

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA.

CENTRO UNIVERSITARIO DE SUROCCIDENTE.

CARRERA DE INGENIERÍA EN ALIMENTOS.



TRABAJO DE GRADUACIÓN

**EVALUACIÓN DEL EFECTO DE LA TEMPERATURA DE COCCIÓN Y HORNEADO EN EL CONTENIDO DE HIERRO, ZINC Y  $\beta$ -CAROTENOS DEL RELLENO DE PURÉ DE CAMOTE (*Ipomoea batatas*) BIOFORTIFICADO, UTILIZADO EN UNA BARRA ALIMENTICIA.**

PRESENTADO POR:

T.U. GABRIELA ALEJANDRA RIVERA FLORES

2255686081101

JULIO DE 2018.

MAZATENANGO, SUCHITEPÉQUEZ.

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
CENTRO UNIVERSITARIO DE SUROCCIDENTE**

Ing. Murphy Olimpo Paiz Recinos

Rector

Arq. Carlos Enrique Valladares Cerezo

Secretario General

**MIEMBROS DEL CONSEJO DIRECTIVO DEL CENTRO UNIVERSITARIO DE  
SUROCCIDENTE**

Dr. Guillermo Vinicio Tello Cano

Director

**REPRESENTANTES DE PROFESORES**

MSc. José Norberto Thomas Villatoro

Secretario

Dra. Mirna Nineth Hernández Palma

Vocal

**REPRESENTANTE GRADUADO DEL CUNSUROC**

Lic. Ángel Estuardo López Mejía

Vocal

**REPRESENTANTES ESTUDIANTILES**

Lcda. Elisa Raquel Martínez González

Vocal

Br. Irrael Esduardo Arriaza Jerez

Vocal

## **COORDINACIÓN ACADÉMICA**

MSc. Bernardino Alfonso Hernández Escobar  
Coordinador Académico

MSc. Alvaro Estuardo Gutiérrez Gamboa  
Coordinador Carrera Licenciatura en Administración de Empresas

Lic. Edin Anibal Ortiz Lara  
Coordinador Carrera de Licenciatura en Trabajo Social

Lic. Mauricio Cajas Loarca  
Coordinador de las Carreras de Pedagogía

MSc. Edgar Roberto del Cid Chacón  
Coordinador Carrera Ingeniería en Alimentos

Ing. Agr. Edgar Guillermo Ruiz Recinos  
Coordinador Carrera Ingeniería Agronomía Tropical

MSc. Karen Rebeca Pérez Cifuentes  
Coordinadora Carrera Ingeniería en Gestión Ambiental Local

Lic. Sergio Rodrigo Almengor Posadas  
Coordinador Carrera de Licenciatura en Ciencias Jurídicas y Sociales  
Abogacía y Notariado

Lic. José Felipe Martínez Domínguez  
Coordinador de Área

### **CARRERAS PLAN FIN DE SEMANA**

MSc. Tania Elvira Marroquín Vásquez  
Coordinadora de las carreras de Pedagogía

Lic. Henrich Herman León  
Coordinador Carrera Periodista Profesional y  
Licenciatura en Ciencias de la Comunicación

## **DEDICATORIA**

### **A Dios.**

Por su gran amor y su inmensa misericordia hacia mi persona, por la vida, salud y sabiduría que me regala cada día, por hacerme ver que lo que nunca se debe perder es la fe y por haberme permitido llegar hasta este punto.

### **A mi madre Gladys de Rivera.**

Por haberme apoyado en todo momento, por sus consejos, sus valores, por la motivación constante, por sus infinitas muestras de amor y comprensión y por hacer de mí una persona de bien. Por ser mi pilar de fe y por cada oración hacia mi persona que eran capaz de llenar cualquier vacío.

### **A mi padre Sergio Rivera.**

Por su confianza y amor, porque siempre me decía que podía realizar todo lo que me propusiera, por la motivación y por hacerme ver que todo esfuerzo tiene su recompensa.

### **A mis familiares.**

En especial a mis hermanos **Oscar y Kevin** por el apoyo que me brindaron en todo momento y por el amor que me demuestran día con día. A mis abuelitas por todos los consejos brindados, a mis tías y tíos, a mis primos y primas, porque de forma directa o indirecta fueron partícipes de este logro.

### **A mis catedráticos.**

Por su gran apoyo y motivación para la culminación de mis estudios profesionales. Y a los que marcaron cada etapa de mi camino universitario, y que me ayudaron en asesorías y dudas presentadas en la elaboración de la tesis, en especial al Ing. Marcos López y a la Licda. María Hengly Girón

**A mis asesores:**

M.Sc. Edgar Roberto del Cid Chacón y M.Sc. Aldo Antonio de León Fernández por el apoyo y paciencia que tuvieron en la elaboración de esta tesis.

**A mis amigos.**

A todos los que fueron parte de estos años universitarios por el apoyo que nos brindamos mutuamente en nuestra formación profesional y a todas aquellas personas que de una u otra manera siempre me han apoyado, personas que para mí son ángeles con un gran corazón, que en los momentos difíciles siempre han estado allí sin la necesidad de buscarlos o solicitar cualquier clase de ayuda y por quienes guardo un gran aprecio.

**¡Esto es gracias a ustedes!**

## **AGRADECIMIENTOS**

**A DIOS:** porque yo hice mi trabajo en la tierra y ÉL hizo el suyo en la tierra y en el cielo. GRACIAS infinitas por todo tu amor y misericordia para con mi vida y la de mi familia, nada sería sin ti.

**A MI MAMÁ:** por su ejemplo y todo el apoyo que me brinda día con día, esta vida no me alcanzará para devolverle todo lo que me ha dado.

**A MI PAPÁ:** por su apoyo incondicional y las múltiples enseñanzas de vida que me das.

**A MIS HERMANOS:** por una vida entera juntos y tantos buenos momentos compartidos.

**A MIS ABUELITAS:** por el tiempo y las enseñanzas que me brindaron en la infancia.

**A MIS TIOS:** por el apoyo que me han dado a lo largo de mi vida.

**A LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA:** por la oportunidad que me brindó de realizar mis estudios universitarios en esta magna casa de estudios.

**A MIS ASESORES:** por su tiempo, dedicación y apoyo en todo el proceso de la tesis.

**A MIS AMIGOS:** por estar conmigo a lo largo de la universidad y seguir presentes en mi vida.

**A MIS CATEDRATICOS:** por el conocimiento brindado.

## ÍNDICE GENERAL

1. RESUMEN.....	1
2. ABSTRACT.....	3
3. INTRODUCCIÓN.....	5
4. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	7
5. JUSTIFICACIÓN.....	8
6. MARCO REFERENCIAL.....	9
6.1. Camote ( <i>Ipomoea batatas</i> ).....	9
6.1.1. Generalidades.....	9
6.1.2. Calidad nutricional.....	12
6.2. Usos del camote.....	13
6.3. Utilización de camote común en Guatemala.....	13
6.4. Cultivos biofortificados.....	14
6.4.1. Cultivos biofortificados a nivel mundial.....	15
6.4.2. Cultivos biofortificados a nivel latino americano.....	18
6.4.3. Cultivos biofortificados a nivel de Guatemala.....	19
6.5. Industrialización del camote biofortificado.....	22
6.6. Situación de la desnutrición en Guatemala.....	22
6.7. Estabilidad de los nutrientes.....	24
6.8. Estadística descriptiva.....	26
7. OBJETIVOS.....	27
7.1. General.....	27
7.2. Específicos.....	27
8. HIPOTESIS.....	28
9. RECURSOS.....	29
9.1. Recursos humanos.....	29
9.2. Recursos físicos.....	29
9.3. Recursos institucionales.....	29
9.4. Recursos económicos.....	29

9.5. Materiales y equipo.....	30
9.5.1. Materia prima.....	30
9.5.2. Equipo para elaboración de la barra alimenticia.....	30
10. MARCO OPERATIVO.....	32
10.1. Metodología de Investigación.....	32
10.2. Formulaciones utilizadas.....	36
10.3. Diagrama de flujo de la barra alimenticia.....	38
11. RESULTADOS Y ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	40
11.1. Obtención y análisis de camote biofortificado (crudo).....	40
11.2. Elaboración de la barra alimenticia.....	42
11.2.1. Elaboración del relleno (Proceso de Cocción).....	43
11.2.1.1 $\beta$ -carotenos.....	44
11.2.1.2 Hierro y Zinc.....	47
11.2.2. Proceso de Horneado.....	50
11.2.2.1 $\beta$ -carotenos.....	50
11.2.2.2 Hierro y Zinc.....	52
12. CONCLUSIONES.....	57
13. RECOMENDACIONES.....	59
14. REFERENCIA BIBLIOGRAFICAS.....	60
15. ANEXOS.....	64
15.1. Receta base para la barra y el relleno.....	64
16. APENDICES.....	65
16.1. Resultados oficiales de los análisis bromatológicos del Laboratorio del Instituto de Nutrición de Centroamérica y Panamá –INCAP-.....	65
16.2. Resultado de análisis bromatológicos con la media aritmética (Etapa de cocción).....	74
16.3. Resultados de análisis bromatológicos con la media aritmética (Etapa de horneado).....	76
17. GLOSARIO.....	78



## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura No. 1: Diagrama de flujo de la barra alimenticia.....	38
Figura No. 2: Diagrama de flujo proceso técnico de elaboración de una barra alimenticia...	39

## ÍNDICE DE GRÁFICAS

Gráfica No. 1: Contenido de $\beta$ -carotenos de la etapa de cocción.....	44
Gráfica No. 2: Contenido de Hierro de la etapa de cocción.....	47
Gráfica No. 3: Contenido de Zinc de la etapa de cocción.....	48
Gráfica No. 4: Contenido de $\beta$ -carotenos de la etapa de horneado.....	51
Gráfica No. 5: Contenido de Hierro de la etapa de horneado.....	53
Gráfica No. 6: Contenido de Zinc de la etapa de horneado.....	54

