

**Evaluación de la estabilidad de β -carotenos en
una papilla de harina de camote
biofortificado con dos tiempos y dos
temperaturas de cocción**

**Faressa Del Carmen Poveda González
Gabriela Stefany Granados Romero**

**Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano
Honduras**

Noviembre, 2016

ZAMORANO
CARRERA DE AGROINDUSTRIA ALIMENTARIA

**Evaluación de la estabilidad de β -carotenos en
una papilla de harina de camote
biofortificado con dos tiempos y dos
temperaturas de cocción**

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

Presentado por

**Faressa Del Carmen Poveda González
Gabriela Stefany Granados Romero**

Zamorano, Honduras
Noviembre, 2016

Evaluación de la estabilidad de β -carotenos en una papilla de camote biofortificado con dos tiempos y dos temperaturas de cocción

**Faressa Del Carmen Poveda González
Gabriela Stefany Granados Romero**

Resumen: Los cultivos biofortificados contribuyen a la reversión de las deficiencias de micronutrientes como la Vitamina A, cuya deficiencia es de alta prevalencia en infantes. El objetivo principal del estudio fue determinar los tiempos y temperaturas de cocción en los cuales se identifique el mayor contenido de β -carotenos en harina de camote biofortificado (HCBF) y la preferencia de una papilla como alimento complementario a partir de HCBF. Se utilizó un Diseño Completamente al Azar (DCA) con cuatro tratamientos (dos temperaturas 56-62 °C y 72-80 °C y dos tiempos de cocción 6-8 minutos, 12-14 minutos) y tres repeticiones. Para el análisis sensorial se utilizó un Bloque Completo al Azar (BCA) con prueba de aceptación y preferencia con madres hondureñas evaluando tres atributos color, olor y sabor de las papillas. La HCBF presentó 21 mg β -carotenos/100g más que la misma harina sin biofortificar. La estabilidad de los β -carotenos se vio afectada directamente por las altas temperaturas y los tiempos aplicados en la cocción. El mayor contenido de β -carotenos fue presentado con el tratamiento de 56-62 °C/6-8 minutos. La papilla preferida por las madres hondureñas de la aldea el Jicarito fue la elaborada a 72-80 °C/12-14 minutos que mostró el menor contenido de β -carotenos, sin embargo, al convertirlos a unidades equivalentes de retinol (vitamina A) cubre los requerimientos en niños de 6 a 8 meses de edad. Para niños sanos amamantados entre 6 a 8 meses se les recomienda proporcionar 35 g de papilla (de cualquier tratamiento) para cubrir sus requerimientos de vitamina A.

Palabras clave: Alimento complementario, apelmazamiento, papilla de boniato, perdurabilidad de caroteno.

Abstract: The biofortified crops contribute to the reversal of the deficiencies of micronutrients such as Vitamin A, which it's deficiency is of high prevalence in young children. The main objective of the study was to determine the cooking times and temperatures in which it was identified the highest content of β -carotene in Biofortified sweet potatoe flour (BSPF) and the preference of a slurry as complementary foods from BSPF. A Randomized Complete Block design (RCB) was used with four treatments (two temperatures 56-62 °C and 72-80 °C and two steaming times 6-8 minutes, 12-14 minutes) and three replicates. For the sensory analysis a Randomized Complete Blocks (BCA) was used for the variables and preference, with Honduran mothers evaluating three attributes: color, smell and taste of the mixtures. The BSPF presented 21 mg β -carotene/100g more than the same flour without biofortifying. The stability of the β -carotene was directly affected by the high temperatures and cooking applied. The highest content of β -carotene was presented with the treatment of 56-62 °C/6-8 minutes. The slurry preferred by the Honduran mothers of the village El Jicarito was the elaborated at 72-80 °C/12-14 minutes that showed the lowest content of β -carotene, however, when converted to equivalent units of retinol (vitamin A), it covers the requirements in children from 6 to 8 months of age. For healthy breastfed children between 6 to 8 months it is advised to provide them with 35 g of slurry (of any treatment) to cover their requirements of vitamin A.

Key words: Stability of caroten, supplementary food, sweet potato slurry, viscosity.

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.....	22
5. RECOMENDACIONES.....	23
6. LITERATURA CITADA.....	24
7. ANEXOS	28

ÍNDICE DE CUADROS, FIGURAS Y ANEXOS

Cuadros	Página
1. Diseño experimental para la elaboración de la papilla de harina de camote biofortificado	7
2. Caracterización y comparación química de la harina de camote biofortificado con β -carotenos y la de camote no biofortificado	11
3. Análisis físicos de color (Valores L^* a^* b^*) para las muestras de harinas	13
4. Resultados de análisis microbiológicos de la harina de camote biofortificado y sin biofortificar.....	14
5. Determinación de la cantidad de β -carotenos (mg/ 100g) por cromatografía líquida después del proceso de cocción.....	15
6. Análisis de A_w y pH para las papillas a base de harina de camote biofortificado.	15
7. Análisis físicos de color (Valores L^* a^* b^*)	17
8. Análisis de viscosidad para las papillas a base de harina de camote biofortificado	17
9. Comparación de cantidad de β -carotenos en diferentes productos	18
10. Resultados de análisis sensorial: Color	20
11. Resultados de análisis sensorial: Olor	20
12. Resultados de análisis sensorial: Sabor	21

Figuras	Página
1. Flujo de proceso para la elaboración de harina de camote	4
2. Flujo de proceso para la elaboración de papilla	8
3. Comparación granulométrica de la harina de camote biofortificado y la harina de camote sin biofortificar.....	12

1. Caracterización de camote variedad ICTA Dorado ^{BC}	28
2. Absorción de agua (g agua / g harina), (b) solubilidad en agua (%), y (c) poder de hinchamiento en batata anaranjada	28
3. Viscosidad de la harina cruda de batata anaranjada	29
4. Temperatura y entalpía de gelatinización de los almidones de camote.....	29
5. Empaque y etiqueta de la harina de camote biofortificado.	29
6. Flujo de proceso para la elaboración de harina de camote de pulpa naranja.	30
7. Preparación y cocción de harina de camote para la elaboración de papilla	30
8. Toma correcta de temperatura en la elaboración de papilla	31
9. Análisis sensorial a madres hondureñas en la comunidad del Jicarito, Francisco Morazán.....	31
10. Resultado de interacciones por Lsmeans para cantidad de β -carotenos (mg/ 100g) en las papillas	31
11. Resultado de interacciones por Lsmeans para actividad de agua (A_w) en las papillas.....	32
12. Resultado de interacciones por Lsmeans para el pH en las papillas.	32
13. Resultado de interacciones por Lsmeans para la viscosidad (Pa.s) en las papillas	32
14. Resultado de interacciones por Lsmeans para el valor de L^* (Escala L^* a^* b^*) en las papillas.	33
15. Resultado de interacciones por Lsmeans para el valor de a^* (Escala L^* a^* b^*) en las papillas.	33
16. Resultado de interacciones por Lsmeans para el valor de b^* (Escala L^* a^* b^*) en las papillas.	33

1. INTRODUCCIÓN

La vitamina A es una vitamina liposoluble esencial para el correcto funcionamiento del sistema inmunológico y particularmente para el crecimiento de los niños, es la encargada de regular procesos biológicos importantes como la visión, reproducción y diferenciación celular (PMA 2008). La avitaminosis A o déficit vitamínico se considera el mayor problema de salud pública para los países en vías de desarrollo, afectando la salud y la vida de muchos niños (Alfaro y Carvajal 2001), debido a sus asociaciones sistemáticas con la anemia, deficiencia de hierro, aumento en las tasas de mortalidad y morbilidad infantil (Chiu *et al.* 2016). Anualmente, a nivel mundial se estima que 157,000 niños en edad preescolar (6-59 meses) mueren por problemas relacionados con la deficiencia de vitamina A (F De Moura *et al.* 2016).

La edad de 0 a 24 meses de edad se considera una ventana de tiempo crítico para el crecimiento y desarrollo, es aquí donde suelen ocurrir las deficiencias de vitaminas o minerales, que se suman a enfermedades comunes; siendo difícil revertir los efectos negativos que suelen darse cuando se llega a los dos años con problemas de mal nutrición (IDR-OMS 2007). La ingesta recomendada de vitamina A para los lactantes de 7-12 meses de edad es de 375 a 400 $\mu\text{g}/\text{día}$, superior a la de los recién nacidos y niños mayores de 12 meses (The National Academies Press 2001).

A través de la dieta se puede proporcionar vitamina A en su forma biológicamente activa (retinol y retinil éster) en productos de origen animal, así mismo en productos de origen vegetal se encuentran como carotenoides que se transforman biológicamente a vitamina A o provitaminas A (Roberts *et al.* 2003). La provitamina A más importante es el beta-caroteno por su bioactividad y amplia distribución (Rodríguez 2008).

Durante los primeros 6 meses de vida los requerimientos nutricionales de los niños son cubiertos por la lactancia materna exclusiva (Flores *et al.* 2006), a partir de esta edad se deben incluir alimentos sólidos o semisólidos como papillas o purés que cubran los requerimientos de energía, proteína, hierro, zinc, calcio, vitamina A y D, los cuales aumentan conforme avanza la edad del infante. A esta inclusión de alimentos se le conoce como alimentación complementaria (MINSA Perú 2015; FAO sf)

Uno de los productos utilizados como alimento complementario es el camote (*Ipomoea batata*), que, por su fácil adaptabilidad al medio, su ciclo corto y bajos costos de producción es el cuarto cultivo más importante en países tropicales y en vías de desarrollo (Rodríguez *et al.* 2014; Truong y Avula 2010). El cultivo se desarrolla en condiciones de temperaturas cálidas entre 20 y 30 °C, con una altitud de 300 a 1,000 msnm (Lardizábal 2003). El camote de pulpa amarilla y naranja tiene un contenido de β -carotenos superior al de la zanahoria,

se necesitan pequeñas porciones de este alimento para cubrir el requerimiento diario de vitamina A, es por ello que se está utilizando como alimento para combatir la deficiencia de esta vitamina (Linares *et al.* 2008).

Existen diferentes estrategias para controlar la deficiencia de vitamina A, las que incluyen la diversificación de dieta, biofortificación y fortificación de alimentos y suplementación de vitamina A (Van Jaarsveld *et al.* 2005). Los cultivos biofortificados se refieren a todos aquellos que mediante el mejoramiento genético vegetal contienen una alta densidad de nutrientes, con el fin de producir mejores alimentos para combatir deficiencias de micronutrientes (Arguedas *et al.* 2015). La diversificación de la dieta incluye la producción de cultivos con alto contenido de β -carotenos como lo es el camote de pulpa naranja (Van Jaarsveld *et al.* 2005).

