugar en el Laboratorio de Análisis de Alimentos (LAAZ) y los análisis sensoriales se realizaron en la Escuela Pedro Nufio, ubicada en la comunidad de Tabla Grande, San Antonio de Oriente, Departamento Francisco Morazán, Honduras.

Materia Prima

Las materias primas utilizadas en la elaboración de esta sopa nutricional procedieron en mayor parte de la planta hortofrutícola de postcosecha de la EAPZ. Las materias primas utilizadas fueron: zanahoria, papa, yuca, leche descremada en polvo (marca Ceteco), soya texturizada (marca Proteamas) e ingredientes saborizantes (vainilla, canela y cocoa).

Fases del Proyecto

El proyecto de investigación se desarrolló en 2 fases:

Fase 1 Formulación de la Sopa, Análisis Microbiológico y Sensorial.

En la fase 1 del proyecto, se llevó a cabo la formulación de la sopa, donde se diseñó la receta del producto considerando los ingredientes y sus proporciones. Posteriormente, se realizaron pruebas de análisis microbiológico, con el fin de evaluar la inocuidad alimentaria del producto, garantizando que esté libre de microorganismos patógenos. Finalmente, se llevó a cabo un análisis sensorial, para evaluar la aceptación de la sopa por parte de los panelistas.

Formulación Teórica y Pruebas Preliminares.

Antes de obtener la formulación final, se realizaron varias pruebas para obtener la mejor versión del producto tanto desde el punto de vista sensorial como nutricional. Los tratamientos se formularon en función de los requerimientos nutricionales y los gustos de los escolares, con el fin de procurar que tuvieran una buena aceptación de parte de éstos. La propuesta de formulación se hizo en base a la porción de referencia indicada para sopas en el anexo F del RTCA 67.01.60:23. Se identificó que la cantidad de referencia para el cálculo de las porciones de sopa es de 250 ml o 245 g. La sopa se preparó con 36 g de mezcla seca de vegetales y 209 g de agua y la formulación está descrita en el Cuadro 1, y los aportes nutricionales teóricos de cada uno de los ingredientes se muestran en el Cuadro 2 de acuerdo con la tabla de composición de alimentos del Instituto de Nutrición de Centroamérica y Panamá (INCAP), 3a edición 2018.

Cuadro 1

Formulación de los diferentes tratamientos de la mezcla seca, base de la sopa.

Ingredientes (%)	Tratamiento			
	Tratamiento 1	Tratamiento 2	3	Tratamiento 4
Zanahoria deshidratada	30.0	30.0	30.0	30.0
Leche descremada en polvo	30.0	30.0	30.0	30.0
Soya texturizada	15.0	15.0	15.0	15.0
Papa deshidratada	10.0	10.0	10.0	10.0
Yuca deshidratada	10.0	10.0	10.0	10.0
Azúcar fortificado con vitamina A	5.0	2.5	2.5	2.5
Saborizantes	0.0	2.5	2.5	2.5
Total	100.0	100.0	100.0	100.0

Nota. El saborizante utilizado en el Tratamiento 2 fue canela, en el Tratamiento 3 fue vainilla, y en el Tratamiento 4 fue cocoa.

Cuadro 2

Aporte nutricional teórico de los cuatro tratamientos en 36 g de mezcla seca de sopa de vegetales e ingredientes adicionales

Ingredientes	Cantidad	Energía	Proteína	Grasa total	CHOs	Fibra dietética	Fe	Na	Vit A EAR
	g	Kcal	g	g	g	g	mg	mg	mcg
Zanahoria	10.8	4.4	0.1	0.0	1.0	0.3	0.0	7.5	90.2
Leche descremada en polvo	10.8	39.1	3.9	0.1	5.6	0.0	0.0	57.8	12.7
Soya	5.4	19.2	2.7	0.0	1.9	0.0	0.8	0.0	0.0
Papa	3.6	2.8	0.1	0.0	0.6	0.1	0.0	0.2	0.0
Yuca	3.6	5.8	0.0	0.0	1.4	0.1	0.0	0.5	0.0
Azúcar forticado con vitamina A	1.8	6.9	0.0	0.0	1.8	0.0	0.0	0.0	18.0
Total	36.0	78.1	6.8	0.1	12.4	0.4	0.9	66.0	121.0

Nota. g=gramo; Kcal=Kilocaloría; mg=miligramo; mcg=microgramo; CHOs=carbohidratos; Fe=hierro; Na=sodio; Vit A EAR= vitamina A equivalentes de actividad de retinol

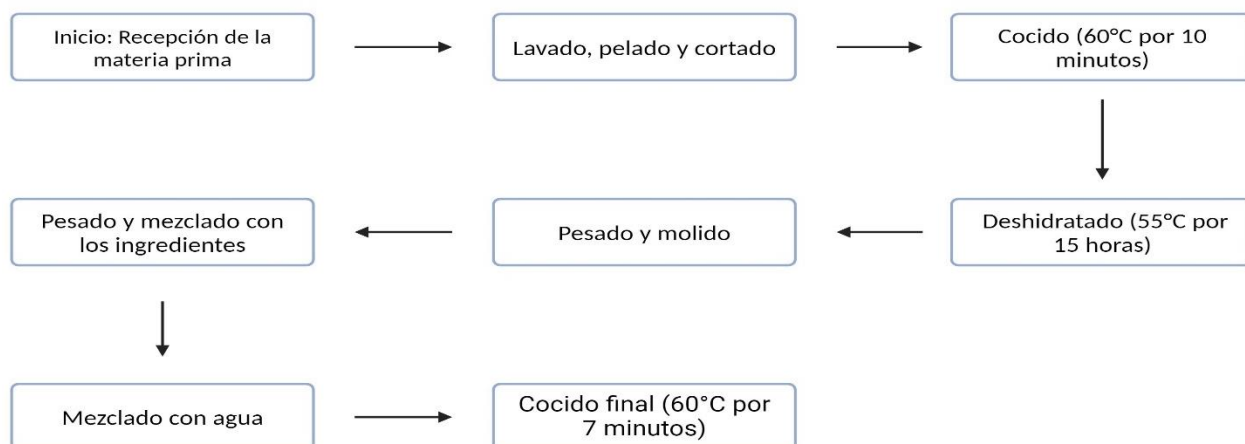
Descripción del Proceso.

Los ingredientes fueron recibidos en la PIA, cuyos procesos son descritos en la Figura 1. Los vegetales se sometieron a lavado, desinfectado, pelado y cortado en trozos de 15 a 20 cm². Luego, se cocinaron a 60 °C durante 10 minutos. Posteriormente, fueron deshidratados a 55 °C durante 15 horas, lo que redujo significativamente su contenido de agua.

Una vez deshidratados, tanto los vegetales como la soya texturizada se pesaron en una balanza de mesa OHAUS® Ranger 3000 y se molieron por separado usando un molino FOSS CT 193 Cyclotec por separado hasta obtener un polvo fino de 200-300 µm utilizando un tamiz FOSS CT 193 Cyclotec. Este polvo fue cuidadosamente pesado y mezclado con otros ingredientes (leche, azúcar y los sabores), para formar la mezcla final en polvo. Finalmente, a 36 g esta mezcla se le adicionaron 209 ml de agua para preparar la sopa. El producto se cocinó durante 7 minutos, resultando en la sopa lista para consumir.

Figura 1

Flujograma de proceso para la elaboración de la mezcla seca molida de los vegetales e ingredientes adicionales.



Recepción de la Materia Prima.

El proceso comenzó con la recepción de la materia prima. Esta materia prima fue pesada con una balanza OHAUS® Ranger 3000 antes de ser procesada.

Lavado, Pelado y Cortado.

Los vegetales recibidos fueron lavados uno por uno con agua potable de forma manual para eliminar cualquier suciedad o impurezas. Fueron desinfectados con una solución de hipoclorito de sodio a 200 ppm conforme a las recomendaciones de la OMS. Después del lavado, fueron pelados y cortados en piezas pequeñas de forma rectangular o cilíndrica de aproximadamente 5 × 4 × 1 cm para facilitar su cocción posterior. En esta etapa, se utilizaron cuchillos industriales y peladoras de vegetales para asegurar piezas uniformes.

Cocido.

Las piezas de vegetales cortadas se sometieron a un proceso de cocción controlada a 60 °C durante 10 minutos, lo que permitió ablandar los vegetales sin destruir los nutrientes esenciales. Este paso se llevó a cabo en una marmita VULCAN-VEC10TW.

