Desarrollo de un alimento complementario con harina de algarrobo (*Prosopis pallida*) fortificado con hierro

Evelyn Dayana Acosta Valverde

Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano
Honduras
Noviembre, 2015

ZAMORANO
CARRERA DE AGROINDUSTRIA ALIMENTARIA

Desarrollo de un alimento complementario con harina de algarrobo (*Prosopis pallida*) fortificado con hierro

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

Evelyn Dayana Acosta Valverde

Zamorano, Honduras
Noviembre, 2015

Desarrollo de un alimento complementario con harina de algarrobo (*Prosopis pallida)* fortificado con hierro

Presentado por:

Evelyn Dayana Acosta Valverde

Aprobado:

Adriana Hernández, D.S.P.
Asesora Principal

Luis Fernando Osorio, Ph.D.
Director
Departamento de Agroindustria Alimentaria

Sandra Espinoza, M.Sc.
Asesora

Raúl H. Zelaya, Ph.D.
Decano Académico

Desarrollo de un alimento complementario con harina de algarrobo (*Prosopis pallida)* fortificado con hierro

Evelyn Dayana Acosta Valverde

Resumen: La anemia nutricional es uno de los problemas con mayor prevalencia en niños de seis meses a dos años de edad. El objetivo de este estudio fue determinar la aceptación de un alimento complementario incorporando harina de algarrobo y fortificado con hierro. El estudio tuvo dos fases: en la primera se realizó un análisis proximal completo, un perfil de azúcares, y un análisis microbiológico a la harina de algarrobo. Se usó un diseño experimental de Bloques Completos al Azar (BCA) con tres repeticiones y ocho tratamientos donde se evaluó dos porcentajes de harina de algarrobo (20,40), dos fuentes de hierro (sulfato y fumarato ferroso) y dos dosis de fortificación (45 y 60 mg). Se realizó un análisis de varianza y una separación de medias ajustadas Lsmeans ($P<0.05$) además, se hizo un análisis sensorial con 60 madres hondureñas (tres repeticiones). En la segunda fase (caracterización del alimento complementario) se usó un diseño completamente al azar (DCA) con tres repeticiones, se realizó un análisis proximal completo, análisis físico evaluando viscosidad y color, un análisis microbiológico, contenido de hierro por absorción atómica, y un análisis sensorial de preferencia de los dos mejores tratamientos resultantes de la Fase I. El tratamiento con 20% de harina de algarrobo fortificado con 45 mg de fumarato ferroso presentó la mayor aceptación en el análisis sensorial, este aportó 6.16 kcal/g de densidad energética y 1.4 mg/100 kcal de hierro con un costo de L. 2.49 o 0.11 centavos de dólar por porción. Se recomienda el análisis de micronutrientes e inhibidores de absorción de hierro.

Palabras clave: Absorción atómica, anemia, fortificación, lactancia, premezcla.

Abstract: Nutritional anemia is one of the most prevalent problems in children of six months to two years old. The aim of this study was to determine the acceptance of complementary nourishment incorporating carob flour fortified with iron. The study had two phases: on the first, a proximate complete analysis, sugar profile and microbiological analysis to carob flour was made. A randomized complete block design (RCB) was used with three replication and eighth treatments including two percentages of carob flour (20, 40), two iron sources (sulfate and ferrous fumarate) and two fortification doses (45 and 60 mg). An analysis of variance was made, with an Lsmeans ($P<0.05$) media separation and a sensory analysis with 60 Honduran mothers (three replications). In the second also made phase (characterization of complementary nourishment) a completely randomized design (CRD) with three replicates was used a complete proximate analysis, physical analysis evaluating viscosity and color, a microbiological analysis, iron content by atomic absorption and sensory analysis were made with the two best treatments resulting from Phase I. The treatment with 20% of carob flour fortified with 45 mg of ferrous fumarate had the highest acceptance in the sensory analysis. This treatment contributed with 6.16 kcal/g energy density and 1.4 mg/ 100 kcal of iron with a cost of L. 2.49, and 0.11 cents per serving. An analysis of micronutrients and iron inhibitors absorption.

Keywords: Anemia, atomic absorption, fortification, lactation, premix,

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 8
4. CONCLUSIONES 19
5. RECOMENDACIONES 20
6. LITERATURA CITADA 21
7. ANEXOS 24

ÍNDICE DE CUADROS, FIGURAS Y ANEXOS

Cuadros Página

1. Resultados de los análisis microbiológicos de la harina fina tostada de algarrobo. 8
2. Referencia de macro nutrientes provenientes del análisis químico próxima de la harina fina tostada de algarrobo. 9
3. Análisis de azúcares en harina fina tostada de algarrobo por HPLC. 9
4. Contenido proteico de materia prima utilizada para la elaboración del alimento complementario 11
5. Diseño experimental para alimento complementario fortificado - Primera Fase.. 11
6. Separación de medias análisis sensorial de preferencia alimento complementario fortificada- Fase I. 12
7. Formulación de tratamientos preferidos en la primera fase del desarrollo del alimento complementario. 13
8. Resultados de análisis químicos de alimento complementario - Fase II. 13
9. Análisis de color para alimento complementario sin reconstituir. 14
10. Análisis de color para alimento complementario reconstituido. 15
11. Análisis de viscosidad tratamientos Segunda Fase. 15
12. Resultados análisis sensorial de preferencia Fase II..... 16
13. Conteo microbiológico tratamiento de alimento complementario reconstituido mejor calificado análisis sensorial…….. 16
14. Comparación de densidad de nutrientes para alimentos comerciales y alimento complementario…….. 17
15. Análisis de costos variables en lempiras del 1kg de alimento complementario..... 18

Figura Página

1. Flujo de proceso para la preparación de las formulaciones..... 5

Anexos Página

1. Requerimientos diarios de macronutrientes etapa de alimentación complementaria. 24
2. Cuadro comparativo azúcares presentes en algarrobo según varios autores..... 24
3. Cuadro comparativo de Macronutrientes presentes en la harina de algarrobo según varios autores. 25
4. Aporte porcentual del alimento complementario a la dieta de niños/as de 12-23 meses. 25

1. INTRODUCCIÓN

La anemia nutricional es un trastorno en el cual el número de eritrocitos y por consiguiente la capacidad de transporte de oxígeno de la sangre es insuficiente para satisfacer las necesidades del organismo (Wein, 2014) hoy en día es considerada el problema más común en materia de nutrición en el mundo. El tipo más común de la anemia se produce cuando el cuerpo carece de hierro. Esta condición se llama anemia por deficiencia de hierro.

La anemia reduce la resistencia a las enfermedades y debilita la capacidad de aprendizaje y vigor físico de los niños durante sus primeros años de desarrollo mental. A diferencia de otras enfermedades por carencia de hierro predomina claramente en los países en desarrollo. Este mal es común en los prematuros; y principalmente en los niños mayores de seis meses de edad alimentados sólo con leche materna (FAO, 2002).

Es por eso que existe un amplio rango de medidas de salud pública y prácticas hospitalarias que han contribuido en algo a reducir la carencia de este mineral (Latham, 1997) y otras anemias nutricionales como la anemia perniciosa por carencia de vitamina B12 y ácido fólico (otro tipo de vitamina B), la anemia aplásica por daño en la médula ósea, la anemia hemolítica hereditaria por problemas en los genes (HHS, 2011); entre las prácticas más usadas aparece la fortificación con compuestos de hierro, método que hasta hoy es el más efectivo para el combate de esta deficiencia. En Bolivia la anemia afecta a ocho de cada 10 niños menores de dos años y cuatro de cada 10 mujeres gestantes (UASCC, 2011). Esta realidad sitúa a Bolivia como uno de los países con mayor porcentaje de anemia por deficiencia de hierro de América Latina afectando en un 57% a niños y niñas menores de dos años con una prevalencia de 51% en este sector y al 37% en mujeres embarazadas, la mayoría de los casos fueron identificados en personas establecidas en el área rural (PMD-C, 2010).