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla No.1: Composición nutricional del camote crudo.....	12
Tabla No. 2: Cultivos y sus nutrientes según prioridades .....	14
Tabla No. 3: Formulación del relleno para la barra alimenticia.....	36
Tabla No. 4: Formulación de la base para la barra alimenticia.....	36
Tabla No. 5: Formulación de la barra alimenticia.....	37
Tabla No. 6: Resultados de análisis bromatológicos de camote biofortificado crudo.....	41
Tabla No. 7: Análisis bromatológicos de $\beta$ -carotenos en el relleno post cocción.....	44
Tabla No. 8: Análisis bromatológicos de Hierro en el relleno post cocción.....	47
Tabla No. 9: Análisis bromatológicos de Zinc en el relleno post cocción.....	48
Tabla No. 10: Análisis bromatológicos de $\beta$ -carotenos en el relleno post horneado.....	50

Tabla No. 11: Análisis bromatológicos de Hierro en el relleno post horneado.....	52
Tabla No. 12: Análisis bromatológicos de Zinc en el relleno post horneado.....	54
Tabla No. 13: Análisis bromatológicos del relleno cocción $t_1T_a$ .....	74
Tabla No. 14: Análisis bromatológicos del relleno cocción $t_2T_a$ .....	74
Tabla No. 15: Análisis bromatológicos del relleno cocción $t_1T_b$ .....	74
Tabla No. 16: Análisis bromatológicos del relleno cocción $t_2T_b$ .....	75
Tabla No. 17: Análisis bromatológicos general del relleno proceso de cocción.....	75
Tabla No. 18: Análisis bromatológicos del relleno horneado $t_1T_a$ .....	76
Tabla No. 19: Análisis bromatológicos del relleno horneado $t_2T_a$ .....	76
Tabla No. 20: Análisis bromatológicos del relleno horneado $t_1T_b$ .....	76
Tabla No. 21: Análisis bromatológicos del relleno horneado $t_2T_b$ .....	77
Tabla No. 22: Análisis bromatológicos general del relleno proceso de horneado.....	77

## 1. RESUMEN

El objetivo principal de esta investigación fue evaluar el efecto de la temperatura de cocción y horneado en el contenido de hierro, zinc y  $\beta$ -carotenos del relleno de puré de camote (*Ipomoea batatas*) biofortificado, utilizado en una barra alimenticia, con la finalidad de ver qué tanto afectan los procesos térmicos en el producto final.

Para ello se seleccionó la materia prima a utilizar, la cual fue donada por el Instituto de Ciencias y Tecnología Agrícola –ICTA-, quienes proporcionaron la variedad de camote biofortificado con  $\beta$ -carotenos, hierro y zinc (ICTA Dorado), liberado en el año 2016. A dicha variedad se le realizó inicialmente un análisis bromatológico para verificar el aporte de la técnica de fitomejoramiento a la que esta es sometida para mejorar sus características nutritivas, entre otras. Los resultados revelaron que el único nutriente que se beneficia de esta técnica es el hierro, caso contrario con los  $\beta$ -carotenos y el zinc, los cuales al comparar los resultados (en crudo) con las tablas nutricionales del camote anaranjado común (crudo sin biofortificar) según datos del Instituto de Nutrición de Centroamérica y Panamá –INCAP- publicados en el año 2016, la variedad de camote biofortificado crudo no cumple ni con el contenido nutricional aproximado del camote común crudo.

Sin embargo y a pesar de no obtener los resultados deseados se continuó con el enfoque principal de la investigación, que era establecer la repercusión que tienen los procesos térmicos a los que son sometidos un sinnúmero de alimentos (cocción y horneado) tienen con respecto a estos tres nutrientes ( $\beta$ -carotenos, hierro y zinc).

En los resultados de esta investigación se puede observar que el proceso de cocción ejerce un efecto positivo en la estabilidad de los  $\beta$ -carotenos en un porcentaje de aumento de **41.97%** con respecto a la muestra en crudo, mientras que en el caso de los minerales (hierro y

zinc), ejerce un efecto negativo ya que provoca una disminución de estos, en el hierro ocurre una disminución de **42.92%** con respecto a la muestra en crudo y en el caso del zinc el porcentaje de disminución es del **24.85%** con respecto a la muestra en crudo.

En el proceso de horneado ocurre una disminución de los  $\beta$ -carotenos del **18.85%** con respecto a la muestra inicial post cocción (muestra con tiempo y temperatura de cocción que obtuvo la menor pérdida de nutrientes, en este caso fue la muestra **t1Ta**). Mientras que en este caso los minerales se concentran y aumentan su contenido, el hierro tiene un aumento del **21.19%** y el zinc tiene un aumento del **113.71%**, ambos con respecto a la muestra inicial post cocción.

Por lo que se puede concluir que en el proceso de cocción, el efecto que produce el calor húmedo, beneficia el contenido de  $\beta$ -carotenos aumentando su cantidad inicial, y ocasiona una lixiviación de los minerales (hierro y zinc), disminuyendo su cantidad inicial, mientras que en el proceso de horneado, el efecto que produce el calor seco, provoca la pérdida de  $\beta$ -carotenos por las altas temperaturas a las que fue sometido el relleno de camote, recordando que los  $\beta$ -carotenos suelen ser termosensibles, y en estas condiciones tienden a perderse, caso contrario de lo que ocurre con los minerales (hierro y zinc) ya que el proceso de horneado ocasiona una evaporación de agua y esto provoca que el hierro y zinc se concentren más en las muestras de puré de camote biofortificado aumentando su contenido pre horneado.

## 2. ABSTRACT

The main objective of this research was to evaluate the effect of the cooking and baking temperature on the content of iron, zinc and  $\beta$ -carotenes in the stuffing of sweet potato puree (*Ipomoea batatas*) biofortified, used in a food bar, in order to see how much thermal processes affect the final product.

For this, the raw material to be used was selected, which was donated by the Institute of Agricultural Sciences and Technology -ICTA-, who provided the variety of sweet potato biofortified with  $\beta$ -carotenes, iron and zinc (ICTA Dorado), released in the year 2016. Initially, a bromatological analysis was made to this variety to verify the contribution of the plant breeding technique to which it is subjected to improve its nutritional characteristics, among others. The results revealed that the only nutrient that benefits from this technique is iron, otherwise with the  $\beta$ -carotenes and zinc, which when comparing the results (raw) with the nutritional tables of the common orange sweet potato (crude without biofortifying ) according to data from the Institute of Nutrition of Central America and Panama -INCAP- published in 2016, the variety of raw biofortified sweet potato does not comply with the approximate nutritional content of common raw sweet potato.

However, despite not obtaining the desired results, we continued with the main focus of the research, which was to establish the repercussion of the thermal processes to which an endless number of foods (cooking and baking) are subjected with respect to these three nutrients ( $\beta$ -carotenes, iron and zinc).

In the results of this investigation it can be observed that the cooking process exerts a positive effect on the stability of  $\beta$ -carotenes in a percentage of increase of **41.97%** with

respect to the crude sample, while in the case of minerals (iron and zinc), has a negative effect as it causes a decrease in iron, there is a decrease of **42.92%** with respect to the raw sample and in the case of zinc the percentage of decrease is **24.85%** with respect to to the raw sample.

In the baking process there is a decrease of  $\beta$ -carotenes of **18.85%** with respect to the initial sample after cooking (sample with time and cooking temperature that obtained the lowest loss of nutrients, in this case it was the **t1Ta** sample). While in this case the minerals are concentrated and their content increases, iron has an increase of **21.19%** and zinc has an increase of **113.71%**, both with respect to the initial post-cooking sample.

So it can be concluded that in the cooking process, the effect produced by moist heat, benefits the content of  $\beta$ -carotenes increasing its initial amount, and causes a leaching of minerals (iron and zinc), decreasing its initial amount . While in the baking process, the effect produced by dry heat causes the loss of  $\beta$ -carotenes due to the high temperatures to which the sweetpotato filling was subjected, remembering that  $\beta$ -carotenes are usually thermosensitive, and in these conditions tend to be lost, contrary to what happens with minerals (iron and zinc) since the baking process causes evaporation of water and this causes iron and zinc to concentrate more in samples of sweet potato puree biofortified increasing its pre-baked content.

### 3. INTRODUCCIÓN

(Rivera, 2014) En los últimos años se han notado cambios en las preferencias de los consumidores respecto al consumo de barras alimenticias, con un crecimiento anual de aproximadamente el 10%, debido a que resultan ser un alimento rápido y económico.

Mediante investigaciones, como las fortificaciones y enriquecimientos, en algunos casos han mejorado la calidad nutricional de dicho alimento, sin embargo, el desarrollo de barras alimenticias comerciales se ha focalizado fundamentalmente en la obtención de productos de buenas características tecnológicas y organolépticas, prolongada vida útil a temperatura ambiente y con formulaciones utilizando ingredientes de bajo costo. En consecuencia, a pesar del posicionamiento como alimentos saludables, las barras alimenticias comerciales están lejos de responder a la calidad nutricional que exige la población actual.

El Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícola –ICTA de Guatemala- ha desarrollado cultivos como el arroz, maíz, frijol, camote y yuca, que cuentan con una mejora en cuanto a su calidad nutricional mediante la biofortificación, de los cuales se destaca la variedad de camote (*Ipomoea batatas*) biofortificado con hierro, zinc y  $\beta$ -carotenos, con el cual se desarrolló un relleno de puré para una barra alimenticia con base de harinas de avena (*avena sativa*) y trigo (*triticum aestivum*) que también son alimentos con alto valor nutritivo.

Por tanto, en la presente investigación se realizaron ensayos con dos variaciones de las variables físicas de tiempo y temperatura en los procesos de cocción y horneado para la elaboración del relleno de puré de camote (*Ipomoea batatas*) biofortificado con hierro, zinc y  $\beta$ -carotenos, utilizado en una barra alimenticia, con la finalidad de verificar, por medio de

análisis bromatológicos, la estabilidad en este caso del hierro, zinc y  $\beta$ -carotenos contenidos en los cultivos de camote biofortificado. La cuantificación del contenido de nutrientes en el camote biofortificado (hierro, zinc y  $\beta$ -carotenos) se realizó en el Instituto de Nutrición de Centroamérica y Panamá –INCAP-, y los resultados fueron evaluados por medio de estadística descriptiva.

El enfoque principal de la investigación fue evaluar el efecto de la temperatura de cocción y horneado en el contenido de  $\beta$ -carotenos, hierro y zinc del camote biofortificado. Comprobando que el factor más determinante en estos procesos es el tiempo, ya que en ambos procesos (cocción y horneado) a menor tiempo menor pérdida de nutrientes, por lo cual las muestras que favorecieron la estabilidad de los tres nutrientes ( $\beta$ -carotenos, hierro y zinc) fueron: en el proceso de cocción **t1Ta** (7 min. 60°C) y en el proceso de horneado **t1Ta** (30 min. 170°C).