Programas como Harvestplus buscan contrarrestar problemas de hambre y mejorar la deficiencia de nutrientes importantes como lo son la vitamina A, hierro y zinc, biofortificando cultivos nativos como el maíz, trigo, frijol, cassava y camote de pulpa naranja. Se han realizado estudios cuyos resultados han demostrado que el consumo de camote biofortificado con β -carotenos reduce la deficiencia de vitamina A en niños y adultos de zonas rurales (Okello 2013).

Los procesadores y comercializadores de camote han encontrado nuevas formas de agregar valor a su producto e introducirse a nuevos nichos de mercado convirtiendo el camote en harina (Jangchud *et al.* 2003), para ello es necesario deshidratar el camote a 45 °C durante 6 horas (Srivastava *et al.* 2012). Los tratamientos térmicos pueden influir de manera positiva y negativa a los carotenos, ya que causan la oxidación e isomerización de la forma trans a la forma cis que es biológicamente menos activa, pero al mismo tiempo incrementan su biodisponibilidad (Arguedas 2015; King 1987). Los vegetales deshidratados sufren mayores riesgos de oxidación y por tanto elevadas pérdidas de actividad de vitamina A y pro vitamina A debido al mayor contacto con el aire (King 1987).

Este estudio tiene el propósito de determinar la estabilidad de los β -carotenos, para ello se elaborará una papilla a base de harina de camote biofortificado para niños de 7- 12 meses de edad, como una opción para las madres en zonas rurales. Los objetivos de la investigación fueron:

- Caracterizar la harina de camote biofortificado y la harina de camote sin biofortificar por medio de análisis físicos-químicos.
- Evaluar sensorialmente la papilla como alimento complementario a partir de harina de camote biofortificado.
- Determinar la porción de papilla a base de harina de camote biofortificado que aporte el requerimiento diario de vitamina A

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Localización: La investigación se realizó en las instalaciones de la Planta de Innovación Zamorano (PIA), Laboratorio de Microbiología de Alimentos LMAZ, Laboratorio de Análisis de Alimentos LAAZ y Planta Hortofrutícola de la Escuela Agrícola Panamericana Zamorano, ubicada en el km 32 al este de Tegucigalpa, departamento de Francisco Morazán, Honduras. Los análisis sensoriales se realizaron en la Unidad de Salud del Jicarito, Francisco Morazán.

El proyecto estuvo dividido en tres fases que se detallarán a continuación con sus respectivos materiales y métodos:

I FASE. Caracterización de la harina de camote biofortificado y sin biofortificar.

Recepción de la materia prima: El Instituto de Ciencia y Tecnología (ICTA) proporcionó la harina de camote biofortificado variedad ICTA Dorado^{BC}, siendo ésta la materia prima principal para realizar el estudio.

Elaboración de harina de camote sin biofortificar. Se elaboró la harina de camote de pulpa naranja sin biofortificar para realizar comparaciones en los análisis sensoriales. El flujo de proceso fue el mismo que se llevó a cabo para la elaboración de harina de camote biofortificado (Srivastava *et al.* 2012) (Figura 1), exceptuando la temperatura del deshidratado la cual fue a 45°C. Inicialmente se procesaron 9071.85 g de camote de pulpa naranja, seguidamente se lavó y se peló el camote manualmente, luego se realizó una desinfección previa al rallado con 50ppm de cloro (1.23 g en 20 L de agua) por 5 minutos y luego se colocó en bandejas para el deshidratado a una temperatura de 60°C durante 5 horas. Para la molienda se utilizó el molino con 1 mm de diámetro de partículas, el rendimiento que se obtuvo fue muy bajo, ya que de las 9071.85 g se obtuvieron 698.53 g de harina, esto debido a que se eliminó la cáscara del tubérculo.

Análisis químicos. Se caracterizó por medio de análisis químicos la harina de camote biofortificado con β -carotenos, la cual fue deshidratada a 45°C durante 5 horas. Teniendo como fecha de elaboración de lote el 15 de marzo del 2016 y almacenada a temperatura ambiente.

β -carotenos (Ahamad et al 2007). Este análisis se realizó por medio de la cromatografía líquida de alta eficiencia (HPLC), teniendo una fase móvil (70:20:10 acetonitrilo, diclorometano y metanol respectivamente) y una columna Zorbax ODS - C18 4.6 mm \times 250 mm \times 5 μ m. Para la extracción de β -carotenos se utilizaron muestras de 10 g de harina, las cuales se diluyeron y filtraron con acetona. Dichas muestras se compararon con un Estándar 100% β -carotenos.

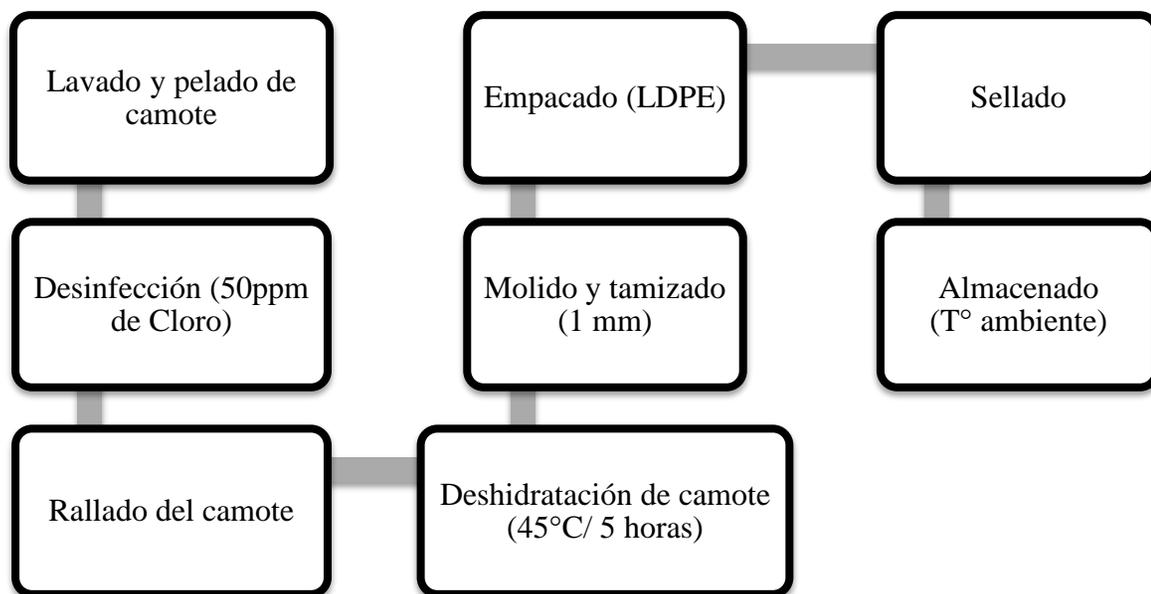


Figura 1. Flujo de proceso para la elaboración de harina de camote (Srivastava *et al* 2012), modificado por el autor.

Actividad de agua (Aqualab) AOAC 978.18. Se utilizó el equipo AQUA LAB® modelo 3TE, colocando en las copas 3 g de muestra aproximadamente.

Humedad por horno de convección 100-105 °C. Se utilizaron dos crisoles completamente secos por muestra, los cuales fueron pesados previamente para el análisis. Una vez pesados los crisoles se agregaron a cada uno 3 \pm 0.5 g de harina, que posteriormente fueron colocados en el horno por 24 horas. Las humedades de las harinas se estimaron por diferencia de peso, utilizando la siguiente fórmula:

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

Donde:

C: peso del crisol

MH: muestra húmeda

MS: muestra seca

Energía total (calorímetro): Se pesó 1 g de harina por muestra. Se elaboraron tabletas de dichas muestras por medio del peletizador con un peso promedio de 1 ± 0.05 , las cuales fueron colocadas en una bomba dentro del calorímetro, dejándolas un tiempo aproximado de 12 minutos. Se tomaron datos como temperatura inicial y final para calcular la energía total de las harinas.

Análisis físicos.

Granulometría AOAC 965.22: Se efectuó por medio del tamizado electrónico, utilizando tamices con diferentes tamaños de partículas (N°20, N°30, N°40, N°60, N° 100 y bandeja). Para la cual se pesaron 50 g de muestra, colándolas durante 5 minutos, luego se determinó el porcentaje de partículas por los pesos retenidos en cada tamiz.

Color (Hunter L*a*b*) AN 1018.00: Se analizaron las muestras en el Colorflex HunterLab®, el cual proporciona resultados numéricos en escala L* a* y b*; donde L* representa la luminosidad con una escala de 0 a 100, siendo 0 valores oscuros y 100 valores más claro. El valor a* representa colores de verde a rojo, siendo verde valores negativos y rojo los valores positivos, el espectro b* representa el eje de azul a amarillo, siendo azul colores negativos y amarillo los colores positivos (Harold 2001).

Análisis microbiológicos. Para la evaluación microbiológica de las harinas se realizaron tres diluciones (10^{-1} , 10^{-2} , 10^{-3}); para los análisis de Bacterias Mesófilos Aerobios (BMA), enterobacterias, esporulados y hongos y levaduras (H y L) se utilizó el método de vaciado en placa, agregando doble capa únicamente para la prueba de enterobacterias. Para el análisis de mesófilos aerobios se utilizó Agar Cuenta Estándar incubando los platos por 48 horas a 35 °C. Para enterobacterias se utilizó Agar Bilis Rojo Violeta Glucosa y se incubó durante 24 horas a 35 °C. Para hongos y levaduras se usó Agar Papa Dextrosa incubando los platos por 5 días a 25 °C.

Para la determinación de esporulados se utilizó el agar cuenta estándar como medio de cultivo; 90 ml de buffer fosfato fueron agregados a 10 g de muestra, el cual luego de homogenizarse se transfirió 10 ml a un tubo de ensayo estéril y se colocó en baño María a 80 °C por 30 minutos. Pasado los 30 minutos los tubos fueron colocados en una bandeja con agua y hielo por 1 minuto, posteriormente se realizaron las diluciones incubando los tubos a 35 °C por 48 horas.