Deshidratado.

Los vegetales cocidos entraron a un proceso de deshidratación para eliminar la mayor parte del contenido de agua. Utilizando un deshidratador ESCALIBUR® DY-110H, se deshidrataron a 55 °C durante 15 horas.

Pesado y Molido.

Una vez deshidratados, se molieron por separado hasta obtener un polvo fino de tamaño aproximado de 200 a 300 µm utilizando un molino FOSS CT 193 Cyclotec.

Pesado y Mezclado con los Ingredientes.

Los vegetales molidos fueron pesados utilizando una balanza de mesa OHAUS® Ranger 3000, con el fin de asegurar que las proporciones de ingredientes se encontraran en la cantidad correcta. Luego, se

mezclaron con los otros ingredientes secos, como soja texturizada en polvo, leche en polvo, azúcar y canela en polvo. La mezcla se realizó de manera manual, asegurando una distribución homogénea de todos los componentes.

Mezclado con Agua.

El polvo obtenido del proceso anterior se mezcló con agua a temperatura ambiente para reconstituir el producto. Se realizó una agitación manual con una cuchara para asegurar la homogenización de la mezcla.

Cocido Final.

En esta etapa, la mezcla reconstituida se sometió a una cocción final en la marmita VULCAN-VEC1OTW a 60 °C durante 7 minutos. Después de esta cocción, el producto estuvo listo para ser servido.

Análisis Microbiológico.

Los análisis microbiológicos se realizaron bajo el reglamento técnico centroamericano RTCA 67.04.50:17. Este reglamento contiene las condiciones y los diferentes análisis aplicados al grupo 16 de alimentos: caldos, sopa, cremas y mezclas deshidratadas. En este caso, se realizó el análisis de *Salmonella Spp.* Este análisis se efectuó de acuerdo con los procedimientos estándares descritos en el Manual de Análisis Bacteriológico de la (USDA, 2024). El límite máximo permitido para esta bacteria específica, según el RTCA 67.04.50:17 para este producto es la ausencia en 25 g.

Se inició con un preenriquecimiento de 25 g de muestra en agua peptonada buferada, seguido de su incubación a 35 °C por 24 horas. Luego, se realizó un enriquecimiento selectivo en caldos Rappaport-Vassiliadis y tetracionato, incubándolos a 35 °C o 42 °C según la concentración bacteriana. Posteriormente, las muestras se sembraron en agar selectivo de Xilosa Lactosa y Desoxicolato (XLD), Entérico Hektoen (HE) y Sulfito Bismuto (SB). Luego, se incubaron para observar colonias sospechosas, que se analizaron mediante pruebas bioquímicas como agar triple azúcar hierro, agar lisina hierro y caldo urea. Finalmente,

las cepas sospechosas se sometieron a pruebas serológicas para confirmar la presencia o ausencia de *Salmonella*.

Análisis Sensorial.

Se realizó un análisis sensorial afectivo preliminar con una prueba de aceptación para determinar el tratamiento más aceptado. Los atributos evaluados fueron: color, olor, sabor, textura y aceptación general. Se evaluaron en una escala hedónica de 1 a 5, donde 1 representó: me disgusta mucho; 3: ni me gusta ni me disgusta; y 5: me gusta mucho. Pero, en este caso, estos números han sido acompañados por emoticono gráfico para facilitar la comprensión de los niños. Los tratamientos fueron codificados de la siguiente manera: Tratamiento 1 con el código 509, Tratamiento 2 con sabor a canela y código 286, Tratamiento 3 con sabor a vainilla y código 230, y Tratamiento 4 con sabor a cocoa y código 411

Los panelistas fueron 15 niños cuyos padres habían firmado previamente acuerdos de consentimiento para la participación de sus hijos como panelistas en la evaluación sensorial. Solo se realizó este sensorial preliminar por limitantes de acceso a este grupo de población.

Diseño Experimental.

Para el análisis sensorial, se utilizó un diseño de bloques completos al azar (BCA) contando con 4 tratamientos y 15 panelistas.

Fase 2 Análisis Físicos y Químicos

En la fase 2 del proyecto, se realizaron los análisis fisicoquímicos del tratamiento mejor aceptado.

Análisis Físico y Químico.

Se llevó a cabo el análisis de color de la sopa y el análisis proximal de la sopa para determinar los componentes básicos como proteínas, grasas, fibra, cenizas y humedad, junto a los minerales y la vitamina A, proporcionando una visión general de su valor nutricional. Estos análisis fueron realizados al Tratamiento 2 en un total de 3 repeticiones, empleando la metodología del LAAZ.

Análisis de Color (Hunter L*a*b*) (AN 1018.00).

Se utilizó el colorímetro Colorflex Hunter Lab® (AN 1018.00). El valor L* corresponde a la luminosidad teniendo un rango de 0 a 100, siendo 0 negro y 100 blanco, a* tiene un rango -60 a 60 donde el extremo negativo corresponde a coloraciones verdes y el extremo positivo coloraciones rojas y el valor b* con rango -60 a 60, donde -60 es azul y 60 amarillo (Wrolstad y Smith, 2017).

Análisis de Humedad (Método AOAC 950.46B).

Para determinar la humedad del producto, los crisoles de porcelana se secaron previamente a 102 °C en un horno de convección mecánica Fischer Scientific 750f durante una noche y luego se enfriaron en un desecador durante 30 minutos. Se pesó cada crisol con una balanza analítica Ohaus Explorer y se añadieron aproximadamente 3 g de muestra, por duplicado, para garantizar la precisión de los resultados. Las muestras se secaron en el horno de convección mecánica Fischer Scientific 750f a 102 °C durante 18 horas para evaporar toda la humedad residual. Después de enfriarse, se pesaron de nuevo los crisoles que contienen la materia seca. La cantidad de humedad se calculó con la Ecuación [1], comparando la pérdida de peso debida a la evaporación del agua con el peso inicial de la mezcla. El resultado final se expresó en porcentaje de humedad, lo que permitió determinar el contenido de agua de la mezcla seca.

$$\%H = \frac{(C+MH)-(C+MS)}{MH} \times 100 \quad [1]$$

Donde:

%H = Porcentaje de humedad total.

C= Peso de crisol.

MH= Peso de muestra húmeda.

MS= Peso de muestra seca.

Análisis de Cenizas (Método AOAC 923.03).

Para analizar las cenizas del producto, los crisoles de porcelana se secaron previamente en un horno de convección mecánica Fischer Scientific 750f a 102 °C durante una noche y luego se enfriaron en un desecador durante 30 minutos. Después se pesaron los crisoles y se añadieron 3-5 g de muestra. Las muestras se incineraron en una mufla de marca Sybron/Thermolyne a 550 °C hasta que las cenizas obtenidas tomaron un color gris claro, indicando la eliminación completa de la materia orgánica. Después de la incineración, los crisoles se enfriaron en un desecador y luego se pesaron de nuevo para determinar la cantidad de cenizas por medio de la Ecuación [2].

$$\%CZ = \frac{PCZ}{PMH} \times 100 \quad [2]$$

Donde:

%CZ = Porcentaje de cenizas totales.

PCZ = Peso de cenizas.

PMH = Peso de materia húmeda.

Análisis de Grasa Cruda (Método AOAC 2003.06).

Para evaluar el contenido de grasa cruda del alimento, las muestras se prepararon reduciendo el tamaño de partícula a 0.75-1.00 mm. Se añadieron aproximadamente 2 g de Célite 545 a cada dedal de celulosa, Se pesaron de 1 a 5 g de la muestra en función del contenido estimado de grasa. Las muestras se secaron a 105 °C durante dos horas antes de extraerse con hexano en un extractor de grasa FOSS Soxtec 8000. Después de la extracción, las tazas se secaron a 105 °C, se enfriaron en un desecador y luego se pesaron. El porcentaje de grasa cruda se calculó comparando el peso antes y después de la extracción utilizando la Ecuación [3].

$$\%G = \frac{PTE-PT}{PM} \times 100 \quad [3]$$

Donde:

%G = Porcentaje de grasa cruda

PTE = Peso de la taza con extracto

PT = Peso de la taza sin extracto

PM= Peso de la muestra

Análisis de Fibra Dietética (Método AOAC 985.29).