Es por eso que valiéndonos del concepto de la fortificación como la adición de uno o más nutrientes a un alimento a fin de mejorar su calidad (FAO, 2002), se han venido desarrollando opciones alimentarias que aprovechen los productos locales de países afectados por estas deficiencias, que brinden a los infantes los nutrientes y la energía requerida para su desarrollo físico y mental ya que el hierro ayuda al desarrollo cognitivo y cerebral particularmente antes de los dos años de vida. La utilización de productos tradicionales propios de las zonas con altos índices de prevalencia de anemia, hace más exitosa la introducción de los nutrientes necesarios en la dieta de las personas (FAO, 2010) es ahí donde la harina fina tostada de algarrobo cumple un papel importante al ser un producto obtenido de la molienda de vainas de algarrobo *(Prosopis pallida)*; leguminosa oriunda de regiones áridas y semiáridas de la costas del Perú, Ecuador, Bolivia, Argentina y Colombia, cuyo fruto es dulce, presenta de 16 a 25 cm de largo, su vaina es ligeramente

falcada y semi-comprimida estas deben estar debidamente maduras, sanas y previamente lavadas, a estas se les eliminará el carozo y gran parte de las semillas y se secan hasta una humedad apropiada permitiendo una molienda fina con una granulometría establecida (NTP, 2007).

El uso del algarrobo no es nuevo, se ha venido dando desde la era preincaica donde fue utilizada por los indígenas para la preparación de una bebida llamada "jupisin", que se preparaba adicionando agua a los frutos molidos (Basilio, 2004). Según estudios realizados con algarrobo en Perú, del total de los azúcares solubles presentes en la pulpa el mayor componente es sacarosa; a esto se suma la ausencia de metilxantinas específicamente de cafeína y teobromina, además de su bajo contenido en grasas (FAO, 2006).

Algunos autores indican que los aminoácidos, azúcares reductores y el tratamiento térmico de tostado resultan ser los precursores del sabor y aroma del cacao (Cros y Jeanjean, 1995), es por estas razones que esta harina es comúnmente comparada con el cacao, en su color y dulzor ya que esta posee cantidades representativas de glucosa, fructosa, que al tostarse desarrolla las mismas características (FAO, 2006).

Por preparados alimenticios complementarios para lactantes de más edad y niños pequeños se entiende todo alimento que es apropiado para ser utilizado durante el período de alimentación complementaria. Estos alimentos son alimentos de formulación específica con la calidad nutricional adecuada para proporcionar la energía y los nutrientes adicionales que complementen los alimentos de la dieta familiar derivados de la dieta local, proporcionando los nutrientes que faltan o están presentes en cantidades insuficientes (Codex, 1991). La nutrición adecuada durante la infancia y niñez temprana es fundamental para el desarrollo del potencial humano; por tal razón la alimentación complementaria se define como el proceso que comienza cuando la lactancia materna ya no cubre las necesidades del niño o niña por ende es necesario el uso de otros alimentos, he ahí el papel de los alimentos complementarios.

El presente proyecto muestra una alternativa de alimento complementario fortificado con hierro incorporando harina fina tostada de algarrobo. Los objetivos a alcanzar fueron:

- Formular un alimento complementario fortificado con hierro para niños entre seis meses a dos años de edad incorporando harina fina tostada de algarrobo (*Prosopis pallida).*

- Determinar la formulación de alimento complementario con mayor aceptación entre un grupo de madres hondureñas.

- Cuantificar el aporte a los requerimientos diarios de hierro que brinda el alimento complementario fortificado.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Localización. La investigación se realizó en las instalaciones de la Planta de Innovación Zamorano (PIA), Laboratorio de Análisis de Alimentos LAAZ, Laboratorio de Microbiología de Alimentos LMAZ, y Laboratorio de Nutrición Humana LNHZ de la Escuela Agrícola Panamericana Zamorano, ubicada en el km 32 al este de Tegucigalpa, departamento de Francisco Morazán, Honduras. También se realizaron actividades en algunas aldeas de la municipalidad de Ojojona, departamento de Francisco Morazán y aldeas de la zona sur de Comayaguela, Departamento de Francisco Morazán, Honduras.

El proyecto estuvo dividido en dos fases que se detallan a continuación:

Fase I. Preparatoria
a. Análisis químico
b. Análisis microbiológico
c. Pruebas preliminares
d. Establecimiento de tratamientos
e. Análisis sensorial

Fase II. Caracterización del alimento complementario fortificado
f. Análisis químico
g. Análisis microbiológico
h. Análisis físico
i. Análisis sensorial
j. Análisis nutricional
k. Análisis de costos

FASE I: Preparatoria

Caracterización de la Harina fina tostada de algarrobo. Se hizo una caracterización química de la harina fina tostada de algarrobo procedente de Bolivia, los métodos utilizados fueron:

- Humedad AOAC 945.15
- Grasa AOAC 2003.06
- Proteína Cruda AOAC 2001.11
- Fibra Cruda AOCS Ba6a-05

- Cenizas AOAC 923.03
- Carbohidratos 21CFR101.9
- Perfil de azúcares por HPLC AOAC 982.14

Análisis microbiológico. Para el análisis de Coliformes fecales, se utilizó el medio de cultivo Lauryl Tryptose Broth (LTB) con la técnica del Número Más Probable (NMP) se realizaron tres diluciones (10^{-1}, 10^{-2}, 10^{-3}) para luego ser incubados en tubos a 37°C.

El conteo se realizó a las 24 horas y se analizó la existencia de tubos positivos o formación de gas. Para enterobacterias se utilizó la técnica de vaciado en placa con doble capa en Agar de Bilis Rojo Violeta Glucosa, con tres diluciones (10^{-1}, 10^{-2}, y 10^{-3}), se incubó a 35°C por 24 horas para ver el crecimiento de colonias. Para mesófilos aerobios se usó Agar Cuenta Estándar y el método de vaciado en placa con tres diluciones (10^{-1}, 10^{-2}, y 10^{-3}) y se incubó por 48 horas a 37°C.

Pruebas preliminares para formulación del alimento complementario. Para la selección de los ingredientes del alimento complementario se realizaron pruebas preliminares mediante un estudio de los cereales y leguminosas que se producen y consumen en países suramericanos, de costo accesible, propios de la zona, y de consumo masivo, para que acompañen en la formulación del alimento complementario. El régimen alimentario en América Latina y el Caribe está basado en el consumo habitual de maíz, arroz, frijol y papas, se eligió el trigo, maíz y arroz como principales materias primas que cumplieron con los requisitos de ser alimentos ya consumidos en poblaciones vulnerables, además se observó el comportamiento físico que éstas tenían al unirse con la harina de algarrobo.

Las formulaciones finales se determinaron tomando en cuenta características como consistencia, color y apariencia debido a que un buen alimento complementario es aquel que presenta una consistencia semisólida, suficientemente espeso como para mantenerse en la cuchara sin escurrirse, además de ser rico en energía, proteína y micronutrientes; éste no debe ser picante, salado ni dulce (OMS-UNICEF, 2010).