El proceso de cocción ejerce un efecto positivo en la cantidad de  $\beta$ -carotenos aumentando un **13.16%** de su contenido inicial (crudo), caso contrario a lo que ocurre con el hierro y el zinc, los cuales disminuyen su contenido inicial (crudo) en **42.92%** y **24.85%** respectivamente. Asimismo también se observó que entre el proceso de cocción y horneado hubo una variable de disminución del contenido de  $\beta$ -carotenos del **18.85%**, mientras que en este caso los minerales entre un proceso y otro ocurre un aumento de su contenido; el hierro tiene un aumento del **21.19%** y el zinc tiene un aumento del **113.71%**, por lo que se rechazan las hipótesis descritas en la presente investigación.



#### 4. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Según el Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia –UNICEF-, Guatemala ocupa el quinto lugar en desnutrición a nivel mundial. Por esta razón la desnutrición es considerada uno de los problemas que más preocupa a la población del país y suele afectar en cualquier etapa de la vida, desde la niñez hasta la vejez.

Estar dentro de los cinco países con los niveles de desnutrición más altos coloca en evidencia la deficiencia nutricional de la población guatemalteca, por lo cual es de gran importancia resaltar alimentos funcionales que estén al alcance de toda persona tanto física como económicamente.

Es por ello que una de las principales demandas para la industria alimentaria es proveer alimentos que aporten calidad nutricional al consumidor, sin embargo, uno de los principales factores que amenazan la estabilidad nutricional de los alimentos son los procesos térmicos a los cuales la mayoría de alimentos son sometidos durante su elaboración tanto en un hogar como en una industria.

Con la elaboración del relleno en forma de puré utilizando la variedad de camote biofortificado que el Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícola –ICTA- está cultivando, se verificó por medio de análisis bromatológicos si la biofortificación aporta una mejora en la calidad nutricional del producto final.

Con base a lo anterior se planteó la siguiente interrogante: ¿Afectarán los procesos térmicos la estabilidad de componentes nutricionales como hierro, zinc y  $\beta$ -carotenos del camote biofortificado (*Ipomoea batatas*) en la elaboración de un puré que servirá como relleno en la producción de una barra alimenticia?

## 5. JUSTIFICACIÓN

Guatemala es un país que en la actualidad registra un **52.8%** de sus habitantes en pobreza y pobreza extrema, según los últimos datos de la Secretaria de Planificación y Programación de la Presidencia –SEGEPLAN- , publicados en enero de 2016. Asimismo ocupa el quinto lugar de desnutrición a nivel mundial, según –UNICEF-. Estos índices tan marcados demandan el desarrollo de productos de alto valor nutritivo y bajo costo.

Hoy en día el Instituto de Ciencias y Tecnología Agrícola –ICTA- produce cultivos biofortificados, que es una técnica que pronostica una forma de reducir el índice de desnutrición en la población guatemalteca, ya que en estos se aplican técnicas de fitomejoramiento, que consisten en un mejoramiento genético aprovechando la variabilidad existente en las diferentes variedades de especies cultivadas, con la finalidad de aumentar el nivel de nutrientes, además de desarrollar una estabilidad en el cultivo significativa porque pueden sobrevivir cambios climáticos y plagas en mayor porcentaje que los cultivos normales, esto significa que se obtendrían cosechas seguras, con mayor valor nutricional, a un bajo costo y por ser cultivos básicos se pretende que toda la población pueda tener acceso a ellos.

Por estas razones se realizó la elaboración de un relleno en forma de puré de camote (*Ipomoea batatas*) biofortificado con hierro, zinc y  $\beta$ -carotenos, utilizado para una barra alimenticia, con la finalidad de evaluar por medio de análisis bromatológicos qué tanto afectarían los procesos térmicos de cocción y horneado a los componentes de la biofortificación contenidos en el relleno. La importancia de esta investigación recae en la necesidad que hoy en día tiene la industria alimentaria en proveerse de materia prima con alto valor nutritivo el cual pueda mantenerse estable durante un proceso.

## 6. MARCO TEÓRICO

### 6.1. Camote Común (*Ipomoea batatas*)

#### 6.1.1. Generalidades

El Camote es una planta perenne, cultivada anualmente, pertenece a la familia de convolvuláceas (Convolvulaceae). A diferencia de la papa que es un tubérculo, o esqueje engrosado, el camote es una raíz comestible con muy altas propiedades nutricionales para el consumo. Se estima que el camote se originó en la región comprendida entre el sur de México, América Central y el norte de Brasil. (Carrillo, 2015)

La especie se adapta desde el nivel del mar hasta los 1,500 metros de altura, en donde se presentan temperaturas de 20°C a 30°C, que aceleran su metabolismo. Requiere de 12 a 13 horas diarias de luz, soporta temperaturas mínimas de hasta 12°C. Se adapta a suelos con buena aireación, buen drenaje, que sean livianos y con alto contenido de materia orgánica, tipo franco arenosos hasta franco arcillosos, con pH entre 5,2 y 7,7. El desarrollo de hojas y tallo es muy vigoroso pero su rendimiento de raíces es muy bajo al igual que su calidad, las raíces de mejor calidad se obtienen en suelos arenosos y pobres, aunque los rendimientos son bajos.

En Guatemala el camote es producido en los departamentos de Sacatepéquez, San Marcos, Santa Rosa, Zacapa y Suchitepéquez (Guevara, 1992) .

## Clasificación Taxonómica

Reino: Plantae

División: Spermatophyta

Clase: Magnoliatae

Género: Ipomoea

Orden: Polemoniales

Subdivisión: Magnoliophytina

Especie: Batata

Familia: Convolvulácea

(Carrillo, 2015).

## Características Morfológicas

- **Hojas:** son simples insertadas en el tallo, tiene una longitud de (4 a 20) cm., su forma puede ser orbicular ovalada, el borde se presenta como entero, dentado, lobulado o partido. La coloración varía de verde pálido hasta verde oscuro con pigmentaciones moradas (Folquer, 1978).
- **Flores:** están agrupadas en inflorescencias de tipo racimo, con un raquis de (5 a 20) cm. de largo, su color va desde verde pálido hasta púrpura oscuro. El cáliz está formado por 5 sépalos libres, la corola libre abierta es

infundibuliforme, el androceo posee 5 estambres soldados a la corola, el gineceo tiene 2 carpelos y el ovario es supero (Folquer, 1978).

- **Fruto:** es una cápsula redondeada de (3 a 7) mm. De diámetro, con apículo terminal dehiscente, posee entre 1 y 4 semillas (Folquer, 1978).
- **Semilla:** tienen un diámetro de (2 a 4) mm., de forma irregular a redondas levemente achatadas, de color castaño a negro, el tegumento es impermeable, lo que dificulta su germinación, pero no posee latencia (Folquer, 1978).
- **Tallo:** es una guía de hábito rastrero, aunque existen materiales del tipo arbustivo erecto. Su color varía de verde, verde bronceado a púrpura, con longitud de hasta 1,0 m. y superficie glabra o pubescente. Puede ser poco o muy ramificada, presentando 1 ó 2 yemas en cada axila foliar (Folquer, 1978).
- **Raíces:** es fibrosa y extensiva, tanto en profundidad como en sentido lateral. La porción comestible es la raíz tuberosa cuya cáscara y pulpa varían en color de blanco a amarillo naranja, estas se originan de los nudos del tallo que se encuentran bajo tierra, pueden medir 0,30 m. de longitud y 0,20 m. de diámetro (Folquer, 1978).

### 6.1.2. Calidad nutricional

**Tabla No. 1:** Composición nutricional del camote anaranjado crudo (común)

<b>Por cada 100 g</b>	
<b>Agua (%)</b>	77,28
<b>Energía (Kcal)</b>	86,00
<b>Proteínas (g)</b>	1,57
<b>Grasas (g)</b>	0,55
<b>Carbohidratos (g)</b>	20,12
<b>Fibra Dietetica (g)</b>	3,00
<b>Cenizas (g)</b>	0,99
<b>Calcio (mg)</b>	30,00
<b>Fosforo (mg)</b>	47,00
<b>Hierro (mg)</b>	0,61
<b>Tiamina (mg)</b>	0,08
<b>Riboflavina (mg)</b>	0,06
<b>Niacina (mg)</b>	0,56
<b>Vit. C (mg)</b>	2,00
<b>β-carotenos (μ)</b>	4 254,00
<b>Ác. Grasos poli-insat. (g)</b>	0,01
<b>Ác. Grasos Saturados (g)</b>	0,02
<b>Potasio (mg)</b>	337,00
<b>Sodio (mg)</b>	55,00
<b>Zinc (mg)</b>	0,30
<b>Magnesio (mg)</b>	25,00
<b>Vit. B6 (mg)</b>	0,21

**Fuente:** Tablas de composición nutricional INCAP, 2016.

## **6.2. Usos del camote**

El camote se suele usar como conservas, deshidratados, fritos, hojuelas, entre otros, para el consumo animal la raíz se utiliza para la crianza de bovinos. En el Continente Asiático se usa para la producción de almidón y alcohol. En América Latina tiene marcadas diferencias, orientadas al consumo humano mediante la extracción de harinas, elaboración de dulces y bebidas tradicionales, la principal técnica de producción se sustenta en la deshidratación del producto. En Ecuador, una forma tradicional, ampliamente difundida, es el consumo en rodajas fritas y las tortillas de camote cocido con queso. Mientras que para el consumo animal, en la alimentación de cerdos, sólo se usan los camotillos y los camotes de descarte. En el 2005 un equipo de técnicos de la Escuela Politécnica Nacional del Ecuador determinó que debido a la alta cantidad de amilasa que contiene, el almidón de camote al mezclarlo con dos plastificantes naturales, glicerol y sorbitol, puede servir como constituyente de láminas de plástico de alta resistencia. En Guatemala la población consume el camote cocinado en forma natural; también suele consumirse en forma de fritura (Ortega-Andrade, 2014).

## **6.3. Utilización del camote común en Guatemala**

En Guatemala, el camote se consume cocido, conservados en dulces en forma de “marqueta”, donde la raíz es pelada, cortada en trozos y cocida con panela o azúcar, o bien machacada y cocida con azúcar y colorantes. Las marquetas se forman usando moldes. Estas producciones son de tipo artesanal. La elaboración de harinas a nivel experimental ha dado buenos resultados. El consumo animal es reducido y el industrial no ha sido explotado (Ortega-Andrade, 2014).