El análisis de la fibra dietética del alimento comenzó con la preparación de los crisoles Gooch, que se lavaron, se calentaron a 102 °C en el horno Fischer y luego se recubrieron con Celite. Se pesaron unos 5 g de muestra, se secaron durante una noche a 70 °C en el horno Fischer y luego se enfriaron en un desecador. La digestión enzimática de la mezcla implicó la adición de soluciones tamponadas y enzimas (α -amilasa, proteasa y amiloglucosidasa), seguida de precipitación con etanol. El residuo se filtró, se secó a 105 °C durante una noche y luego se pesó para determinar el contenido de fibra dietética. El porcentaje de fibra se calculó usando la fórmula de la Ecuación [4].

$$\%F = \frac{PCE-PCB}{PM} \times 100 \quad [4]$$

Donde:

%F= Porcentaje de fibra dietética

PCE= Peso del crisol con extracto

PCB= Peso del crisol blanco

PM= Peso de la muestra

Análisis de Proteína Cruda (Método AOAC 2001.11).

Para analizar la proteína cruda en el producto, las muestras se redujeron a un tamaño de partícula de 0.7-1.00 mm. Según el contenido estimado de proteínas, 1 g de la mezcla se pesó y se colocó en un tubo Kjeltec para la digestión con ácido sulfúrico y un catalizador a 420 °C, eso se realizó en el digestor FOSS Tecator ®D20. Después de la digestión, la muestra se destiló con NaOH y ácido bórico en un destilador FOSS Kjeltec ®8200, seguido de una valoración con HCl. El porcentaje de proteína cruda se

calculó utilizando las Ecuaciones [5] y [6], convirtiendo el porcentaje de nitrógeno medido con un factor adaptado a la matriz de la muestra.

$$\%N = \frac{(Vm-Vb) \times M \times PN}{PM \times 10} \quad [5]$$

Donde:

Vm= Volumen (mL) del ácido estandarizado usado para titular las muestras.

Vb= Volumen (mL) del ácido estandarizado usado para titular el blanco.

M= Molaridad del HCL estandarizado.

PN= Peso atómico del nitrógeno (14.01)

PM= Peso (g) de la muestra.

10= Factor de conversión mg/g a porcentaje

$$\%P = \%N \times F \quad [6]$$

Donde:

%P= Porcentaje de proteína

%N= Porcentaje de nitrógeno

F= Factor de conversión de nitrógeno a proteína (6.25)

Análisis de Minerales (Método AOAC 985.35).

Para determinar el contenido de minerales en el producto, las muestras se incineraron para eliminar la materia orgánica. Las cenizas obtenidas se disolvieron en ácido nítrico y la solución se preparó para su análisis por espectrofotometría de absorción atómica. Se añadieron soluciones de cloruro de lantano y cesio para minimizar la interferencia durante el análisis de calcio, magnesio, sodio y potasio. Las concentraciones de minerales fueron determinadas comparando las muestras con las curvas de calibración preparadas para cada elemento, y los resultados se expresaron en concentración de minerales presentes en la mezcla seca.

Análisis de Vitamina A.

Se prepararon muestras de 10 g de sopa, las cuales se trituraron y mezclaron con 20 ml de hexano para la extracción. Después de agitar la mezcla y centrifugarla a 3000 rpm, se recolectó la fase orgánica y se evaporó el hexano a baja temperatura. El residuo se disolvió en 1 ml de metanol, y se midió la absorbancia a 325 nm utilizando un espectrofotómetro. Se preparó una curva estándar con diferentes concentraciones de retinol para calcular la vitamina A en las muestras, expresándola en µg por 100 g de producto. Se realizaron análisis en duplicado y se incluyeron controles de calidad para asegurar la precisión del análisis. La concentración se calculó usando la fórmula de la Ecuación [7].

$$[Vit A] = \frac{AM \times [E]}{AE \times PM} \times 100 \quad [7]$$

Donde:

[Vit A]: Concentración de la vitamina A

AM: Absorbancia de la muestra

AE: Absorbancia del estándar

[E]: Concentración del estándar

PM: Peso de la muestra

Cálculo de Carbohidratos.

La estimación de carbohidratos por diferencia se realiza midiendo primero los componentes nutricionales clave de un alimento, como la humedad, proteínas, grasas, cenizas y fibra. La muestra se seca en un horno para determinar el contenido de humedad, luego el contenido de proteínas se calcula mediante el método de Kjeldahl, y las grasas se extraen usando el método Soxhlet. Para las cenizas, la muestra se calcina en un horno mufla a altas temperaturas, y la fibra se mide mediante un método enzimático-gravimétrico. Con estos valores, se aplica la fórmula: Carbohidratos = 100% - (Proteínas + Grasas + Cenizas + Fibra + Humedad), obteniendo así el porcentaje total de carbohidratos por diferencia. Este método es indirecto, pero común en la industria alimentaria porque permite una estimación rápida

y eficiente del contenido total de carbohidratos, aunque no distingue entre diferentes tipos de carbohidratos (Nielsen, 2017).

Análisis Estadísticos.

Los datos fueron analizados en el programa SAS® (Statistical Analysis System, por sus siglas en inglés), Versión online (SAS On demands for academics). Se realizó un análisis de varianza, una separación de media Duncan y análisis de correlación entre los atributos y la aceptación general a fin de determinar el tratamiento con los mejores resultados de la evaluación sensorial a un nivel de significancia de 95% ($P < 0.05$).

Los resultados de los análisis fisicoquímicos se sometieron a un análisis de varianza (ANDEVA) de un solo factor para evaluar las diferencias significativas entre las medias de las diferentes repeticiones. Adicionalmente, se calcularon los coeficientes de variación (CV) para evaluar la consistencia de los resultados.

Resultados y Discusión

Análisis Microbiológicos

Algunas colonias presentaban características que permitían sospechar la posible presencia de *Salmonella*, eran las colonias enriquecidas en el Caldo CTT y aisladas en el agar sulfito bismuto. Las placas de todos los tratamientos presentaron colonias con un centro negro o verde con un crecimiento considerable. Por ello, se realizaron los exámenes bioquímicos por medio del agar triple azúcar hierro, el agar lisina hierro y el caldo urea, los resultados se muestran en el Cuadro 3, confirmando que la *Salmonella spp.* estaba ausente en los diferentes tratamientos. La *Salmonella spp.* es culpable de los brotes de salmonelosis, que generan en los huéspedes diarrea, dolor abdominal, fiebre y en los peores casos la muerte (Campuzano, 2015), por eso, se tenía que realizar este análisis para garantizar la ausencia del dicho microorganismo en la sopa.

Cuadro 3

Resultado final de los análisis microbiológicos

Análisis	Limite	Resultados
Salmonella spp	Ausencia en 25 g	Ausencia en 25 g

Nota. g: gramo.

Análisis Sensorial

Los resultados en el Cuadro 4 indicaron que no hubo diferencias significativas entre los tratamientos para cada uno de los atributos evaluados. Esto está representado por el marcador NS (No Significativo), que significa que el valor de p para las comparaciones entre tratamientos es mayor que 0.05 ($p > 0.05$). En pruebas estadísticas como el ANDEVA, si el valor de p de los tratamientos es mayor a 0.05, se concluye que no hay diferencias significativas entre los tratamientos comparados. Los resultados del análisis sensorial mostraron una alta aceptación general en todos los tratamientos evaluados, con medias superiores a 4.4 en los atributos de color, olor, sabor, textura y aceptación cuando el valor máximo que se hubiera esperado en las medias de este análisis sensorial era 5, ya que la escala hedónica utilizada en

el estudio es de 5 puntos, donde 5 representa "me gusta mucho" y 1 significa "me disgusta mucho". Por lo tanto, un valor de 4.4 en la escala significa que los panelistas en promedio calificaron los tratamientos de manera cercana a "me gusta" o "me gusta mucho", indicando una alta aceptabilidad del tratamiento en un atributo particular. Los coeficientes de variación estuvieron entre 11 a 16.72%, lo que sugiere que, aunque hay cierta variabilidad en la percepción de los atributos sensoriales, esta variabilidad no es excesiva y está dentro de un rango aceptable. Eso significa que se pudo controlar el experimento.