Se elaboraron los diferentes tratamientos integrando el procesamiento a un flujo convencional establecido por el Instituto de Investigación Nutricional (IIN, 2011) el cual fue adaptando al proceso de fortificación de hierro (Figura 1).

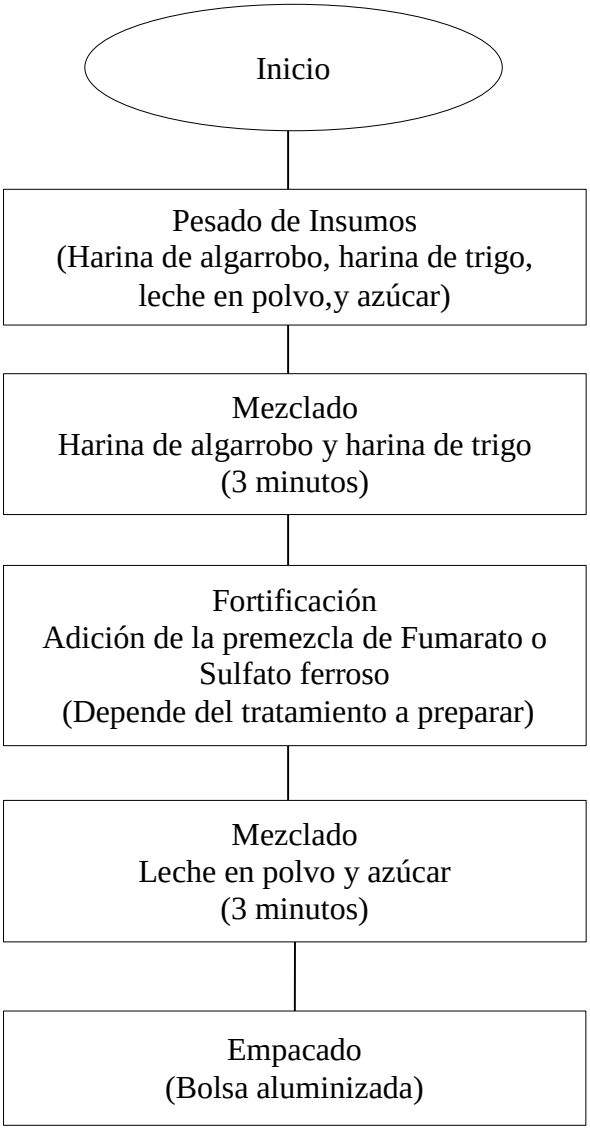

Figura 1. Flujo de proceso para la preparación de las formulaciones.

Establecimiento de tratamientos. Para determinar los tratamientos del estudio se realizó la combinación de diferentes porcentajes de harina de algarrobo y harina de trigo, generando cuatro tratamientos, a esto se sumó dos tipos de hierro en diferentes porcentajes, para obtener un total de ocho tratamientos, se empleó un diseño de Bloques Completos al Azar (BCA) con tres repeticiones; los datos fueron analizados a través del programa estadístico Base SAS® 9.3TS1M2.SAS Institute Inc., Cary, NC.

Análisis sensorial de aceptación (olor y color). El análisis sensorial se llevó acabo en la municipalidad de Ojojona, Departamento de Francisco Morazán y aldeas de la zona sur de la ciudad de Comayaguela-Honduras. Se analizaron sensorialmente ocho tratamientos con la participación de 60 madres hondureñas agrupadas en seis grupos focales cada uno con 10 integrantes; éstas fueron seleccionadas con ayuda de los registros de control de la

familia creados por Pastoral de la Niñez, para disminuir la variabilidad las madres elegidas cumplieron con dos requisitos: tener más de un hijo, y ser mayores de 23 años de edad. Se les pidió que asignen un valor a las muestras mediante una encuesta con escala hedónica de cinco puntos; siendo uno "le disgusta mucho" y cinco "me gusta mucho".

FASE II. Caracterización del alimento complementario. Los datos obtenidos de la prueba sensorial fueron analizados en SAS donde se determinó si existieron diferencias significativas entre los tratamientos.
Se obtuvieron los dos mejores tratamientos, los cuales pasaron a la Fase II; a estos se les realizó análisis proximales y microbiológicos.

Análisis químicos. Se hizo un análisis proximal completo siguiendo los métodos a continuación enunciados:

- Humedad AOAC 945.15
- Grasa AOAC 2003.06
- Proteína Cruda AOAC 2001.11
- Fibra Cruda AOCS Ba6a-05
- Cenizas AOAC 923.03
- Carbohidratos 21CFR101.9
- Perfil de azúcares por HPLC AOAC 982.14

Para los análisis químicos se incluyó un análisis de hierro AOAC 985.35 con ayuda del Laboratorio de Suelos de la Carrera de Ciencia y producción Agropecuaria.

Análisis microbiológicos. El análisis microbiológico se llevó a cabo en el Laboratorio de Microbiología de Alimentos Zamorano (LMAZ) con el objetivo de confirmar las buenas prácticas de higiene y eliminar el riesgo para la salud de las personas que participaron en el análisis sensorial. La siembra para el conteo de Coliformes fecales se realizó a los cuatro tratamientos reconstituidos. Se utilizó el medio de cultivo Caldo Lauril Triptosa con la técnica del Número Más Probable (NMP) con tres diluciones (10^{-1}, 10^{-2}, y 10^{-3}), se midió enterobacterias con la técnica de vaciado en placa con doble capa en Agar de Bilis Rojo Violeta Glucosa con tres diluciones (10^{-1}, 10^{-2}, y 10^{-3}) para cada tratamiento y se contó a las 24 horas para ver el crecimiento de unidades formadoras de colonias.

Análisis físicos. Los análisis físicos se llevaron a cabo en el Laboratorio de Análisis de Alimentos Zamorano (LAAZ). El análisis de color se realizó con el Colorflex HunterLab®. Se evaluaron los parámetros L (claridad +), a (rojo+, verde -) y b (amarillo+, azul) (Calvo 1989). Para el análisis de viscosidad se utilizó el Reómetro Brookfield LVDV-III ULTRA, utilizando un acople S4, que midió la fuerza de cizalla que ejerció en el alimento complementario ya reconstituido (Calvo 1989), estos análisis se realizaron por triplicado.

Análisis sensorial de preferencia. Se realizaron tres análisis sensoriales en la municipalidad de Ojojona, Departamento de Francisco Morazán y aldeas de la zona sur de Comayaguela-Honduras, con la participación de 60 madres hondureñas, se evaluaron los

dos mejores tratamientos de la Fase 1; se pidió a las panelistas que indicaran cual muestra prefería.

Análisis microbiológico tratamiento final. Se realizó análisis de mesófilos aerobios en Agar Cuenta Estándar por método de siembra en placa, Coliformes fecales con método de número más probable en Caldo Lauril Triptosa, *Staphyilococcus áureos* en Petri films, esporulados como indicador de mohos y levaduras en Agar Cuenta Estándar, y entero bacterias como indicador de *Salmonella spp*, usando Agar de Bilis Rojo Violeta Glucosa se hicieron diluciones de 10^{-1}, 10^{-2}, 10^{-3}.

Análisis nutricional. Se llevó a cabo en el Laboratorio de Nutrición Humana de Zamorano (LNHZ) donde se realizó una comparación nutricional entre el alimento complementario desarrollado y dos cereales infantiles comerciales fortificados, de igual forma se evaluó el porcentaje de aporte por porción del producto desarrollado a los requerimientos nutricionales diarios de niños/as de seis meses a dos años de edad.