Para analizar coliformes fecales, se utilizó el medio de cultivo Lauril Tryptose Broth (LTB) con la técnica del número más probable (NMP) con tres diluciones (10^{-1} , 10^{-2} , 10^{-3}), teniendo tres tubos con campana Durham por dilución. Se transfirió 1 ml de cada dilución a cada tubo, los tubos se incubaron a 35 °C por 48 horas. Por cada tubo positivo (turbidez o formación de gases) se transfirió una gota convexa a un tubo con caldo EC para confirmar la presencia de coliformes fecales, los cuales se incubaron en baño María a 45 °C por 48 horas.

Para determinación de salmonella se utilizó caldo lactosado como pre-enriquecimiento de Salmonella, se incubó la muestra a 35 °C durante 24 horas, como medios de enriquecimiento se utilizó Rappaport y Tetracionato donde se incubaron los tubos por 24 horas más a 35 °C, como medios selectivos y diferenciales de Salmonella se utilizaron agar XLD, agar Sulfito Bismuto y agar Hecktoen en los cuales se hizo una siembra por estría de Salmonella positiva, incubando los platos a 35 °C durante 24 horas. Se utilizaron tres medios selectivos (LIA, TSI y Caldo urea) donde se inocularon únicamente colonias diferenciales de salmonella del medio selectivo Sulfito Bismuto (SB) y se incubaron por 24 horas a 35 °C. En estas inoculaciones se obtuvieron resultados negativos por lo que la prueba llegó hasta este punto.

Análisis estadístico. Se empleó un Diseño Completamente al Azar (DCA) con una muestra de cada una de las harinas de camote (biofortificado y no biofortificado) y tres repeticiones, dando un total de seis unidades experimentales. Para identificar las diferencias en contenido de β -carotenos se utilizó el programa estadístico Base SAS® 9.4TS1M3.SAS Institute Inc., Cary, NC realizando un análisis de varianza y una separación de medias DUNCAN.

II FASE: Evaluación de la retención de β -carotenos en las papillas.

Pruebas preliminares. Para la preparación de la papilla se seleccionaron los siguientes ingredientes: harina de camote, agua y margarina, los cuales son considerados ingredientes básicos y de fácil acceso para madres en zonas rurales, y además son recomendados por su densidad energética y aportes en micronutrientes (OMS 2010), logrando una formulación final de 127 g de agua, 27 g de harina y 5 g de margarina para obtener aproximadamente 100 gramos de papilla. Se debe recalcar que la cantidad de margarina o aceite vegetal es un parámetro establecido, el cual no puede ser cambiado debido a que es una cantidad óptima para la biodisponibilidad de los β -carotenos (Macías *et al* 2013). La formulación final se determinó tomando en cuenta características: apariencia, color, consistencia; debido a que un alimento complementario debe tener una consistencia semisólida, espeso, que se mantenga en la cuchara, ser rico en energía, proteína y micronutrientes (OPS 2003; OMS-UNICEF 2010), además debe tener un sabor agradable para los infantes, ser de fácil de preparación, y que cumpla con las tradiciones y disponibilidad de la región a la cual se enfocó el estudio (Miranda *et al.* 2015).

Preparación de papillas. La Figura 2 muestra el flujo de proceso para la elaboración de las papillas, tomando en cuenta las variables a medir. Se pesaron los ingredientes en la balanza, la margarina se derritió en el microondas durante 30 segundos, seguidamente fueron mezclados directamente en la olla para comenzar a calentarlos. Se colocó la olla sobre el fuego y con un termómetro se leyeron las temperaturas, al alcanzar la temperatura específica del tratamiento se inició el conteo del tiempo, cuando la temperatura se sobrepasaba se retiraba la olla del fuego para disminuir la temperatura, volviendo a medir las temperaturas constantemente y evitando que salieran del rango, se repitió este proceso hasta que se cumplió el tiempo establecido.

Establecimiento de tratamientos. En el Cuadro 1 se presentan los cuatro tratamientos de la primera fase que fueron elaborados.

Cuadro 1. Diseño experimental para la elaboración de la papilla de harina de camote biofortificado.

Tratamientos	Temperatura °C	Tiempo (min)
Trt I	56-62	6-8
Trt II	56-62	12-14
Trt III	72-80	6-8
Trt IV	72-80	12-14

°C: Grados centígrados; Min: Minutos.

Las temperaturas utilizadas se basaron en estudios realizados por Hernández et al. (2008) donde reportaron que la gelatinización de almidones de camote se da a los 10 minutos a 61.3 °C, por otra parte, Bello y Tovar (2001) reportan el rango de gelatinización de camote entre 72.8-78 °C. Los tiempos están basados en los métodos de cocción de otras papillas infantiles (Cáceres 2015), tiempo de gelatinización de almidones y por medio de pruebas preliminares hasta alcanzar la consistencia deseada de una papilla.

Se utilizó harina de camote biofortificado con β -carotenos para todos los tratamientos, manejando dos temperaturas y dos tiempos de cocción. Ambas variables afectan la estabilidad de los β carotenos, ya que el calor siempre provoca la isomerización de forma trans a cis que biológicamente es menos activa (King 1987) y el grado de cambio en los carotenos depende del tipo de vegetal, método de cocción y las condiciones de tiempo y temperatura (Arguedas 2015).

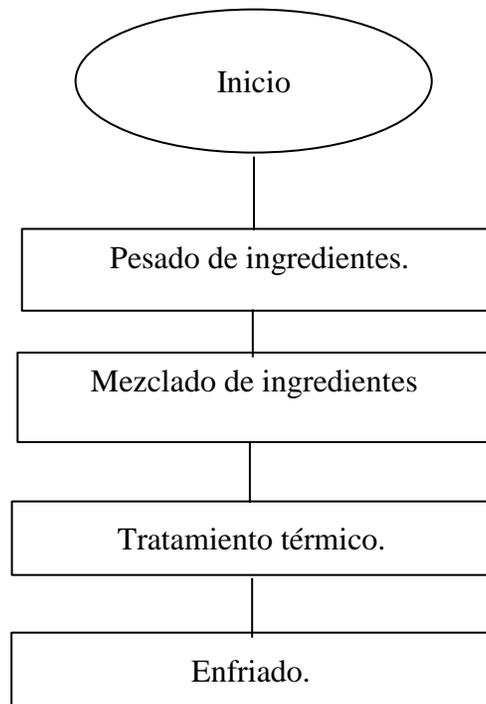


Figura 2. Flujo de proceso para la elaboración de papilla.

Análisis químicos. Las cuatro papillas elaboradas fueron analizadas mediante pruebas química y físicas; en esta fase se determinaron los dos mejores tratamientos en cuanto a la cantidad de β -carotenos presentes después del proceso de cocción.

β -carotenos (Ahamad et al 2007). Este análisis se realizó por medio de la cromatografía líquida de alta eficacia (HPLC), teniendo una fase móvil (70:20:10 acetonitrilo, diclorometano y metanol respectivamente) y una columna Zorbax ODS - C18 4.6 mm \times 250 mm \times 5 μ m. Para la extracción de β -carotenos se utilizaron muestras de 10 g de papilla, las cuales se diluyeron y filtraron con acetona. Dichas muestras se compararon con un Estándar 100% β -carotenos.

Actividad de agua (Aqualab) AOAC 978.18. Se utilizó el equipo AQUA LAB® modelo 3TE, colocando en las copas 3 g de papilla aproximadamente.

pH AOAC 981.12. Se agregaron aproximadamente 35 gramos de muestra en un beaker de 50 ml y se procedió a realizar la lectura de pH con el Potenciómetro.

Análisis físicos. Se realizaron pruebas físicas a las papillas elaboradas con los diferentes tratamientos térmicos, utilizando los siguientes métodos:

Color (Hunter L*a*b*) AN 1018.00. Se analizaron las muestras en el Colorflex HunterLab®, el cual proporciona resultados numéricos en escala L* a* y b*; donde L* representa la luminosidad con una escala de 0 a 100, siendo 0 valores oscuros y 100 valores más claros. El valor a* representa colores de verde a rojo, siendo verde valores negativos y rojo los valores positivos, el espectro b* representa el eje de azul a amarillo, siendo azul colores negativos y amarillo los colores positivos (Harold 2001).

Viscosidad ASTM E83. Para la medida de esta característica se utilizó el Brookfield CT3/Instron, colocando en un Baker 45 ml de papilla, a la cual se le efectuó una prueba de compresión usando un acople de cilindro 47.47 mm × 46.72 mm, con tres repeticiones por unidad.

Análisis estadístico. Se empleó un Diseño Completamente al Azar (DCA) con arreglo factorial de 2×2 con dos temperaturas (56-62 °C / 72-80 °C) y dos tiempos (6-8 / 12-14 minutos) de cocción para un total de cuatro tratamientos. Se efectuaron tres repeticiones por tratamiento, para un total de 12 unidades experimentales. Para identificar los dos tratamientos con mayor retención de β -carotenos se utilizó el software “Statistical Analysis Systems” SAS® 9.4TS1M3.SAS Institute Inc., Cary, NC realizando un análisis de varianza y una separación de medias ajustadas por el método Lsmeans.

Análisis microbiológicos. Se realizó análisis de coliformes totales a las cuatro papillas en Caldo Lauril Triptosa por el método de Número Más Probable (NMP) con tres diluciones (10^{-1} , 10^{-2} , 10^{-3}), teniendo tres tubos con campana Durham por dilución.

III FASE: Análisis sensorial.

Análisis sensorial.

El análisis sensorial se llevó a cabo en el centro de salud de la aldea de El Jicarito, San Antonio de Oriente, Francisco Morazán, Honduras. Se analizaron sensorialmente cuatro tratamientos con la participación de 39 madres hondureñas, agrupadas en tres sesiones con 13 integrantes; el requisito principal la edad de sus hijos de 0 a 24 meses, con el fin de reducir la variabilidad. Se les pidió que les asignaran un valor a las cuatro muestras, mediante una escala hedónica de tres puntos siendo el 1 “Me disgusta mucho”, el 2 “No me gusta/Ni me disgusta” y el 3 “Me gusta mucho” los atributos evaluados fueron color, olor y sabor. Al mismo tiempo se realizó un análisis de preferencia donde las madres ordenaron de forma descendente las muestras, siendo la primera la más preferida y la última la menos preferida.

Las muestras evaluadas presentaron las siguientes codificaciones:

110: Tratamiento 1, Harina de camote biofortificado.

007: Tratamiento 4, Harina de camote biofortificado.

230: Tratamiento 1, Harina de camote sin biofortificar.

014: Tratamiento 4, Harina de camote sin biofortificar.