#### 6.4. Cultivos biofortificados

La biofortificación es una alianza estratégica entre agricultura y nutrición para abordar la inseguridad alimentaria. “El desarrollo de cultivos ricos en nutrientes, utilizando las mejores técnicas del fitomejoramiento convencional y la biotecnología moderna (Pachón, 2011).

La finalidad de los cultivos biofortificados es mejorar la seguridad alimentaria y nutricional, ya que en comparación con cultivos no- biofortificados (convencionales), los cultivos biofortificados tienen mejores características:

- a) Mayor rendimiento, resistencia a plagas, tolerancia al estrés, disponibilidad del alimento en el hogar mejorando la seguridad alimentaria.
- b) Mayor contenido nutricional: más hierro, betacaroteno, zinc y/o triptófano y lisina, aumenta la ingesta de estos nutrientes mejorando la seguridad nutricional (Pachón, 2011).

Los cultivos y nutrientes priorizados se presentan en la siguiente tabla:

**Tabla No. 2:** Cultivos y sus nutrientes según prioridades

<b>ARROZ</b>	<b>CAMOTE</b>	<b>FRIJOL</b>	<b>MAIZ</b>	<b>YUCA</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• <b>Hierro</b></li><li>• <b>Zinc</b></li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Hierro</li><li>• Pro-Vitamina A</li><li>• Zinc</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Hierro</li><li>• Zinc</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Aminoácidos</li><li>• Pro-Vitamina A</li><li>• Zinc</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Pro-Vitamina A</li></ul>
	<b>AgroSalud</b>			<b>HarvestPlus</b>

**Fuente:** Helena Pachón, Centro Internacional de Agricultura Tropical -CIAT-,(2016).



Los problemas nutricionales que priorizan son:

- Deficiencia de hierro y anemia
- Deficiencia de vitamina A
- Deficiencia de Zinc
- Ingesta de baja calidad de proteína

En el caso del Camote Biofortificado con beta-caroteno, mejoró en 10% el almacenamiento de vitamina A en escolares (Sudáfrica), reduciendo el 37% los pre-escolares con deficiencia de vitamina A.

Por lo que se tienen que aprovechar los avances logrados, para conseguir que la biofortificación se implemente donde pueda tener mayor impacto.

Si diferentes entidades aúnan esfuerzos, la biofortificación puede ser una estrategia promisoría para abordar los problemas de inseguridad alimentaria y nutricional en el país.

Los consumidores serían los más beneficiados al encontrar otras alternativas de alimentos que pueden aportar nutrientes esenciales, dependiendo de las necesidades que se requieran, sin cambiar hábitos culturales en preferencia y consumo (Pachón, 2011).

#### **6.4.1. Cultivos Biofortificados a nivel mundial**

El Taller “Discusión de la Estrategia de Biofortificación en países de América Latina y el Caribe” fue realizado en ciudad Panamá en el mes de septiembre del 2016,

con el objetivo dar a conocer las experiencias logradas en los países que desarrollan esta estrategia ante el CODEX Alimentarius.

Actualmente el término biofortificación no cuenta con una definición formal que sea aceptada por toda la comunidad internacional y es precisamente esto lo que convoca a los representantes de distintos países de América Latina y el Caribe. Tener una definición internacional facilita los avances no solo en difusión, sino en la integración de la biofortificación en los distintos países.

El CODEX Alimentarius, o el código de alimentación como también es conocido, es el punto de referencia mundial para consumidores, productores y procesadores de alimentos, agencias de control gubernamental en alimentos y tratados internacionales de comercio de alimentos. En él se formulan los estándares y normas en cuanto a alimentos se refiere y sirve como referencia para los países en la adopción de pautas en sus reglamentaciones nacionales. Actualmente se espera presentar propuestas de los países de América Latina y el Caribe que participaron en este taller sobre el concepto de biofortificación de manera integral.

En la discusión participaron miembros de los Comités Nacionales del CODEX de los diferentes países (Brasil, Costa Rica, Cuba, El Salvador, Honduras, Nicaragua y Panamá), representantes de organismos internacionales que apoyan el tema de la biofortificación HarvestPlus, IICA, FAO y entidades nacionales de nutrición y agricultura.

En América Latina, la colaboración de HarvestPlus ha sido esencial para el avance de la investigación y difusión de los cultivos biofortificados. En Panamá, el

Proyecto AgroNutre, liderizado por el IDIAP, proyecta esta estrategia para aquellas poblaciones vulnerables que viven en pobreza y pobreza extrema. Una estrategia que enlaza el sector agro con el sector salud y que se espera su inclusión como concepto ante las reglamentaciones que regulan los alimentos. Para la Dra. Marilia Nutti coordinadora de HarvestPlus para América Latina esta reunión es excelente ya que es una oportunidad para los países presentes expresar sus inquietudes y fortalezas al respecto de la biofortificación.

El Coordinador del Proyecto AgroNutre Panamá, indicó que este taller es necesario para continuar y fortalecer la estrategia de biofortificación.

HarvestPlus (2016) es líder en una iniciativa a nivel mundial para mejorar la nutrición y la salud pública mediante el desarrollo y la implementación de cultivos de alimentos básicos que sean ricos en vitaminas y minerales. Trabajan con diversos socios en más de 40 países. HarvestPlus forma parte del Programa del Consultative Group for International Agricultural Research –CGIAR-, de Investigación en Agricultura para la Nutrición y la Salud (A4NH). El CGIAR es una asociación mundial para la investigación en agricultura para un futuro con seguridad alimentaria. El trabajo de investigación se lleva a cabo en 15 centros en colaboración con cientos de organizaciones socias. El programa HarvestPlus es coordinado por dos de estos centros: el Centro Internacional de Agricultura Tropical –CIAT- y el Instituto Internacional de Investigación sobre Políticas Alimentarias -IFPRI-.

#### **6.4.2. Cultivos biofortificados a nivel latinoamericano**

Con respecto a la biofortificación a nivel latinoamericano, AgroSalud (2016), es un consorcio de instituciones que aspira a reducir la desnutrición y mejorar la seguridad alimentaria nutricional en América Latina y el Caribe mediante el consumo de la producción útil de cultivos biofortificados y de los productos alimenticios basados en esos cultivos. Los cultivos biofortificados son aquellos que a través del fitomejoramiento tradicional logran tener mayores contenidos de nutrientes y mejores características agronómicas, a diferencia de las variedades que hoy en día se siembran y consumen en Latinoamérica y el Caribe. AgroSalud trabaja en el mejoramiento del contenido nutricional y de las características agronómicas de los cultivos que son importantes en América Latina y el Caribe como arroz, fríjol, maíz, y camote/batata. En colaboración con socios en varios países con adelantada investigación en agronomía, nutrición, pos-cosecha y ciencia social con el propósito de obtener datos en todos los campos que pueda ser utilizada para estudiar el impacto de los cultivos y servir de guía en la toma de decisiones.

El proyecto es financiado por la Agencia Canadiense de Desarrollo Internacional -CIDA- (2016) y está liderado por organizaciones internacionales ubicadas en Brasil, Colombia, México y Perú que trabajan con investigadores en al menos 13 países de Latinoamérica y el Caribe.

Las organizaciones son:

- Centro Internacional de Agricultura Tropical -CIAT-, en Colombia.
- Centro Internacional de la Papa -CIP-, en Perú.

- Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo -CIMMYT-, en México.
- Consorcio Latinoamericano y del Caribe de Apoyo a la Investigación y al Desarrollo de la Yuca -CLAYUCA-, en Colombia.
- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuaria -EMBRAPA-, en Brasil.
- Las actividades de AgroSalud se están realizando en Bolivia, Brasil, Colombia, Costa Rica, Cuba, El Salvador, Guatemala, Haití, Honduras, México, Nicaragua, Perú y República Dominicana (La biofortificación de cultivos para combatir la desnutrición y la inseguridad, s.f.).

#### **6.4.3. Cultivos biofortificados a nivel de Guatemala**

El 12 de agosto 2016, se firmó el acuerdo para conformar la Plataforma Institucional para el Desarrollo y el Uso de Cultivos Biofortificados (Plataforma BIOFORT), entre instituciones públicas, privadas y ONGs, con el propósito de promover la biofortificación como una estrategia complementaria para atender los problemas de desnutrición e inseguridad alimentaria en Guatemala, C.A.

El acuerdo de conformación de la Plataforma BIOFORT fue firmado por el Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas -ICTA- (2016), quien coordina el proyecto en el país, el Ministro de Agricultura, Ganadería y Alimentación -MAGA-, la Secretaría de Seguridad Alimentaria y Nutricional -SESAN)- la Universidad del Valle de Guatemala -UVG-, la Asociación Semilla Nueva -SN-, el Instituto de Nutrición de Centroamérica y Panamá -INCAP-, el Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura -IICA-, el Programa Mundial de Alimentos -PMA-, la Organización de las

Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación –FAO-, el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, -USDA-, World Vision Guatemala, la Agencia Internacional de Agricultura para el Desarrollo de los Estados Unidos de América – USAID- y El Programa HarvestPlus Latinoamérica -HP ALC-, entre otros.

Marilia Nutti, (2016) Coordinadora del programa HarvestPlus para América Latina y el Caribe, indicó que “en la biofortificación se desarrollan nuevas variedades de cultivos básicos con altos niveles de vitaminas o minerales adicionales, con el propósito de mejorar la seguridad alimentaria y nutricional.”

Albaro Orellana, (2016) Subgerente General y Director Científico Técnico del ICTA, presentó los avances en la biofortificación de cultivos en Guatemala de maíz, frijol, arroz, camote y yuca. Indicó que “el cultivo de arroz se empezó a trabajar en el año 2014 y se tiene planificado liberar una variedad del 2017 al 2018. En camote se empezó a trabajar en el año 2012, se liberó una variedad en el año 2016. En lo que se refiere al cultivo de la yuca se calcula liberar una variedad en el 2017.”

El éxito del proyecto de biofortificación en otros países, como Nicaragua y Panamá, se debe a la gran interacción interinstitucional que se está dando para impulsar como una política de gobierno todos los cultivos biofortificados, por eso es importante que la promoción y uso de todos estos cultivos biofortificados debe ser apoyada por las iniciativas nacionales y sobretodo que sea parte de una política de estado o política ministerial.

