Desarrollo de un suplemento nutricional a base de lípidos para abordar deficiencias de micronutrientes en niñas de Honduras en edad reproductiva

Gelda Bográn Linares

Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano
Honduras
Noviembre, 2019

ZAMORANO
CARRERA DE AGROINDUSTRIA ALIMENTARIA

Desarrollo de un suplemento nutricional a base de lípidos para abordar deficiencias de micronutrientes en niñas de Honduras en edad reproductiva

Proyecto especial de graduación presentado como requisito parcial para optar al título de Ingeniera en Agroindustria Alimentaria en el Grado Académico de Licenciatura

Presentado por

Gelda Bográn Linares

Zamorano, Honduras
Noviembre, 2019

Desarrollo de un suplemento nutricional a base de lípidos para abordar deficiencias de micronutrientes en niñas de Honduras en edad reproductiva

Gelda Bográn Linares

Resumen. Las niñas en su etapa de desarrollo se ven expuestas a la pérdida frecuente de uno de los micronutrientes más importantes encontrado en la sangre: el hierro. La anemia por deficiencia de hierro es la causa principal de morbilidad y mortalidad a nivel mundial en adolescentes. El objetivo del presente estudio consistió en la elaboración de un suplemento nutricional a base de lípidos destinado a niñas de Honduras en edad reproductiva para suplir el 10% del requerimiento diario de proteína y el 30 y 40% de micronutrientes como el hierro, ácido fólico, zinc, yodo, vitamina A, D y C. Se analizó la estabilidad de las propiedades fisicoquímicas (actividad de agua, color, textura e índice de peróxidos) del producto durante 60 días de almacenamiento a temperaturas de 23 y 45 ° C. Se realizó un análisis sensorial de aceptación de los atributos color, olor, textura, sabor y aceptación general con niñas adolescentes de 10-15 años evaluando un producto control y uno con adición de la mezcla de micronutrientes. Dicho análisis se acompañó de una charla informativa sobre las propiedades nutricionales del producto para determinar el efecto del conocimiento sobre la aceptación. Al finalizar el tiempo de almacenamiento, se observaron cambios significativos en las propiedades fisicoquímicas ($P < 0.05$), siendo la oxidación del producto el más importante. El suplemento desarrollado fue sensorialmente aceptado, tanto el control como el del estudio. Una mejor aceptación obtenida tras la charla hace recomendable prestar atención a la información nutricional brindada sobre estos productos al lanzarlos al mercado.

Palabras clave: Anemia, capacitación, estabilidad, nutrición.

Abstract. Girls during their reproductive ages are exposed to the frequent loss of one of the most important micronutrients found in the blood: iron. Anemia caused by iron deficiency is the leading cause of morbidity and mortality worldwide in adolescents. The objective of this study was the elaboration of a lipid-based nutritional supplement for girls in reproductive age in Honduras in order to supply 10% of the daily requirement of protein and 30-40% of micronutrients such as iron, folic acid, zinc, iodine, vitamin A, D and C. The stability of the physicochemical properties (water activity, color, texture and peroxide index) of the product was analyzed during 60 days of storage at a temperature of 23 ° C and 45 ° C. A sensory analysis of acceptance for the attributes of color, smell, texture, taste and general acceptance was performed with adolescent girls aged 10-15 years evaluating a control product and one with the addition of the micronutrient mixture. An informative talk about the nutritional properties of the product was given to the girls to determine the effect of knowledge on acceptance. At the end of the storage time, significant changes were observed in all the physicochemical properties ($P < 0.05$), being oxidation the most important. The control and the supplement with the micronutrient mix were both sensory accepted. A better acceptance obtained after the talk makes it advisable to pay attention to the nutritional information provided on these products when launching them to the market.

Key words: Anemia, nutrition, stability, training.

CONTENIDO

Portadilla i
Página de firmas ii
Resumen iii
Contenido iv
Índice de Cuadros, Figuras y Anexos v

1. INTRODUCCIÓN 1

2. MATERIALES Y MÉTODOS 3

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN 11

4. CONCLUSIONES 24

5. RECOMENDACIONES 25

6. LITERATURA CITADA 26

7. ANEXOS 31

ÍNDICE DE CUADROS, FIGURAS Y ANEXOS

Cuadros Página

1. Formulación final del producto LNS en base a 100 g. 4
2. Formulación de la mezcla de micronutrientes para 30 g de producto. 4
3. Contenido de minerales en 100 g del producto desarrollado (solo ingredientes).. 11
4. Contenido de minerales en una porción de 30 g de producto..... 12
5. Medias de la actividad de agua y desviaciones estándar de los tratamientos a través del tiempo..... 13
6. Medias del valor de L* y desviaciones estándar de los tratamientos a través del tiempo. 14
7. Medias del valor de a* y desviaciones estándar de los tratamientos a través del tiempo. 15
8. Medias del valor de b* y desviaciones estándar de los tratamientos a través del tiempo. 16
9. Medias de la textura y desviaciones estándar de los tratamientos a través del tiempo. 17
10. Medias del contenido de peróxidos y desviaciones estándar de los tratamientos a través del tiempo..... 18
11. Recuento de Bacterias Mesófilas Aerobias y Enterobacterias en el producto para análisis sensorial. 18
12. Medias y desviaciones estándar del atributo color del análisis de aceptación sensorial de los tratamientos antes y después de la charla informativa. 19
13. Medias y desviaciones estándar del atributo olor del análisis de aceptación sensorial de los tratamientos antes y después de la charla informativa. 20
14. Medias y desviaciones estándar del atributo textura del análisis de aceptación sensorial de los tratamientos antes y después de la charla informativa. 20
15. Medias y desviaciones estándar del atributo sabor del análisis de aceptación sensorial de los tratamientos antes y después de la charla informativa. 21
16. Medias y desviaciones estándar de la aceptación general de los tratamientos antes y después de la charla informativa. 21
17. Costos variables calculados para la producción del LNS. 22
18. Perfil de macro y micronutrientes del suplemento desarrollado. 23

Figuras Página

19. Flujo de proceso para la preparación del producto LNS. 5
20. Escala hedónica gráfica utilizada en el análisis sensorial. 8

Anexos Página

1. Consentimiento informado 31
2. Encuesta para análisis sensorial 33
3. Representación gráfica del análisis de textura 35

1. INTRODUCCIÓN

Honduras es categorizado como un país de desarrollo humano medio, ocupando la posición 133 entre 188 países, de acuerdo con el Índice de Desarrollo Humano (PNUD 2018). Su población está compuesta principalmente por jóvenes, siendo aproximadamente el 43% adolescentes menores de 19 años. La pobreza afecta a más del 60% de la población y en zonas rurales, uno de cada cinco hondureños vive en pobreza extrema o con menos de USD 1.90 al día (Hernandez *et al.* 2016).

El Índice de Desigualdad de Género (IDG) refleja las desigualdades a las cuales se enfrentan las mujeres en aspectos de salud reproductiva, educación, representación política y mercado laboral; para Honduras corresponde a 0.978; siendo uno de los países más desiguales de la región (PNUD 2018). La pobreza, la inseguridad alimentaria y desnutrición en grupos vulnerables (niños, infantes y las mujeres en etapa reproductiva) son una manifestación clara de lo anteriormente mencionado.

En cuanto a la desnutrición infantil, se ha observado una disminución en la prevalencia de desnutrición aguda/crónica y anemia en niños menores de 5 años desde el año 2006 hasta el 2012 (USAID 2018). La disponibilidad de alimentos, no obstante, sigue siendo escasa y las prácticas nutricionales para obtener productos y alimentos saludables son inadecuadas especialmente en las áreas rurales. En el año 2000 se oficializó el Programa de Escuelas Saludables (PES) también conocido como "Merienda Escolar" y actualmente "Alimentación Escolar". La Plataforma de Seguridad Alimentaria y Nutricional (2019) describe el objetivo ese programa el "mejorar la calidad alimentaria de estudiantes primarios a través de un trabajo integral de la nutrición, área de salud y educación con ayuda de las escuelas, padres de familia y comunidades".

En el año 2014, la merienda escolar llegó aproximadamente a 1.4 millones de niños que asisten a 17,600 centros educativos públicos del país (WISHH 2014). La merienda está comprendida por maíz, arroz, frijol, aceite y un suplemento de soya y maíz fortalecido con una premezcla de vitaminas y minerales conocido por sus siglas en inglés como CBS (Corn Soy Blend). Este suplemento posee un valor nutricional elevado debido a su contenido de proteína, vitaminas y minerales. Sin embargo, la preparación inadecuada en forma de "bebida" no logra ser un alimento nutritivo para los niños como lo esperado (Torres 2009). Actualmente, el programa apoya el sector agrícola del país minimizando los costos de entrega de una ración básica (mencionada anteriormente) y una ración de alimento escolar fresco como ser frutas, vegetales y productos lácteos (Prensa Oficial 2019). Estos productos se limitan a las exigencias nutricionales de niños escolares, dejando a un lado las necesidades de los jóvenes, especialmente durante su segundo crecimiento o la adolescencia (11-18 años).

Existen dos vías completamente definidas para combatir la prevalencia de desnutrición. Una de ellas es trabajar directamente con los niños menores de 5 años, proporcionándoles alimentos altamente nutritivos, los cuales provean la cantidad necesaria de energía, macro y micronutrientes. La lactancia materna exclusiva es el alimento más nutritivo y esencial que debe recibir un recién nacido hasta los 6 meses (Avalos *et al.* 2016). La segunda vía es trabajar por la salud y el estado nutricional de las mujeres en edad reproductiva (15-49 años). Una mujer embarazada con acceso a una dieta balanceada y rica en nutrientes tiene más probabilidades de dar a luz un bebé saludable, con un peso adecuado y con la posibilidad de llevar un desarrollo normal si es expuesto a su vez a una dieta balanceada.

La edad reproductiva en la mujer inicia con ciertos cambios hormonales resultando en modificaciones fenotípicas, físicas y psíquicas, marcadas por la menarquia o primera menstruación. A diferencia de los varones, se ven expuestas a la pérdida frecuente de uno de los micronutrientes más importantes encontrado en la sangre: el hierro. La anemia por deficiencia de hierro es la causa principal de morbilidad y mortalidad a nivel mundial en las adolescentes (Roche 2018). A nivel mundial, el embarazo en adolescentes limita el desarrollo de los países y se estima una tasa de 46 nacimientos por cada 1000 niñas. América Latina y el Caribe poseen la segunda tasa más alta de embarazo en adolescentes con 66.5 nacimientos por cada 1000 niñas entre 15 y 19 años (OPS 2018).

En Honduras, la tasa de fecundidad en adolescentes es de 68.4 nacimientos por cada 1000 mujeres (OPS 2016). Según la Encuesta Nacional de Demografía y Salud (ENDESA), en el 2006, el 26% de las adolescentes que ya habían estado embarazadas vivían en áreas rurales. A esto se le puede sumar la prevalencia de anemia que sufre este mismo grupo (15%), reportado en el 2012 (USAID 2018), por lo que prestar atención a esta población es clave para impulsar el progreso del país.

Un enfoque nutricional en la industria puede contribuir con el control y reducción de estos problemas. El desarrollo de un producto, que a través de su consumo semanal las niñas adolescentes puedan obtener de 30-40% de los micronutrientes esenciales para su crecimiento, puede contribuir a esta meta. Un LNS (Lipid-based Nutrient Supplement) es un suplemento a base de lípidos listo para su consumo, creado para tratar situaciones de emergencia de desnutrición crónica infantil, principalmente en África. El consumo de porciones más pequeñas y con diferentes formulaciones también se ha destinado a mujeres embarazadas y lactantes para prevenir problemas de desnutrición y asegurar la nutrición adecuada de niños pequeños (Chaparro y Dewey 2010).