Análisis estadístico. Se utilizó un diseño de Bloques Completos al Azar (BCA) siendo las madres los bloques, los resultados fueron analizados mediante el programa estadístico Base SAS® 9.4TS1M3.SAS Institute Inc., Cary, NC realizando un análisis de varianza y una separación de medias DUNCAN. Los resultados de preferencia fueron analizados por medio de la prueba de Chi cuadrado, con una probabilidad <0.05 , utilizando tres grados de libertad.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

I FASE: Caracterización de la harina de camote biofortificado y sin biofortificar.

Análisis químicos. La harina de camote biofortificado contiene 21 mg más de β -carotenos con relación a la harina de camote no biofortificado. La actividad de agua de la harina de camote biofortificado es de 0.44, superior a la harina de camote sin biofortificar que es de 0.26. Ambas harinas tienen humedad inferior al 10%, la mayor humedad la presentó la harina de camote biofortificado con un 9.1% y la harina sin biofortificar con un 6.3%. La cantidad de kilocalorías en la harina de camote biofortificado es de 421.05 en 100 gramos de harina, superior a la registrada por Miranda *et al.* (2015) que desarrolló harina precocida de camote y zapallo para la elaboración de un alimento complementario, los cuales obtuvieron 336 kcal en 100 gramos de harina (Cuadro 2)

Cuadro 2. Caracterización y comparación química de la harina de camote biofortificado con β -carotenos y la de camote no biofortificado.

Fuente	β - carotenos (mg/100g) \pm D.E	$A_w \pm$ D.E	Humedad (%) \pm D.E	Calorías (Kcal/100g) \pm D.E
HCBF	30.99 \pm 2.500	0.44 \pm 0.005	9.1 \pm 0.007	421.05
HCSBF	9.87 \pm 0.467	0.26 \pm 0.011	6.14 \pm 0.205	DNT ^{Ω}
C.V %	7.10	2.81	2.56	DNT ^{Ω}

HCBF: Harina de camote biofortificado; HCSBF: Harina de camote sin biofortificar.

mg/100g: miligramos en 100 gramos de producto; Kcal/100g: Kilo calorías en 100 gramos de producto; Ω DNT: Dato no tomado; %CV: coeficiente de variación; A_w : Actividad de agua; D.E: Desviación estándar.

La cantidad de β -carotenos de la harina de camote biofortificado es superior a los resultados reportados por Calderón (2012), los cuales indican que hay un contenido 11.03% de β -carotenos en harina de camote biofortificado, esto se pudo deber a que se utilizaron variedades distintas en ambos estudios. Chávez *et al.* (sf) reporta que la cantidad de β -carotenos dependen de factores como la variedad del cultivo, estado de madurez, cosecha y procesos.

Montoya y Giraldo (2010) obtuvieron en su estudio una actividad de agua de 0.651; a medida que aumenta la A_w en una harina se producen cambios en las características físicas, principalmente en la textura. Los datos de A_w son menores a los del estudio mencionado anteriormente, lo cual indican que ambas harinas no se verán afectadas por cambios en la textura. Otros estudios como los de Bastidias y De La Cruz (2010) registran un 0.406 de actividad de agua, coincidiendo con la de la harina de camote biofortificado. Ambas harinas

se consideran estables microbiológicamente, ya que los valores de actividad de agua que presentan son muy bajos, siendo 0.6 el límite de crecimiento microbiano (Barreiro y Sandoval 2006). Miranda *et al* (2015), Bastidias y De La Cruz (2010) registran porcentajes menores al 10% de humedad en harinas de camote, los cuales también cumplen con la Norma CODEX STAN 152-1985 para la harina de trigo la cual menciona que el contenido máximo de humedad es de 15.5%.

Según Bejarano *et al* (2002), la cantidad de calorías que aporta la harina de camote no biofortificado es de 352 kcal, siendo este valor inferior al obtenido en la harina de camote biofortificado en el presente estudio; esto se puede deber a que las características nutricionales se ven afectadas por condiciones como el clima, tipo de suelo, variedad entre otros (Campaña 2012).

Análisis Físicos. El peso de muestra y el porcentaje del tamaño de partícula de ambas harinas se encuentran dentro de la categoría de Grado III abarcando un rango de tamaño de partículas que van de 850 μm a 425 μm (Figura 3), reportando como mínimo 73% de retención de partículas (Pérez 2010). Esta categoría es dirigida para elaborar productos con consistencia espesa como las papillas, además el tamaño de partícula de esta categoría permite una mayor absorción de agua. Según Hernández *et al* (2008) el tamaño de partículas dentro de la categoría III tienen un poder de hinchamiento del almidón de camote de 25.53 g agua/g almidón, dándole una consistencia espesa como el de las papillas.

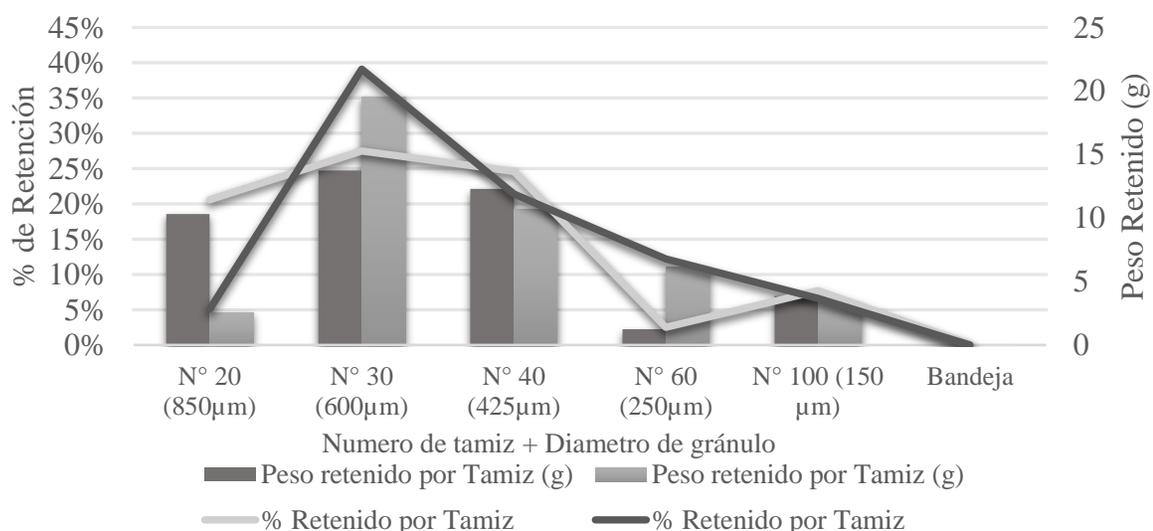


Figura 3. Comparación granulométrica de la harina de camote biofortificado y la harina de camote sin biofortificar.

Cuadro 3. Análisis físicos de color (Valores L* a* b*) para las muestras de harinas.

Muestras	Media ± D.E		
	L*	a*	b*
HCBF	66.06 ± 0.221 b	14.02 ± 0.261 b	26.68 ± 0.410 b
HCSBF	69.42 ± 0.075 a	18.79 ± 0.095 a	28.66 ± 0.181 a
%C.V	0.24	1.19	1.14

Letras (a-b) indican diferencias significativas (P<0.05); D.E = desviación estándar.

HCBF: Harina de camote biofortificado; HCSBF: Harina de camote sin biofortificar

Dado los resultados de cada muestra de harina, se observa que la harina de camote sin biofortificar presenta mayores valores dentro de las escalas L*a*b*, es decir que esta posee una mayor luminosidad, además se ubica en una mayor escala positiva dentro de los ejes de a* y b*, estos resultados son comparados con los de la harina de camote biofortificado (Cuadro 3). Los valores menores en la harina de camote biofortificado se pueden deber a que esta fue procesada tres meses antes del análisis y durante este tiempo pudo sufrir cambios químicos por causa de tratamientos térmicos (secado), luz, oxígeno y cambios en pH (Campaña 2012). En cambio, la realización de análisis para la harina sin biofortificar se hizo en siete días.

Análisis microbiológicos. La harina de camote biofortificado con β-carotenos y la harina de camote sin biofortificar no cumplieron con los parámetros de enterobacterias y Coliformes fecales establecidos por la Norma Peruana que establece los criterios microbiológicos para productos crudos deshidratados y pre cocidos que requieren cocción, como hojuelas, harinas, otros similares (Norma Sanitaria 2003).

La harina de camote biofortificado con β-carotenos se obtuvo a través del Instituto de ciencia y tecnología (ICTA) y fue transportada desde Guatemala hacia Honduras. Los altos conteos en los análisis de enterobacterias y Coliformes fecales se pudieron deber a una elaboración inadecuada o contaminación posterior a la elaboración (Almenar *et al.* sf). Igualmente, la harina de camote sin biofortificar se trasladó de una planta a otra (planta hortofrutícola hacia planta PIA), pudiendo causar una contaminación cruzada (Cuadro 3). Muchas de estas bacterias por su naturaleza se encuentran en el ambiente, suelo, agua, vegetación, como lo es el caso de *Bacillus cereus*, influyendo en la calidad microbiológica inicial de la materia prima (Pérez 2012).

Cuadro 4. Resultados de análisis microbiológicos de la harina de camote biofortificado y sin biofortificar.

Análisis	Límite máximo	Conteo HBF[¥]	Conteo HSBF[€]
Recuento de aerobios mesófilos	<1,000,000 UFC / g [£]	74,000 UFC / g	29,000 UFC / g
Recuento de enterobacterias	< 10 UFC / g	110 UFC / g	450 UFC / g
Recuento de esporulados	< 10,000 UFC / g	230 UFC / g	<10 UFC / g
Recuento de Hongos	< 10,000 UFC / g	440 UFC / g	580 UFC / g
Recuento de Levaduras	< 1000 UFC / g	<10 UFC / g	1000 UFC / g
Coliformes fecales	< 3 NMP / g	240 NMP / g	240 NMP / g
Salmonella	Ausencia / 25 g	Ausencia / 25 g	Ausencia / 25 g

[£]UFC / g: Unidades Formadoras de Colonia por gramo

[¥]HBF: Harina de camote biofortificado; [€]HSBF: Harina de camote sin biofortificar

[£]NMP. Número más probable

Según los criterios microbiológicos establecidos por la misma norma, la harina de camote biofortificado con β -carotenos y la harina de camote sin biofortificar se encuentran dentro de los límites aceptables para Salmonella, bacterias mesófilos aerobias, esporulados, hongos y levaduras, estos resultados indican que el proceso de deshidratación fue eficiente, que se realizaron las operaciones sanitarias adecuadamente y que las harinas no presentaban suciedad o tierra (Chacón sf).