ICTA PacíficoBT, (2016) con el objetivo de evaluar el comportamiento agronómico del cultivo de camote biofortificado en parcelas de agricultores, en el mes

de enero del 2016, fueron realizados días de campo en la Nueva Concepción, Escuintla, 139 personas participaron, entre ellos, agricultores, extensionistas y estudiantes de bachillerato agrícola. Los asistentes tuvieron la oportunidad de aprender sobre el establecimiento del cultivo de camote biofortificado, control de plagas y malezas, fertilización y cosecha.

El Ing. Mario Morales es el encargado de la biofortificación de yuca, camote y papa, para producir variedades con altas cantidades de hierro, zinc y betacarotenos. Su enfoque en la biofortificación empezó en el año 2012 con la yuca y el camote, cuando investigadores del ICTA iniciaron una colaboración con el Centro Internacional de Papa –CIP- en Perú. Ese año recibieron 14 cultivares diferentes de camote y se dedicaron a climatizarlos en los laboratorios del ICTA. De estos 14 cultivares eligieron materiales que cumplieron los requisitos de rendimiento y contenido de betacarotenos, hierro y zinc. El siguiente año realizaron ensayos experimentales en Zacapa, Baja Verapaz y Escuintla. Tras el proceso de elegir materiales adecuados para Guatemala, se quedaron con dos materiales a los que actualmente se les está haciendo su última validación en los departamentos de Zacapa, Chiquimula, Chimaltenango, Escuintla, Huehuetenango y Suchitepéquez. El Ing. Morales explicó que los betacarotenos son importantes por su cantidad de vitamina A, la cual normalmente hace falta en la dieta rural por la falta de variedad de alimentos. Ahora está investigando la industrialización del camote biofortificado, lo cual ya se está realizando en otros países como Panamá, Nicaragua y El Salvador. (Informe sobre el Camote Biofortificado del Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas -ICTA-, 2016).

## **6.5. Industrialización del camote biofortificado**

En el caso de esta variedad de camote biofortificado, aún no se encuentran casos de industrialización, ya que es una variedad que se acaba de liberar, sin embargo se desea que los cultivos biofortificados se incorporen en los mercados existentes o en los nuevos mercados que se pretenden desarrollar. Una estrategia es la difusión y la creación de demanda para vincular a los productores y a los consumidores a través de productos y desarrollo de mercado. Las encuestas pueden identificar las herramientas para fomentar el consumo de alimentos biofortificados y desarrollar las estrategias para lograr los cambios del comportamiento deseado en la producción y comercialización de la cadena de consumo.

Según Salomón Pérez Suárez, CIAT, (2016) “el análisis comparativo entre el costo-efectividad de las estrategias de biofortificación y las estrategias de suplementación y fortificación industrial da lugar a resultados viables.”

## **6.6. Situación de la desnutrición en Guatemala**

La desnutrición es un mal que se come el cuerpo, como el cáncer, acaba con las defensas del mismo. La desnutrición provoca improductividad, agotamiento e impide el crecimiento físico. Probablemente quienes sufren de hambre lo ven como algo “normal”; es decir, biológicamente su cuerpo ya se adaptó a la falta de nutrientes y el poco acceso que tienen a agua potable y alimentos les parezca suficiente para sobrevivir. Para el 2011, datos de la SESAN revelaban que 49.8% de niños menores de 5 años padecía de desnutrición crónica y diariamente de los 1000 niños neonatos, también la padecían debido a que se instala desde el



momento en que el infante nace por la falta de control prenatal y mala/escasa alimentación adecuada.

Sin embargo, datos de Prensa Libre demuestran que la SESAN no ha hecho público el documento que refleja que la desnutrición ha aumentado. El Plan Hambre Cero, no ha logrado cumplir sus objetivos ya que para enero del presente en la Encuesta Nacional de Salud Materno Infantil –Ensmi- (2014-2015), y el IV Censo de Talla Escolar elaborado por la organización Alianza por la Nutrición de Mejoremos Guate, critica que la SESAN ha omitido información en la que se evidencia que en la tercera encuesta para evaluar el porcentaje de aumento o disminución de la desnutrición crónica infantil, los datos ha aumentado en un 2.4% en la prevalencia de la desnutrición crónica infantil, dando como resultado un 60.6%. El dato más alto desde la creación del plan (Unicef: Guatemala ocupa el quinto lugar de desnutrición a nivel mundial, 2014).

El representante en Guatemala del Fondo de Naciones Unidas para la Niñez –Unicef-, por sus siglas en inglés, Christian Skoog, dijo hoy que Guatemala ocupa el quinto lugar a nivel mundial en casos de desnutrición crónica infantil y destacó que el problema genera más preocupación en las áreas rurales del país (Unicef: Guatemala ocupa el quinto lugar de desnutrición a nivel mundial, 2014).

Skoog también indicó que “Guatemala tiene los índices más altos de desnutrición crónica de Centro América y me atrevería a decir que el doble de la región. Sin embargo el panorama es más complicado porque a nivel mundial está entre los primeros cinco lugares y solo es superado por países como Afganistán, Yemen, pero esos países son más pobres debido

a que tienen conflictos internos como la guerra” (Unicef: Guatemala ocupa el quinto lugar de desnutrición a nivel mundial, 2014).

Skoog agregó que la desnutrición afecta a los menores de edad en situación de pobreza, pero también a muchos que no tienen problemas económicos, aunque en esos casos se debe a que no consumen alimentos balanceados y eso repercute en las estadísticas (Unicef: Guatemala ocupa el quinto lugar de desnutrición a nivel mundial, 2014).

El representante de –UNICEF- reconoció los esfuerzos que el Estado ha hecho para reducir los casos de desnutrición crónica y aguda en el país, aunque recomendó a las futuras autoridades a no desatender los programas que mantiene, ya que los resultados se empezarán a ver en el mediano plazo (Unicef: Guatemala ocupa el quinto lugar de desnutrición a nivel mundial, 2014).

## **6.7. Estabilidad de los nutrientes**

Uno de los factores extrínsecos que modifican el valor nutritivo de un alimento, antes de ser ingerido, es el tipo de procesamiento o tratamiento culinario al que se le somete. Los alimentos son productos biológicos de enorme complejidad en cuanto a su composición (fracción nutritiva y no nutritiva). Esto les hace vulnerables a distintos ataques de tipo físico y/o químico, los cuales van implícitos en los diversos procesos tecnológicos industriales y culinarios del procesado de los alimentos. Como consecuencia de esos agentes físico/químicos se producen determinados cambios, fundamentalmente químicos, que afectan a los nutrientes y, por tanto al valor nutricional de los alimentos que lo contienen.

Dentro de estos agentes físico-químicos que pueden alterar los nutrientes se destaca principalmente el del calor. El calor de los diversos procesos térmicos conduce a daños nutricionales, especialmente de vitaminas y, en concreto, de las termolábiles. El daño térmico dependerá de la temperatura que se alcance y del tiempo de exposición al mismo. Variará también en función de que el calor sea seco o en medio líquido acuoso o lipídico. No obstante, la aplicación de calor no siempre es nociva; en ocasiones es incluso necesaria para la inactivación de sustancias tóxicas o destrucción de gérmenes, aumentando a veces la palatabilidad del producto procesado.

Según el profesor Mataix, cuando consideramos el procesamiento de los alimentos, desde un punto de vista nutricional, hay que tener en cuenta algunos aspectos:

- El procesamiento de los alimentos es un hecho inevitable, que se pone de manifiesto en cuanto se entra a un mercado de alimentación en donde prácticamente la totalidad de los productos han sido, al menos, mínimamente procesados.
- Las pérdidas nutricionales que, inevitablemente, conlleva un proceso tecnológico, sean mínimas o de mayor grado, no imposibilitan el poder lograr una adecuada nutrición, si se siguen las reglas de oro de una dieta variada y equilibrada.

Una parte del procesado de alimentos no está estrictamente al servicio de mejorar la producción, preparación, conservación y cocinado de los alimentos, con vistas a cubrir necesidades nutricionales, sino para satisfacer las exigencias sociales y hedonistas de nuestra sociedad de consumo (Efectos del procesamiento en el valor nutritivo de los alimentos, 2004).

En la presente investigación se utilizarán dos procesos térmicos los cuales son cocción y horneado para la elaboración de un puré de camote biofortificado utilizado para relleno de una barra alimenticia, las temperaturas utilizadas se basaron en estudios realizados por

(Hernández M, 2008) donde reportaron que la gelatinización de almidones de camote se da a los 10 minutos a 61.3 °C, por otra parte, también 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, tiempo de gelatinización de almidones y por medio de pruebas preliminares hasta alcanzar la consistencia deseada de una papilla.

Asimismo se verificó los rangos de temperatura en las que se pierden los componentes biofortificados a evaluar, los cuales son: para vitamina A de 80 a 85 °C, para hierro y zinc de 70 a 100°C.

## **6.8. Estadística descriptiva**

La estadística descriptiva es la rama de las matemáticas que recolecta, presenta y caracteriza un conjunto de datos con el propósito de facilitar su uso generalmente con el apoyo de tablas, medidas numéricas o gráficas. Además calcula parámetros estadísticos como las medidas de centralización y dispersión que describen el conjunto estudiado.

Dentro de la estadística descriptiva se encuentra la media aritmética, desviación estándar, coeficiente de variación e histograma de frecuencias. La media aritmética es el valor promedio de las muestras y es independiente de las amplitudes de los intervalos. Cuando se desea hacer referencia a la relación entre tamaño de la media y la variabilidad de la variable, se utiliza el coeficiente de variación.

Las gráficas o representaciones gráficas son un tipo de representaciones de datos, generalmente numéricos, mediante recursos visuales (líneas, vectores, superficies o símbolos), para que se manifieste visualmente la relación matemática o correlación estadística que guardan entre sí.

## 7. OBJETIVOS

### 7.1. General

**7.1.1.** Evaluar el efecto de la temperatura de cocción y horneado en el contenido de hierro, zinc y  $\beta$ -carotenos del relleno de puré de camote (*Ipomoea batatas*) biofortificado, utilizado en una barra alimenticia.

### 7.2. Específicos

**7.2.1.** Determinar por medio de análisis bromatológicos la cantidad de hierro, zinc y  $\beta$ -carotenos presentes en el camote (*Ipomoea batatas*) biofortificado en crudo.