Análisis Estadístico. Se realizó un análisis de varianza y una separación de medias ajustadas a través del programa estadístico Base SAS® 9.3TS1M2.SAS Institute Inc., Cary, NC para los datos del análisis proximal del alimento complementario, y se utilizó un Análisis de Fridman´s con un Análogo de Fisher´s LSD para los datos obtenidos del análisis sensorial.

Análisis de costos. Se realizaron estimaciones de los costos variables de insumos utilizados en la elaboración del tratamiento con mayor preferencia.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Fase I. Análisis microbiológico de la harina fina tostada de algarrobo. La harina fina tostada de algarrobo no cumplió con el parámetro de calidad microbiológica establecido por el Reglamento Técnico Centroamericano para cereales y derivados.

Cuadro 1. Resultados de los análisis microbiológicos de la harina fina tostada de algarrobo.

Análisis	Límite Máximo	Conteo
Coliformes Totales	< 3 NMP / g	1100 NMP / g
Recuento de aerobios mesófilos	< 10 UFC / g	2800 UFC / g
Recuento de enterobacterias	< 10 UFC / g	2400 UFC / g

NMP: Número más probable.
UFC: Unidades formadoras de colonias.

En el Cuadro 1 se observa que la harina fina tostada de algarrobo no cumplió con ninguno de los requerimientos establecidos, observándose conteos finales superiores al límite máximo permitido para Coliformes totales, aerobios mesófilos y enterobacterias. Esta materia prima se obtuvo de un expendio al mayoreo en Bolivia, según la literatura la recolección de las vainas de algarrobo para su procesamiento se realizan por niños y mujeres, estas son recogidas del suelo luego de que se secan y caen del árbol (Prokopiuk, 2004), el uso industrial de los algarrobos esta en desarrollo debido a que crece principalmente en regiones pobres con poco desarrollo tecnológico y su consumo es limitado (Cerezal y Acosta ,2000) es por esta razón que el secado se realiza exponiendo las vainas directamente al sol; en mesas, catres o techos de zinc; ademas, las condiciones de molienda y almacenamiento hacen que esta materia prima esté expuesta al ataque de insectos, contaminación del ambiente y contacto con el ser humano (Charpentier, 2006).

De acuerdo a lo obtenido en el análisis microbiológico y con el objetivo de seguir con la investigación se analizó que en la Fase I no era necesario que los panelistas que participaron en el análisis sensorial ingirieran las muestras ya que la discriminación se hizo solo para los atributos de olor y color; por tan razón el uso de la harina con la carga microbiana encontrada no representó un riesgo a la salud; para la Fase II previo al análisis sensorial, los tratamientos pasaron por un proceso térmico para su reconstitución llegando a 98°C por tres minutos, asegurando que la carga microbiana fuera nula con un análisis microbiológico antes del consumo.

Cuadro 2. Referencia de macro nutrientes provenientes del análisis químico próxima de la harina fina tostada de algarrobo.

Análisis	**Norma Técnica g/100g**	**Resultado ± DE g/100g**
Humedad	máximo 5	5.31[1] ± 0.02
Cenizas	máximo 5	5.26[1] ± 0.10
Proteina	7.00 – 15.00	8.28[1] ± 0.05
Grasa	2.00 – 4.90	2.51[1] ± 0.01
Carbohidratos	50.00 – 73.00	66.49[1] ± 0.18
Fibra cruda	11.00 – 13.00	11.62[1] ± 0.23

[1] Valores promedios de 3 repeticiones.
D.E.= Desviación estándar.

Análisis químico de la harina fina tostada de algarrobo. Los macronutrientes en el análisis proximal de la harina de algarrobo (Cuadro 2), fueron comparados con los requerimientos fisicoquímicos según la Norma Técnica Peruana NTP 209.602 2007.

En el análisis de contenido de macronutrientes analizados de la harina fina tostada de algarrobo (Cuadro 3), destacó que la cantidad de cenizas se encontraron sobre el límite máximo permisible, las cenizas en si son el material inorgánico, como minerales, presentes en el alimento luego que se ha eliminado el agua y los materiales orgánicos como la grasa y la proteína, la harina que se usó para el presente estudio pertenece a la variedad *Prosopis pallida;* en estudios previamente realizados se ha identificado a esta variedad con cantidades de cenizas mayor en relación a otras especies como la *Prosopis alba* 3 g/100 g de cenizas o *Prosopis nigra* 2.14 g/100 g (Prokopiuk y Cruz, 2000), es común que alimentos de origen natural tengan menos del 7% de cenizas, mientras que alimentos procesados llegan a tener contenidos de cenizas de más de 10% (Baker, 2011).

El contenido de proteínas de la harina de algarrobo presentó un valor menor al reportado por Charpentier (2006) quien encontró valores de 13.88 g/100 g, 19.76 g/100 g Escobar *et al.* (2009), y 73 g /100 g Vásquez *et al*. (1992); este resultado se puede atribuir a la variabilidad en los años de cosecha, exposición de las vainas al ambiente, al secado, tostado, molienda, y origen de los frutos (Escobar, 2009); sin embargo los valores obtenidos son semejantes los 8.11 g/100 g obtenidos por Prokopiuk y Cruz (2000).

Cuadro 3. Análisis de azúcares en harina fina tostada de algarrobo usando HPLC.

Azúcares	**Porcentaje ± D.E**
Sacarosa	17.53 ± 0.26
Glucosa	5.81 ± 0.14
Fructosa	8.94 ± 0.10
Azúcares totales	32.28 ± 0.39
Coeficiente de variación	0.09

D.E= Desviación estándar

La cantidad de carbohidratos presentes estuvo dentro de la Norma Técnica Peruana, sin embargo Charpentier (2006) en su estudio reportó cantidades de carbohidratos mayores a 73.79 g/100 g, el contenido de grasa fue de 2.51 g/100 g; en general todas las especies de algarrobo poseen bajo contenido de grasa (Prokopiuk, 2004), las cantidades para fibra cruda nos indicaron la porción indigestible de los alimentos; en este estudio se encontraron valores dentro del rango indicado.

La mayor cantidad de azúcar encontrada fue la sacarosa la cual estuvo presente en cantidades similares a las reportadas por Charpentier (2006); los azúcares reductores encontrados fueron la glucosa en un 5.81% acompañada de fructosa con 8.94%, sin embargo en el estudio mediante el análisis por HPLC AOAC 982.14 no se pudo separar azúcares como la galactosa y lactosa; según Grados *et al.* (1993) las trazas de estos azúcares no se han registrado debido a la poca o nula presencia en el algarrobo.

Pruebas preliminares. Como resultado de las pruebas preliminares y en base a estudios se seleccionó harina de algarrobo al 20 y 40%. Según la literatura se ha investigado la utilización de la harina fina tostada de algarrobo como potencial sustituto del polvo fino de cacao en galletas, donde identificaron que una sustitución al 20% es imperceptible y no presentó cambios significativos en las características de grosor y humedad de la galleta (Pozo, 2009); de igual manera se desarrolló una bebida de alto contenido proteico a base de lupino, algarrobo y quínoa para la dieta de preescolares, donde se obtuvo que la bebida más preferida poseía el 40% de harina de algarrobo en su formulación (Cerezal *et al.*, 2012).

Se hicieron pruebas de incorporación con diferentes tipos de harinas para que formen parte de la formulación del alimento complementario; seleccionando harina de arroz, trigo y maíz; se obtuvo como resultado que la harina de trigo se incorporó de manera fácil a la harina de algarrobo y a los otros ingredientes permitiendo obtener una matriz homogénea además los valores de digestibilidad de la proteína del trigo en humanos es del 96%, 1% más arriba que la de la leche, huevo y pescado (INCAP, 2012).