II FASE: Evaluación de la retención de β -carotenos en las papillas. La retención de β -carotenos fue evaluada a través de la elaboración de papillas de harina de camote biofortificado, las cuales fueron cocidas a diferentes tiempos y temperaturas.

Análisis Químicos. La temperatura ($p < 0.05$) es el factor que afecta significativamente a la cantidad de β -carotenos, lo cual indica que a mayor temperatura (72-80 °C) la cantidad de β -carotenos disminuye en las papillas. Debido a la cantidad de dobles enlaces en las cadenas de los carotenos, estos se vuelven inestables y susceptibles a procesos de isomerización y oxidación. El calor es un factor que induce la isomerización convirtiendo enlaces *trans* a *cis* reduciendo su actividad y la oxidación de los β -carotenos, degradándolos enzimáticamente provocando pérdidas de carotenos (Rodríguez *et al* 2014)

Cuadro 5. Determinación de la cantidad de β -carotenos (mg/ 100g) por cromatografía líquida en las papillas elaboradas a diferentes tratamientos térmicos.

Temperatura (°C)	Tiempo (min)	β-carotenos (mg/ 100g) Media \pm D.E
56-62	6-8	5.3694 \pm 0.490 a
56-62	6-8	5.2582 \pm 0.449 a
72-80	12-14	5.1768 \pm 0.359 ab
72-80	12-14	4.6646 \pm 0.493 b
%C.V		6.75

Letras (a-b) indican diferencias significativas ($P < 0.05$); mg/100g: miligramos en 100 gramos de producto; D.E: Desviación estándar

Las pérdidas reportadas (Cuadro 5) no arriesgan la ingesta diaria recomendada, ya que para infantes de 0-24 meses la ingesta es de 375 a 400 μ g de vitamina A (Cuervo *et al.* 2009). Al realizar la conversión de los resultados obtenidos en la retención (mg/100g) con los 6 μ g de β -carotenos necesarios para obtener 1 μ g de retinol en alimentos biofortificados, se obtuvo que en las papillas se encuentra el contenido de β -carotenos dos veces más en comparación a la ingesta diaria recomendada de vitamina A.

Cuando existe un déficit de vitamina A en niños de siete a veinticuatro meses de edad y esta es suplida por tubérculos y vegetales que contienen β -carotenos, el tipo de ingesta varía, ya que se necesita consumir mayor cantidad de alimentos de origen vegetal que animal, esto debido a su baja biodisponibilidad y absorción en el organismo (Macías *et al.* 2013). Esta ingesta a base de alimentos vegetales va a depender de si el alimento contiene β -carotenos de manera natural o de manera sintética (biofortificación), ya que la relación de conversión para alimentos con contenido natural es de 12:1, es decir que se necesita 12 μ g de β -carotenos para obtener 1 μ g de retinol; en cambio la conversión en un alimento biofortificado es más eficiente con una relación 6:1, obteniendo 1 μ g de retinol de 6 μ g de β -carotenos (Bonilla 2016).

Cuadro 6. Análisis de A_w y pH para las papillas a base de harina de camote biofortificado

Temperatura (°C)	Tiempo (min)	A_w Media \pm D.E	pH Media \pm D.E
56-62	6-8	0.990 \pm 0.0007 a	4.506 \pm 0.0252 a
56-62	6-8	0.995 \pm 0.0028 a	4.506 \pm 0.0115 a
72-80	12-14	0.991 \pm 0.0071 a	4.500 \pm 0.0404 a
72-80	12-14	0.986 \pm 0.0078 a	4.493 \pm 0.0100 a
%C.V		0.26	0.80

Letras (a-b) indican diferencias significativas ($P < 0.05$); A_w : Actividad de agua; pH: potencial de hidrógeno; D.E: desviación estándar; C.V: Coeficiente de variación.

A_w y pH. El tiempo y la temperatura no mostraron influencias significativas para las variables de A_w y pH, no se encontró interacción entre el tiempo × temperatura. En el cuadro 6 se observa que todas las papillas se ubican en un rango de 0.99 - 0.98, indicando susceptibilidad para el crecimiento de bacterias patógenas como: *Bacillus cereus*, *Listeria monocytogenes*, *Staphylococcus aureus*, afectando la inocuidad y calidad del producto (Barbosa 2007).

La actividad de agua depende de la matriz del almidón que contiene el producto, en el caso del camote, este presenta aproximadamente 19.6% de amilosa y 80.4% de amilopectina (Hernández *et al.* 2008). Según Vargas (2012) al poseer un mayor porcentaje de amilopectina se da una mayor absorción de agua en procesos de cocción, por ende, el poder de hinchazón de los gránulos aumenta, rompiendo sus paredes al gelatinizarse incrementando así la biodisponibilidad de los β-carotenos. Rodríguez (2008) reporta que la alta actividad de agua favorece a la gelatinización de almidones y por tanto a los β-carotenos aumentando su biodisponibilidad.

Los pH de las papillas se mantuvieron en un rango de 4.49 - 4.50 (Cuadro 6), indicando que se puede dar un efecto de isomerizaciones cis/trans de ciertos dobles enlaces, provocando un reagrupamiento y desesterificaciones de los mismos (Meléndez *et al.* 2004). El pH influye en la isomerización de los β-carotenos en ciertos enlaces dando el paso de isómero trans a cis que es biológicamente menos activo; este proceso es favorecido a pH menor o igual a 4.5. La pérdida de la forma trans se da del 15 al 20% de su actividad durante procesos como cocción (King *et al.* 1987).

Análisis físicos. Los factores que afectaron significativamente la luminosidad (L*) de las papillas fueron la temperatura, el tiempo, la repetición, la interacción entre temperatura × tiempo, repetición × tiempo (p<0.01) y repetición × temperatura (p<0.05), siendo la temperatura más influyente en la pérdida de luminosidad en las papillas, observándose diferencias significativas (Cuadro 7).

La pérdida de color de los tratamientos se pudo deber al proceso de cocción, ya que los pigmentos carotenoides se degradan por exposición a tratamientos térmicos, luz, oxígeno y cambios en pH (Campaña 2012). Se considera que la papilla más susceptible a la cocción fue la elaborada a 72-80 °C por 12-14 minutos ya que presenta los valores más bajos en la escala de L* a* b*. Chen (1995) reporta que la luminosidad del jugo de zanahoria decrece cuando se aplican tratamientos térmicos drásticos con temperaturas arriba de los 80 °C, de igual manera al aumentar las temperaturas y los tiempos del tratamiento térmico se da una pérdida del color amarillo (b*) y rojo (a*).

Cuadro 7. Análisis físicos de color (Valores L* a* b*).

Temperatura (°C)	Tiempo (min)	L*	a*	b*
		Media ± D.E	Media ± D.E	Media ± D.E
56-62	6-8	36.94 ± 2.114 a	18.86 ± 0.916 a	34.89 ± 1.025 a
56-62	6-8	35.14 ± 0.803 b	18.38 ± 0.838 b	35.74 ± 0.953 b
72-80	12-14	34.47 ± 2.380 c	17.18 ± 0.372 c	34.72 ± 0.928 b
72-80	12-14	34.40 ± 1.479 c	16.18 ± 0.059 d	31.91 ± 1.159 c
%C.V		0.34	0.53	0.60

Letras (a-b) indican diferencias significativas (P<0.05); D.E: Desviación estándar.

Los factores que afectaron significativamente los valores de a* fueron la temperatura (p<0.01), tiempo (p<0.05), repetición (p<0.05), y la interacción entre repetición × temperatura (p<0.05), y temperatura × tiempo (p<0.05), observándose diferencias significativas para cada una de las papillas. La temperatura (p<0.01), tiempo (p<0.05), repetición (p<0.05), y la interacción entre repetición × temperatura (p<0.05) y temperatura × tiempo (p<0.01) fueron los factores que afectaron significativamente los valores de b*, por lo cual se observan diferencias significativas entre cada uno de ellos (Cuadro 7).

Ávila y Silva (1999) encontraron datos que respaldan los obtenidos, reportando que el incremento de temperaturas y tiempos de cocción oscurecían el puré de durazno, el cual corresponde a un descenso en los valores de L; perdiendo el color amarillo e incrementando el color rojo cuando eran expuestos al calor.

Viscosidad. La temperatura y el tiempo (p<0.01) tuvieron un efecto significativo en la viscosidad de las papillas, siendo la temperatura más influyente. A mayor temperatura y tiempo de cocción la viscosidad de un alimento aumenta en forma lineal (Cuadro 8); Rodríguez *et al* (2008) recomienda evaluar esta característica para alimento como las papillas.

Cuadro 8. Análisis de viscosidad para las papillas a base de harina de camote biofortificado.

Temperatura (°C)	Tiempo (min)	Pa.s
		Media ± D.E
56-62	6-8	18.7207 ± 1.5574 a
56-62	6-8	14.1182 ± 1.4301 b
72-80	12-14	3.9906 ± 0.8119 c
72-80	12-14	1.9484 ± 0.1090 d
%C.V		5.40

Letras (a-b) indican diferencias significativas (P<0.05), Pa.s: pascales por segundos; D.E = desviación estándar.

La biodisponibilidad de los β -carotenos depende de la gelatinización de los almidones, ya que las paredes de los mismos se rompen durante la cocción, liberando los β -carotenos y aumentando su absorción (Velásquez 2006). Una manera para determinar la gelatinización es por medio de la viscosidad, debido a que por el agua incorporada al gránulo de almidón este aumenta su tamaño, provocando que se ejerza una presión que de origen al aumento de la viscosidad en la papilla (Rodríguez 2008).

Los resultados de los tratamientos con temperaturas de 72 a 80 °C y tiempos de 6 a 8 y 12 a 14 minutos, se comparan con los obtenidos por Blum *et al.* (2011), el cual determinó a través de su investigación que los mejores alimentos infantiles poseen una viscosidad de 6.76 a 18.53 Pa.s.

Comparación de β -Carotenos en diferentes productos.

Los β -Carotenos como otros carotenoides son lábiles al ser sometidos a altas temperaturas, perdiendo su estabilidad. La destrucción de estos pigmentos disminuye el valor nutritivo del alimento que lo contenga, induciendo a una decoloración y una pérdida de sus características organolépticas. Se destaca que estas pérdidas también difieren según el tipo de proceso industrial, ya que en estos procesos se da un mejor manejo, permitiendo la concentración de los β – Carotenos en un producto (Vargas 2012).