La presente investigación propone los siguientes objetivos:

- Desarrollar un suplemento a base de lípidos sensorialmente aceptado por niñas en edades de 10-15 años.

- Evaluar el efecto de la incorporación de charlas informativas en la aceptación sensorial del suplemento.

- Caracterizar los aspectos fisicoquímicos y de estabilidad del suplemento sensorialmente aceptado, así como definir los costos y beneficios nutricionales.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

El proyecto se basó en cuatro fases, de las cuales la primera fase y el análisis de minerales del producto elaborado se realizó en la Universidad de Illinois en Urbana-Champaign, en el Laboratorio de Nutrición Humana, ubicado en la ciudad de Urbana, Illinois, Estados Unidos. La segunda fase de estabilidad de las propiedades fisicoquímicas del producto y la cuarta fase de estimación de costos variables y beneficios nutricionales se llevaron a cabo en el Laboratorio de Análisis de Alimentos y Planta de Innovación de Alimentos de la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano. La tercera fase del análisis sensorial se realizó en el Instituto San Antonio de Oriente y en la Escuela Francisco Morazán, en el municipio de El Jicarito, Honduras.

Fase I. Formulación y elaboración del producto LNS.

Ingredientes. La selección de los ingredientes se realizó tomando en cuenta los ingredientes comúnmente utilizados en la elaboración de un LNS y considerando la Tabla de Composición de Alimentos (TCA) de Centroamérica y Panamá (INCAP-OPS 2012) para utilizar materias primas comunes en Honduras. Los ingredientes seleccionados fueron los siguientes:

- Semillas de morro (De Mi País)
- Leche descremada en polvo (Dos Pinos)
- Harina de soya (Bob's Red Mill)
- Cocoa en polvo (Hershey's)
- Azúcar en polvo (C&H)
- Maltodextrina (Modernist Pantry – Kitchen Alchemy)
- Lecitina de soya (Bulk Supplements)
- Aceite de coco (Kirkland)
- Manteca vegetal (Clover Brand)

Formulación de la mezcla de ingredientes. Se realizaron pruebas preliminares para encontrar la mezcla óptima de ingredientes con respecto a características de sabor y textura. Luego se realizó la formulación utilizando la base de datos de la USDA (2019) y la TCA de Centroamérica y Panamá (INCAP-OPS 2012) para determinar la composición final de la mezcla del producto LNS. La formulación se realizó en base a 100 g, obteniendo 34.25% de carbohidratos, 39.56% de lípidos y 16.76% de proteína como se detalla en el cuadro 1. La porción destinada para el producto final es de 30 g.

Cuadro 1. Formulación final del producto LNS en base a 100 g.

Ingredientes	Cantidad (g/100g)	Carbohidratos (g/100g)	Lípidos (g/100g)	Proteína (g/100g)
Semillas de morro	18.00	22.90	39.70	30.20
Leche descremada en polvo	18.00	52.19	0.72	35.10
Harina de soya	10.00	30.38	21.86	38.09
Azúcar en polvo	10.00	99.77	-	-
Cocoa en polvo	6.00	60.00	10.00	20.00
Maltodextrina	4.00	100.00	-	-
Lecitina de soya	1.00	12.50	10.00	-
Aceite de coco sin refinar	19.00	-	100.00	-
Manteca vegetal	10.00	-	100.00	-
Mezcla de micronutrientes	3.75			
Total (g)	99.75	34.26*	39.56*	16.76*

* Total en 100 g de producto

Formulación de la mezcla de micronutrientes. La mezcla de vitaminas y minerales se formuló tomando en cuenta la cantidad diaria recomendada (RDA en inglés) para niñas adolescentes entre 11-14 años de edad (INCAP 2012). La cantidad añadida en el producto final fue de 3.75 g con los cuales se contribuye 30-40% de hierro, ácido fólico, zinc, yodo, vitamina A, vitamina C y vitamina D como se detalla en el cuadro 2.

Cuadro 2. Formulación de la mezcla de micronutrientes para 30 g de producto.

Micronutriente por día	Cantidad RDA	Cantidad objetivo	Contribución (%)
Hierro (mg)	15	4.5	30
Folato (µg)	350	140.0	40
Zinc (mg)	12	4.8	40
Yodo (µg)	150	45.0	30
Vitamina A (µg RE)	800	240.0	30
Vitamina D (mg)	10	3.0	30
Vitamina C (mg)	50	15.0	30

Fuente RDA: INCAP (2012).

Preparación del producto LNS. La figura 1 muestra el flujo de preparación del LNS. En primer lugar, se eliminaron residuos de hojas, insectos y demás suciedad que contenían las semillas de morro. Estas mismas pasaron por un lavado con agua potable y luego se dejaron secando por 24 horas. Al día siguiente, se colocaron en bandejas de aluminio y se sometieron a un primer proceso de tostado a una temperatura de 121 ° C por 30 minutos en un horno de convección para facilitar el proceso de molienda de las semillas de morro. Seguido de este proceso, se dejaron enfriar a temperatura ambiente y se almacenaron a 5 ° C por 24 horas (Alvarado 2016). La molienda de las semillas de morro se realizó utilizando un molino manual de café y un tamiz para eliminar las partículas más grandes.

Se siguió el procedimiento descrito por (Gaur *et al.* 2017) para la elaboración del producto LNS final. Se pesó la harina de soya, la cocoa en polvo y el morro en polvo para mezclarse y someterse al segundo proceso de tostado, el cual, se realizó a una temperatura de 140 ° C por 40 minutos en un horno de convección, con el fin de eliminar cualquier carga microbiana presente en estas materias primas. Esta mezcla se dejó enfriar a temperatura ambiente y luego se añadieron los demás ingredientes secos, incluyendo la mezcla de micronutrientes. Los ingredientes secos fueron colocados en una amoladora húmeda (PG503, Premier Wonder) para mezclarse durante 3 minutos y asegurar la reducción de las partículas de los ingredientes secos y obtener una mezcla homogénea. El aceite de coco y la manteca vegetal fueron previamente mezclados en un recipiente hondo y luego añadidos a la amoladora húmeda; la mezcla final se dejó por 5 minutos en la amoladora húmeda para lograr la completa homogenización del LNS.

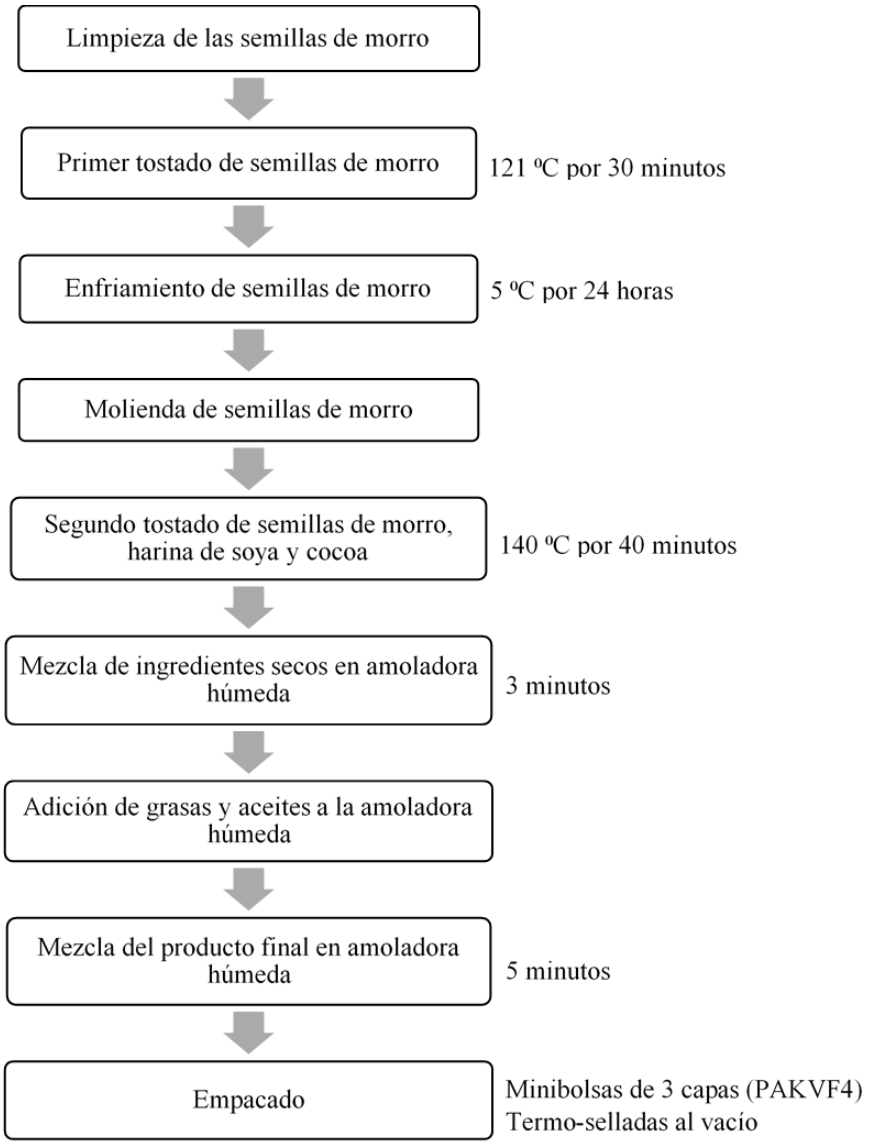


Figura 1. Flujo de proceso para la preparación del producto LNS.
Fuente: Gaur *et al.* 2017

Fase II. Caracterización fisicoquímica del producto LNS y evaluación de la estabilidad de las características a través del tiempo.

Diseño experimental y análisis estadístico. Se utilizó un diseño de Bloques Completos al Azar (BCA) con medidas repetidas en el tiempo en los días 0 y 60. Se evaluaron dos tratamientos: almacenamiento del producto a temperatura ambiente de 23 ° C y humedad relativa (HR) de ~70% y almacenamiento del producto a temperatura de 45 ° C y HR de ~43%. Se realizaron tres repeticiones por tratamiento, resultando en un total de 24 unidades experimentales. Todos los resultados obtenidos fueron analizados utilizando el programa Statistical Analysis Software (SAS 9.4). Se realizó una separación de medias para los resultados de actividad de agua, color, textura e índice de peróxidos mediante la prueba Duncan para determinar diferencias significativas ($P < 0.05$) entre los tratamientos y una prueba LSMEANS para determinar la interacción de los tratamientos a través del tiempo.

Análisis de actividad de agua. Se determinó la actividad de agua (a_w) de cada tratamiento al día 0 y 60 de almacenamiento por cada repetición utilizando el AquaLab Series 3, mediante el método AOAC 978.18 (AOAC 1995). Previo a la medición, se utilizó un estándar de 0.500 a_w para calibrar el equipo. Para la medición de cada muestra, se llenó un recipiente circular hasta la mitad y se colocó en el equipo para que este realizara la lectura.

Análisis de color. El análisis de color del producto LNS se realizó con el colorímetro Color Flex Hunter L*a*b*, siguiendo el método AN 1018.00 (Hunter Associates Laboratory 2014). El equipo fue calibrado previo al análisis de las muestras para evitar la variancia entre repeticiones. Los valores de cada muestra fueron reportados como L*, a* y b*, donde: L* corresponde a la luminosidad, siendo 0 el negro y 100 el blanco, a* se mueve entre los colores verde y rojo, siendo -60 verde y +60 rojo y b* hace referencia a los colores azul y amarillo, siendo -60 azul y +60 amarillo. Cada repetición fue analizada al día 0 y 60 de almacenamiento para cada tratamiento.