La introducción del gluten en los infantes se debe realizar entre el cuarto y séptimo mes de vida, con alimentos como el trigo, avena, cebada y centeno que son cereales de gran valor nutricional, esta inclusión debe ser gradual acompañando de forma paralela la lactancia materna (Espghan y Naspghan, 2012). Para la elaboración de este estudio se utilizó la materia prima que se muestra a continuación en el Cuadro 4, con su respectivo contenido proteico.

Se le incorporó a todos los tratamientos un 30% de leche en polvo descremada con el propósito de aumentar la calidad proteica reuniendo matrices alimentarias de calidad con proteína digerible indispensable para grupos vulnerables en estado de emergencia (MINSA, 2002), se incluyó 10% de azúcar pulverizada por ser un azúcar simple altamente digerible sumándole el factor de sabor; sin embargo, no aportó nutrientes solo calorías, luego se incorporó el hierro (sulfato o fumarato ferroso) en dosificación de 45 mg y 60 mg.

Cuadro 4. Contenido proteico de materia prima utilizada para la elaboración del alimento complementario

Materia Prima	Contenido proteico (%)
Harina de Algarrobo	8.70
Harina de Trigo	12.09
Azúcar pulverizada	0.00
Leche en polvo	8.00
Fortificante (Sulfato/Fumarato ferroso)	0.00

Los límites de hierro van de 45 mg o 60 mg de hierro proveniente de sulfato ferroso o fumarato ferroso, y deben utilizarse niveles inferiores si se producen cambios sensoriales inadmisibles (OMS, 2002).

Formulación del alimento complementario incorporando harina fina tostada de algarrobo. En el Cuadro 5 se presentan los ocho tratamientos de la primera fase que fueron elaborados.

Cuadro 5. Diseño experimental para alimento complementario fortificado - Primera Fase

	Harina de Algarrobo (%)	Compuesto de hierro	Compuesto de hierro (mg)	Tratamiento
Alimento Complementario	40	Sulfato Ferroso	45	H1S45
			60	H1S60
		Fumarato Ferroso	45	H1F45
			60	H1F60
	20	Sulfato ferroso	45	H2S45
			60	H2S60
		Fumarato ferroso	45	H2F45
			60	H2F60
			Total	8 tratamientos

La primera etapa del proceso fue el tamizado de los ingredientes (harina de trigo, harina de algarrobo, leche en polvo, y azúcar pulverizada) por una malla para eliminar grumos y partículas ajenas a la matriz, luego se pesó estos ingredientes en relación porcentual definida por tratamiento (Cuadro 7).

En la (Figura 1) se observa el procedimiento para el proceso del alimento complementario fortificado donde primero se mezcló la harina de algarrobo, y la harina de trigo durante tres minutos, luego se incorporó a la mezcla el premix de vitaminas y minerales marca (Granovit 25 NOM 247 SF- FF) la cual se mezcló durante tres minutos, la siguiente etapa fue incorporar la leche en polvo y el azúcar pulverizada para procesar toda la mezcla por tres minutos, finalmente se empacó cada tratamiento en bolsa aluminizada (IIN, 2007).

Análisis sensorial de preferencia Fase I (olor y color). Se obtuvieron diferencias significativas (P<0.05) resultando que los tratamientos preferidos fueron H2F45 (20% de harina de algarrobo fortificada con fumarato ferroso a 45 mg), seguida por H2F60 (20% de harina de algarrobo fortificada con fumarato ferroso a 60 mg) (Cuadro 6) además se evidenció rechazo a los tratamientos fortificados con sulfato ferroso y 40% de harina de algarrobo, se usó una escala hedónica de cinco puntos; siendo uno "le disgusta mucho" y cinco "me gusta mucho".

Cuadro 6. Separación de medias análisis sensorial de preferencia alimento complementario fortificada- Fase I.

Tratamiento	**Olor ± DE**	**Color ± DE**
H2F45	3.83 ± 0.10 a	3.90 ± 0.02 a
H2F60	3.73 ± 0.05 ab	3.83 ± 0.11 ab
H2S45	3.63 ± 0.05 bc	3.73 ± 0.15 abc
H2S60	3.53 ± 0.34 bcd	3.63 ± 0.11 bcd
H1F45	3.53 ± 0.05 cd	3.50 ± 0.02 cde
H1F60	3.40 ± 0.17 d	3.46 ± 0.11 de
H1S45	3.30 ± 0.05 de	3.33 ± 0.28 e
H1S60	3.23 ± 0.23 e	3.10 ± 0.17 e
CV (%)	2.45	3.21

Letras de izquierda a derecha en las filas indican diferencias significativas (P<0.05).
D.E.= Desviación estándar.
CV= Coeficiente de variación.

El compuesto de hierro más apropiado para la fortificación de un vehículo alimentario es aquél que brinda la proporción más alta de la ingesta nutricional recomendada, sin cambios sensoriales inadmisibles y tiene el costo más bajo (FAO, 2012).

Se observó el rechazo a los tratamientos con sulfato ferroso, a pesar de que este posee solubilidad instantánea en el estómago y su absorción varía según el estado nutricional del individuo, evidenciando que una de las desventajas de este fortificante inorgánico es que reacciona fácilmente con otras sustancias que existen naturalmente en la matriz alimentaria, causando cambios sensoriales (sabor, color y olor) debido a la oxidación de las grasas o unión con la proteína existente (Hurrell, 1997), por otro lado el fumarato ferroso es un compuesto inorgánico poco soluble en agua cuya ventaja es que interactúa menos con la matriz alimentaria causando nulos cambios sensoriales permisibles (OPS, 2002).

Análisis químico Fase II. Los dos tratamientos preferidos en el análisis sensorial por color y olor obtenidos en la fase I pasaron a esta fase donde fueron sometidos a un análisis proximal siguiendo los métodos de AOAC, los análisis se realizaron por triplicado.

Se midió la cantidad de hierro presente en cada uno de los tratamientos (Cuadro 7) , con apoyo del Laboratorio de Análisis de Suelos del Departamento de Ciencia y Producción Agropecuaria usando espectrometría de absorción atómica; este laboratorio maneja un diseño experimental para obtención de datos, considerando un ensayo en blanco y un material de referencia certificado.

Cuadro 7. Formulación de tratamientos preferidos en la primera fase del desarrollo del alimento complementario.

Ingredientes	**Tratamientos**	
	H2F45	**H2F60**
Harina de algarrobo (%)	20	20
Harina de trigo (%)	40	40
Leche en polvo (%)	30	30
Azúcar pulverizada (%)	10	10
Mezcla de micronutrientes (mg)	45	60

- Humedad AOAC 945.15
- Grasa AOAC 2003.06
- Proteína Cruda AOAC 2001.11
- Fibra Cruda AOCS Ba6a-05
- Cenizas AOAC 923.03
- Carbohidratos 21CFR101.9
- Perfil de azúcares por HPLC AOAC 982.14

Cuadro 8. Resultados de análisis químicos de alimento complementario - Fase II.

Análisis Químicos	Tratamientos		
	H2F45 (g /50gm)	H2F60 (g /50gm)	CV%
Humedad	8.15 ± 0.25 a	8.33 ± 0.06 a	0.04
Grasa	0.86 ± 0.05 a	0.80 ± 0.00 b	4.89
Proteína cruda	9.56 ± 0.00 a	9.32 ± 0.00 b	0.05
Fibra Cruda	11.45 ± 0.02 a	11.46 ± 0.06 a	0.47
Cenizas	3.50 ± 0.00 b	3.72 ± 0.03 a	0.72
Carbohidratos	65.58 ± 0.03 a	66.39 ± 0.09 a	0.94
Hierro (mg/50g)	4.16 ± 0.10 b	5.68 ± 0.14 a	13.87

Letras diferentes de izquierda a derecha indican diferencias significativas ($P<0.05$)
D.E.= Desviación estándar.
CV= Coeficiente de variación.