En términos de aceptación general, los valores se encuentran entre 4.60 y 4.73, lo que refleja una aceptación favorable de todos los tratamientos, sin diferencias significativas. El coeficiente de variación de 11.39% fue relativamente bajo, lo que sugiere que la mayoría de los panelistas coincidieron en sus evaluaciones de aceptación del producto, es decir, hubo poca dispersión en las puntuaciones de aceptación general. Para ponerlo en perspectiva, un CV inferior al 20% en análisis sensoriales suele considerarse una buena consistencia en las respuestas de los consumidores, ya que implica que las calificaciones están agrupadas de manera uniforme en torno a la media (Krasaekoopt y Watcharapoka, 2014). Por lo tanto, un CV de 11.39% refleja que la percepción de la aceptabilidad de la sopa fue bastante uniforme, lo que es positivo, ya que indica que el producto fue bien recibido por los panelistas con poca variación en sus opiniones.

Cuadro 4

Resultados de los análisis sensoriales de la prueba de aceptación

Tratamientos	Color	Olor	Sabor	Textura	Aceptación
	Media ± D.E. NS	Media ± D.E. NS	Media ± D.E. NS	Media ± D.E. NS	Media ± D.E. NS
Tratamiento 1	4.53 ± 1.09	4.93 ± 0.20	4.73 ± 0.57	4.73 ± 0.57	4.73 ± 0.77
Tratamiento 2	4.86 ± 0.34	4.80 ± 0.40	4.73 ± 0.57	4.73 ± 0.57	4.60 ± 0.71
Tratamiento 3	4.66 ± 1.01	4.46 ± 1.02	4.46 ± 1.15	4.80 ± 0.54	4.66 ± 0.60
Tratamiento 4	4.60 ± 0.80	4.80 ± 0.40	4.73 ± 0.57	4.40 ± 1.08	4.66 ± 0.60
C.V. (%)	16.72	11.00	16.27	14.80	11.39

Nota. NS: No hay diferencias estadísticas significativas ($P \geq 0.05$). C.V: coeficiente de variación. D.E.: Desviación estándar. Escala hedónica de 5 puntos donde 1: me disgusta mucho, 3: ni me gusta ni me disgusta y 5: me gusta mucho.

Color

El color es una de las características más importantes dentro de una evaluación sensorial, dependiendo de las variaciones de color existentes en un producto puede generar distintas percepciones sensoriales afectando significativamente la decisión de un consumidor (Rasines, 2019). Aunque el color es a menudo un indicador clave de la calidad percibida de un alimento, en este estudio no tuvo un impacto significativo sobre la aceptabilidad general. Se puede observar en el Cuadro 5 que la correlación entre aceptación y color es baja (0.33). El valor de p está muy por encima del umbral común de 0.05, lo que indica que la correlación no es estadísticamente significativa. Según Stone et al. (2014), los consumidores suelen considerar la textura y el olor como aspectos centrales de su juicio cuando evalúan un producto alimenticio, como parece ser el caso en este estudio. Guinard (2000) señala que la percepción del color puede estar influenciada por expectativas previas o experiencias pasadas con productos similares, lo que podría explicar por qué este atributo no ha tenido tanto peso en la aceptación general.

Cuadro 5

Análisis de correlación de los atributos sensoriales con la aceptación general

Atributos	r	P> r
Color	0.33	0.2287
Olor	0.66	0.008
Sabor	0.39	0.1485
Textura	0.88	<.0001

Nota. r: coeficiente de correlación de Pearson. P>|t|: Probabilidad.

Olor

El olor, mostró una alta correlación con la aceptación general (0.66). El valor de $p < 0.05$ indica que la correlación es estadísticamente significativa, como se puede observar en el Cuadro 5. El olor es la sensación resultante provocada por partículas aromáticas desprendidas de cuerpos volátiles (Colorado y Rivera, 2014). Los resultados del olor coincidieron con las conclusiones de Lawless y Heymann (2010), que señalan que el olor es un factor sensorial clave que influye en la percepción inicial de los alimentos, especialmente en productos que contienen ingredientes volátiles o aromáticos.

Los ingredientes en mayor proporción en la formulación fueron la zanahoria y la leche descremada en polvo. La mayor parte del olor del producto proviene de estos dos ingredientes. El perfil de aroma tanto de la zanahoria deshidratada como de la leche descremada en polvo ha sido estudiado debido a la presencia de compuestos volátiles responsables de olores específicos. La zanahoria, por ejemplo, es rica en terpenoides, aldehídos y cetonas, que le brindan un aroma dulce-terroso (Aman et al., 2005), mientras que la leche descremada en polvo puede contener compuestos resultantes de la reacción de Maillard, que aportan notas lácteas suaves, e incluso en algunos casos caramelizadas (O'Sullivan et al., 2020). Es probable que los panelistas estuvieran acostumbrados a estos olores, ya que son ingredientes comunes en muchas preparaciones alimenticias.

Textura

La textura es un atributo sensorial fundamental que determina la percepción en boca y puede influir directamente en el reconocimiento del producto (Kilcast, 2013). Se puede observar en el Cuadro 5 que la correlación entre aceptación y textura es muy alta (0.88). El valor de $p < 0.05$, indica que la correlación es significativa. Por lo tanto, existe una relación entre la aceptación y la textura. El almidón, presente en ingredientes como la yuca, es conocido por sus propiedades espesantes y su capacidad para formar geles durante la cocción (Singh et al., 2010), lo que puede influir mucho en la textura de un alimento y su aceptación.

Sabor

En el Cuadro 5, la correlación entre aceptación y sabor es baja (0.39). El valor de $p > 0.05$ sugiere que la correlación no es estadísticamente significativa. Esto sugiere que, aunque existe una cierta relación entre el sabor y la aceptación general, no es suficiente para concluir que haya un impacto consistente o significativo en este mismo atributo. El sabor ha sido identificado por Schifferstein et al. (2022) como un factor crucial en la aceptación de productos alimenticios. En este estudio, el sabor no tuvo un impacto significativo en la aceptación del producto.

El sabor predominante en los cuatro tratamientos fue dulce debido a la combinación de los vegetales, el azúcar y los saborizantes que eran conocidos por los panelistas. Esto explica la aceptación uniforme ya que el dulce es un sabor generalmente bien aceptado (Delwiche, 2012), lo que podría haber influido en los resultados.

Análisis Físicoquímicos

Dado que los tratamientos no fueron significativamente diferentes, teniendo en cuenta los resultados, se basó en referencias para poder seleccionar uno de los tratamientos. Desde un punto de vista económico, los sabores como cocoa o vainilla pueden ser percibidos como más lujosos y costosos debido al complejo proceso de transformación detrás de ellos, lo que los hace menos accesibles en algunas regiones. La canela, por el contrario, es una de las especias más utilizadas en Honduras y en la región centroamericana, Honduras ocupa el tercer puesto en la exportación de esta especia y reporta un total de 47 mil dólares exportados (ITC, 2024). Es una especia de fácil acceso en el país. Esto puede influir en las opciones de consumo, especialmente en contextos donde el precio es un factor clave en la decisión de compra (Kearney, 2010). Según la tabla de composición de alimentos del Instituto de Nutrición de Centroamérica y Panamá (INCAP), 3a edición 2018, la canela puede aportar una contribución nutricional considerable comparativamente a los demás sabores de los otros tratamientos, ya que cada 100 g de canela molida contiene 56.1 g de fibra. Además, La canela contiene varios compuestos bioactivos, entre los cuales destacan los aceites esenciales como el cinnamaldehído, eugenol, y linalool, que contribuyen a sus propiedades antioxidantes, antimicrobianas, y antiinflamatorias (Riós et al., 2023). El cinnamaldehído es el principal responsable del sabor característico de la canela y se ha investigado por sus efectos beneficiosos en el control de la glucemia y los lípidos en personas con diabetes tipo 2 (Dweh et al., 2024). Otros compuestos incluyen polifenoles y flavonoides, que ofrecen efectos protectores frente a enfermedades crónicas, como las cardiovasculares (Pineda-Lozano et al., 2021).

Análisis de Color

El análisis de color en el sistema CIE $L^*a^*b^*$ mostró una luminosidad baja ($L^* = 23.86$), con predominancia de tonos rojos ($a^* = 36.73$) y amarillos ($b^* = 17.62$), lo cual puede estar relacionado con los ingredientes utilizados, como zanahoria o papa. La baja variabilidad en los resultados del Cuadro 6 ($\%CV < 1\%$) reflejó una consistencia significativa en las mediciones, lo que es crucial para la calidad y estabilidad del producto final. Estudios previos han demostrado que un control del color consistente es esencial para la percepción de calidad por parte del consumidor (Delwiche, 2012). Además, productos con tonalidades similares han sido bien aceptados en mercados de alimentos fortificados y naturales (García-Segovia et al., 2020). La estabilidad del color observada puede contribuir positivamente a la aceptación sensorial del producto.