**7.2.2.** Desarrollar cuatro tratamientos de combinaciones de tiempo y temperatura durante la cocción y cuatro tratamientos de combinaciones de tiempo y temperatura durante el horneado en la elaboración de un relleno de puré de camote (*Ipomoea batatas*) biofortificado con hierro, zinc y  $\beta$ -carotenos para una barra alimenticia.

**7.2.3.** Determinar por medio de análisis bromatológicos la cantidad de hierro, zinc y  $\beta$ -carotenos presentes en el relleno de puré de camote (*Ipomoea batatas*) biofortificado, post cocción y seleccionar la que según resultados tenga una menor pérdida de nutrientes biofortificados con respecto a la muestra en crudo.

**7.2.4.** Determinar por medio de análisis bromatológicos la cantidad de hierro, zinc y  $\beta$ -carotenos presentes en el relleno de puré de camote (*Ipomoea batatas*) biofortificado, post horneado y seleccionar la que según resultados tenga una menor pérdida de nutrientes biofortificados con respecto a la muestra que obtuvo la menor pérdida de nutrientes post cocción.

## 8. HIPÓTESIS

- 8.1.** El proceso de cocción afecta la estabilidad reduciendo el contenido de hierro en 1%, zinc en 1% y  $\beta$ -carotenos en 5% contenidos en el camote (*Ipomoea batatas*) biofortificado, utilizado en forma de relleno para una barra alimenticia.
- 8.2.** El proceso de horneado afecta la estabilidad reduciendo el contenido de hierro en 1%, zinc en 1% y  $\beta$ -carotenos en 5% contenidos en el camote (*Ipomoea batatas*) biofortificado, utilizado en forma de relleno para una barra alimenticia.

## **9. RECURSOS**

En la realización de la etapa experimental se utilizarán los siguientes recursos, materiales, equipo y metodología.

### **9.1. Recursos humanos**

- Estudiante tesista: T.P.A Gabriela Alejandra Rivera Flores.
- Asesor Principal: M.Sc. Edgar Roberto del Cid Chacón.
- Asesor Adjunto: M.Sc. Aldo Antonio de León Fernández.

### **9.2. Recursos físicos**

- Planta Piloto de la carrera de Ingeniería en Alimentos del Centro Universitario de Sur- Occidente, de la Universidad de San Carlos de Guatemala.
- Laboratorio del Instituto de Nutrición de Centroamérica y Panamá –INCAP-

### **9.3. Recursos institucionales**

- Centro Universitario de Sur-Occidente, -CUNSUROC-, Mazatenango, Suchitepéquez.
- Universidad de San Carlos de Guatemala.
- Instituto de Ciencias y Tecnología Agrícola –ICTA-.

**9.4. Recursos económicos:** los gastos durante la investigación fueron sufragados por la estudiante T.P.A Gabriela Alejandra Rivera Flores

## **9.5. Materiales y equipo**

### **9.5.1. Materia prima:**

- Camote biofortificado con hierro, zinc y  $\beta$ -carotenos.
- Harina de trigo
- Avena molida, no integral
- Azúcar morena
- Canela
- Bicarbonato de sodio
- Mantequilla
- Agua

### **9.5.2. Equipo para elaboración de la barra alimenticia**

- Termómetro en escala de (0-100) grados Celsius ( $^{\circ}\text{C}$ )
- Horno eléctrico de convección
- Bandejas de horneado
- Balanza analítica con precisión de dos decimales y escala en gramos (0-3000)g
- Recipientes plásticos
- Cuchillo
- Tablas
- Mezclador manual



- Estufa
- Espátula pequeña
- Ollas
- Cronómetro

## 10. MARCO OPERATIVO

**10.1. Metodología de Investigación:** la investigación se desarrolló de la siguiente manera:

**Primera etapa:** Obtención y análisis de la materia prima, en este caso del camote biofortificado crudo, se realizó un análisis bromatológico para verificar las cantidades de los compuestos biofortificados presentes en dicha variedad. Todos los análisis bromatológicos fueron realizados en el laboratorio del Instituto de Nutrición de Centroamérica y Panamá – INCAP-.

**Segunda etapa:** Se procedió a la elaboración de la barra alimenticia con relleno de puré de camote biofortificado, la metodología a emplear se dividió en dos fases, en donde la primera fase fue la elaboración del relleno de camote para la barra alimenticia, seguidamente de la segunda fase, la cual fue la elaboración de la base para la barra alimenticia.

Las fases se describen a continuación:

**Fase 1:** Elaboración del relleno de camote para la barra alimenticia

- Recepción de la materia prima: en esta etapa se verificó el estado de cada una de las materias primas a utilizar durante el proceso, con la finalidad de que estas estuvieran en óptimas condiciones para poder elaborar el relleno de la barra alimenticia (libres de plagas, libres de contaminantes y sin grumos)
- Pelado: en esta etapa se le quitó la cáscara a la variedad de camote biofortificado. El tipo de pelado fue manual con un cuchillo, como herramienta mecánica para quitar la cáscara del camote (pelado).

- Troceado: en esta etapa se procedió a reducir el tamaño del camote biofortificado en trozos pequeños de 4 cm x 4 cm aproximadamente, esto con la finalidad de facilitar la cocción del alimento.
- Pre Cocción: en un recipiente se agregaron los trozos de camote biofortificado la cantidad de agua necesaria (2 000 ml aproximado) y se dejó hervir durante 45 min. aproximadamente a fuego lento con la finalidad de ablandar (temperatura interna del trozo= de 93°C a 98°C).
- Molienda: en esta etapa se procedió a moler el camote hasta convertirlo en puré.
- Cocción: en un recipiente se agregó 200 ml de agua, canela, azúcar, camote biofortificado (según fórmula para el relleno, página 36) y se colocó a cocción para darle sabor al camote, con dos variables en temperatura y tiempo (t=7 y 10 minutos, T= 60°C y 65°C).
- Horneado: en esta etapa se procedió a hornear la barra alimenticia con relleno de puré de camote biofortificado con dos variables de temperatura y tiempo. (t=30 y 35 minutos, T= 170°C y 180°C)

(Ver detalle en la **Tabla No. 3:** formulación del relleno, página 36 y/o **Anexo No.1:** Formulación base para la barra y relleno, página 64)

## **Fase 2:** Elaboración de la base para la barra alimenticia

- **Recepción de la materia prima:** en esta etapa se verificó el estado de cada una de las materias primas a utilizar durante el proceso, con la finalidad de que estas estuvieran en óptimas condiciones para elaborar la barra alimenticia.
- **Mezclado:** en un recipiente se incorporó la harina, la avena instantánea, azúcar morena y el bicarbonato de sodio y se mezcló con la mantequilla realizando movimientos suaves hasta tener una consistencia homogénea.
- **Amasado:** La masa se colocó sobre una superficie enharinada, se presionó y se estiró con la palma de la mano, doblándola sobre sí misma, y rotándola mediante un giro de 90° de forma repetida. Este proceso continuó hasta que la textura de la masa fuera elástica y suave.
- **Moldeado:** en esta etapa se le dió forma a la masa, haciendo pequeños rectángulos (6 cm de ancho x 12 cm de largo) con un canal horizontal en el centro en donde se colocó el relleno.

(Ver detalle en la **Tabla No.4:** formulación de la base, página 36 y/o **Anexo No.1:**

Formulación base para la barra y relleno, página 64).

## **Proceso para el análisis bromatológico de los nutrientes del relleno de la barra alimenticia:**

La cuantificación del contenido de nutrientes en el camote biofortificado ( $\beta$ -carotenos, hierro y zinc) la realizaron en el Instituto de Nutrición de Centroamérica y Panamá –INCAP-, utilizando para esto metodologías distintas para cada nutriente, estas se basaron en: AOAC-941.15 ( $\beta$ -carotenos); AOAC 944.02 (Hierro) y EPA6010D (Zinc) de donde se obtuvieron los resultados siguientes. (Ver apéndice No. 01, Pág. 65).

Los análisis bromatológicos se realizaron en tres de las etapas de proceso de la presente investigación, el primer análisis se realizó a una muestra de camote crudo, el segundo análisis se realizó en el proceso de cocción y el tercer análisis fue realizado después del horneado de la barra alimenticia.

Para cada muestra fue necesario obtener 500 gramos de camote. En el primer análisis se envió el camote biofortificado crudo, sin cáscara.

Para el segundo análisis se enviaron las cuatro muestras del relleno de camote biofortificado post cocción de 500 gramos de cada una, con la finalidad de verificar la cantidad de hierro, zinc y  $\beta$ -carotenos presentes en cada una de las muestras y conocer en cuál proceso de cocción de ellas (relación tiempo-temperatura) se obtuvo una menor pérdida de nutrientes biofortificados.

Al obtener el tiempo y la temperatura de cocción que generó menor pérdida de nutrientes en el relleno de camote, este se procede a hornear con la barra alimenticia, variando temperatura y tiempo ( $t_1T_a= 30 \text{ min.}, 170^\circ\text{C}$ ,  $t_2T_a= 35 \text{ min.}, 170^\circ\text{C}$ ,  $t_1T_b= 30 \text{ min.}, 180^\circ\text{C}$  y  $t_2T_b= 35 \text{ min.}, 180^\circ\text{C}$ ), obteniendo 4 diferentes maneras de las

cuales se obtiene una muestra de 500 gramos de relleno de camote post horneado de cada una de las combinaciones mencionadas. Las muestras se extrajeron de la barra con una espátula pequeña, y fueron enviadas a análisis bromatológicos, con la finalidad de verificar la cantidad de hierro, zinc y  $\beta$ -carotenos presentes en cada una de las muestras y determinar cuál de los procesos de horneado (relación tiempo-temperatura) produce una menor pérdida de nutrientes biofortificados.