Para el análisis de humedad en los tratamientos de la segunda fase no se mostraron diferencias significativas (Cuadro 8); la humedad es atribuida a la harina de algarrobo, la humedad en harinas y mezclas es máximo de 13.5%, (CONEVIN, 2004) esta medida varía de acuerdo con el acondicionamiento del trigo, y de otros cereales así también de las condiciones climáticas a las que se maneja el análisis.

El contenido de grasa obtenido fue muy bajo, debido a que el alimento no posee en su formulación un componente que aporte este macronutriente en cantidades considerables, la harina de algarrobo solo presentó un contenido de 1.72 ± 0.01 g/100 g.
Es necesaria la presencia de grasa en los alimentos complementarios ya que estos deben suplir un porcentaje de 38 g/ L aproximadamente de grasa que provee la leche materna (OPS/OMS, 2003). La adición de una cucharadita de aceite vegetal a 100 g de una papilla típica de países en desarrollo a base cereales, aumenta considerablemente el aporte diario y calidad nutricional (OPS/OMS, 2003).

El contenido de carbohidratos fue alto; en el rango de 65-66 g/ 50 g de mezcla, como se mencionó la formulación posee 10% de azúcar pulverizada la cual funge como un aporte de glucosa y fructosa; a esto se suma un contenido de harina de algarrobo al 20%, la cual en el análisis de azúcares reportó 17.53 ± 0.26% de sacarosa (Cuadro 3) toda esta carga hizo que el contenido de carbohidratos sea elevado.

El contenido de proteína, fibra, cenizas se encontraron en cantidades iguales, debido a que su formulación era similar, sin embargo el hierro se encontró en mayor cantidad 5.68 mg por porción en el tratamiento fortificado con 60 mg de fumarato ferroso.

Análisis Físicos. Para el análisis de color se utilizó el Colorflex HunterLab®, que mide los valores de color L*, a*, b*. El sistema CIELAB se utiliza para medir el color dependiendo de la magnitud de tres componentes, L* expresa luminosidad, donde cero es negro y 100 es blanco. El valor a* indica color rojo cuando es positivo y color verde cuando es negativo y el valor b* representa color amarillo si los valores son positivos y color verde si los valores son negativos (Wrolstad y Smith, 2010)

Cuadro 9. Análisis de color para alimento complementario sin reconstituir.

Tratamiento	**L*** **media ± DE**	**a*** **media ± DE**	**b*** **media ± DE**
H2F45	85.61 ± 0.29 b	0.38 ± 0.38 b	16.60 ± 0.28 b
H2F60	87.40 ± 0.65 a	0.58 ± 0.58 a	17.29 ± 0.19 a
CV %	0.67	1.46	1.64

a- b Indican diferencias significativas (P<0.05)
D.E.= Desviación estándar.
CV= Coeficiente de variación.

Los tratamientos H2F45 y H2F60 formulados con 20% de harina de algarrobo presentaron una alta luminosidad (Cuadro 9); tendiendo a una coloración blanquecina en comparación con los tratamientos cuya formulación involucraba el 40% de harina de algarrobo debido al aporte de azúcares y del propio proceso de tostado el cual provoca un oscurecimiento

por la reacción de Maillard que ocurre en el procesamiento propio de obtención de la harina de algarrobo (Escobar, 2009).

Cuadro 10. Análisis de color para alimento complementario reconstituido.

Tratamientos	**L*** **media ± DE**	**a*** **media ± DE**	**b*** **media ± DE**
H1F45	63.27 ± 0.02 a	1.81 ± 0.01 a	20.71 ± 0.14 a
H1F60	59.92 ± 0.17 b	1.86 ± 0.09 a	19.52 ± 0.13 b
CV %	0.31	1.59	0.77

Letras diferentes en la columna indican diferencias significativas (P<0.05)
D.E.= Desviación estándar.
CV= Coeficiente de variación.

En cada 50 g de mezcla hay aproximadamente 9 g de proteína, 66 g de carbohidratos y un 10% de estos son aportados por el azúcar pulverizada; al ser reconstituida la mezcla con un proceso de cocción llegando a 98°C durante tres minutos, la combinación de proteína, azúcares y altas temperaturas ocasionaron la reacción de Maillard, lo que dio como resultado la perdida de luminosidad (Cuadro 10) acercando los valores del alimento complementario a valores de cero (oscuros – negros) ; la cual afectó simultáneamente los valores de a* y b* los cuales aumentaron su valor obteniendo valores positivos acercándoles a valores rojos y amarillos respectivamente (Vianey, 2013).

Análisis de viscosidad.- Este análisis se tomó a una temperatura de 37°C basándonos en la temperatura que posee la leche materna al salir del cuerpo de la madre durante la lactancia. No se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos (Cuadro 11) esto debido a la inclusión de porcentajes de harinas similares entre las formulaciones.

Cuadro 11. Análisis de viscosidad tratamientos Segunda Fase.

Tratamientos	**Media ± DE**
H1F45	76.06 ± 0.07a
H1F60	76.67 ± 0.24a
CV (%)	1.15

Letras diferentes en la columna indican diferencias significativas (P<0.05)
DE= Desviación estándar.
CV= Coeficiente de variación.

Los tratamientos presentaron una alta viscosidad debido a que poseen 40% de harina de trigo cuya temperatura de gelatinización va de 58-64 °C, esta posee un 24% de amilosa la cual posee poca influencia en la viscosidad siendo la más importante la amilopectiva que captura cantidades más grandes de agua. Un alimento complementario no debe presentar consistencia muy líquida debido a la relación con la disponibilidad y concentración de los

nutrientes (OMS-Unicef, 2010), las muestras analizadas fueron preparadas con 50 g de alimento complementario y 125 ml de agua hasta alcanzar una temperatura de 97˚C.

Análisis Sensorial.- Se evaluaron los dos mejores tratamientos de la Fase 1; las panelistas eligieron el tratamiento que más les gustó entre los presentados; se realizaron tres repeticiones para mejorar el coeficiente de variación del estudio.

El tratamiento H2F60 tuvo menor aceptación que el tratamiento H2F45 (Cuadro 12) recibiendo una calificación de dos.

Cuadro 12. Resultados análisis sensorial de preferencia Fase II

Tratamientos	Ordenamiento según preferencia
H2F45	2
H2F60	1

Resultado del Análisis de Fridman´s con un Análogo de Fisher´s LSD

Análisis microbiológico.- Debido a la calidad microbiológica inicial de la harina de algarrobo se decidió tomar una medición microbiológica luego de la reconstitución del alimento complementario mejor calificada H2F45.

Cuadro 13. Conteo microbiológico tratamiento de alimento complementario reconstituido mejor calificado análisis sensorial.