Cuadro 6

Resultado del análisis de color

Componente	L^* Media \pm D.E.	a^* Media \pm D.E.	b^* Media \pm D.E.
Color	23.86 \pm 0.11	36.73 \pm 0.10	17.62 \pm 0.17
CV%	0.46	0.27	0.95

Nota. %CV: Coeficiente de variación. D.E.: desviación estándar. L^* : luminosidad. a^* y b^* : cromaticidad.

Análisis de Humedad

La humedad juega un papel importante dentro de la calidad, estabilidad y vida útil de un producto (Carrillo Inungaray y Reyes Munguía, 2013). El resultado obtenido en porcentaje tras el análisis de humedad fue de $9.30 \pm 0.17\%$ con un porcentaje bajo de coeficiente de variación (1.82%) que indica que se logró controlar las mediciones. En general, los niveles de humedad inferiores al 10% en alimentos secos ayudan a inhibir el crecimiento microbiano, incluyendo bacterias, levaduras y mohos, lo que prolonga la vida útil. Esta humedad es lo suficientemente baja para evitar la degradación enzimática y las reacciones químicas perjudiciales, como el enranciamiento de las grasas. Espitia et al. (2013), estos niveles de humedad reducen la degradación al prevenir el ataque de bacterias y hongos.

Análisis de Cenizas

El análisis de las cenizas en un producto alimenticio permite estimar la cantidad total de minerales presentes en la muestra. Se observó un porcentaje de ceniza $5.72 \pm 0.60\%$ y un coeficiente de variación de 10.39%. Según (Pomeranz y Meloan, 1994), el contenido de cenizas de la mayoría de los vegetales es de alrededor del 1% y cerca del 8% en la leche descremada. El porcentaje de leche descremada en la formulación combinada con los vegetales suele explicar este contenido de ceniza. Un alto contenido de cenizas en un alimento indica la cantidad de minerales presentes tras la combustión del material orgánico. Esto puede reflejar un contenido significativo de nutrientes como calcio, magnesio, potasio o sodio, pero también puede ser un indicador de impurezas o contaminación en algunos casos (ZHANG et al., 2019).

Análisis de Grasa

La cantidad de grasa contenida en la muestra analizada fue un porcentaje de $1.37 \pm 0.07\%$ con un coeficiente de variación baja de 5.11%. Este contenido de grasa proviene de la leche descremada en polvo, que contiene una pequeña cantidad de grasa, principalmente del tipo insaturado (Nicolai, 2019). Según la Organización Mundial de la Salud (OMS) y la Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria (EFSA), las grasas deberían constituir entre el 25 % y el 35 % de las aportaciones energéticas totales de los niños (EFSA, European Food Safety Authority, 2010). Un contenido de grasa de $1.37 \pm 0.07\%$ en una porción de 36 g de este producto destinado a niños en edad escolar representa una contribución muy pequeña de 3% a estas necesidades.

Las grasas no solo sirven como fuente de energía, sino que también son necesarias para la absorción de vitaminas liposolubles (A, D, E, K). Un bajo contenido de grasa podría limitar la biodisponibilidad de estos micronutrientes en los niños, cuyo desarrollo y crecimiento requieren una ingesta adecuada de estas vitaminas (Brown et al., 2002). Babashahi et al. (2021) destacaron la importancia de los lípidos para la absorción de vitaminas, mostrando que los niños con una ingesta baja de lípidos a menudo tienen deficiencia de vitaminas liposolubles. En este caso, sería recomendable

considerar una fuente adicional de grasas o de estas vitaminas para mantener un equilibrio nutricional y sobre todo porque esta mezcla para sopa es fuente de vitamina A.

Una de las ventajas del bajo contenido en grasa en los productos deshidratados es la mayor estabilidad y resistencia a la oxidación lipídica, que es a menudo la principal causa de enranciamiento en alimentos con alto contenido en grasas (Shahidi y Zhong, 2010). Por tanto, los productos con una cantidad baja de grasa, como el que se analiza aquí, podrían tener una vida útil prolongada.

Análisis de Proteína

El análisis mostró un contenido promedio de proteínas del 19.42 ± 0.79 %. Tuvo un coeficiente de variación baja de 4.09% que indica que los datos están poco dispersos en relación con la media mayor consistencia en los datos. Si se comparan estos resultados con otros estudios sobre alimentos para niños enriquecidos con proteínas, se observan resultados similares, con contenidos de proteínas que oscilan entre el 15% y el 25%. Por ejemplo, un estudio de Jen et al. (2018) en las barras y snacks de proteínas para niños muestra un contenido promedio de proteína del 17% al 20%, que es cercano a los resultados obtenidos aquí. Estos valores también se ajustan a las investigaciones sobre los alimentos enriquecidos con leguminosas o cereales, que presentan niveles de proteínas comparables, entre el 15% y el 20%; en productos diseñados específicamente para satisfacer las necesidades nutricionales de los niños (Williams, 2014).

En la sopa, la principal fuente de proteína es la soja texturizada, un ingrediente vegetal que contiene proteínas de buena calidad. Sin embargo, en comparación con las proteínas animales, la proteína de soja es deficiente en metionina, un aminoácido esencial, aunque contiene cantidades adecuadas de lisina (Friedman y Brandon, 2001).

En el Cuadro 7, se muestra que, en una porción de 36 g, el 19.42% representa 7 g, lo que equivale al 14% del VD de proteína. Las necesidades de proteínas de los niños en edad escolar varían según su peso y nivel de actividad. Según las recomendaciones nutricionales, los niños de 6 a 12 años deberían consumir

entre 0.85 g y 1 g de proteínas por kilogramo de peso corporal al día (Institute of Medicine, 2005). Un producto con 19.85% de proteínas puede constituir una parte importante de este aporte, sobre todo cuando se consume como complemento de otras comidas en una dieta equilibrada.

Las proteínas desempeñan un papel fundamental en el crecimiento y desarrollo de los niños, apoyando la formación de nuevos tejidos y la reparación celular. Un estudio sobre los niños indonesios con retraso en el crecimiento muestra que las dietas ricas en proteínas favorecen la recuperación del crecimiento, ayudando a mejorar la altura y las funciones cognitivas (Endrinikapoulos et al., 2023). Para los niños, las proteínas son esenciales para el desarrollo muscular y la salud general. También contribuyen a la producción de enzimas, hormonas y al funcionamiento correcto del sistema inmunitario. Además, una ingesta adecuada de proteínas es importante para mejorar el rendimiento escolar de los niños, ya que contribuye a un mejor desarrollo cognitivo y la concentración (Critch, 2020).

Cuadro 7

Resultados de los análisis químicos en una porción de 36 g.

Componente	Unidades	Valores
Humedad	g	3.34
Ceniza	g	2.05
Grasa	g	0.5
Proteína	g	7
CHOs	g	19.86
Fibra	g	3.24
Vitamina A	µg/36 g	136.35
Energía	Kcal	125

Nota. g: gramo. µg: microgramo. Kcal: kilocaloría. CHOs: Carbohidratos.

Análisis de Carbohidratos

Los carbohidratos son uno de los tres macronutrientes en la dieta humana, junto con las proteínas y las grasas (Holesh et al., 2023). El contenido promedio de carbohidratos en el producto fue de $55.18 \pm 1.65\%$ y el coeficiente de variación fue de 2.78%. Según la OMS (2018), se recomienda que entre el 45% y 65% de la energía diaria provenga de carbohidratos. Este valor es consistente con lo que se espera de un producto alimenticio diseñado para proporcionar energía rápida y eficiente a su consumidor. Los

ingredientes principales del producto que aportan carbohidratos son la papa, la yuca, la zanahoria y la leche. Estos contienen carbohidratos complejos en forma de almidón, glucosa y galactosa que proporcionan energía de liberación lenta (Krause, 2013).

Teóricamente, este producto puede proporcionar aproximadamente 125 Kcal por porción. Para niños de 6 a 12 años, el requerimiento energético promedio es de 1,400 a 2,200 kcal por día, variando según la edad, sexo, y nivel de actividad física (USDA, 2020). Este valor cubre alrededor del 5-9% de las necesidades energéticas diarias de los niños en este rango de edad.