## 10.2. Formulaciones utilizadas

**Tabla No.3:** formulación del relleno para la barra alimenticia

<b>Componente</b>	<b>Porcentaje (%)</b>
<b>Camote biofortificado</b>	42,73
<b>Agua</b>	39,69
<b>Azúcar morena</b>	11,05
<b>Canela</b>	6,53

**Fuente:** elaboración propia, 2016.

**Tabla No. 4:** Formulación de la base para barra alimenticia

<b>Componente</b>	<b>Porcentaje (%)</b>
<b>Harina de trigo</b>	26,27
<b>Avena instantánea</b>	26,27
<b>Azúcar morena</b>	25,01
<b>Bicarbonato de sodio</b>	0,91
<b>Mantequilla</b>	21,54

**Fuente:** elaboración propia, 2016.

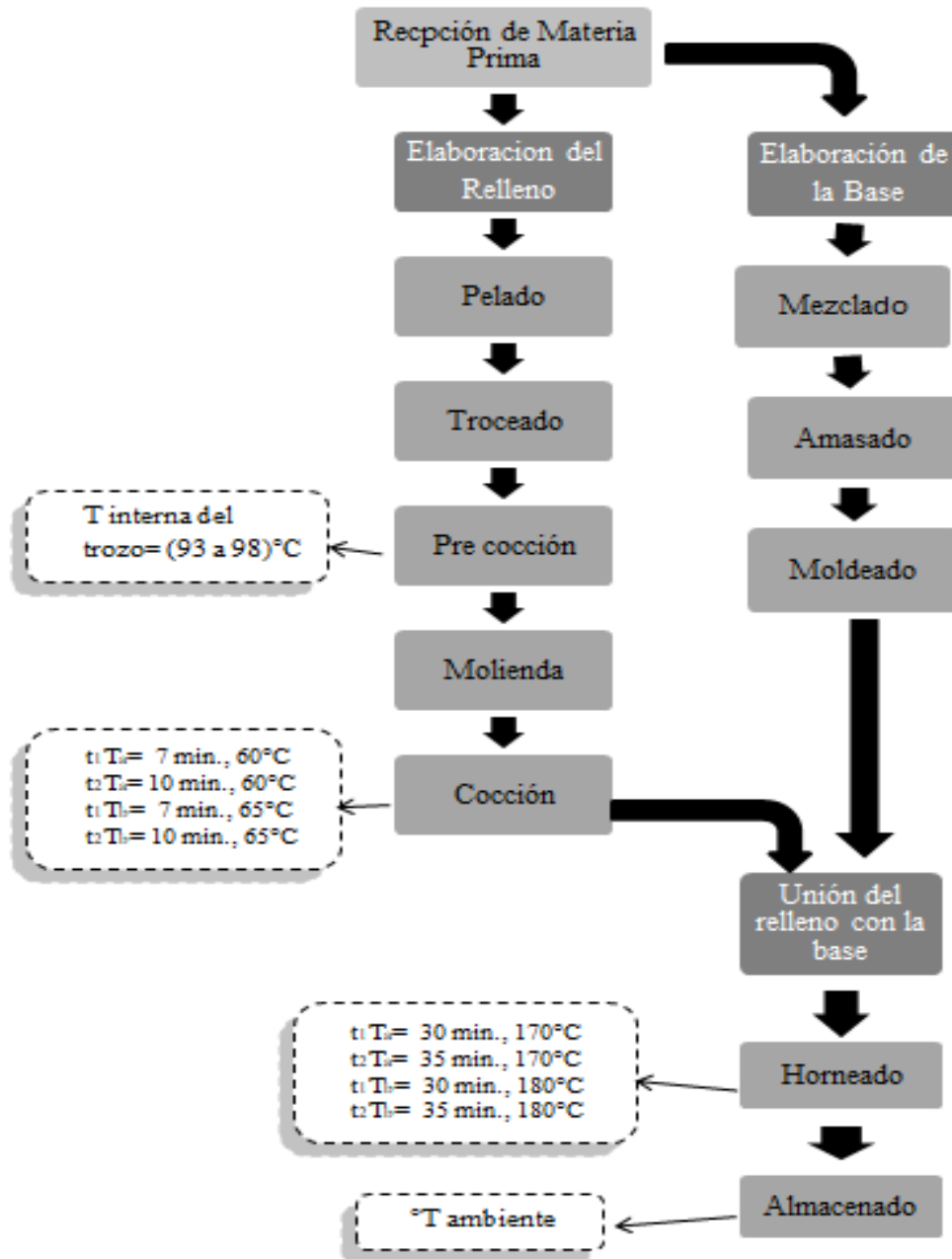
**Tabla No. 5:** Formulación de la barra alimenticia.

<b>Componente</b>	<b>Porcentaje (%)</b>
<b>Barra alimenticia</b>	82%
<b>Relleno</b>	18%

**Fuente:** elaboración propia, 2016.

### 10.3. Diagrama de flujo de la barra alimenticia con relleno

Figura No.1: diagrama de flujo de la barra alimenticia.



Fuente: elaboración propia, 2016.



**Figura No. 2:** Diagrama de flujo proceso técnico de elaboración de una barra alimenticia.

DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD	SIMBOLO	TIEMPO (min.)
<b>Elaboración del relleno</b>		
Recepción de materia prima	O => D □ ▼	10
Pesado	O => D □ ▼	10
Pelado	O => D □ ▼	10
Troceado	O => D □ ▼	10
Pre Cocción	O => D □ ▼	40-50
Molienda	O => D □ ▼	10
Cocción	O => D □ ▼	7-10
Horneado	O => D □ ▼	30-35
Almacenado	O => D □ ▼	5
<b>Elaboración de la base para barra alimenticia</b>		
Recepción de materia prima	O => D □ ▼	10
Pesado	O => D □ ▼	10
Mezclado	O => D □ ▼	15
Amasado	O => D □ ▼	20
Moldeado	O => D □ ▼	15
Horneado	O => D □ ▼	30-35
Almacenado	O => D □ ▼	5
TOTAL:		<b>225 min.</b>

**Fuente:** elaboración propia, 2017.

**Dónde:**

**O:** Operación  
=>: Transporte

□: Inspección  
▼: Almacenamiento

**D:** Demora

## **11. RESULTADOS Y ANÁLISIS DE RESULTADOS**

### **11.1. Obtención y análisis de camote biofortificado (crudo)**

El Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícola –ICTA- cuenta actualmente con dos variedades de camotes biofortificados, siendo estas ICTA Dorado e ICTA Pacífico, ambas variedades tienen un tiempo de producción de 150 días y se pueden sembrar en regiones con poca altitud (30-1600) msnm.

Según análisis realizados por el ICTA a las dos variedades de camotes, concluyen con que la variedad ICTA Dorado tiene un mayor rendimiento y un mayor contenido de  $\beta$ -carotenos (22 TM/Ha y 161 ppm) que la variedad ICTA Pacífico (19 TM/Ha y 145 ppm). Por lo descrito con anterioridad, para la ejecución de la parte experimental de la presente investigación se optó por utilizar la variedad ICTA Dorado. (Informe sobre el Camote Biofortificado del Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas -ICTA-, 2016)

Al no contar con un antecedente bromatológico del contenido de nutrientes del camote biofortificado ( $\beta$ -carotenos, hierro y zinc) en la variedad elegida para dicha investigación, se procedió a tomar muestra en crudo de la variedad de camote biofortificado para la realización de los análisis bromatológicos para verificar el contenido de nutrientes con los que se inició la investigación.

**Tabla No. 06:** Resultados de análisis bromatológicos de camote biofortificado crudo

<b>Crudo</b>			
<b>Análisis</b>	<b>Resultados</b>		<b>Media Aritmética.</b>
<b>β-carotenos (μg/100g)</b>	2 403	2 589	2 496
<b>Hierro (mg/100g)</b>	1,3	1,23	1,265
<b>Zinc (mg/100g)</b>	0,165		0,165

**Fuente:** Informe de laboratorio del Instituto de Nutrición de Centroamérica y Panamá –INCAP-, 2018. (Ver apéndice No. 1, página 65).

Los resultados fueron comparados con las tablas nutricionales del INCAP para la variedad de camote anaranjado común en crudo (Ver Tabla No.1, Pág. 12).

En los cuales se observó que la cantidad de β-carotenos (2 496 μg/100g) y zinc (0,165 mg/100g) que contiene la variedad de camote biofortificado crudo es inferior a la cantidad establecida en las tablas nutricionales del camote crudo sin biofortificar las cuales fueron utilizadas como referencia para la comparación, teniendo un porcentaje de disminución de **41.32%** en β-carotenos y un **81.82%** en Zinc, esto puede explicarse debido a que existen diferentes causas por las cuales la muestra tuvo deficiencia en el contenido de nutrientes dentro de las cuales se pueden mencionar: “que el camote fue cosechado con anterioridad y durante ese tiempo pudo sufrir cambios químicos por causa de deshidratación, falta de luz, por falta de oxígeno y cambios en el pH”. Recordando que una vez que el producto es cosechado, comienza de inmediato la senescencia, haciéndolo más sensible al deterioro microbiano. El alto contenido acuoso de las hortalizas, así como su crecimiento en contacto con el suelo, predisponen al deterioro. (R., 2012).

Las características intrínsecas del producto afectan a los organismos residentes determinando cuáles finalmente desarrollarán. El camote tiene en general un pH entre 5 y 6 mientras que las frutas muestran un valor menor a 4,5 aunque existen excepciones. Por lo tanto las bacterias crecen más rápido que los mohos y levaduras sobre la mayoría de dichos productos. La alteración de estos productos frescos se denomina enfermedad post-cosecha debido a que son partes vivas de las plantas y aunque éstas suelen poseer algunas defensas naturales contra la infección microbiana, en la práctica son de escasa importancia. Ciertas propiedades tales como una cáscara o piel gruesa, pueden proteger contra un daño superficial y el crecimiento subsecuente de los organismos saprobios (R., 2012).

Por lo anterior se puede explicar el bajo contenido de dichos nutrientes, ya que si bien estos factores afectan físicamente el alimento, también químicamente, alterando su valor nutricional.

Por el contrario, en el caso del hierro (1,265 mg/100g) existió un aumento en el contenido del 107,38% con respecto a las tablas del camote sin biofortificar utilizadas como referencia para la comparación, demostrando que en este caso, se cumplieron con los objetivos que una biofortificación vegetal tiene para este tipo de nutrientes (combatir la anemia y las deficiencias de este micronutriente en el organismo, si este se consume a diario o frecuentemente).