Análisis de textura. La textura del producto LNS se determinó a través del texturómetro de Brookfield, utilizando la sonda TA23 (TA-RT-KI). La muestra de 10 g se colocó sobre una base con un espacio circular de 60 mm de diámetro y 5 mm de altura. La sonda se movió a una velocidad de 0.5 mm/s con 4 mm de penetración. Cada análisis se configuró para dos ciclos para poder determinar la dureza del producto del primer ciclo de compresión y la fuerza de adhesividad del segundo ciclo de compresión. Cada repetición fue analizada al día 0 y 60 de almacenamiento para cada tratamiento. Al día 60, todas las repeticiones se dejaron una hora a temperatura ambiente y antes de sacar el producto de cada bolsa, se les dio un masaje por 2 minutos.

Análisis de índice de peróxidos. Se siguió el método modificado de la AOCS Cd 8-53 descrito por Crowe y White (2001), en el cual, todos los reactivos se utilizaron al 10% de la cantidad recomendada para el procedimiento standard. Cada repetición se analizó al día 0 y 60 de almacenamiento para cada tratamiento. Se utilizó la ecuación 1 para calcular el índice de peróxido.

$$\text{Índice de Peróxido} = ((S\text{-}B) \times N \text{ tiosulfato} \times 1000) / \text{peso de la muestra} \quad [1]$$

Donde:
S= titulación de la muestra
B= titulación del blanco

Análisis de minerales. Para la determinación de los minerales presentes en la mezcla del producto LNS (sin la mezcla de micronutrientes añadida) se tomó 300 ml de muestra y se colocó en tubos Falcon de 50 ml. Se agregó 2 ml de ácido nítrico (69% grado de meta traza; Fischer Scientific, Fair Lawn, NJ) y 0.5 ml de peróxido de hidrógeno (30% de reactivo ultrapuro Ultrex® II; Avantor, Corporate Parkway Center Valley, PA). Luego de mezclar bien la muestra con los reactivos, se dejó reposar durante 15 horas y al cabo de este tiempo, las muestras se digirieron a 125 ° C durante 2 horas. Una vez digeridas, las muestras se diluyeron con 22 ml de agua doblemente destilada y se filtraron utilizando filtros de jeringa de 0.45 µm. Previo a la inyección de las muestras en espectrofotómetro de emisión atómica de plasma de microondas 4100 (MP-AES) (Agilent Technologies, Santa Clara, CA), el equipo fue calibrado utilizando una solución de calibración de longitud de onda ICP-OES diluida (1:10 v/v) como patrón interno. Para crear una curva estándar externa, se utilizó una solución "Multielement Standard Solution 6" (TraceCERT®, certificado CRM, 100 mg / L en ácido nítrico al 5% v/v) adquirida de Sigma Aldrich (St. Louis, MO).

Los parámetros establecidos para el equipo fueron: presión del nebulizador (200 kPa), velocidad de la bomba (15 rpm), tiempo de estabilización (15 s), posición de visualización (-10), tiempo de absorción de la muestra (20 s) y tiempo de enjuague (35 s). Los minerales cuantificados fueron: calcio (393.366 nm), cobre (324.754 nm), hierro (259.940 nm), potasio (766.491 nm), magnesio (285.213 nm), manganeso (403.076 nm), molibdeno (379.825 nm), sodio (588.995 nm) y zinc (213.857 nm). Se utilizó una solución de ácido nítrico al 0.5% como blanco. La preparación de la muestra y el análisis mineral en el MP-AES se realizó por triplicado.

Fase III. Análisis sensorial.

Descripción del grupo de personas. Se trabajó con niñas adolescentes de 10-15 años (panelistas) debido a que el producto desarrollado tiene como meta abordar deficiencias de micronutrientes en niñas que se encuentran iniciando su etapa reproductiva. El análisis sensorial se llevó a cabo en dos instituciones localizadas en El Jicarito, Francisco Morazán: Escuela Francisco Morazán y Colegio San Antonio de Oriente. En la escuela se trabajó con niñas de 5 y 6º grado con edades entre 10 y 11 años. En el colegio se trabajó con niñas de 7, 8, 9, 10 y 11º grado con edades entre 11 y 15 años. La población total fue de 85 niñas.

Entrega de consentimiento informado. Una carta de consentimiento informado es un documento formal en el cual, se explica el objetivo principal del estudio realizado, las condiciones para participar y compromisos por parte del investigador. En la carta efectuada se detalló toda la información acerca del producto LNS, el procedimiento a seguir para el análisis sensorial y que la participación era totalmente voluntaria (Vargas 2018). En el caso de este estudio, se solicitó permiso a los padres de familia de cada niña debido a que se

estaba trabajando con menores de edad. En la Escuela Francisco Morazán, se realizaron tres reuniones en las cuales se convocó a las madres de las niñas que se encontraban en el rango de edad y se les explicó el estudio. Luego se les entregó una carta de consentimiento informado para que leyeran, respondieran y firmaran si accedían que sus hijas participaran en la prueba sensorial. En el Colegio San Antonio de Oriente se entregaron las cartas de consentimiento informado a todas las niñas adolescentes dentro del rango de edad de 11-15 años y se les dio un plazo de una semana para devolver la carta firmada por su madre o padre.

Prueba de aceptación. En esta prueba, las panelistas calificaron cinco aspectos del producto: color, olor, textura, sabor y aceptación general. Para la evaluación de estos criterios, se utilizó una escala hedónica gráfica en la cual se presentaron cinco caritas describiendo desde un grado de insatisfacción hasta un grado de mucha satisfacción. Al trabajar con panelistas más jóvenes se debe de procurar utilizar escalas sencillas de comprender y fáciles de asociar con la opinión propia. La figura 2 muestra la escala hedónica gráfica utilizada.

Figura 2. Escala hedónica gráfica utilizada en el análisis sensorial.
Fuente: Kramer y Twigg 1984.

La prueba sensorial constó en tres partes.

Primera evaluación sensorial. Se entregaron dos muestras del producto LNS a cada panelista, siendo una la muestra control (sin mezcla de micronutrientes) y la otra muestra la que contenía la mezcla de micronutrientes. El objetivo de analizar una muestra control y una del producto con micronutrientes fue determinar si las panelistas eran capaces de identificar algún cambio en los atributos del producto cuando la mezcla de micronutrientes es añadida o si ambas muestras son calificadas de igual manera. Cada muestra se identificó con un código diferente. Los códigos asignados a las muestras control fueron: 177, 237, 435 y 654; para las muestras con la mezcla de micronutrientes se utilizaron los siguientes códigos: 123, 581, 756 y 832. Las panelistas evaluaron ambas muestras y completaron una encuesta calificando los cinco criterios mencionados anteriormente.

Charla informativa. Una vez finalizada la primera evaluación, se intervino con una charla interactiva en la cual se buscó concientizar a las panelistas sobre la importancia de su salud. Se les dio a conocer los ingredientes del producto y los micronutrientes que fueron añadidos. Se explicó la función de cada uno de ellos en su salud. Para esto se preparó un cartel para facilitar la comprensión de lo antes descrito. La charla fue interactiva y duró

aproximadamente 6-8 minutos. Para continuar con la segunda evaluación, se esperó 10 minutos.

Segunda evaluación sensorial. Se siguió el mismo procedimiento que la primera evaluación sensorial. El objetivo de esta segunda evaluación fue determinar cuál es el efecto de integrar la educación en estos proyectos sobre la aceptación de un producto elaborado con un fin nutritivo.

Análisis microbiológico.

Se realizó un análisis microbiológico de enterobacterias y bacterias mesófilos aerobias (BMA) del producto LNS a entregar en las pruebas sensoriales para asegurar que las panelistas al probar las muestras no iban a presentar ningún síntoma de enfermedad o malestar. Para dicho análisis, se pesaron 10 g del producto y se agregó 90 ml de buffer fosfato en una bolsa plástica estéril. Se colocó la bolsa en el equipo Stomacher durante 2 minutos para asegurar una completa homogenización. Luego se prosiguió con la técnica de vaciado en placa para cada cultivo a analizar. Para el análisis de presencia de enterobacterias se realizó únicamente una dilución (10^{-1}) tomando 1 ml de la bolsa conteniendo la mezcla para ser depositado sobre el plato Petri y luego se vació el Agar Bilis Rojo Violeta-Glucosa. El recuento de los resultados de enterobacterias se realizó a las 24 ± 2 horas de la siembra. Para el análisis de BMA se realizaron dos diluciones (10^{-1} y 10^{-2}) y se utilizó Agar Cuenta Estándar. El conteo de BMA se llevó a cabo 48 ± 2 horas después de la siembra. Todas las placas se incubaron a 35 °C. Los resultados se reportaron en Log UFC/g de alimento.

Análisis estadístico.

Los resultados obtenidos fueron analizados utilizando el programa Statistical Analysis Software (SAS 9.4) realizando una separación de medias mediante la prueba Duncan de los atributos evaluados por las panelistas, para determinar si existieron diferencias significativas en la aceptación de la muestra control y la muestra del producto con la mezcla de micronutrientes. También se realizó una prueba LSMEANS para analizar la interacción entre la aceptación del producto y la charla informativa brindada.

Fase IV. Análisis de costos variables y perfil nutricional de alimentos complementarios en Honduras.

Análisis de costos variables. Para realizar el cálculo de los costos variables de producción del producto LNS desarrollado, se tomaron los precios de compra de las materias primas y se estimó el precio por kilogramo de cada materia prima. Luego, se realizó el cálculo de la cantidad necesaria de cada ingrediente para 1 kg de producto final y se multiplicó por el precio por kilogramo de cada materia prima. El costo variable unitario se encontró dividiendo el costo variable de 1 kg de producto final por la cantidad de porciones de 30 g a obtener de 1 kg.

Análisis de perfil nutricional. Se realizó el perfil nutricional del suplemento desarrollado para analizar sus componentes e identificar las ventajas y desventajas de los mismos.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Formulación del producto.

La formulación del producto LNS se realizó considerando las especificaciones dadas por la USDA para este tipo de productos requiriendo un contenido de proteína y grasa entre 11-20 y entre 27-40 g respectivamente, por 100 g de producto. El contenido final de proteína y grasa del producto desarrollado fue de 16.76 g y 39.56 g respectivamente, estando dentro de los rangos detallados por la USDA. La proteína fue provista principalmente por las semillas de morro, la leche descremada en polvo y la harina de soya. Las semillas de morro se convirtieron en un ingrediente innovador dentro de la formulación, debido a que son utilizadas únicamente dentro de la región centroamericana para la elaboración de una bebida conocida como "horchata". De acuerdo con un estudio realizado por Corrales *et al.* (2017) esta materia prima posee un alto contenido de proteína y de ácidos grasos insaturado, encontrándose entre ellos el ácido oleico, linoleico y α-linolénico en 56.5%, 18.3% y 2.3% respectivamente. La proteína provista por la leche descremada en polvo y la harina de soya son proteínas de alto valor biológico y fuente de todos los aminoácidos esenciales.

De acuerdo con INCAP (2012), la cantidad diaria recomendada de proteína para una niña adolescente de 11-14 años es de 46 g (80% de su peso). La porción final destinada para el producto desarrollado es de 30 g, con la cual, se estará cubriendo con 10% del RDA de proteína para este grupo de niñas.

Análisis de minerales.