El contenido de β -Carotenos en la harina de camote biofortificado comparado con el tubérculo y la papilla (cuadro 9), posee una mayor cantidad retenida (mg/100g), esto se le atribuye a que durante el proceso de deshidratación se llevó un flujo adecuado, especialmente en el uso de temperatura de deshidratación, la cual fue de 45 °C. Según Meléndez (2004) los β -Carotenos pierden su estabilidad a temperaturas mayores de 70 °C, comprobándose que a menor tiempo y temperatura de cocinado y un mayor contacto con agua, se da una alta retención de carotenoides.

Cuadro 9. Comparación de cantidad de β -carotenos en diferentes productos.

β - Carotenos	Tubérculo fresco	Harina Cruda	Tratamientos			
			Trt I	Trt II	Trt III	Trt IV
Contenido (mg/100g)	16.4	30.99	5.369	5.258	5.176	4.665

Mg/100g: miligramos en 100 gramos de producto.

TRT 1: 56-62°C/ 6-8 minutos; TRT 2: 56-62°C/ 12-14 minutos; TRT 3: 72-80°C/ 6-8 minutos; TRT 4: 72-80°C/ 12-14 minutos.

Elaboración de la papilla. Para fines de este estudio se definió una porción de 35 g de papilla, utilizando como referencia el mayor tratamiento térmico (72-80 °C por 12-14 minutos), a pesar de que obtuvo la menor cantidad de β -carotenos (4.66 mg/100g) es equivalente a 4665 μ g obteniendo 777.5 μ g de vitamina A (1 ER= 6 μ g de β carotenos). Con 35 g de papilla de harina de camote biofortificado se logran cubrir los requerimientos de vitamina A en niños de 0-24 meses, donde su ingesta recomendada es de 375-400 μ g, aportando con dicha porción aproximadamente 350 μ g de vitamina A (Cuervo *et al.* 2009). En cuanto a la cantidad de calorías los 35 g de papilla aportan 183.35 kcal, que junto con la leche materna cubren un gran porcentaje del requerimiento diario del infante (INCAP 2012).

Dewey y Brown (2002) mencionan que el total de energía necesaria para niños sanos amamantados es de 615 kcal diarias, de las cuales aproximadamente 413 kcal son aportadas por la leche materna y 200 kcal son aportadas por alimentos complementarios. Estos aportes calóricos están presentes en una cantidad recomendada de 137 a 187 g diarios para niños de seis a ocho meses de edad, a los cuales se le debe proporcionar en dos a tres comidas al día (OPS 2003).

Análisis microbiológicos. Las cuatro papillas elaboradas de ambas harinas se encuentran dentro del rango aceptable de Coliformes totales, por los cuales eran aptas para el consumo en los análisis sensoriales. Conteos < 3 NMP indican eficiencia de procesamiento, así como también calidad del agua y de vegetales, ya que algunos de ellos crecen en el suelo y están en el ambiente (Vásquez 2013).

III FASE: Análisis sensorial. En la Fase II se escogieron los resultados de las papillas de harina de camote biofortificado con mayor retención de β -carotenos para realizar el sensorial, siendo los tratamientos I (56-62 °C/6-8 minutos) y IV (72-80 °C/12-14 minutos). Dichos tratamientos fueron comparados con las papillas de harina de camote sin biofortificar utilizando el mismo tiempo y temperatura de cocción.

Color. Se encontraron diferencias significativas ($p < 0.05$) entre las muestras, las madres encontraron más atractivas las muestras con mayor tiempo y temperaturas de cocción, sin importar la materia prima, es decir no se percibieron diferencias entre la harina de camote biofortificado contra la harina de camote sin biofortificar. Las madres mencionaban que las papillas 007 (Harina de camote biofortificado a 72-80 °C por 12-14 minutos) y la 014 (Harina de camote sin biofortificar a 72-80 °C por 12-14 minutos) se percibían más cocidas y que por lo tanto su color era más agradable (Cuadro 10).

Cuadro 10. Resultados de análisis sensorial: Color

Tratamiento	Color ± D.E
Harina de camote biofortificado (72-80°C , 12-14 min)	2.79±0.52 a
Harina de camote sin biofortificar (72-80°C , 12-14 min)	2.56±0.58 a
Harina de camote biofortificado (56-62°C, 6-8 minutos)	2.23±0.90 b
Harina de camote sin biofortificar (56-62 °C , 6-8 minutos)	1.92±0.83 c
%C.V	28.41

Letras (a-b) indican diferencias significativas (P<0.05).

Escala hedónica: 1: me disgustó mucho, 2: ni me gustó/ ni me disgustó, 3: me gustó mucho

C.V: Coeficiente de variación

D.E: desviación estándar

La percepción que poseen las personas a determinados colores influye significativamente en el consumo de un alimento, según Sánchez (2013) el color tiene influencia sobre el sabor, ya que las persona atribuyen un alimento rico con un agradable color y los colores como el rojo, amarillo y naranja estimulan el apetito y tienen el efecto de activar nuestro organismo ocasionando la necesidad repentina de comer.

Olor. Se encontraron diferencias significativas (p<0.05) para los tratamientos con altas temperaturas y más tiempo de cocción, y los de bajas temperaturas y cortos tiempos, ya que las madres mencionaban que el olor era más fuerte y eso les desagradaba (Cuadro 11).

A pesar de esto, las madres no percibieron diferencias entre la harina de camote biofortificado contra la harina de camote sin biofortificar.

Cuadro 11. Resultados de análisis sensorial: Olor

Tratamiento	Olor ± D.E
Harina de camote biofortificado (72-80°C, 12-14 min)	2.64±0.70 a
Harina de camote sin biofortificar (72-80°C, 12-14 min)	2.51±0.64 a
Harina de camote biofortificado (56-62°C, 6-8 minutos)	2.15±0.70 b
Harina de camote sin biofortificar (56-62 °C, 6-8 minutos)	1.97±0.84 b
%C.V	27.8

Letras (a-b) indican diferencias significativas (P<0.05).

Escala hedónica: 1: me disgustó mucho, 2: ni me gustó/ ni me disgustó, 3: me gustó mucho

CV: coeficiente de variación

D.E: Desviación estándar

Esta diferencia significativa denota que, a menor temperatura y tiempo de cocción las personas perciben que su alimento no está bien cocido, ya que sufren un estímulo en sus quimiorreceptores olfativos y trigeminales que contribuyen a la intensidad de la percepción, dándose una integración neuronal central a partir del olor y sabor, existen muchas evidencias de la interacción que hay entre estos dos factores (Fizman 2010).

Sabor. Se encontraron diferencias significativas ($p < 0.05$) entre los tratamientos, mostrando una mayor aceptación el sabor de las papillas con altas temperaturas y altos tiempos de cocción sin importar el tipo de harina. Esto se debe a que al gelatinizarse los almidones del camote los gránulos de este se hinchan y se hidratan, captando más agua haciendo que las paredes de los gránulos se rompan e intensificando sabores (Ruano 2015) (Cuadro 12)

Para las madres la muestra más desagradable fue la de bajas temperaturas y tiempos de cocción de la harina de camote sin biofortificar, esto pudo deberse a la consistencia y su falta de capacidad de absorber agua.

Cuadro 12. Resultados de análisis sensorial: Sabor

Tratamiento	Sabor \pm D.E
Harina de camote biofortificado (72-80°C, 12-14 min)	2.76 \pm 0.58 a
Harina de camote sin biofortificar (72-80°C, 12-14 min)	2.48 \pm 0.79 a
Harina de camote biofortificado (56-62°C, 6-8 minutos)	2.12 \pm 0.83 b
Harina de camote sin biofortificar (56-62 °C, 6-8 minutos)	1.76 \pm 0.90 c
%C.V	32.69

Letras (a-b) indican diferencias significativas ($P < 0.05$).

Escala hedónica: 1: me disgustó mucho, 2: ni me gustó/ ni me disgustó, 3: me gustó mucho

CV: coeficiente de variación; D.E: desviación estándar

La relación entre tiempo y temperatura en un alimento influye directamente en la liberación de los nutrientes en el alimento, resaltando la mezcla de sabores que estos nutrientes proporcionan al producto final (Lupano 2013).

Preferencias por ordenamiento. Las madres ordenaron según su preferencia las cuatro muestras, reportando que la papilla de harina de camote biofortificado con beta-carotenos a altas temperaturas y tiempos de cocción fue la que más les gustó, seguido por la papilla de harina de camote sin biofortificar, con altas temperaturas y tiempos de cocción. Las madres de familia prefirieron menos las papillas cocidas a bajas temperaturas y tiempos de cocción, disgustándole más la elaborada a base de harina de camote sin biofortificar.

4. CONCLUSIONES

- La harina de camote biofortificado contiene 70% de β carotenos más que la harina de camote de pulpa naranja sin biofortificar, lo que hace al camote BF un alimento con alto contenido de β -carotenos que contribuye al control de la hipovitaminosis A.
- Se produce una menor pérdida de β -carotenos en la papilla a base de harina de camote biofortificado elaborada a 56-62 °C por 6-8 minutos.
- La papilla a base de harina de camote biofortificado elaborada a 72 – 80 °C por 12-14 minutos fue la más preferida por las madres de la aldea El Jicarito.
- Una porción de papilla de 35 g a base de harina de camote biofortificado es suficiente para niños sanos amamantados de 6 a 8 meses de edad para cubrir sus requerimientos diarios de vitamina A.

5. RECOMENDACIONES

- Para una posterior elaboración de papillas o algún otro producto se sugiere utilizar aceite líquido vegetal y no margarina, ya que esta última posee en su estructura grasas *trans* que tienen efectos negativos en la salud.
- En estudios posteriores evaluar otros factores como el oxígeno y la luz, y realizar evaluaciones en el tiempo para determinar la pérdida de β -Carotenos en harina de camote biofortificado.
- Para la elaboración de papillas o similares se sugiere brindar información de los beneficios a las madres.
- Realizar estudios clínicos y nutricionales para evaluar el efecto en la salud, al consumir alimentos elaborados a base de harina de camote biofortificado en infantes de 6-12 meses de edad.
- Aumentar la porción de papilla de 35 g a 50 g para niños de 6 – 8 meses de edad con deficiencia de vitamina A.