Análisis de Fibra Dietética

Los ingredientes que aportaron fibra al producto son la zanahoria, la papa y la yuca, todos los cuales contienen fibra dietética. En particular, la zanahoria y la papa aportan fibra soluble e insoluble, lo que favorece la digestión y la salud intestinal (Slavin, 2013). El análisis de la fibra alimentaria mostró un resultado promedio de $9 \pm 1.18\%$, esto significa que una porción de 36 g de base seca contiene aproximadamente 3.24 g de fibra dietética. El coeficiente de variación fue de 13.1%, indicando que la dispersión de los datos fue apreciable, pero no excesiva. Los productos enriquecidos, como los cereales o los suplementos nutricionales, a menudo alcanzan niveles similares de fibra, que se acercan al 5-10% por porción. Según un estudio de Slavin (2013), la ingesta diaria recomendada de fibra dietética es de 25 a 38 g para los adultos. Las necesidades de fibra en los niños deben ajustarse según su edad y peso, generalmente utilizando la fórmula "edad del niño + 5 gramos por día" para estimar la cantidad adecuada de fibra dietética necesaria (Anderson et al., 2009).

Los 3.24 g representan aproximadamente el 13% del VD de fibra. Según la RTCA (2009) de los etiquetados nutricionales, este porcentaje de VD permite que el alimento sea considerado como fuente de fibra. La normativa RTCA de etiquetado nutricional establece que, un alimento, para que sea considerado fuente de fibra, debe proveer al menos el 10% del valor diario (% VD) recomendado por porción. El consumo regular de fibra dietética a este nivel puede ayudar a regular la digestión, mejorar el

tránsito intestinal y reducir los riesgos de enfermedades cardiovasculares y diabetes tipo 2 (Anderson et al., 2009). Además, se ha demostrado que las fibras juegan un papel en la sensación de saciedad, lo que puede ayudar a controlar el peso (Howarth et al., 2001).

Análisis de Vitamina A

El contenido promedio de vitamina A en la muestra fue de 378.74 $\mu\text{g}/100\text{ g}$ de producto con 4.21% de variabilidad en los datos. Este contenido proviene de 3 ingredientes: la zanahoria, la leche y el azúcar. En una porción de 36 g, este contenido equivale a 136.35 μg , lo que representa una cantidad significativa para contribuir a la ingesta diaria recomendada en los escolares. Según la EFSA, European Food Safety Authority (2010), la ingesta diaria recomendada de vitamina A en escolares es de aproximadamente 300 a 600 $\mu\text{g}/\text{día}$. Por lo tanto, una porción de 36 g de este producto cubriría aproximadamente entre el 22% y el 45% de las necesidades diarias de vitamina A para este grupo etario, lo que refuerza la importancia del producto y que le permite tener la declaración de fuente de vitamina A, según el RTCA 67.01.60:23, ya que logró tener 17% de valor diario para este micronutriente.

Conclusiones

El análisis sensorial de la sopa mostró una alta aceptabilidad del producto sin diferencias significativas entre los tratamientos, con puntuaciones promedio superiores a 4.4 en una escala de 5 en todos los atributos evaluados, equivalente a una alta aceptación ya que 4.4 se encontró entre “me gusta” y “me gusta mucho”.

Se valoró las propiedades fisicoquímicas del Tratamiento 2 que reveló un color con predominancia de tonos rojos y amarillos con baja luminosidad, y un contenido de humedad bajo. Tiene la denominación de fuente de fibra dietética, proteína y vitamina A, igual que la denominación de bajo en grasa.

Recomendaciones

Considerar la inclusión de ingredientes naturales con grasas saludables para mejorar la biodisponibilidad de la vitamina A, maximizando así el valor nutricional de la sopa.

Ampliar el tamaño de la muestra en futuras investigaciones para validar la aceptabilidad del producto en diferentes regiones y contextos.

Referencias

- Aman, R., Carle, R., Conrad, J., Beifuss, U. y Schieber, A. (2005). Isolation of carotenoids from plant materials and dietary supplements by high-speed counter-current chromatography. *Journal of Chromatography. A*, 1074(1-2), 99–105. <https://doi.org/10.1016/j.chroma.2005.03.055>
- Anderson, J. W., Baird, P., Davis, R. H., Ferreri, S., Knudtson, M., Koraym, A., Waters, V. y Williams, C. L. (2009). Health benefits of dietary fiber. *Nutrition Reviews*, 67(4), 188–205. <https://doi.org/10.1111/j.1753-4887.2009.00189.x>
- Babashahi, M., Omidvar, N., Joulaei, H., Zargaraan, A., Zayeri, F., Veisi, E., Doustmohammadian, A. y Kelishadi, R. (2021). Scrutinize of healthy school canteen policy in Iran's primary schools: A mixed method study. *BMC Public Health*, 21(1), 1566. <https://doi.org/10.1186/s12889-021-11587-x>
- Brown, K. H., Peerson, J. M., Rivera, J. y Allen, L. H. (2002). Effect of supplemental zinc on the growth and serum zinc concentrations of prepubertal children: A meta-analysis of randomized controlled trials. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 75(6), 1062–1071. <https://doi.org/10.1093/ajcn/75.6.1062>
- Campuzano, S. (2015). Determinación de la calidad microbiológica y sanitaria de alimentos preparados vendidos en la vía pública de la ciudad de Bogotá D.C. *Nova*, 13(23), 81–92. <http://www.scielo.org.co/pdf/nova/v13n23/v13n23a08.pdf>
- Carrillo Inungaray, M. L. y Reyes Munguía, A. (2013). Vida útil de los alimentos. *Revista Iberoamericana De La Ciencias Biológicas Y Agropecuarias*, 2(3). <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5063620>
- Critch, J. N. (2020). School nutrition: Support for providing healthy food and beverage choices in schools. *Paediatrics & Child Health*, 25(1), 33–46. <https://doi.org/10.1093/pch/pxz102>
- Delwiche, J. F. (2012). You eat with your eyes first. *Physiology & Behavior*, 107(4), 502–504. <https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2012.07.007>
- Dweh, T. J., Nayak, J., Rout, P. y parween, A. (2024). FOOD STORAGE AND PRESERVATION. En D. H. Shenoy, D. P. Sree, K. B. Joshi, D. Nadia y R. Ranjan (Eds.), *Futuristic Trends in Agriculture Engineering & Food Sciences Volume 3 Book 24* (pp. 102–115). Iterative International Publishers, Selfypage Developers Pvt Ltd. <https://doi.org/10.58532/V3BCAG24CH9>
- EFSA, European Food Safety Authority (2010). Scientific Opinion on Dietary Reference Values for fats, including saturated fatty acids, polyunsaturated fatty acids, monounsaturated fatty acids, trans fatty acids, and cholesterol. *EFSA Journal*, 8(3). <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2010.1461>
- Endrinikapoulos, A., Afifah, D. N., Mexitalia, M., Andoyo, R., Hatimah, I. y Nuryanto, N. (2023). Study of the importance of protein needs for catch-up growth in Indonesian stunted children: A narrative review. *SAGE Open Medicine*, 11, 20503121231165562. <https://doi.org/10.1177/20503121231165562>
- Espitia, P. J. P., Soares, N. d. F. F., Teófilo, R. F., Coimbra, J. S. d. R., Vitor, D. M., Batista, R. A., Ferreira, S. O., Andrade, N. J. de y Medeiros, E. A. A. (2013). Physical-mechanical and antimicrobial properties of nanocomposite films with pediocin and ZnO nanoparticles. *Carbohydrate Polymers*, 94(1), 199–208. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2013.01.003>

- Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia. (2022). *Plan estrategico de UNICEF 2022-2025* (1ª ed.). División Global de comunicación y abocacía.
- Friedman, M. y Brandon, D. L. (2001). Nutritional and health benefits of soy proteins. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 49(3), 1069–1086. <https://doi.org/10.1021/jf0009246>
- García-Segovia, P., Igual, M. y Martínez-Monzó, J. (2020). Physicochemical Properties and Consumer Acceptance of Bread Enriched with Alternative Proteins. *Foods (Basel, Switzerland)*, 9(7). <https://doi.org/10.3390/foods9070933>
- Guinard, J.-X. (2000). Sensory and consumer testing with children. *Trends in Food Science & Technology*, 11(8), 273–283. [https://doi.org/10.1016/S0924-2244\(01\)00015-2](https://doi.org/10.1016/S0924-2244(01)00015-2)
- Howarth, N. C., Saltzman, E. y Roberts, S. B. (2001). Dietary fiber and weight regulation. *Nutrition Reviews*, 59(5), 129–139. <https://doi.org/10.1111/j.1753-4887.2001.tb07001.x>
- Institute of Medicine. (2005). *Dietary reference intakes for energy, carbohydrate, fiber, fat, fatty acids, cholesterol, protein, and amino acids*. National Academies Press.
- ITC. (2024, 15 de noviembre). *Trade Map*. <https://www.intracen.org/es/recursos/herramientas/trade-map>
- Jen, V., Karagounis, L. G., Jaddoe, V. W. V., Franco, O. H. y Voortman, T. (2018). Dietary protein intake in school-age children and detailed measures of body composition: The Generation R Study. *International Journal of Obesity (2005)*, 42(10), 1715–1723. <https://doi.org/10.1038/s41366-018-0098-x>
- Kearney, J. (2010). Food consumption trends and drivers. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B, Biological Sciences*, 365(1554), 2793–2807. <https://doi.org/10.1098/rstb.2010.0149>
- Kilcast, D. (2013). *Instrumental Assessment of Food Sensory Quality: A Practical Guide*. Woodhead Publishing Series in Food Science, Technology and Nutrition Ser: v.253. Elsevier Science. <https://ebookcentral.proquest.com/lib/kxp/detail.action?docID=1581396>
- Krasaekoopt, W. y Watcharapoka, S. (2014). Effect of addition of inulin and galactooligosaccharide on the survival of microencapsulated probiotics in alginate beads coated with chitosan in simulated digestive system, yogurt and fruit juice. *LWT - Food Science and Technology*, 57(2), 761–766. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2014.01.037>
- Krause, M. V. (2013). *Krause dietoterapia* (L. K. Mahan, S. Escott-Stump y J. L. Raymond, Eds.) (Décima tercera edición). Elsevier.
- Lawless, H. T. y Heymann, H. (2010). *Sensory Evaluation of Food*. Springer New York. <https://doi.org/10.1007/978-1-4419-6488-5>
- Macias M, A. I., Gordillo S, L. G. y Camacho R, E. J. (2012). Hábitos alimentarios de niños en edad escolar y el papel de la educación para la salud. *Revista Chilena De Nutrición*, 39(3), 40–43. <https://doi.org/10.4067/S0717-75182012000300006>
- Nicolai, T. (2019). Gelation of food protein-protein mixtures. *Advances in Colloid and Interface Science*, 270, 147–164. <https://doi.org/10.1016/j.cis.2019.06.006>

- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2011). *Dietary protein quality evaluation in human nutrition. Food and Nutrition Paper: Vol. 92*. FAO. <https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/ac92088c-139a-4d63-8460-be036581c87f/content>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2016). *Honduras aprueba Ley de Alimentación Escolar*. <https://www.fao.org/in-action/programa-brasil-fao/noticias/ver/es/c/432400/>
- Organización Mundial de la Salud. (2018). *Alimentación sana*. <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/healthy-diet>
- Organización Mundial de la Salud. (2024). *Malnutrición*. <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/malnutrition>
- O'Sullivan, T. A., Schmidt, K. A. y Kratz, M. (2020). Whole-Fat or Reduced-Fat Dairy Product Intake, Adiposity, and Cardiometabolic Health in Children: A Systematic Review. *Advances in Nutrition (Bethesda, Md.)*, 11(4), 928–950. <https://doi.org/10.1093/advances/nmaa011>
- Patton, G. C., Sawyer, S. M., Santelli, J. S., Ross, D. A., Afifi, R., Allen, N. B., Arora, M., Azzopardi, P., Baldwin, W., Bonell, C., Kakuma, R., Kennedy, E., Mahon, J., McGovern, T., Mokdad, A. H., Patel, V., Petroni, S., Reavley, N., Taiwo, K., . . . Viner, R. M. (2016). Our future: A Lancet commission on adolescent health and wellbeing. *Lancet (London, England)*, 387(10036), 2423–2478. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(16\)00579-1](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(16)00579-1)
- Pineda-Lozano, J. E., López-Espinoza, A., Virgen-Carrillo, C. A., Martínez-Moreno, A. G. y Valdés-Miramontes, E. H. (2021). Compuestos fenólicos y su efecto en las dislipidemias en seres humanos: Una revisión sistemática. *Revista Chilena De Nutrición*, 48(2), 276–285. <https://doi.org/10.4067/S0717-75182021000200276>
- Pomeranz, Y. y Meloan, C. E. (1994). *Food Analysis: Theory and Practice* (3Rev. ed.). Van Nost. Reinhold.
- Ramírez Tapia, C. M. y Serrano Maraña, A. I. (2024). *Evaluación nutricional, actividad física y consumo de alimentos en escolares de El Jicarito, San Antonio de Oriente, Francisco Morazán, Honduras* [Proyecto Especial de Graduación, Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras]. bdigital.zamorano.edu. <https://bdigital.zamorano.edu/items/c9ae2ce5-2373-4ebd-af7f-074557dd0731>
- Rasines, L. (2019). Revisión bibliográfica sobre los colores y su influencia en la percepción sensorial y en la respuesta emocional, 25(1). <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6914564>
- Riós, F., Quintero, A., Piloni, J., Cariño, R. y Reyes, A. (2023). Compuestos bioactivos de canela y su efecto en la disminución del síndrome metabólico: revisión sistemática. *Archivos Latinoamericanos De Nutrición*, 73(1), 74–85. <https://doi.org/10.37527/2023.73.1.007>
- Santos Holguín, S. A. y Barros Rivera, S. E. (2022). Influencia del Estado Nutricional en el Rendimiento Académico en una institución educativa. *Revista Vive*, 5(13), 154–169. <https://doi.org/10.33996/revistavive.v5i13.138>

- Schiffenstein, H. N., Kudrowitz, B. M. y Breuer, C. (2022). Food Perception and Aesthetics - Linking Sensory Science to Culinary Practice. *Journal of Culinary Science & Technology*, 20(4), 293–335. <https://doi.org/10.1080/15428052.2020.1824833>
- Shahidi, F. y Zhong, Y. (2010). Lipid oxidation and improving the oxidative stability. *Chemical Society Reviews*, 39(11), 4067–4079. <https://doi.org/10.1039/b922183m>
- Singh, J., Dartois, A. y Kaur, L. (2010). Starch digestibility in food matrix: a review. *Trends in Food Science & Technology*, 21(4), 168–180. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2009.12.001>
- Slavin, J. (2013). Fiber and prebiotics: Mechanisms and health benefits. *Nutrients*, 5(4), 1417–1435. <https://doi.org/10.3390/nu5041417>
- Srivastava, A., Mahmood, S. E., Srivastava, P. M., Shrotriya, V. P. y Kumar, B. (2012). Nutritional status of school-age children - A scenario of urban slums in India. *Archives of Public Health = Archives Belges De Sante Publique*, 70(1), 8. <https://doi.org/10.1186/0778-7367-70-8>
- Stone, H., Bleibaum, R. N. y Thomas, H. A. (2014). *Sensory Evaluation Practices* (4th ed.). *Food Science and Technology*. Elsevier Science.
- Termes Escalé, M., Martínez Chicano, D., Egea Castillo, N., Gutiérrez Sánchez, A., García Arenas, D., Llata Vidal, N. y Martín de Carpi, J. (2021). Educación nutricional en niños en edad escolar a través del Programa Nutriplato® [Nutritional education in school-age children through Programa Nutriplato®]. *Nutricion hospitalaria*, 37(Spec No2), 47–51. <https://doi.org/10.20960/nh.03357>
- USDA (2024). Bacteriological Analytical Manual (BAM). *FDA*. <https://www.fda.gov/food/laboratory-methods-food/bacteriological-analytical-manual-bam#intro>
- Williams, P. G. (2014). The benefits of breakfast cereal consumption: A systematic review of the evidence base. *Advances in Nutrition (Bethesda, Md.)*, 5(5), 636S-673S. <https://doi.org/10.3945/an.114.006247>
- Wrolstad, R. E. y Smith, D. E. (2017). Color Analysis. En S. S. Nielsen (Ed.), *Food Science Text Series. Food Analysis* (5ª ed., pp. 545–555). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-45776-5_31
- ZHANG, S.-N., ABDEL-WAHAB, M. A., JONES, E. G., HYDE, K. D. y LIU, J.-K. (2019). Additions to the genus *Savoryella* (Savoryellaceae), with the asexual morphs *Savoryella nypae* comb. nov. and *S. sarushimana* sp. nov. *Phytotaxa*, 408(3), 195–207. <https://doi.org/10.11646/phytotaxa.408.3.4>

Anexos

Anexo A

Hoja de consentimiento informado

Análisis Sensorial de sopa para Escolares **Consentimiento Informado.**

Esta investigación se realiza con el objetivo de conocer la aceptación y preferencia en escolares de la aldea Tabla Grande, San Antonio de Oriente. Se medirá a través de una degustación de bebidas a escolares, que han sido valoradas microbiológica y nutricionalmente. La información recopilada será totalmente anónima con los fines académicos estipulados. Gracias por contestar de acuerdo con su realidad y de manera sincera.