Al cuantificar los minerales provenientes del producto desarrollado antes de añadir la mezcla de micronutrientes, se obtuvieron las cantidades detalladas en el cuadro 3.

Cuadro 3. Contenido de minerales en 100 g del producto desarrollado (solo ingredientes).

Minerales	Media (mg) ± DE	CV (%)
Ca	322.29 ± 9.18	2.85
Cu	0.37 ± 0.01	1.49
Fe	3.36*	-
K	648.71 ± 24.25	3.74
Mg	144.78 ± 6.60	4.56
Mn	4.43 ± 0.09	1.97
Mo	2.33 ± 0.54	22.93
Na	198.94 ± 6.90	3.47
Zn	0.22 ± 0.02	0.87

CV: Coeficiente de variación. *Contenido calculado con la base de datos USDA (2019).

El calcio, hierro, potasio y sodio fueron los minerales presentes en mayor proporción en las muestras de producto analizadas. Al realizar la suma de los minerales provistos por la mezcla de ingredientes y la mezcla de micronutrientes formulada, el total de minerales por porción de producto se detalla en cuadro 4. Como se observa, el aporte de minerales en una porción de 30 g es significativo, en especial, si el producto es consumido por una persona cuya dieta no es diversa. Es importante resaltar que el contenido de hierro y zinc en el producto pasó a un 52.40% y 41.83% del RDA de estos minerales para niñas adolescentes entre 11-14 años respectivamente.

Cuadro 4. Contenido de minerales en una porción de 30 g de producto.

Minerales	Cantidad (mg)	% del RDA
Ca	96.69	8.06
Cu	0.11	0.01
Fe	7.86	52.40
K	194.61	-
Mg	43.43	10.59
Mn	1.33	60.45
Mo	0.69	1.60
Na	59.68	2.98
Zn	5.02	41.83

Fuente RDA: INCAP (2012).

Durante la menstruación, la pérdida de sangre de 1 ml se traduce en 0.5 mg de pérdida de hierro y una mujer en promedio pierde 80 ml de sangre por mes. El requerimiento de hierro en el embarazo se triplica debido a la expansión de los glóbulos rojos maternos y el crecimiento del bebé (Zimmermann y Hurrell 2007). La deficiencia de zinc es asociada con efectos adversos a largo plazo sobre el crecimiento, la inmunidad y el estado metabólico de un recién nacido. En mujeres lactantes, el requerimiento diario se ve incrementado por la pérdida constante a través de la lactancia. Esto hace que el elevado contenido de estos minerales en el producto sea favorable, especialmente por la dieta hondureña, la cual, no es muy diversa y se basa en frijoles, arroz, maíz y huevo.

Análisis de actividad de agua (a_w).

La actividad de agua es considerada un parámetro crucial para la conservación de los alimentos. La mayoría de los microorganismos son incapaces de multiplicarse en medios con una actividad de agua menor a 0.90 (Brown 1976) y para las especies más extremófilas, la división celular solo se ha observado hasta ~0.61 a_w (Williams y Hallsworth 2009). De acuerdo con las especificaciones dadas por la USDA en el 2018, la actividad de agua de un LNS se debe de encontrar dentro de un rango de 0.20-0.50. Como se puede observar en el cuadro 5, la actividad de agua del producto desarrollado fue levemente mayor a 0.5, sin embargo, este valor limita el crecimiento de bacterias patógenas como *Clostridrium botulinum, Staphylococcus aureus* y *Salmonella sp.* (Sperber 1983).

Cuadro 5. Medias de la actividad de agua y desviaciones estándar de los tratamientos a través del tiempo.

Tratamiento	Media ± DE	
	Día	
	0	60
23 ° C y ~70% HR	0.548 ± 0.019^{Bx}	0.556 ± 0.018^{Ax}
45 ° C y ~43% HR	0.562 ± 0.024^{Ax}	0.547 ± 0.021^{Ay}
CV (%)	1.28	1.34

^{AB} Letras diferentes en la misma columna indican diferencias significativas entre tratamientos ($P < 0.05$). ^{xy} Letras diferentes en la misma fila indican diferencias significativas en el tiempo ($P < 0.05$). DE: Desviación estándar. CV: Coeficiente de variación.

Al comparar la actividad de agua entre tratamientos, se encontró diferencias significativas ($P < 0.05$) únicamente al día 0, lo cual, se atribuye a la etapa de preparación del producto, específicamente a la limpieza y desinfección de los recipientes utilizados. La humedad en el ambiente y una mala práctica de secado de los recipientes utilizados pudieron ocasionar un incremento de la a_w de los ingredientes, resultando en un producto final con una a_w mayor. La leche es uno de los ingredientes, dentro de la formulación, más propensos a absorber agua. De acuerdo con un análisis realizado por la empresa METTLER TOLEDO sobre las propiedades de la leche en polvo, a una humedad relativa entre 40-60% y una temperatura de 27 ° C, el contenido de agua de la leche en polvo comienza a incrementar después de 15 minutos de exposición al ambiente. La Planta de Innovación de Alimentos de Zamorano, donde se llevó a cabo la preparación del producto, se encuentra habitualmente a una temperatura de 28 ° C y una humedad relativa de 57%, lo que permite la rápida rehidratación de ingredientes como la leche.

El comportamiento de la actividad del agua del producto LNS a lo largo del tiempo se vió afectado en el tratamiento B. Aquellas muestras que fueron sometidas a 45 ° C y una humedad relativa de ~43% mostraron una disminución significativa ($P < 0.05$) de su a_w al día 60 de almacenamiento. Una disminución de a_w puede ser el resultado del equilibrio de humedad en las muestras, en las cuales el agua libre migró de ingredientes con un valor de a_w alto a bajo, como la harina de soya tostada y el azúcar (Guillard *et al.* 2003). Este mismo comportamiento fue reportado por Gaur *et al.* (2017) en muestras de LNS fortificado con omega-3 almacenadas por tres meses.

Análisis de color.

El color es uno de los factores más importantes en la medición de la calidad de los alimentos y en el grado de aceptabilidad de un producto. En el desarrollo de nuevos productos, el cambio que esta propiedad puede tener a través del tiempo y como consecuencia de diferentes condiciones de almacenamiento es de mucha importancia ya que puede indicar cambios químicos como de degradación del producto y afectar su aceptación (Sahin y Sumnu 2006).

En la industria alimentaria, la escala CIELAB es una de las más utilizadas y recomendadas para caracterizar el color de un alimento o producto debido a que cubre uniformemente el espectro visible completo del ojo humano (San't Anna *et al*. 2013). El valor de L* representa la luminosidad en una escala de 0 a 100, dependiendo de la luz que es absorbida o reflejada (Strydom y Hope-Jones 2014). En el Cuadro 6 se observa que al día 0 los valores de L* del producto LNS se encontraron en un rango de 38-40.7, indicando un color más oscuro como resultado de la adición de cocoa en polvo marca Hershey's y semillas de morro. El valor de L* de la cocoa en polvo marca Hershey's es de 30.5 (Chai *et al.* 2018), lo cual al mezclarse con los demás ingredientes generaron un color levemente más claro. Entre tratamientos se encontró diferencias significativas del valor de L* al día 0 y 60 ($P < 0.05$), siendo la principal causa al día 0 una distribución no homogénea de las partículas de la cáscara de morro y al día 60 las condiciones de almacenamiento.

El valor de L* a lo largo del tiempo también mostró diferencias significativas ($P < 0.05$) en ambos tratamientos, lo cual, se vio reflejado como una disminución de este valor u oscurecimiento, siendo mayor en el tratamiento B. Este oscurecimiento pudo haber sido ocasionado por una reacción de Maillard, la cual implica la interacción de aminoácidos y azúcares reductores durante el procesamiento a altas temperaturas y almacenamiento de alimentos (Ashoor y Zent 1984). La alta concentración de lactosa y proteínas en el producto LNS desarrollado pudo inducir la formación de lactulosil-lisina, que al ser expuesto a una temperatura de 45 ° C, aceleró el oscurecimiento no enzimático del producto. En un estudio realizado por Pereyra *et al.* (2009), se observó una pérdida considerable de lisina en la leche en polvo luego de varios días de almacenamiento a 37 ° C, como consecuencia de la unión con la lactosa, iniciando el oscurecimiento del producto. A un valor de a_w entre 0.47-0.70, la reacción de Maillard ocurrió a una tasa más rápida.

Cuadro 6. Medias del valor de L* y desviaciones estándar de los tratamientos a través del tiempo.

Tratamiento	**Media ± DE**	
	Día	
	0	**60**
23 ° C y ~70% HR	38.865 ± 0.778^{Bx}	37.792 ± 0.594^{Ay}
45 ° C y ~43% HR	40.137 ± 0.528^{Ax}	35.962 ± 0.960^{By}
CV%	1.92	2.28

[AB] Letras diferentes en la misma columna indican diferencias significativas entre tratamientos ($P < 0.05$). [xy] Letras diferentes en la misma fila indican diferencias significativas en el tiempo ($P < 0.05$). DE: Desviación estándar. CV: Coeficiente de variación.

El valor de a* representa la diferencia entre verde (-a*) y rojo (+a*) en el producto. Como se puede observar en el cuadro 7, los valores de a* del producto LNS fueron siempre positivos, indicando un color más parecido a lo rojo que a lo verde. De acuerdo con Chai *et al* (2018), el valor de a* para la cocoa en polvo marca Hershey's es de 13.90, muy cercano al obtenido en el producto final. Las diferencias significativas ($P < 0.05$) encontradas entre

tratamientos al día 0 pudieron haber sido ocasionadas por la interferencia de las partículas de morro al momento de realizar la medición. La molienda del morro no resultó en partículas tan finas; su alto contenido de lípidos dificulta su molienda, razón por la cual se utilizó un molino de café, obteniendo partículas más grandes (Alvarado 2016). Estas diferencias significativas también pueden ser producto de una mala homogenización del producto final.

Luego del almacenamiento, ambos tratamientos mostraron diferencias significativas ($P < 0.05$) con respecto al valor inicial de a*, reflejando valores más rojizos que los reportados al día 0. Este comportamiento se encuentra directamente relacionado al oscurecimiento enzimático o reacción de Maillard descrita anteriormente.

Cuadro 7. Medias del valor de a* y desviaciones estándar de los tratamientos a través del tiempo.

Tratamiento	**Media ± DE**	
	Día	
	0	**60**
23 º C y ~70% HR	11.278 ± 0.287^{Ay}	13.318 ± 0.251^{Bx}
45 º C y ~43% HR	10.912 ± 0.243^{By}	13.658 ± 0.163^{Ax}
CV%	2.51	1.56

^{AB} Letras diferentes en la misma columna indican diferencias significativas entre tratamientos ($P < 0.05$). ^{xy} Letras diferentes en la misma fila indican diferencias significativas en el tiempo ($P < 0.05$). DE: Desviación estándar. CV: Coeficiente de variación.

El valor de b* refleja la variación amarillo-azul, siendo positivo (+b*) para amarillo y negativo (-b*) para azul. Los valores presentados en el cuadro 8 indican que el producto LNS desarrollado tuvo inicialmente un valor de b* entre 21.4-22.8 cercanos al valor de b* igual a 24.90 reportado por Chai *et al* (2018). para la cocoa en polvo marca Hershey's. No se encontraron diferencias significativas ($P > 0.05$) entre tratamientos al día 0, sin embargo, al evaluar la interacción del valor b* en el tiempo, fue posible observar diferencias significativas ($P < 0.05$) entre el día 0 y 60 de almacenamiento y entre tratamientos al día 60. Los valores de b* al día 60 de almacenamiento indican un color más amarillento. Este mismo comportamiento fue reportado por Thomsen *et al.* (2005), al almacenar leche entera en polvo a 60 º C para inducir la cristalización de la lactosa y estudiar su efecto en la oxidación lipídica y reacción de Maillard. En los primeros tres días se observó un incremento lento del valor b*, del día tres al cinco, la amarillez aumentó significativamente duplicando el valor inicial y del quinto al sexto día, el valor b* permaneció constante. Visualmente esto se confirmó como un cambio de color blanco a marrón de la leche en polvo.