6. LITERATURA CITADA

Ahamad N, Saleemullah M, Ullah H, Khalil I, Saljoqi A. 2007. Determination of beta carotene content in fresh vegetables using high performance liquid chromatography. Consultado el: 5 de mayo 2016. Disponible en: http://www.aup.edu.pk/sj_pdf/DETERMINATION%20OF%20BETA%20CAROTENE%20CONTENT.pdf

Alfaro T, Carvajal D. 2001. Influencia de la deficiencia de vitamina A sobre la anemia en niños(as) preescolares de Costa Rica. Consultado el: 5 de septiembre de 2016. Disponible en: http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1409-00902001000200004

Arguedas P, Mora J, Sanabria J. 2015. Comparación del contenido de carotenoides en productos nutracéuticos elaborados a partir de dos variedades de camote y yuca. Consultado el: 20 de agosto de 2016. Disponible en: http://revistas.tec.ac.cr/index.php/tec_marcha/rt/prINTERfriendly/2442/0

Ávila I, Silva C, 1999. Modelling kinetics of thermal degradation of color in peach puree. *Journal of Food Engineering* 39 (1999) 161-166. Doi 10.1016/S0260-8774(98)00157-5

Barbosa, G., Fontana, A., Labuza, T. 2007. Actividad de agua en los alimentos. Washington, USA, primera edición. 90 pág.

Blum J, Contreras M, Coello K. 2010 Aprovechamiento de sémola de maíz y harina de soya para desarrollar alimentos infantiles de reconstitución instantánea. Tesis Ing. Guayaquil, Ecuador. Escuela superior politécnica de litoral (ESPOL). 27 pág.

Bonilla, A. 2016. Fortificación de alimentos en Centroamérica y el Caribe. Consultado el: 24 de septiembre de 2016. Disponible en: <http://ilsa.org/wp-content/uploads/2016/07/Monografi%CC%81a-Fortificacio%CC%81n-de-alimentos-para-Centroame%CC%81rica-y-el-Caribe.pdf>

Calderón V, 2012. Evaluación de la calidad nutricional de alimentos elaborados con cultivos biofortificados. *CENTA*, vol. 17, No. 23, agosto de 2012.

Chávez R, Gallo P, Rossel G, Reynoso D, Leva H, Vera N. SF. Caracterización morfológica y moléculas de genotipos mejorados de camote (*Ipomoea batatas* L.) para ecosistemas áridos-salino-bóricos. Consultado el 24 de septiembre de 2016. Disponible en: <http://www.unjbg.edu.pe/coin2/pdf/01010801504.pdf>.

Chen B, Peng H, Chen H, 1995. Changes of Carotenoids, Color, and Vitamin A contents during Processing of Carrot Juice. *J. Agric. Food Chem* 1995, 43, 1912-1916. doi: 10.1021%40jf00055a029

Chiu M, Dillon A, Watson S. 2016. Vitamin A deficiency and xerophthalmia in children of a developed country. Consultado el: 12 de septiembre de 2016. Disponible en: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/jpc.13243/full>

Cuervo M, Corbalán M, Baladía E, Cabrerizo L, Formiguera X, Iglesias C, Lorenzo H, Polanco I, Quiles J, Romero M.D, Russolillo G, Villarino A, Martínez J.A. 2009. Comparativa de las Ingestas Dietéticas de Referencia (IDR) de los diferentes países de la Unión Europea, de Estados Unidos (EEUU) y de la Organización Mundial de la Salud (OMS). Consultado el 24 de septiembre de 2016. Disponible en: http://scielo.isciii.es/pdf/nh/v24n4/documento_especial2.pdf.

De Moura F, Moursi M, Donahue A, Angeles I, Atmarita A, Gironella G, Muslimatun S, Carriquiry A. 2016. Biofortified β -carotene rice improves vitamin A intake and reduces the prevalence of inadequacy among women and young children in a simulated analysis in Bangladesh, Indonesia, and the Philippines. Consultado el 24 de septiembre de 2016. Disponible en: <http://ajcn.nutrition.org/content/104/3/769.long>

Flores S, Martínez G, Toussaint G, Adell-Gras A, Copto-García A. 2006. Alimentación complementaria en los niños mayores de seis meses de edad. Bases técnicas. Medigraphic Artemisa. Vol.63 N°2. 44 pág.

Food and Agriculture Organization of the United Nation (FAO). Sf. La alimentación de los niños de más de seis meses. Consultado el 26 de septiembre de 2016. Disponible en: <http://www.fao.org/3/a-y5740s/y5740s11.pdf>

Harol R. 2001. An Introduction to Appearance Analysis. Consultado el 25 de septiembre de 2016. Disponible en: <http://www.color.org/ss84.pdf>.

Hernández M, Torruco J, Guerrero L, Betancur D. 2008 Caracterización fisicoquímica de almidones de tubérculos cultivados en Yucatán, México. Consultado el: 24 de septiembre de 2016. Disponible en: <http://www.scielo.br/pdf/cta/v28n3/a31v28n3.pdf>.

Instituto de Nutrición de Centroamérica y Panamá (INCAP). 2012. Tabla de composición de alimentos de Centroamérica. Consultado el: 25 de septiembre de 2016. Disponible en: <http://www.bvs.hn/docum/ops/TablaComposicionAlimentosCA-INCAP.pdf>

Jangchud K, Phimolsiripol Y, Haruthaithanasan V. 2003. Physicochemical Properties of Sweet Potato Flour and Starch as Affected by Blanching and Processing. Consultado el: 23 de Septiembre de 2016. Disponible en: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/star.200390053/abstract>

King J, De Pablo S. 1987. Estabilidad de las vitaminas extraído y adaptado de: “pérdidas de vitaminas durante el procesamiento de los alimentos”. Consultado el: 24 de septiembre de 2016. Disponible en: <http://www.aulavirtualexactas.dyndns.org>.

Lardizábal R. Manual de Producción de Camote. Consultado el 15 de septiembre de 2018. Disponible en: https://hortintl.cals.ncsu.edu/sites/default/files/articles/Manual_de_Produccion_de_Camote.pdf

Linares E, Bye D, Ramírez R, Pereda R. El camote. Consultado el: 15 de agosto de 2016. Disponible en: <http://www.biodiversidad.gob.mx/Biodiversitas/Articulos/biodiv81art3.pdf>

Macias, C; Basabe, B; Cabrera, A. 2013. Vitamina A y salud materno-infantil. La Habana, Cuba. Edición y diseño Molinos Trade S.A. pág. 33

Meléndez A, Vicario I, Heredia F. 2004. Estabilidad de los pigmentos carotenoides en los alimentos. Tesis Lic. Sevilla, España. Universidad de Sevilla. Vol. 54. 30pag.
Ministerio de salud, Perú (MINSA Perú). 2015. Alimentación complementaria. Consultado el: 15 de septiembre de 2016. Disponible en: <http://www.minsa.gob.pe/portada/Especiales/2015/Nutriwawa/matcom/ROTAFOLIO001.pdf>

Okello J, Sindi K, Low J, Shikuku K. 2013. Hidden hunger or knowledge hunger? Nutritional knowledge, diet diversity and micronutrient intake in Rwanda: The case of Vitamin A. Consultado el 16 de septiembre de 2016. Disponible en: <http://ageconsearch.umn.edu/bitstream/161278/2/Julius%20J.%20Okello%2c%20Kiriimi%20Sindi%2c%20Jan%20Low%20%26%20Kelvin%20Shikuku.pdf>

Perez L. 2010. Evaluación de las fracciones granulométricas de la harina de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) para la elaboración de una pasta alimenticia. Tesis Ing. Bogotá, Colombia. Universidad nacional de Colombia. 57 pág.

Programa Mundial de Alimentos, 2007. El hambre y la salud: serie de informes sobre el hambre en el mundo. Editor Earthscan. Consultado el 10 de mayo del 2016. Disponible en: https://www.wfp.org/sites/default/files/WHS_07_El_Hambrey_la_Salud_leaflet_ES.pdf

Roberts A, O’Brien M, Subak-Sharpe G. 2003. Enciclopedia de la medicina ortomolecular. Nutricéuticos: suplementos nutricionales, vitaminas, minerales, oligoelementos, alimentos curativos. Traducido por: Ana María Rubio. Barcelona, España. Editorial Alternativas Robin Book. 377 pág.

Rodríguez A, Posada A, Quiroz R. 2014. Rendimiento y absorción de algunos nutrimentos en plantas de camote cultivadas con estrés hídrico y salino. Revista chapingo serie horticultura. Volumen 20. 11 pág.

Rodríguez V. 2008. Bases de la Alimentación Humana. Madrid, España. Editorial Gesbiblo, S.L. 266 pág.

Srivastava S, Genitha T, Yadav V. 2012. Preparation and Quality Evaluation of Flour and Biscuit from Sweet Potato. Consultado el: 25 de Agosto de 2016. Disponible en: <http://www.omicsonline.org/preparation-and-quality-evaluation-of-flour-and-biscuit-from-sweet-potato-2157-7110.1000192.pdf>

Techeira N, Sívoli L, Perdomo B, Ramírez A, Sosa F. Caracterización físicoquímica, funcional y nutricional de harinas crudas obtenidas a partir de diferentes variedades de yuca (*Manihot esculenta* Crantz), batata (*Ipomoea batatas* Lam) y ñame (*Dioscorea alata*), cultivadas en Venezuela. Consultado el: 22 de septiembre de 2016. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=33930206009>

The National Academies Press. 2001. Dietary Reference Intakes for Vitamin A, Vitamin K, Arsenic, Boron, Chromium, Copper, Iodine, Iron, Manganese, Molybdenum, Nickel, Silicon, Vanadium, and Zinc. Chapter 4. Consultado el 13 de septiembre de 2016. Disponible en: <https://www.nap.edu/read/10026/chapter/6>

Truong, V; R. Avula. 2010. Sweet potato puree and powder functional food ingredients. Sweet Potato: Chapter 5. Post Harvest Aspects in Food. Ray, R., K. Tomlins. New York, United States of America. Nova Science Publishers, Inc. 117-161 pág.