Análisis	**Límite**	**Log UFC¶/ g)**
Enterobacterias	< 10 UFC/ g	< 10 UFC/ g
Coliformes totales	< 3 NMP/ g	< 3 NMP/ g
Mesófilos aerobios	< 10 UFC/ g	80 UFC/ g
Staphylococcus aureus	< 10 UFC/ g	< 10 UFC/ g

Log UFC¶/ g: logaritmo de Unidades Formadoras de Colonias

En el recuento de microorganismos aerobios mesófilos se obtuvo 80 UFC/ g (Cuadro 13) lo cual sobrepaso el límite máximo establecido; con este se estimó la flora total pero sin especificar tipo de gérmenes existentes; sin embargo según lo observado y dada la naturalezas de la materia prima las colonias que crecieron pertenecían a *Bacillus cereus.*

Este análisis nos reflejó la calidad sanitaria, condiciones higiénicas de la materia prima, y la forma como fueron manipulados durante su elaboración, sin embargo el conteo no superó 10^6–10^7 UFC /g lo que hubiese representado ya el inicio de descomposición (Pascual, 2000). Con esta prueba de la flora aerobia mesófila se logró conocer las condiciones de salubridad del tratamiento en general.

Los recuentos de enterobacterias, y *S. aureus* fueron <10UFC/ g y para recuento de total de Coliformes <3UFC/ g lo que indicó que el tratamiento térmico a 97°C fue efectivo para su eliminación.

Análisis nutricional. El tratamiento de mayor preferencia fue el H2F45 (40% de harina de trigo, 20% harina de algarrobo, fortificada con fumarato ferroso a 45 mg).

Cuadro 14. Comparación de densidad de nutrientes para alimentos comerciales y alimento complementario.

Densidad	Recomendación	Alimento comercial 1	Alimento comercial 2	H2F45
Densidad energética	4.40 (kcal/g)	3.63	2.34	6.16
Densidad de hierro	3.20 mg/100kcal	1.86	1.98	1.40

(OPS, 2003)

La densidad energética o calórica es la concentración de energía que se encuentra en una cantidad determinada de alimento, o dicho de otro modo, es el número de calorías proporcionadas por un peso o volumen dado de un alimento (FAO/OPS, 2003).

El alimento complementario formulado brinda una excesiva densidad energética 6.16 kcal/g (Cuadro 14) lo que genera el riesgo directo de desplazamiento de la lactancia materna. Los alimentos complementarios deben formularse para complementar el aporte nutricional de la leche materna, no para sustituirla y ya que con estos también existe el riesgo de problemas de sobrepeso. Sin embargo comparando la baja densidad energética brindada por los productos comerciales se produce otro problema, ya que los niños reaccionan aumentando la cantidad de alimento que consumen.

Con la formulación adecuada de un alimento complementario se consigue que la ingesta de energía sea relativamente constante y cubra las necesidades para esta etapa de vida, hay que tener presente que el organismo no sólo necesita energía, la dieta debe contener una serie de nutrientes (vitaminas, minerales, etc.) en cantidades suficientes para que se desarrollen todas las reacciones metabólicas esenciales. Por tanto, es imprescindible conseguir un equilibrio entre las cantidades de estos nutrientes y la densidad energética de la dieta (OMS/OPS, 2003).

Análisis de costos. El fortificante utilizado (Cuadro 15) se obtuvo de la empresa Mexicana *Granotec.* Este fue un premezcla de vitaminas que contenía: Fumarato Ferroso, óxido de Zinc, Niacina, Mononitrato de Tiamina, Riboflavina y Ácido Fólico con Carbonato de Calcio y almidón como vehículo para estandarizar su composición y dióxido de silicio como agente de fluidez.Se identificó a la leche descremada en polvo como el insumo con mayor costo, seguida por la harina de trigo, por otra parte el fortificante no evidencio un costo significativo esto debido a la concentración en la cual está presente en el alimento complementario fue la mínima establecida.

El costo de 1kg de alimento complementario es de L. 49.79; la porción establecida fue de 50 g la cual tuvo un costo de L. 2.49.

Cuadro 15. Análisis de costos variables en lempiras de 1kg de alimento complementario

Materia Prima	**%**	**Cantidad (kg)**	**Precio (L./kg)**	**Precio (L.)**
Harina de Trigo	40	0.4	36.54	14.61
Harina de Algarrobo	20	0.2	60.00	12.00
Leche Descremada	30	0.3	54.24	16.27
Azúcar	10	0.1	36.63	3.66
Fortificante	45ppm	45ppm	130.00	3.25
			Total	**49.79**

4. CONCLUSIONES

- La formulación con la mayor aceptación fue la constituida por 20% de harina de algarrobo, fortificada con 45 mg de fumarato ferroso, aportando 4.36 mg de hierro por porción, cubriendo el 72.67% de los requerimientos nutricionales de los niños de seis a ocho meses de edad.

- El porcentaje de harina de algarrobo y hierro fue el factor determinante en las características de olor y color del alimento complementario.

- El costo por una porción de 50 g de alimento complementario fue de L. 2.49.

- El alimento complementario cumple con creces 140% el aporte de energía y proteína de alta calidad y constituye un buen vehículo para la fortificación con hierro.

5. RECOMENDACIONES

- Para la reconstitución segura del alimento complementario es necesario que la mezcla se diluya en 150 ml de agua y que alcance 98°C por tres minutos para la eliminación de microorganismos patógenos.

- Realizar estudios sobre el contenido de micronutrientes esenciales en el alimento complementario fortificado y posibles inhibidores de absorción de hierro.

- Investigar el uso de la harina de algarrobo en el desarrollo de alimentos para grupos que requieran fuentes alimentarias bajas en grasa y con alta calidad proteica.

- Analizar cambios en la formulación para disminuir la densidad energética del alimento complementario actual.

- Realizar un estudio sobre el impacto y eficacia nutricional del alimento complementario en niños con prevalencia de anemia.

- Seguir apoyando a la Pastoral Social de la niñez y otras organizaciones en el desarrollo de productos para sectores vulnerables.

6. LITERATURA CITADA

Basilio, 2004. Sucedáneo del café a partir de Algarroba (*Prosopis alba* Griseb). Valencia, España. Tesis Doctoral. Universidad Politécnica de Valencia. Departamento de Tecnología de Alimentos. 56-60 pág.

Cerezal. P., 2012. Desarrollo de una bebida de alto contenido proteico a partir de algarrobo, lupino y quinoa para la dieta de preescolares. Universidad de Antofagasta. Chile. CORASEDE. 12 p.

Charpentier, M., 2006. Valores nutricionales d elas plantas alimenticias silvestres del norte argentino. INCUPO, 40-42.

Codex Alimentario., 1991. Directrices sobre preparados alimenticios complementarios para lactantes de más edad y niños pequeños. CAC/GL 8-1992). (Consultado 20 de Septiembre del 2015. Disponible en: file: https://www. codex.com.

Cook. R., 1994. La salud de la mujer y los derechos humanos: promoción y protección de la salud dela mujer. OPS. Publicación Científica. Washington, D.C. Estados Unidos. N553.72 p.

CONEVIN (Comisión Venezolana de Normas Industriales). 2004. Norma Técnica de Fondo norma harina de trigo, NTF 217:2014. Anteproyecto. Consultado 12 Junio del 2015. Disponible en: http://www.fondonorma.org.

Cros. E. y Jeanjean. N. 1995. Cocoa quality: effect of fermentation and drying. Plantations, recherche, développement. California. Estados Unidos. 27 p.

Dary. O., 2002. Compuestos de hierro para la fortificación de alimentos. Guías para América Latina y el Caribe. Publicado por el INCA/OPS Instituto de Centroamérica y Panamá. Zúrich. Suiza. 24 p.

Escobar. B., 2009. Uso de harina de cotiledón de algarrobo (*Prosopis chilensis* (Mol) Stunta9 como fuente de proteína y fibra dietética en la elaboración de galletas y hojuelas fritas. Universidad de Chile. Santiago de Chile. Vol. 59 N°2. Archivos Latinoamericanos de Nutrición. 8 p.

FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). 2002. Nutrición humana en el mundo en desarrollo. Roma, Italia. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Colección FAO: Alimentación y nutrición N° 29.

FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations).2006. Grasa y ácidos grasos en nutrición humana. Consulta de expertos. Estudios Alimentación y Nutrición. (Consultado el 20 Septiembre del 2015). Primera Edición. Capítulo 14.Disponible en: http://www.fao.org/docrep/017/i1953s/i1953s.pdf.

FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations).2010. Alimentación escolar y las posibilidades de compra directa de la agricultura familiar. Rio de Janeiro. Brasil. (Consultado el 14 Agosto del 2015). Disponible en: http://www.fao.org/3/a-i3413s.pdf.

FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). 2012. Papilla de arroz instantánea para niños de 12 a 36 meses fortificada con micronutrientes. Una alternativa para la alimentación infantil. Catálogo de Proyectos de Nutrición. Tratados. 56 p.

Grados. N. 1993. Productos Industrializables de la algarroba peruana (Prosopis pallida9: algarrobina y harina de algarroba. Unidad de Proyectos ambientales, Universidad de Piura. Piura. Perú. 14 p.

INCAP (Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá) 2012. Recomendaciones Dietéticas Diarias del INCAP. 2da Edición. Ciudad de Guatemala. Guatemala. 222 p.

Latham. Michael. 1997. Human nutrition in the developing world. Ithaca. New York USA. Food and agricultura organización of the United Nation. (Consultado 10 de Marzo del 2015). Disponible en: http://www.fao.org/docrep/w0073e/w0073e00.htm.

Lynchy y Cook. 1980. Caco-2 cells can be used to assess human iron bioavailability from a semipurified meal. Department of food science and human nutrition. Iowa. Estados Unidos. IA 50011. 6 p.

NTP, 2007.Norma Técnica Peruana 2009.602. Comisión de Reglamentos Técnicos y Comerciales-INDECOPI. Algarroba, harina, Mesquite, especificaciones. Lima, Perú. 6 pág.

OMS/ Unicef. 1998. Cálculos de densidades nutricionales deseadas para infantes. Panamá. Ciudad de Panamá. Editorial Alimentación y Nutrición. 23 p.

OPS (Organización Panamericana de la Salud). 2002. Compuestos de Hierro para la fortificación de alimentos. Guías para América Latina y el Caribe. Washington, D.C.EEUU. Ntr Rev Nureab. 7 p.

OPS (Organización Panamericana de la Salud).2003. Análisis de situación de los alimentos complementarios fortificados para la niñez entre 6 y 36 meses de edad. Panamá. República de Panamá. 198 p.

OPS/OMS (Organización Panamericana de la Salud / Organización Mundial de la Salud). 2003. Principios de orientación para la alimentación complementaria del niño amamantado. Washington DC. Estados Unidos de América. 38 p.

Pascual, A. 2000. Estudio Comparativo en Técnicas de recuento rápido en el mercado y placas Petrifilm ™ 3M ™ para el análisis de alimentos. Pontificia Universidad Javeriana de Facultad de Ciencias Carrera de Microbiología Industrial. Bogotá. Colombia. 213p.

Pozo, G.2009. La harina fina tostada de algarroba como sustituto de polvo de cacao: tecnología y mercado. Tesis Ing. Industrial., Piura, Perú, Universidad de Piura.67 p.

PMD-C, 2010. Programa Multisectorial Desnutrición Cero- Sector Salud. Ministerio de Salud y Deporte. Consultado el 21 de Julio del 2014. Disponible en http://www.sns.gob.bo/aplicacionesweb/pmdc1/index.php?ID=EstadoNutricional&IDD=PMDC.

Prokopiuk.D. 2004. Sucedáneo del café a partir de algarroba (Prosopis alba Griseb). Tesis doctoral.Universidad Politecnica Valenciana. Departamento de tecnología de alimentos.España, 5-7.

Prokopiuk. D., Cruz. G., Grados. N. 2000. Estudio comparativo entre frutos de Prosopis alba y Prosopis pallida. Piura. Perú. Universidad de Piura. 11p.

UASCC (Unidad de Apoyo para la comunidad canadiense) 2011. Prevalencia de desnutrición en niños y niñas en edad escolar del municipio de Vinto. Original Articles. Cochabamba. Bolivia. 5 p.

Unicef, 1998. 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. Publicado por Instituto de Salud de Unilever para América Latina (UHI). Santiago de Chile. Chile.

U.S Department of Health and Human Services. Consultado el 10 de Septiembre de 2015. Disponible en ://www.nhlbi.nih.gov.

Wrolstad. R y Smith. D. 2010. Color Analysis. In: S.S. Nielsen (Ed). Food Analysis. Fourth edition. West Lafayette, IN, USA. Springer Science Business Media. 573- 586 p.

7. ANEXOS

Anexo 1. Requerimientos diarios de macronutrientes etapa de alimentación complementaria.

Macronutrientes	**Edad**		
	6-8 meses	**9-11 meses**	**12-23 meses**
Energía (kcal/día)	413.00	379.00	346.00
Hierro (mg/día)	6 - 9	6 -9	5 - 4
Grasa (g/día)	11.00	14.00	15.00
Proteína cruda (g/día)	8.88	9.88	10.02
Fibra Cruda (g/día)	5.00	5.00	5.00
Carbohidratos(g/día)	95.00	95.00	100.00

Fuente: (OPS 2003)

Anexo 2. Cuadro comparativo azúcares presentes en algarrobo según varios autores.

Azúcares	**Estudio**	**(Grados et al., 1993)**	**(Yanevich sf)**
Sacarosa	17.53 ± 0.26		
Glucosa	5.81 ± 0.14		
Fructosa	8.94 ± 0.10		
Galactosa			
Lactosa			
Azucares totales	32.28	48.40	59.14 ± 0.09
Azucares reductores	14.75	0.42	2.76 ± 0.10

Anexo 3. Cuadro comparativo de Macronutrientes presentes en la harina de algarrobo según varios autores.

Análisis	Estudio	(Grados et al. 1993)	(Escobar 2009)	(Macías 2013)	(Cruz 1999)	(Yanevich sf)
Humedad	5.31[1] ± 0.02	3.39 ± 0.1	6.3 ± 0.0	8.62 ± 0.17		4.77 ± 0.03
Cenizas	5.26[1] ± 0.10	3.6 ± 1.9	4.3 ± 0.1	3.48 ± 0.10	3.60	7.87 ± 0.30
Proteína	8.28[1] ± 0.05	8.1 ± 0.8	19.76	7.50 ± 0.80	8.10	7.92 ± 0.01
Grasa	2.51[1] ± 0.01	0.77 ± 1.2	10.20 ± 0.20	2.90 ± 0.11	0.77	1.01 ± 0.10
Carbohidratos	66.49[1] ± 0.18	82.6 ± 0.4	75.04 ± 0.02	57.2	62.00	77.63
Fibra cruda	11.62[1] ± 0.23	3.4 ± 0.5	4.20 ± 0.10		1.60	0.80 ± 0.10

Anexo 4. Aporte porcentual del alimento complementario a la dieta de niños/as de 12-23 meses.

Requerimientos diarios	12-23 meses	40 g de Alimento complementario	% de aporte
Energía (kcal/día)	355.00	246.64	69.48
Grasa (g/día)	15.00	0.69	4.59
Proteína cruda (g/día)	10.02	7.65	76.31
Carbohidratos(g/día)	100.00	52.46	52.46
Hierro mg/día	4.00	246.64	69.48