Cuadro 8. Medias del valor de b* y desviaciones estándar de los tratamientos a través del tiempo.

Tratamiento	Media ± DE	
	Día	
	0	60
23 º C y ~70% HR	21.965 ± 0.509^{Ay}	25.787 ± 0.549^{Bx}
45 º C y ~43% HR	22.210 ± 0.255^{Ay}	26.940 ± 0.355^{Ax}
CV%	1.64	1.97

^{AB} Letras diferentes en la misma columna indican diferencias significativas entre tratamientos ($P < 0.05$). ^{xy} Letras diferentes en la misma fila indican diferencias significativas en el tiempo ($P < 0.05$). DE: Desviación estándar. CV: Coeficiente de variación.

Análisis de textura.

La textura, al igual que el color, es una propiedad muy importante debido a su asociación con la calidad de los alimentos. Cada producto tiene una textura diferente como resultado de sus ingredientes, procesamiento y tiempo de almacenamiento. En la industria de alimentos, se realizan análisis de textura para caracterizar alimentos y lograr una descripción cuantitativa de esta propiedad. La curva de fuerza generada en función del tiempo se conoce como perfil de textura y desde que el instrumento comprime la muestra dos veces, se obtienen dos curvas positivas y dos negativas. Las fuerzas y áreas debajo de las curvas son utilizadas para determinar propiedades como fracturabiliad, dureza, cohesión, adhesividad, elasticidad y masticabilidad (Sahin y Sumnu 2006).

La dureza se define como la fuerza máxima durante el primer ciclo de compresión. El producto LNS se caracterizó por presentar una dureza entre 0.591-0.596 N al día 0 y 0.706-0.806 N al día 60 de almacenamiento. Como se muestra en el cuadro 9, no se encontraron diferencias significativas entre tratamientos ($P > 0.05$), no obstante, el incremento en la dureza del producto a lo largo del tiempo si fue significativo ($P < 0.05$). Este mismo comportamiento se observó por Sloffer *et al.* (2017), al utilizar manteca de karité o shea en inglés, en el desarrollo de un LNS. Gaur *et al.* (2017), reportaron un comportamiento contrario en la textura del LNS a lo largo del tiempo. El aceite de coco, la manteca vegetal y las semillas de morro utilizadas para el desarrollo del producto LNS, son las principales fuentes de ácidos grasos saturados en el producto, conteniendo un 93%, 25% y 22% respectivamente. El incremento en ácidos grasos saturados aumenta el punto de fusión de los lípidos del producto final, lo cual explica una mayor dureza en el producto que se encontraba a temperatura ambiente.

En el mismo cuadro se muestra la adhesividad, expresada en mJ, de ambos tratamientos a través del tiempo. Esta propiedad se define como el trabajo necesario para superar las fuerzas de atracción entre la superficie del alimento y la superficie de otros materiales con los que el alimento entra en contacto, generalmente el paladar, lengua y dientes (Ahmed y Ali 1986; Radocaj *et al.* 2011). No se encontró diferencias significativas ($P > 0.05$) entre tratamientos, pero a lo largo del tiempo si hubo un incremento significativo ($P < 0.05$) de esta propiedad en el producto.

Cuadro 9. Medias de la textura y desviaciones estándar de los tratamientos a través del tiempo.

Tratamiento	Media ± DE			
	Dureza (N)		Adhesividad (mJ)	
	Día¥			
	0	60	0	60
23 ° C y ~70% HR	0.595 ± 0.007^{Ay}	0.796 ± 0.030^{Ax}	0.298 ± 0.020^{Ay}	0.410 ± 0.051^{Ax}
45 ° C y ~43% HR	0.591 ± 0.004^{Ay}	0.756 ± 0.050^{Ax}	0.292 ± 0.029^{Ay}	0.453 ± 0.053^{Ax}
CV (%)	6.21	9.81	4.89	14.18

[AB] Letras diferentes en la misma columna indican diferencias significativas entre tratamientos ($P < 0.05$). [xy] Letras diferentes en la misma fila indican diferencias significativas en el tiempo ($P < 0.05$). ¥: No se encontraron diferencias significativas entre tratamientos ($P > 0.05$). ^: Escala hedónica: 1= me disgusta mucho; 5= me gusta mucho. DE: Desviación estándar. CV: Coeficiente de variación.

Análisis de índice de peróxidos.

Las grasas y aceites presentes en los alimentos se oxidan durante el procesamiento y almacenamiento. Esta oxidación provoca deterioro en las características de sabor, olor, color, textura, apariencia en general e incluso en las propiedades nutricionales. Los radicales libres producidos por procesos oxidativos se han asociado con enfermedades degenerativas en humanos como el cáncer y enfermedades coronarias (Dergal 2006). El hidroperóxido es el producto oxidado primario de esta reacción y el índice de peróxidos es el análisis realizado para cuantificar la cantidad de hidroperóxido presente en las grasas y aceites de un alimento (Gotoh y Wada 2006). Como se muestra en el cuadro 10, el valor contenido inicial de peróxidos (mequiv/kg) en el producto fue de 14.5-18.2 coincidiendo con los valores reportados por Abarikwu *et al.* (2018) para aceite de coco fresco, el cual fue de 12.30- 14.00 mequiv/kg. Crowe y White en el 2001 para aceite de soya obtuvieron valores de 15.7 mequiv/kg al día dos de almacenamiento tanto para las muestras analizadas siguiendo el método oficial de la AOCS, como para las muestras analizadas mediante el método a menor escala. El producto LNS desarrollado se compone en un 19% de aceite de coco, lo cual pudo haber influenciado los valores iniciales de peróxidos obtenidos. También contiene harina de soya con un 21.86% de lípidos que pudo contribuir a estos valores. La presencia de ácidos grasos insaturados también acelera la oxidación y por lo tanto aumenta la presencia de hidroperóxidos en las grasas y aceites (Yeh *et al.* 2002).

De acuerdo con Khojasteh y Solhnejad (2012) la exposición del aceite de soya a temperaturas de 130-180 ° C por 2 horas provocó contenidos mayores a 14 mequiv/kg. Esto indica que el proceso de tostado a 140 ° C por 40 minutos realizado para la harina de soya, cocoa en polvo y semillas de morro, pudo provocar la formación de hidroperóxidos en los aceites provenientes de esta materia prima. Al final del almacenamiento, se observó un incremento significativo del contenido de peróxidos ($P<0.05$) para ambos tratamientos indicando un proceso oxidativo a lo largo del tiempo. Gotoh y Wada (2006) indican que con valores de 30-40 mequiv/kg la calidad de un alimento se puede ver

comprometida por el deterioro de las grasas y el olor a rancio generado. Sin embargo, las muestras no presentaron olores a rancidez al día 60 de almacenamiento el cual pudo haber sido enmascarado por el fuerte olor del aceite de coco.

También se logró distinguir que, entre tratamientos, las muestras almacenadas a una temperatura de 45 ° C y humedad relativa de ~43%, obtuvieron un contenido de peróxidos significativamente mayor a las muestras almacenadas a una temperatura ambiente. Estos resultados coinciden con los reportados por Gaur *et al.* (2017) y Sloffer *et al.* (2017) quienes encontraron un mayor contenido de peróxidos después del almacenamiento.

Cuadro 10. Medias del contenido de peróxidos y desviaciones estándar de los tratamientos a través del tiempo.

Tratamiento	**Media (mequiv/kg) ± DE**	
	Día	
	0	**60**
23 ° C y ~70% HR	15.500 ± 0.943^{Ay}	34.667 ± 2.494^{Bx}
45 ° C y ~43% HR	16.333 ± 1.795^{Ay}	49.667 ± 2.427^{Ax}
CV (%)	10.69	7.31

[AB] Letras diferentes en la misma columna indican diferencias significativas entre tratamientos ($P < 0.05$). [xy] Letras diferentes en la misma fila indican diferencias significativas en el tiempo ($P < 0.05$). DE: Desviación estándar. CV: Coeficiente de variación.

Análisis microbiológico.

Para los análisis microbiológicos del producto desarrollado, se tomaron en cuenta los criterios microbiológicos para alimentos procesados descritos por el IFST (1997). El valor máximo permitido para bacterias mesófilas aerobias y enterobacterias de 10^4 UFC/ml o g.

En el cuadro 11, se puede observar que el producto control y el que contenía la mezcla de micronutrientes cumplieron con los valores límites para ambos grupos de microorganismos, lo que permitió realizar el análisis sensorial. Este análisis microbiológico se realizó un día después de haber sido elaborado el producto.

Cuadro 11. Recuento de Bacterias Mesófilas Aerobias y Enterobacterias en el producto para análisis sensorial.

Tratamiento	**Bacterias Mesófilas Aerobias (UFC/g)**	**Enterobacterias (UFC/g)**
Control	1.6×10^3	5.8×10^2
Producto + Micronutrientes	2.0×10^3	4.2×10^2

Análisis sensorial.
En el desarrollo de un nuevo producto, la aceptación del producto final por la población a la cual va destinado es uno de los factores más importantes a considerar y evaluar. El producto LNS desarrollado fue evaluado sensorialmente con niñas de edades entre 10-15 años, quienes calificaron las características de color, olor, textura, sabor y aceptación en general. Esta calificación se realizó antes y después de recibir una charla informativa sobre el producto que estaban evaluando.

Color. El primer atributo evaluado fue el color del producto. Esta es una de las propiedades más importantes en los análisis sensoriales ya que puede hacer que el producto sea aceptado o rechazado por los consumidores, sin necesidad de haberlo probado. En el cuadro 12 se muestra que no se encontró diferencias significativas entre la calificación de ambos tratamientos ($P > 0.05$). La media de la calificación de este atributo indica que la mayoría de las panelistas respondieron con "me gusta poco" en la primera prueba efectuada.

El factor "conocimiento" si tuvo influencia sobre la calificación de este atributo. Como se puede observar en el mismo cuadro 12, la aceptación del producto LNS con la mezcla de micronutrientes añadida fue significativamente mayor ($P < 0.05$) en la segunda prueba tras recibir la charla informativa, indicando que más panelistas contestaron "me gusta mucho" a pesar de que la media siga señalando que el producto fue evaluado como "me gusta poco". El hecho de no encontrar diferencias significativas entre tratamientos muestra que las panelistas no fueron capaces de detectar un cambio en el producto al contener la mezcla de micronutrientes.

Cuadro 12. Medias y desviaciones estándar del atributo color del análisis de aceptación sensorial de los tratamientos antes y después de la charla informativa.

Tratamiento¥	**Media ± DE ^**	
	Período	
	Antes de charla	**Después de charla**
Control	4.035 ± 1.100^{X}	4.200 ± 0.967^{X}
Producto + Micronutrientes	4.117 ± 1.034^{Y}	4.306 ± 0.895^{X}
CV (%)	13.53	

^{XY} Letras diferentes en la misma fila indican diferencias significativas en el tiempo ($P < 0.05$). ¥: No se encontraron diferencias significativas entre tratamientos ($P > 0.05$). ^: Escala hedónica: 1= me disgusta mucho; 5= me gusta mucho. DE: Desviación estándar. CV: Coeficiente de variación.