Van Jaarsveld J, Faber M, Tanumihardjo S, Nestel P, Lombard C, Spinnler S. 2005. β Carotene-rich orange-fleshed sweet potato improves the vitamin A status of primary school children assessed with the modified-relative-dose-response test^{1,2,3}. Consultado el: 25 de Agosto de 2016. Disponible en: <http://ajcn.nutrition.org/content/81/5/1080.full>

Vargas. 2012. Harinas y almidones de yuca, ñame, camote y ñampi: propiedades funcionales y posibles aplicaciones en la industria alimentaria. Consultado el: 23 de septiembre de 2016. Disponible en: <file:///C:/Users/faressa.poveda/Downloads/Dialnet-HarinasYAlmidonesDeYucaNameCamoteYNampi-4835676.pdf>

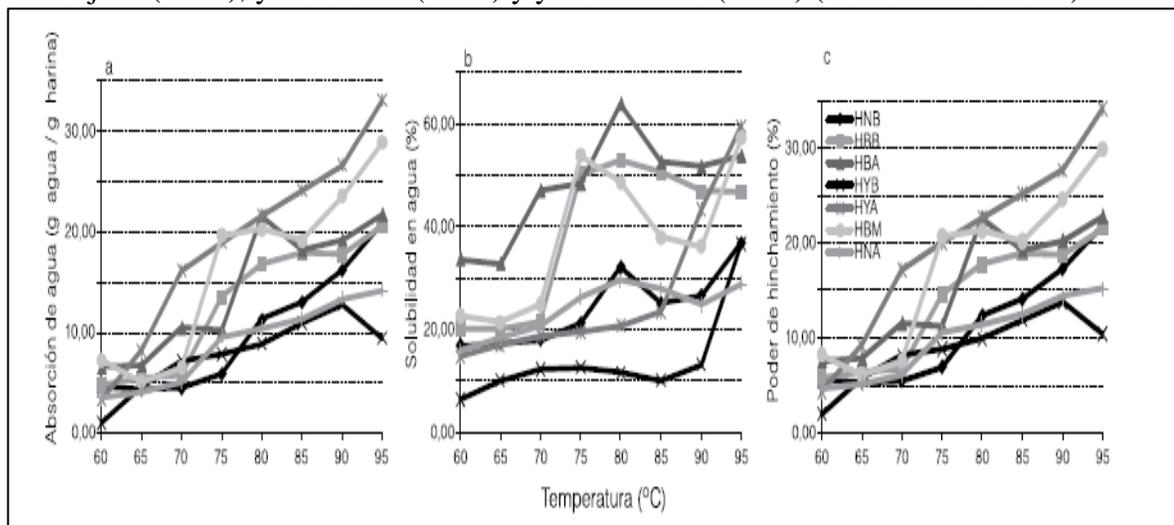
Velásquez G. 2006. Fundamentos de alimentación saludable. Medellín, Colombia. Editorial Universidad de Antioquia. 129 pág.

7. ANEXOS

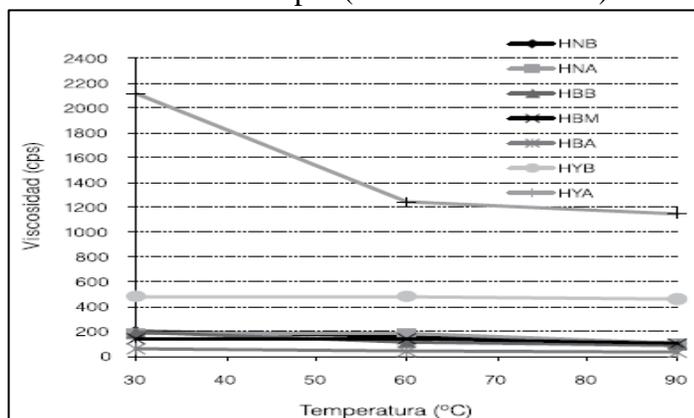
Anexo 1. Caracterización de camote variedad ICTA Dorado^{BC}

	Humedad (g/100g)	Proteína Cruda (g/100g)	Grasa cruda (g/100g)	Cenizas (g/100g)	Carbohidrat os totales (g/100g)	Energía (kcal/100g)	Fibra cruda (g/100 g)	B-Caroteno (mg/ 100 g)	Hierro (mg/ 100 g)	Zinc (mg/ 100 g)	Fósforo (mg/ 100 g)
ICTA Dorado ^{BC}	68.52	0.82	0.36	0.94	29.4	124	1.36	16.4	0.40	0.25	52.4

Anexo 2. Absorción de agua (g agua / g harina), (b) solubilidad en agua (%), y (c) poder de hinchamiento en batata anaranjada. Absorción de agua (g agua / g harina), (b) solubilidad en agua (%), y (c) poder de hinchamiento (%) de las suspensiones de harinas de ñame blanco (HNB), ñame amarillo (HNA), batata blanca (HBB), batata morada (HBM), batata anaranjada (HBA), yuca blanca (HYB) y yuca amarilla (HYA) (Techeira *et al* 2014).



Anexo 3. Viscosidad de la harina cruda de batata anaranjada. Viscosidad de las harinas crudas de ñame blanco (HNB), ñame amarillo (HNA), batata blanca (HBB), batata morada (HBM), batata anaranjada (HBA), yuca blanca (HYB) y yuca amarilla (HYA), en función del tiempo, a velocidad constante de 30rpm (Techeira et al 2014).



Anexo 4. Temperatura y entalpía de gelatinización de los almidones de camote. Temperatura (°C) y entalpía ΔH (J.g⁻¹) de gelatinización de los almidones makal, camote, yuca y sagú, comparados con otras fuentes (Hernández et al 2008).

Almidones	Ti (°C)	Tp (°C)	Tf (°C)	ΔH (J.g ⁻¹)
Makal	72,5 ^a	78,4 ^a	84,0 ^a	14,9 ^a
Camote	55,2 ^b	61,3 ^b	68,2 ^b	9,2 ^b
Yuca	57,8 ^c	65,2 ^c	75,3 ^c	10,0 ^c
Sagú	62,2 ^d	74,9 ^d	89,2 ^d	12,5 ^d
<i>X. sagittifolium</i> ¹	66-83	69-85	79-90	4-15
Camote ¹	58-75	63-74	78-86	10-18
Yuca ¹	50,68	54-78	60-100	4-22
Maíz ²	62,3	66,3	72,9	10,3
Papa ²	60	69	80	4,6

Anexo 5. Empaque y etiqueta de la harina de camote biofortificado.



Anexo 6. Flujo de proceso para la elaboración de harina de camote de pulpa naranja.



Anexo 7. Preparación y cocción de harina de camote para la elaboración de papilla.



Anexo 9. Toma correcta de temperatura en la elaboración de papilla.



Anexo 8. Análisis sensorial a madres hondureñas en la comunidad del Jicarito, Francisco Morazán.



Anexo 10. Resultado de interacciones por Lsmeans para cantidad de β -carotenos (mg/100g) en las papillas.

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
REP	5	0.76243207	0.15248641	1.28	0.3973
TEMPERATURA	1	0.92716566	0.92716566	7.77	0.0386
TIEMPO	1	0.58287900	0.58287900	4.88	0.0781
REP*TIEMPO	5	1.33904821	0.26780964	2.24	0.1979
REP*TEMPERATURA	5	1.37030422	0.27406084	2.30	0.1914
TEMPERATURA*TIEMPO	1	0.24128171	0.24128171	2.02	0.2143

Anexo 11. Resultado de interacciones por Lsmeans para actividad de agua (A_w) en las papillas.

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
REP	2	0.00008867	0.00004433	6.33	0.1364
TEMPERATURA	1	0.00002700	0.00002700	3.86	0.1885
TIEMPO	1	0.00000000	0.00000000	0.00	1.0000
REP*TIEMPO	2	0.00000200	0.00000100	0.14	0.8750
REP*TEMPERATURA	2	0.00003800	0.00001900	2.71	0.2692
TEMPERATURA*TIEMPO	1	0.00002700	0.00002700	3.86	0.1885

Anexo12. Resultado de interacciones por Lsmeans para el pH en las papillas.

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
REP	2	0.00006667	0.00003333	0.03	0.9750
TEMPERATURA	1	0.00003333	0.00003333	0.03	0.8875
TIEMPO	1	0.00003333	0.00003333	0.03	0.8875
REP*TIEMPO	2	0.00026667	0.00013333	0.10	0.9070
REP*TEMPERATURA	2	0.00206667	0.00103333	0.79	0.5571
TEMPERATURA *TIEMPO	1	0.00030000	0.00030000	0.23	0.6784

Anexo 13. Resultado de interacciones por Lsmeans para la viscosidad (Pa.s) en las papillas.

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
REP	2	2.6097193	1.3048596	4.75	0.1739
TEMPERATURA	1	542.5703187	542.5703187	1975.06	0.0005
TIEMPO	1	33.1475928	33.1475928	120.66	0.0082
REP*TIEMPO	2	0.3149489	0.1574745	0.57	0.6356
REP*TEMPERATURA	2	6.8097619	3.4048810	12.39	0.0747
TEMPERATURA *TIEMPO	1	4.9290337	4.9290337	17.94	0.0515

Anexo14. Resultado de interacciones por Lsmeans para el valor de L* (Escala L* a* b*) en las papillas.

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
REP	2	21.57061667	10.78530833	725.88	0.0014
TEMPERATURA	1	7.71203333	7.71203333	519.04	0.0019
TIEMPO	1	2.61333333	2.61333333	175.88	0.0056
REP*TIEMPO	2	3.26951667	1.63475833	110.02	0.0090
REP*TEMPERATURA	2	1.06581667	0.53290833	35.87	0.0271
TEMPERATURA *TIEMPO	1	2.25333333	2.25333333	151.65	0.0065

Anexo15. Resultado de interacciones por Lsmeans para el valor de a* (Escala L* a* b*) en las papillas.

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
REP	2	1.76821667	0.88410833	100.75	0.0098
TEMPERATURA	1	11.31020833	11.31020833	1288.91	0.0008
TIEMPO	1	1.63540833	1.63540833	186.37	0.0053
REP*TIEMPO	2	0.11101667	0.05550833	6.33	0.1365
REP*TEMPERATURA	2	1.46961667	0.73480833	83.74	0.0118
TEMPERATURA*TIEMPO	1	0.21067500	0.21067500	24.01	0.0392

Anexo16. Resultado de interacciones por Lsmeans para el valor de b* (Escala L* a* b*) en las papillas.

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
REP	2	1.73146667	0.86573333	20.40	0.0467
TEMPERATURA	1	12.02000833	12.02000833	283.27	0.0035
TIEMPO	1	2.91067500	2.91067500	68.59	0.0143
REP*TIEMPO	2	0.16380000	0.08190000	1.93	0.3413
REP*TEMPERATURA	2	6.34726667	3.17363333	74.79	0.0132
TEMPERATURA*TIEMPO	1	10.02840833	10.02840833	236.33	0.0042