Nuestros nombres son Ricardson Charles y Adriano Abrego, estudiantes de último año de la carrera de Agroindustria Alimentaria en la Escuela Agrícola Panamericana Zamorano. Ambos realizamos nuestros proyectos de graduación en el desarrollo de productos orientados a escolares que les aporten nutrientes importantes para su salud. Para ello solicitamos su valioso apoyo. La participación en el estudio consiste en responder un cuestionario acerca de El tiempo estimado para responder cada encuesta es de aproximadamente 10 minutos y explicaremos en qué consiste cada producto. Deseamos que de su consentimiento para que su hijo participe en próxima oportunidad que vendremos con dichos productos. La participación es totalmente voluntaria, y si usted o su hijo no desea participar en el estudio puede indicarlo con total libertad. De aceptar participar en el estudio puede retirarse en cualquier momento y decidir si quiere o no continuar. Toda la información recopilada durante la encuesta contribuye a cumplir con los objetivos del estudio y aportar datos relevantes el desarrollo de estos productos para la población escolar. La información será totalmente confidencial; no se darán datos personales a nadie, se utilizarán estrictamente para los fines de dicha investigación.

Desea que su hijo(a) participe en la degustación (encerrar su respuesta): **SI** **NO**

Si su respuesta anterior fue **SI** llene los siguientes datos:

Fecha: _____ de 2024. Es el Padre ___ Es la Madre _____

Nombre: _____ Firma: _____

Nombre y firma de la persona que obtiene el consentimiento:

Nombre y firma de la persona de un testigo, en caso de que la persona no sepa leer ni escribir, pero que aceptó participar voluntariamente:

Si tiene dudas, consultas o comentarios, háganoslo saber por favor:

Adriana Hernández Santana D.S.P.
Tel: 504 3389 6283
Correo: ahernandez@zamorano.edu

Sandra Espinoza
Tel 504 9641 6356
Correo: sespinoza@zamorano.edu

Anexo B

Boleta de evaluación sensorial

Boleta de evaluación sensorial

Nombre: Edad: Fecha:

Instrucciones: Por favor, enjuague la boca con agua antes de empezar y después de probar cada muestra. Se le presentan tres muestras de sopa dulce a ser evaluadas por usted. Evalúe las muestras de izquierda a derecha.

Por favor, indique la carita que mejor describa su opinión sobre cada uno de los atributos del producto que acaba de probar y encierra en un círculo el número que corresponda a esta carita.

Numero de la muestra:



Atributo	Puntuación (1-5)				
Color	1	2	3	4	5
Olor	1	2	3	4	5
Sabor	1	2	3	4	5
Textura	1	2	3	4	5
Aceptación general	1	2	3	4	5

Numero de la muestra:



Atributo	Puntuación (1-5)				
Color	1	2	3	4	5
Olor	1	2	3	4	5
Sabor	1	2	3	4	5
Textura	1	2	3	4	5
Aceptación general	1	2	3	4	5

Numero de la muestra:



Atributo	Puntuación (1-5)				
Color	1	2	3	4	5
Olor	1	2	3	4	5
Sabor	1	2	3	4	5
Textura	1	2	3	4	5
Aceptación general	1	2	3	4	5

Numero de muestra:



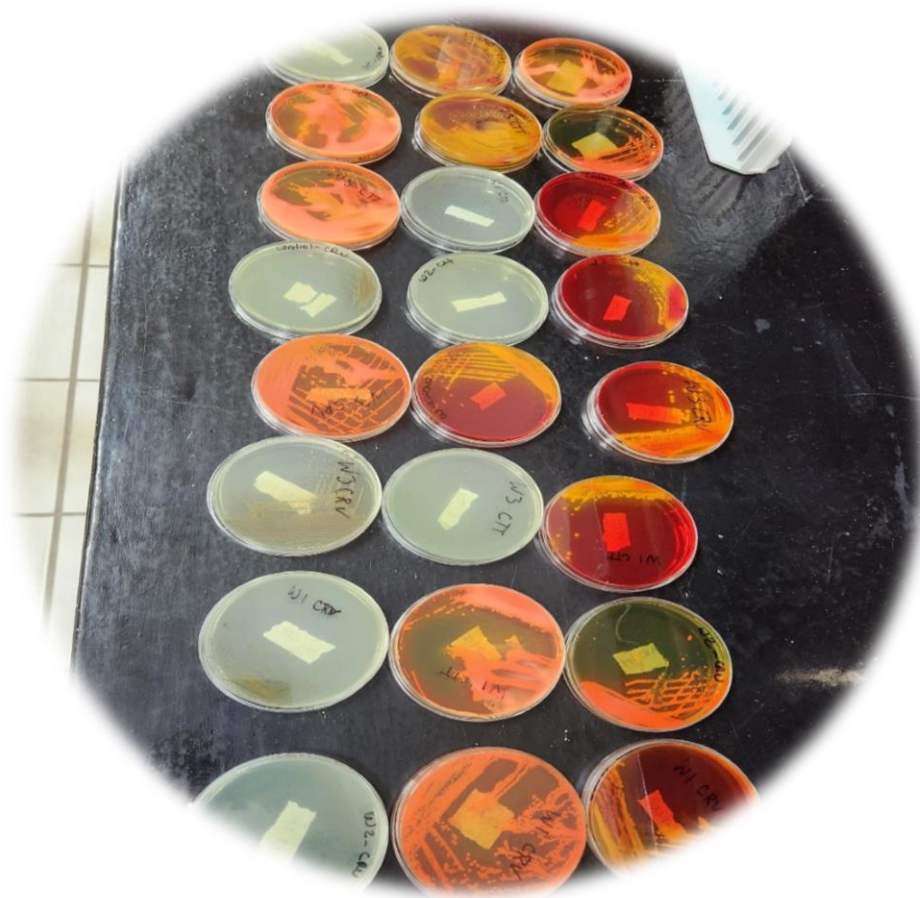
Atributo	Puntuación (1-5)				
Color	1	2	3	4	5
Olor	1	2	3	4	5
Sabor	1	2	3	4	5
Textura	1	2	3	4	5
Aceptación general	1	2	3	4	5

Comentarios:

.....

.....

.....

Anexo C*Proceso de análisis de Salmonella*

Anexo D

Resultado de los análisis químicos de la mezcla seca en base a 100 g

Componente	Unidades	Media \pm D.E.	%CV
Humedad	%	9.30 \pm 0.17	1.82
Ceniza	%	5.72 \pm 0.60	10.39
Grasa	%	1.37 \pm 0.07	5.11
Proteína	%	19.42 \pm 0.79	4.09
Fibra	%	9 \pm 1.18	13.1
CHOs	%	55.18 \pm 1.65	2.78
Vitamina A	$\mu\text{g}/100\text{g}$	378.74 \pm 5.74	4.21

Nota. DE: Desviación estándar. CV: Coeficiente de variación. $\mu\text{g}/100\text{g}$: microgramo en 100 gramos de producto.

Anexo E

Producto final obtenido después del mezclado de todos los ingredientes molidos



Anexo F*Proceso de deshidratado de los vegetales*

Anexo G*Proceso de pesado de la zanahoria*

Anexo H*Proceso de molido de la yuca*

Anexo I

Los vegetales cortados en trozos