Olor. Para poder percibir el olor de las muestras las panelistas tuvieron que acercar el producto a su nariz. El aceite de coco fue el principal ingrediente transmisor de un olor particular en el producto. Como se puede observar en el cuadro 13, no se encontraron diferencias significativas entre tratamientos y tampoco al evaluar la interacción de la charla informativa y la aceptación del olor ($P > 0.05$). La media de la calificación otorgada a este

atributo se encuentra en todos los casos por encima de 4.5, lo que indica que la mayoría de las panelistas contestaron “me gusta mucho”.

Cuadro 13. Medias y desviaciones estándar del atributo olor del análisis de aceptación sensorial de los tratamientos antes y después de la charla informativa.

Tratamiento¥	**Media ± DE ^**	
	Período	
	Antes de charla	**Después de charla**
Control	4.682 ± 0.636^{X}	4.706 ± 0.456^{X}
Producto + Micronutrientes	4.576 ± 0.773^{X}	4.741 ± 0.556^{X}
CV (%)	11.95	

XY Letras diferentes en la misma fila indican diferencias significativas en el tiempo ($P < 0.05$). ¥: No se encontraron diferencias significativas entre tratamientos ($P > 0.05$). ^: Escala hedónica: 1= me disgusta mucho; 5= me gusta mucho. DE: Desviación estándar. CV: Coeficiente de variación.

Textura. Las sensaciones asociadas a este atributo se designan por términos generales como consistencia, fibrosidad, untuosidad, blandura, pegajosidad, entre otras. Estas sensaciones se perciben en la cavidad bucal, tanto al masticar como en el acto de comprimir el alimento con la lengua contra el paladar o llevarlo a los dientes (Sancho *et al.* 1999). Para realizar esta evaluación, fue necesario que las panelistas tomaran parte de la muestra y la introdujeran en la boca. El cuadro 14 no presenta diferencias significativas entre los tratamientos en cuanto a la aceptación del atributo textura ($P > 0.05$). El factor “conocimiento” si tuvo efecto sobre la aceptación de este atributo ($P < 0.05$); antes de la charla informativa la textura fue calificada como “me gusta poco” y tras tener conocimiento sobre el producto siendo evaluado y la importancia en su nutrición, este mismo atributo fue calificado mayormente como “me gusta mucho”.

Cuadro 14. Medias y desviaciones estándar del atributo textura del análisis de aceptación sensorial de los tratamientos antes y después de la charla informativa.

Tratamiento¥	**Media ± DE ^**	
	Período	
	Antes de charla	**Después de charla**
Control	4.341 ± 1.012^{Y}	4.600 ± 0.598^{X}
Producto + Micronutrientes	4.306 ± 0.970^{Y}	4.600 ± 0.617^{X}
CV (%)	12.08	

XY Letras diferentes en la misma fila indican diferencias significativas en el tiempo ($P < 0.05$). ¥: No se encontraron diferencias significativas entre tratamientos ($P > 0.05$). ^: Escala hedónica: 1= me disgusta mucho; 5= me gusta mucho. DE: Desviación estándar. CV: Coeficiente de variación.

Sabor. El sentido del gusto es el responsable de detectar los sabores en los alimentos. Este atributo hace referencia a la combinación de tres propiedades; olor, aroma y gusto y es

percibido principalmente por la lengua (Hernández 2005). En el cuadro 15 se observa la calificación otorgada a las muestras siendo mayormente "me gusta mucho". Este atributo también se vio influenciado por el factor "conocimiento", resultando en más panelistas contestando "me gusta mucho" el sabor de las muestras. Entre tratamientos no se encontró diferencias significativas ($P > 0.05$), indicando que la mezcla de micronutrientes no influyó en la aceptación de este atributo.

Cuadro 15. Medias y desviaciones estándar del atributo sabor del análisis de aceptación sensorial de los tratamientos antes y después de la charla informativa.

Tratamiento¥	**Media ± DE ^**	
	Período	
	Antes de charla	**Después de charla**
Control	4.612 ± 0.652^{Y}	4.824 ± 0.535^{X}
Producto + Micronutrientes	4.529 ± 0.862^{Y}	4.858 ± 0.348^{X}
CV (%)	11.15	

^{XY} Letras diferentes en la misma fila indican diferencias significativas en el tiempo ($P < 0.05$). ¥: No se encontraron diferencias significativas entre tratamientos ($P > 0.05$). ^: Escala hedónica: 1= me disgusta mucho; 5= me gusta mucho. DE: Desviación estándar. CV: Coeficiente de variación.

Aceptación general. La aceptación general del producto fue evaluada como "me gusta mucho" en la primera prueba sensorial. De acuerdo con los resultados, la charla informativa sí influyó en la opinión de las panelistas resultando en una mayor cantidad de respuestas "me gusta mucho", sin embargo, es un parámetro muy subjetivo que se puedo haber visto influenciado por el hecho de ya haber probado el producto en la primera evaluación. El cuadro 16 presenta los datos obtenidos para este atributo, detallando que no se encontró diferencias significativas entre tratamientos ($P > 0.05$), pero que el factor "conocimiento" si demostró tener influencia sobre la aceptación general del producto ($P < 0.05$).

Cuadro 16. Medias y desviaciones estándar de la aceptación general de los tratamientos antes y después de la charla informativa.

Tratamiento¥	**Media ± DE ^**	
	Período	
	Antes de charla	**Después de charla**
Control	4.647 ± 0.547^{Y}	4.800 ± 0.400^{X}
Producto + Micronutrientes	4.541 ± 0.643^{Y}	4.765 ± 0.566^{X}
CV (%)	8.22	

^{XY} Letras diferentes en la misma fila indican diferencias significativas en el tiempo ($P < 0.05$). ¥: No se encontraron diferencias significativas entre tratamientos ($P > 0.05$). ^: Escala hedónica: 1= me disgusta mucho; 5= me gusta mucho. DE: Desviación estándar. CV: Coeficiente de variación.

Costos variables.
En el cuadro 17 se detallan los costos variables para la producción de 1 kg de producto LNS lo cuales dieron un total de USD 12763.13 y un costo variable unitario de USD 0.40 (HNL. 9.37). Los costos fueron calculados únicamente con el precio de compra de la materia prima para la producción a menor escala de este producto. Considerando que el precio de las materias primas disminuiría por una producción a mayor escala y por su disponibilidad en el país, los costos variables del producto LNS serían menores que los calculados.

De acuerdo con los precios manejados por UNICEF para este tipo de productos, 300 bolsas de 50 g de LNS tienen un precio de USD 34.47 o USD 0.11/porción de 50 g. Aunque la diferencia pueda parecer baja, USD 0.27 pueden significar mucho dinero a nivel industrial.

Cuadro 17. Costos variables calculados para la producción del LNS.

Proyecto			
Producto LNS	**Costo unitario (USD/kg)**	**Cantidad/kg de producto**	**Subtotal (USD/kg)**
Materia Prima			
Semillas de morro	24.6	180	4428.0
Leche descremada en polvo	13.2	180	2376.0
Harina de soya	11.4	100	1140.0
Azúcar en polvo	5.8	100	580.0
Cocoa en polvo	30.2	60	1812.0
Maltodextrina	49.9	40	1996.0
Lecitina de soya	25.0	10	250.0
Aceite de coco	0.7	190	126.7
Manteca vegetal	0.5	100	54.4
Total			12763.1
Total (USD/30g)			**0.4**

Tasa de cambio: 24.60 HNL.

Perfil nutricional del suplemento desarrollado.
En el cuadro 18 se presenta el aporte de carbohidratos, lípidos y proteína y ciertos micronutrientes provistos por el suplemento desarrollado para niñas. Como mencionado anteriormente, la proteína provista por el LNS cubre el 10% del requerimiento diario de las adolescentes. La fuente principal de carbohidratos fue el azúcar en polvo, la leche en polvo y la maltodextrina. El azúcar en polvo se añadió para lograr un sabor dulce en el producto final y ser más apetecible por los consumidores. Con la adición de la maltodextrina, se buscó mejorar la textura, incrementando los sólidos solubles para obtener un producto más untable. Las normas internacionales de legislación alimentaria (Regulations 2009; EC 2011) describen las maltodextrinas como carbohidratos digeribles utilizados en alimentos y bebidas como fuente de energía y por ejercer funciones importantes como la gelificación, control de la congelación y aumento en volumen. En los últimos años ha surgido una

preocupación sobre el consumo de carbohidratos refinados, incluyendo los aislados de almidones y las maltodextrinas y su relación con el aumento de las tasas de obesidad e impacto en los niveles de glucosa en la sangre (Ogden *et al.* 2012).

No existe todavía ningún estudio que muestre una relación causal entre el consumo de maltoextrinas y sus efectos negativos para la salud humana, sin embargo, Laudisi *et al.* (2019) reportaron inflamación intestinal en ratas como resultado de su consumo. Un estudio realizado por Astina y Sapwarobol (2018) muestra como el consumo de maltodextrinas resistentes modula el perfil lipídico de pacientes sanos y obesos, observando un incremento en los niveles de HDL (lipoproteínas de alta densidad) luego de la suplementación con 34g/día de maltodextrina resistente durante 12 semanas.

El aceite de coco y la manteca vegetal son las principales fuentes de lípidos en el suplemento desarrollado. Como se detalla en el cuadro 18, una porción de 30 g contiene 11.87 g de lípidos. Debido a alto contenido de ácidos grasos saturados (92%), el aceite de coco es clasificado como una fuente de grasas saturadas que deben ser consumidas en menor cantidad. La manteca vegetal también es una fuente de grasa saturada. El consumo diario del producto LNS desarrollado puede tener un impacto negativo sobre el peso de las adolescentes. De acuerdo con la Encuesta Nacional de Salud y Demografía realizada en el 2012, 51% de las mujeres en edad reproductiva en Honduras se encontraron en sobrepeso u obesas. Este valor reportado fue 4% mayor que en el año 2006, lo cual indica un aumento acelerado de la población femenina en sobrepeso. Esto hace que el consumo de este producto sea recomendable semanalmente y no diariamente.

Cuadro 18. Perfil de macro y micronutrientes del suplemento desarrollado.

Nutrientes por porción de 30 g	**Cantidad**	**% RDA**
Carbohidratos (g)	10.31	4
Lípidos (g)	11.87	20
Proteína (g)	5.03	14
Hierro (mg)	7.86	52
Zinc (mg)	5.02	42
Yodo (µg)	45.00	30
Vitamina A (µg Retinol)	240.00	30
Vitamina D (mg)	3.00	30
Vitamina C (mg)	15.00	30
Ácido Fólico (µg)	140.00	40

Fuente RDA: INCAP 2012

4. CONCLUSIONES

- El suplemento desarrollado a base de lípidos fue sensorialmente aceptado tanto el control como el que contenía la mezcla de micronutrientes, indicando que la adición de esta mezcla no influye en la aceptación del producto.

- Se obtuvo una mejor calificación de los atributos del producto luego de brindar la charla informativa, resaltando la importancia de la comunicación de las propiedades nutricionales de estos productos para impulsarlos en programas de alimentación o en el mercado.

- La estabilidad de las propiedades fisicoquímicas del producto se vio afectada por el tiempo y la temperatura de almacenamiento, siendo la oxidación el cambio más importante.

- El costo variable unitario del suplemento desarrollado es mayor que otro similar ofrecido por UNICEF para programas de emergencia. El porcentaje final y calidad de proteínas y micronutrientes, especialmente el hierro, ácido fólico y zinc, en el suplemento lo hace un producto potencial para impulsar en programas de salud y nutrición para adolescentes.

5. RECOMENDACIONES

- Analizar la calidad, inocuidad y aceptación sensorial del producto a través del tiempo para determinar si existen cambios que afecten su almacenamiento.

- Estandarizar el proceso de producción para poder lograr un producto final con características definidas.

- Evaluar el efecto del consumo del producto LNS en el estado nutricional de niñas adolescentes (10-15 años).

- Realizar un análisis de estabilidad de las grasas y aceites encontrados en el producto desarrollado midiendo el índice de peróxidos al día 0, 30 y 60 de almacenamiento para poder determinar en qué momento se inicia la oxidación.

6. LITERATURA CITADA

Abarikwu SO, Njoku R-CC, Onuah CL. 2018. Aged coconut oil with a high peroxide value induces oxidative stress and tissue damage in mercury-treated rats. J Basic Clin Physiol Pharmacol. 4: 12 p. eng. doi.org/10.1515/jbcpp-2016-0138

Ahmed EM, Ali T. 1986. Textural quality of peanut butter as influenced by peanut seed and oil contents. Peanut Science. 13(1):18–20. doi:10.3146/i0095-3679-13-1-6.

Alvarado Quintana JE. 2016. Desarrollo de una mezcla en polvo para elaboración de una bebida de horchata con alto contenido de hierro y calcio para jóvenes entre 13 y 17 años [Tesis]. Honduras: Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano. 26 p; [consultado el 7 de mar. de 2019]. http://hdl.handle.net/11036/5796

AOAC International. 1995. Official methods of analysis of AOAC internacional. 16th ed. Washington D.C.: Association of Official Analytical Chemists. ISBN: 0935584544

Ashoor SH, Zent JB. 1984. Maillard browning of common amino acids and sugars. J Food Science. 49(4):1206–1207. doi:10.1111/j.1365-2621.1984.tb10432.x.

Astina J, Sapwarobol S. 2019. Resistant maltodextrin and metabolic syndrome: a review. J Am Coll Nutr. 38(4):380–385. eng. doi:10.1080/07315724.2018.1523028.

Avalos MM, Mariño ER, González JA. 2016. Factores asociados con la lactancia materna exclusiva. Revista Cubana de Medicina General Integral. [consultado el 03 de jun. de 2019]; 35(2): 8 p. esp. http://scielo.sld.cu/pdf/mgi/v32n2/a04.pdf

Brown AD. 1976. Microbial Water Stress. Bacteriological Reviews. 40(4):803–846.

Chai K, Chang L, Adzahan N, Karim R, Rukayadi Y, Ghazali H. 2018. Physicochemical properties and toxicity of a cocoa-like powder produced from roasted seeds of fermented rambutan (*Nephelium lappaceum* L.) fruit. J Food Chemistry. 271:298–308. eng. doi:10.1016/j.foodchem.2018.07.155.

Chaparro CM, Dewey KG. 2010. Use of lipid-based nutrient supplements (LNS) to improve the nutrient adequacy of general food distribution rations for vulnerable sub-groups in emergency settings. J Maternal and Child Nutrition. 6(1):1–69. eng. doi: 10.1111/j.1740-8709.2009.00224.x

Corrales CV, Lebrun M, Vaillant F, Madec M, Lortal S, Pérez AM, Fliedel G. 2017. Key odor and physicochemical characteristics of raw and roasted jicaro seeds (*Crescentia alata* K.H.B). J Food Research International. 96:113–120. doi:10.1016/j.foodres.2017.03.00.

Crowe TD, White PJ. 2001. Adaptation of the AOCS official method for measuring hydroperoxides from small-scale oil samples. Journal Amer Oil Chem Soc. 78(12):1267–1269. eng. https://doi.org/10.1007/s11745-001-0424-7

Dergal S. 2006. Química de los alimentos. Cuarta Edición. México: Pearson Educación; [consultado el 25 de ago. de 2019]. http://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/3608/1/Quimica_de_los_alimentos.pdf

EC. 2011. Regulation (EC) No 1169/2011 of the european parliament and the council of 25 October 2011 on the provision of food information to consumers. Off. J. Eur. Union. oj 1:18–63. https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2011:304:0018:0063:EN:PDF

ENDESA, Encuesta Nacional de Demografía y Salud. 2006. ENDESA 2005-2006. Programa MEASURE DHS/ORC Macro. Tegucigalpa, Honduras. [consultado el 05 de jun. de 2019]. http://www.bvs.hn/Honduras/pdf/ENDESA2005-2006.pdf

FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). 2013. Alimentación escolar y las posibilidades de compra directa de la agricultura familiar [internet]. Brasil: MRE, ABC, MEC, FNDE, RLC; [consultado el 23 ago. de 2019]. http://www.fao.org/3/as510s/as510s.pdf

Gaur S, Sloffer EM, Ojha A, Patra F, Shukla D, Engeseth NJ, Patel PR, Andrade JE. 2017. Omega-3-fortified lipid-based nutrient supplement: development, characterization, and consumer acceptability. Sage Journals. 38(2):158–171. eng. doi.org/10.1177/0379572117701234

Gotoh N, Wada S. 2006. The importance of peroxide value in assessing food quality and food safety. Journal AOCS. 83(5):473–474.

Guillard V, Broyart B, Bonazzi C, Guilbert S, Gontard N. 2003. Evolution of moisture distribution during storage in a composite food modelling and simulation. J Food Science. 68(3):958–966. doi:10.1111/j.1365-2621.2003.tb08271.x.

Hernandez E. 2005. Evaluación sensorial. Bogotá, Colombia: Universidad Nacional Abierta y a Distancia; [consultado el 25 de ago. de 2019]. http://www.inocua.org/site/Archivos/libros/m%20evaluacion%20sensorial.pdf

Hernandez MA, Lopez JH, Sousa LD. 2016. Honduras: Desatando el potencial económico para mayores oportunidades. Grupo Banco Mundial: Washington, DC; [consultado el 03 de jul. de 2019]. http://documents.worldbank.org/curated/en/936071467995897086/pdf/103239-v1-PUB-SPANISH-Box394858B-PUBLIC-DOI-101596K8662.pdf.

Hunter Associates Laboratory. 2014. Using hitch standardization on a series of color measuring instruments. [internet]. U.S.: Hunter Associates Laboratory: [consultado el 30 de ago. de 2019]. https://www.hunterlab.de/fileadmin/redaktion/Application_Notes/AN_1018_Hitch_Stdz_ EU.pdf

IFST, Institute of Food Science and Technology. 1997. Development and use of microbiological criteria for foods: guidance for those involved in using and

interpreting microbiological criteria for foods. Food Science and Technology Today. 2(3):137-176. eng.

INCAP-OPS, Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá, Organización Panamericana de la Salud. 2012. Tabla composición de alimentos de Centroamérica. Segunda edición. Guatemala: INCAP, OPS; [consultado el 30 ago. de 2019]. ISBN: 99922-880-2-7.

INCAP, Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá. 2012. Recomendaciones dietéticas diarias del INCAP. Segunda edición. Guatemala: INCAP; [consultado el 05 sep. de 2019]. ISBN: 978-99922-960-5-9.

Khojasteh SS, Solhnejad R. 2012. Determination of peroxide value of soybean oil containing propolis and without propolis under the influence of different levels of heat. Technical Journal of Engineering and Applied Sciences. [consultado el 25 de ago. de 2019]; 2(4):97–103. https://pdfs.semanticscholar.org/993d/5237211f354082c609d43728688c9b80c524.pdf

Kramer A y Twigg BA.1984. Quality control for the food industry 3rd edition. CT: The Avi Publishing Company. 1:120–155. doi:10.1002/jsfa.2740241112.

Laudisi F, Di Fusco D, Dinallo V, Stolfi C, Di Grazia A. 2019. The food additive maltodextrin promotes endoplasmic reticulum stress-driven mucus depletion and exacerbates intestinal inflammation. Cellular and Molecular Gastroenterology and Hepatology. 7(2):457–473. eng. doi.org/10.1016/j.jcmgh.2018.09.002

METTLER TOLEDO. s.f. Thermal analysis of milk powder [internet]. METTLER TOLEDO. Switzerland: Thermal Analysis UserCom 33; [consultado el 23 de ago. de 2019]. https://www.mt.com/ca/en/home/supportive_content/matchar_apps/MatChar_UC335.html

Ogden CL, Carroll MD, Kit BK, Flegal KM. 2012. Prevalence of obesity and trends in body mass index among US children and adolescents, 1999–2010. JAMA. 307:483–490. doi: 10.1001/jama.2012.40

OPS, Organización Panamericana de la Salud. 2016. Acelerar el proceso hacia la reducción del embarazo en la adolescencia en América Latina y el Caribe: Informe de consulta técnica. Washington, D.C., Estados Unidos: OPS, UNICEF, UNFPA, OMS. [consultado el 20 jul. de 2019]. https://lac.unfpa.org/sites/default/files/pub-pdf/ESP-EMBARAZO-ADOLES-14febrero%20FINAL_5.PDF.

OPS, Organización Panamericana de la Salud. 2018. América Latina y el Caribe tienen la segunda tasa más alta de embarazo adolescente en el mundo. [internet]. Panamá: OPS, OMS; [consultado el 20 de jul. de 2019]. https://www.paho.org/chi/index.php?option=com_content&view=article&id=996:america-latina-y-el-caribe-tienen-la-segunda-tasa-mas-alta-de-embarazo-adolescente-en-el-mundo&Itemid=1005.

Pereyra AS, Naranjo GB, Leiva L S. 2009. Maillard reaction kinetics in milk powder: Effect of water activity at mild temperatures. International Dairy Journal. 20:40–45. doi:10.1016/j.idairyj.2009.07.007.

PNUD, Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. 2018. Índice e indicadores de desarrollo humano. New York: Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo; [consultado el 05 de jun. de 2019]. http://hdr.undp.org/sites/default/files/2018_human_ development_statistical_update_es.pdf

Prensa Oficial. 2019. En centros básicos y públicos: Gobierno firma convenio de alimentación escolar para beneficiar a 99,228 niños y niñas. [internet]. Gobierno de la República Honduras: Honduras; [consultado el 25 ago. de 2019]. https://presidencia.gob.hn/index.php/sala-de-prensa/5350-en-centros-basicos-y publicos-gobierno-firma-convenio-de-alimentacion-escolar-para-beneficiar-a-99-228-ninos-y-ninas

PSAN, Plataforma de Seguridad Alimentaria Nacional. 2019. Programa Escuelas Saludables. [internet]. Estados Unidos: PSAN; [consultado el 03 de jun. de 2019]. https://plataformacelac.org/programa/211.

Radocaj O, Dimic E, Diosady L, Vujasinovic V. 2011. Optimizing the texture attributes of a fat-based spread using instrumental measurements. Journal of Texture Studies: 42. 394-403. doi:10.1111/j.1745-4603.2011.00300.x

Regulations CF. 2009. Code of federal regulations. [internet]. Washington DC: U.S. Government Publishing Office; [consultado el 30 de ago. de 2019]. https://www.govinfo.gov/help/cfr

Roche ML, Bury L, Yusadiredja IN, Asri EK, Purwanti TS, Kusyuniati S, Bhardwaj A, Izwardy D. 2018. Adolescent girls' nutrition and prevention of anaemia: a school based multisectoral collaboration in Indonesia. BMJ. 363:k4541. eng. doi:10.1136/bmj.k4541.

Sahin S, Sumnu S. 2006. Physical properties of foods: Color. Turkey : Springer; [consultado el 20 de ago. de 2019]. https://books.google.hn/books?hl=es&lr=&id=v854Fu2D7VUC&oi=fnd&pg=PA1&dq=sahin+and+sumnu&ots=FyuTwq9dfo&sig=R-dHerq2UdW3bM_cuKDnMLMaET0&redir_esc=y.

Sancho J, Bota E, Puig E, Castro J. 1999. Introducción al análisis sensorial de los alimentos. 1ª Edición. Barcelona (España): Universidad de Barcelona; [consultado el 30 ago. de 2019]. https://books.google.hn/books?id=-cw1_dn02I8C&printsec=frontcover&hl=es#v=onepage&q&f=false

Sant'Anna V, Gurak PD, Ferreira Marczak LD, Tessaro IC. 2013. Tracking bioactive compounds with colour changes in foods: a review. Dyes and Pigments. 98(3):601–608. doi:10.1016/j.dyepig.2013.04.011.

Sloffer EM, Gaur S, Engeseth NJ, Andrade JE. 2017. Development and physico-chemical characterization of a shea butter-containing lipid nutrition supplement for sub-saharan Africa. Foods. 6(11):97. eng. doi:10.3390/foods6110097.

Sperber WH. 1983. Influence of water activity on foodborne bacteria - a review 1. Journal of Food Protection. 46(2):142–150. eng. doi:10.4315/0362-028X-46.2.142.

Strydom PE, Hope-Jones M. 2014. Evaluation of three vacuum packaging methods for retail beef loin cuts. Meat Sci. 98(4):689–694. doi:10.1016/j.meatsci.2014.05.030.

Thomsen MK, Lauridsen L, Skibsted LH, Risbo J. 2005. Two types of radicals in whole milk powder: effect of lactose crystallization, lipid oxidation, and browning reactions. J Agric Food Chem. 53(5):1805–11. doi:10.1021/jf0485483.

Torres PC. 2009. Efecto de la preparación de una premezcla de harina de soya y maíz (CSB) enla disponibilidad de hierro y vitamina A en la Escuela Francisco Morazán, El Jicarito, Honduras [Tesis]. Honduras: Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras. 40 p; [consultado el 20 de jul. de 2019]. http://hdl.handle.net/11036/303

UNICEF, United Nations International Children's Emergency Fund. 2006. Análisis de situación de los alimentos complementarios fortificados para la niñez entre 6 y 36 meses de edad en la región de América Latina y el Caribe. Panamá: UNICEF. [consultado el 20 de jul. de 2019]. https://www.unicef.org/honduras/Analisis_de_Situacion_ACF_final(6).pdf

UNICEF, United Nations International Children's Emergency Fund. 2019. Supplementary food catalogue. [internet]. U.S.: UNICEF; [consultado el 05 de sep. de 2019]. https://supply.unicef.org/all-materials/nutrition/supplementary-food.html

USDA, United States Department of Agriculture. 2018. School feeding lipid-based nutritional supplement for use in international food assistance programs. [internet]. Kansas City: USDA; [consultado el 20 ago. de 2019]. http://www.usda.gov/wps/portal/usda/usdahome.

USDA, United States Department of Agriculture. 2019. FoodData central. [internet]. U.S.: USDA; [consultado el 03 de jun. de 2019]. https://fdc.nal.usda.gov/fdc-app.html#/?query=Skim%20milk%20powder

USAID, United States Agency for International Development. 2018. Honduras: nutrition profile. U.S.: USAID; [consultado el 05 de jun. de 2019]. https://www.usaid.gov/.

Vargas VN. 2018. Evaluación nutricional y composición corporal de la población lenca en Intibucá, Honduras [Tesis]. Honduras: Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano. 59 p; [consultado el 30 ago. de 2019]. http://hdl.handle.net/11036/6299

WISSH, World Initiative for Soy in Human Health. 2014. Merienda escolar en Honduras. [internet]. Honduras: Despacho de la Primera Dama; [consultado el 20 de jun. de 2019]. http://www.wishh.org/wp-content/uploads/2014/09/merienda_escolar.pdf

Williams JP, Hallsworth JE. 2009. Limits of life in hostile environment: no barriers to biosphere function? Environ Microbiol. 11(12):3292–3308. doi: 10.1111/j.1462-2920.2009.02079.x

Yeh JY, Phillips D, Resurección AV, Hung YC. 2002. Physicochemical and sensory characteristic changes in fortified peanut spreads after 3 months of storage at different temperatures. J Agric Food Chem. 50(8):2377–84. doi:10.1021/jf011258r.

Zimmermann MB, Hurrell RF. 2007. Nutritional iron deficiency. Lancet. 370(9586): 511–20. eng. doi.org/10.1016/S0140-6736(07)61235-5

7. ANEXOS

Anexo 1. Consentimiento informado.

CARTA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO
Investigación educativa nutricional

Estimado Sr/Sra.:
Como estudiante de cuarto año de la carrera de Agroindustria Alimentaria de la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano me encuentro realizando mi proyecto de graduación en el área de nutrición humana con la Dra. Adriana Hernández. Para dicho proyecto, he desarrollado un nuevo producto con el fin de abordar deficiencias de micronutrientes en niñas hondureñas comenzando su edad reproductiva (10-15 años). Este documento informará el proceso de investigación y como su participación puede ayudar al mismo.
Las principales deficiencias de micronutrientes que presentan las niñas al comenzar su edad reproductiva es la deficiencia de hierro y ácido fólico. Según estudios realizados en el 2011, una de cada tres mujeres no embarazadas del mundo eran anémicas. La anemia es una enfermedad que puede ser causada por la carencia de hierro, un nutriente esencial que se encuentra en la sangre que cumple funciones importantes en el desarrollo y crecimiento adecuado del ser humano. Para las mujeres, la pérdida de este nutriente es mucho más alta debido al ciclo menstrual. El ácido fólico, es un micronutriente que presenta un papel muy importante en todas las mujeres durante su embarazo. La deficiencia ácido fólico pone en riesgo el desarrollo completo del cerebro y de la médula espinal del bebé.
Desde hace muchos años, organizaciones mundiales han trabajado por combatir problemas de desnutrición infantil, pero la importancia de la salud y nutrición de las niñas en su etapa reproductiva ha sido dejada a un lado. Aquí nace mi interés por trabajar en un proyecto que pueda destinar sus objetivos a este grupo tan importante. El producto que he desarrollado es una pasta a base de semillas de morro que es alto en proteínas y contiene de 30-40% del requerimiento diario de los micronutrientes esenciales para el desarrollo adecuado de las niñas en esta etapa. Otros ingredientes que se añaden son chocolate, leche en polvo, harina de soya, aceite de coco y aceite vegetal. Este es el inicio de un proyecto que en un futuro puede llegar a ser algo grande en el país y realmente presentar resultados positivos. Por ahora, mi fin es evaluar la aceptación del producto realizado. Por este motivo me dirijo a ustedes, para solicitar el permiso de que su hija participe en un análisis sensorial que se estará realizando en el colegio. Su hija recibirá una pequeña muestra del producto que he desarrollado y evaluará si le ha gustado o no su sabor, olor, textura y otras características.
La participación es voluntaria y queda a su criterio si su hija puede participar en este proyecto. Sin embargo, agradecería mucho su apoyo ya que es un proyecto que busca únicamente poder mejorar la nutrición de las futuras líderes del país.
En caso de preguntas o cualquier información adicional contactarnos:

Continuación del anexo 1.

- Adriana Hernández: 2280-2062 / ahernandez@zamorano.edu
- Adriana Di Iorio: 2280-2174 / adi@zamorano.edu

Agradecemos de antemano su gentileza al leer esta información.
Atentamente,

_____	_____
Adriana Hernández., D.S.P.	Adriana Di Iorio
Profesora Asociada	Profesora Asistente

Al firmar este documento nos está diciendo que:
Sí____ No____ Acepto los términos y condiciones descritos en este documento. Autorizo la recopilación y uso de mi información para este estudio.
Sí____ No____ Hemos explicado la información que contiene este documento y aclarado todas sus dudas y preguntas.
Sí____ No____ **Estoy de acuerdo en participar de manera voluntaria en este estudio.**

_____
Nombre del estudiante (Letra de molde)

_____	_____
Firma del Padre/Madre	Fecha

En caso que el participante se encuentre imposibilitado de firmar este documento:

Sección para el Investigador/a:
Confirmo que el participante ha tenido la oportunidad de preguntar sobre el estudio y todas las dudas han sido respondidas correctamente según mi mejor conocimiento y habilidad. Además, confirmo que el individuo no ha sido obligado para dar el consentimiento y que éste ha sido brindado libre y voluntariamente.
Una copia de esta carta ha sido provista al participante.

_____	_____
Nombre del investigador/a (Letra de molde)	Firma del investigador/a

Anexo 2. Encuesta para análisis sensorial.

EVALUACIÓN SENSORIAL

Nombre: _____ Institución_____ Grado: _____ Edad: _____

Instrucciones: A continuación, se le presentarán 2 muestras de un producto con diferente código. Comience con una y califíquela de acuerdo a su color, olor, textura, sabor y aceptación en general. Marque con una **X** la carita que más se acerca a su opinión sobre el producto. Al terminar la primera muestra, continúe con la segunda.

Código: _____

1. ¿Qué te parece el color?

2. ¿Qué te parece el olor?

3. ¿Qué te parece la textura?

4. ¿Qué te parece el sabor?

5. ¿Qué opinas de este producto?

Continuación del anexo 2.

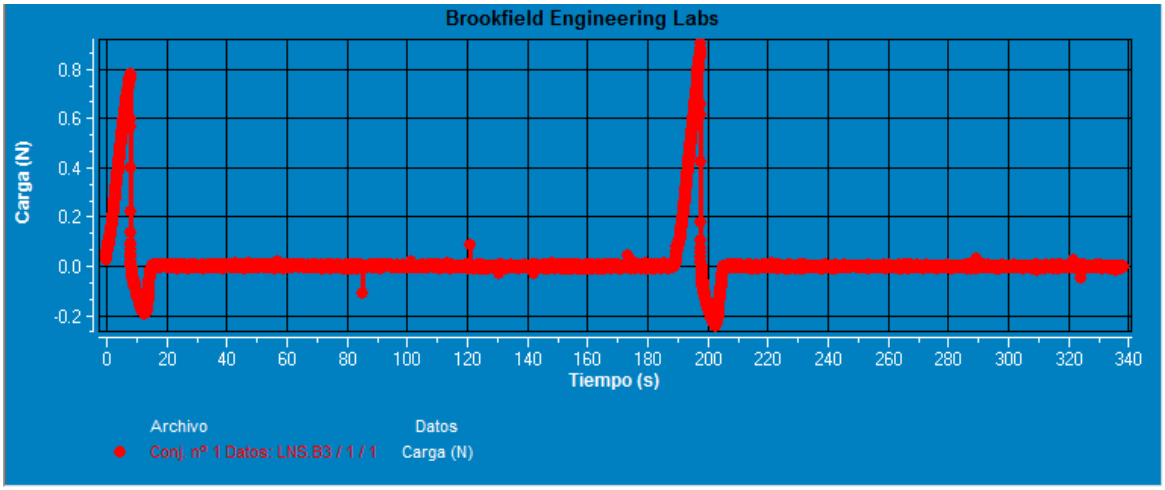
Código: _____

1. ¿Qué te parece el color?

2. ¿Qué te parece el olor?

3. ¿Qué te parece la textura?

4. ¿Qué te parece el sabor?

5. ¿Qué opinas de este producto?

Anexo 3. Representación gráfica del análisis de textura