## **11.2. Elaboración de la barra alimenticia**

De acuerdo a los resultados obtenidos del laboratorio del Instituto de Nutrición de Centroamérica y Panamá –INCAP- que revelan que solamente en el hierro existe un aumento

de contenido nutricional, respecto a la comparación con las tablas de nutrición del camote anaranjado común (sin bioforticar), se continuó con las pruebas partiendo del resultado obtenido en crudo. Por lo cual a partir de este punto se tomarán como referencia los resultados obtenidos de los análisis bromatológicos del camote biofortificado crudo (Ver tabla No. 6, página 41)

### **11.2.1. Elaboración del relleno (Proceso de Cocción)**

Los rellenos se elaboraron de acuerdo a la metodología establecida, utilizando y respetando la formula (Ver tabla No. 3, página 36) y los parámetros de tiempos y temperaturas. Durante esa etapa se evaluó la estabilidad de los nutrientes en el camote biofortificado ( $\beta$ -carotenos, hierro y zinc) en cuatro muestras de relleno post cocción.

Con los rellenos ya elaborados, se procedió a tomar muestra de cada uno, para un mejor control, las muestras se codificaron como a continuación se indican:

#### **Datos**

**Post Cocción** {  $t_1T_a= 7 \text{ min., } 60^\circ\text{C}$   
 $t_2T_a= 10 \text{ min., } 60^\circ\text{C}$   
 $t_1T_b= 7 \text{ min., } 65^\circ\text{C}$   
 $t_2T_b= 10 \text{ min., } 65^\circ\text{C}$

Los resultados obtenidos en los análisis bromatológicos post cocción en cada una de las muestras (Ver Apéndice No. 1, páginas 66-69), fueron los siguientes:

### 11.2.1.1 $\beta$ -carotenos:

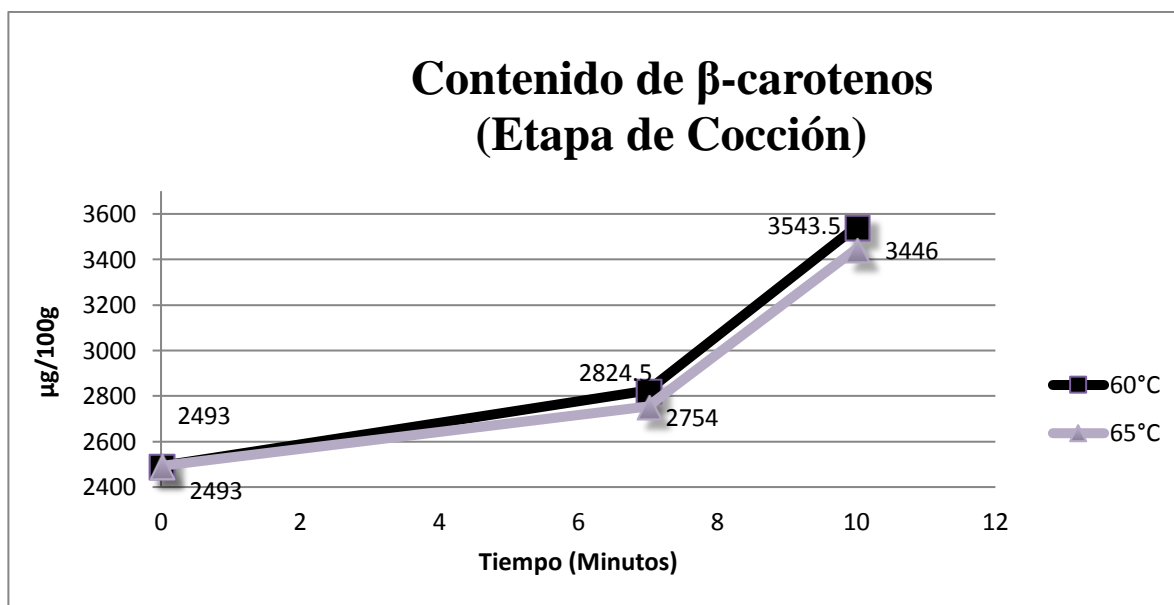
Los resultados para  $\beta$ -carotenos se presentan en la tabla siguiente:

**Tabla No.07:** Análisis bromatológicos de  $\beta$ -carotenos en el relleno post cocción

Proceso de Cocción				
Análisis	t1Ta	t2Ta	t1Tb	t2Tb
$\beta$ -carotenos ( $\mu\text{g}/100\text{g}$ )	2 824.5	3 543,5	2 756	3 446

**Fuente:** informe de laboratorio del Instituto de Nutrición de Centroamérica y Panamá –INCAP-, 2018. (Ver apéndice No. 1, páginas 66-69).

**Gráfica No. 1:** Contenido de  $\beta$ -carotenos de la etapa de cocción



**Fuente:** elaboración propia, 2018.

Los resultados de las muestras de  $\beta$ -carotenos, con respecto al resultado en la muestra cruda, muestran que ambas isotermas (60°C y 65°C) tienen un comportamiento directamente proporcional, ya que aumentan a medida que aumenta el tiempo de cocción, como se puede observar el factor “temperatura” es el que menos influye, ya que la diferencia del porcentaje de disminución entre la isoterma 60°C y la

isoterma 65°C es de **2.55%** en las muestras de 7 minutos, y de **2.83%** de disminución en las muestras de 10 minutos. Mientras que el factor “tiempo” tiene una diferencia mayor, ya que en este caso ocurre un aumento del **25.46%** en la isoterma 60°C entre las dos variantes de tiempo (7 min. y 10 min.), y en la isoterma 65°C tiene un aumento de **25.13%** entre las dos variantes de tiempo (7 min. y 10 min.).

El aumento del contenido de  $\beta$ -carotenos en el proceso de cocción es debido a que el calentamiento del camote a temperaturas óptimas aumenta la biodisponibilidad de dicho pigmento, según Van Het Hof, en *The Journal of Nutrition* (2000): “la aplicación de calor a los tejidos vegetales puede mejorar notablemente la biodisponibilidad de los carotenoides, debido a que el calor modifica las paredes celulares de la planta u otras barreras que impiden su liberación y absorción”.

El camote presenta aproximadamente **19.6%** de amilosa y **80.4%** de amilopectina (Hernández, 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  $\beta$ -carotenos. Rodríguez (2008) reporta que la alta actividad de agua favorece a la gelatinización de almidones y por tanto a los  $\beta$ -carotenos aumentando su biodisponibilidad.

Asimismo en la revista digital, Nutri-Facts, en su artículo sobre los  $\beta$ -carotenos menciona que la biodisponibilidad de estos depende de una serie de factores como:

“picar, homogeneizar mecánicamente y cocinar los alimentos aumenta la biodisponibilidad del  $\beta$ -caroteno, y la presencia de grasa en el tracto digestivo es necesaria para la absorción del  $\beta$ -caroteno”.

También en el artículo digital de Plant Foods for Human Nutrition, publicado en el 2009, menciona que “el método para cocinar o preparar es tan importante como los alimentos que consume, ya que esto puede tener un gran impacto en la calidad de sus comidas. Los camotes no son la excepción. Al hornearlos o cocerlos al vapor mejorará la biodisponibilidad del  $\beta$ -caroteno, lo que hará que el antioxidante sea más accesible para su cuerpo”.

A esto también se le suma que uno de los ingredientes con los que se realizó el relleno era canela, la cual aporta 14  $\mu\text{g}/100\text{g}$  de vitamina A (5,49  $\mu\text{g}$  , ya que solo se utilizaron 39 gramos por fórmula).

Los resultados en lugar de disminuir (por el efecto del tratamiento térmico), aumentaron la cantidad de  $\beta$ -carotenos en las muestras, recordando que se establecieron temperaturas que no afectaran dicho componente. Además al ser sometido a procesos troceado, homogenizado y molido previamente, los cuales también hicieron que aumentara la biodisponibilidad de  $\beta$ -carotenos en el alimento.



### 11.2.1.2 Hierro y Zinc:

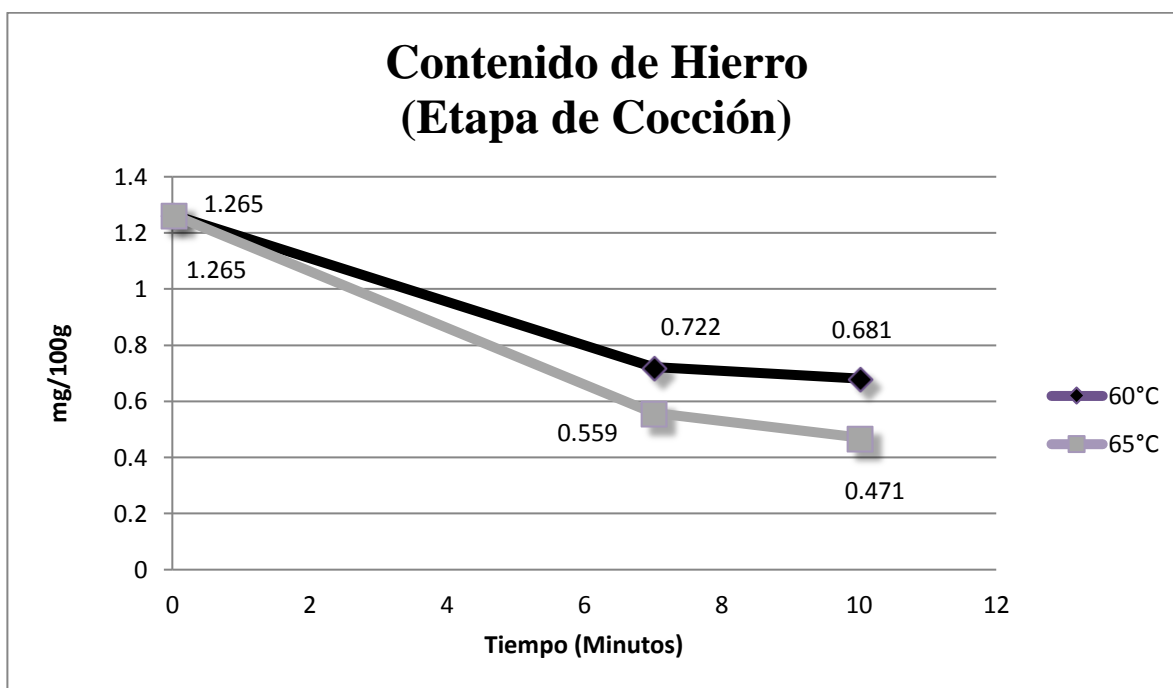
Los resultados para hierro y zinc se presentan en las tablas siguientes:

**Tabla No. 08:** Análisis bromatológicos de hierro en el relleno post cocción

Proceso de Cocción				
Análisis	t1Ta	t2Ta	t1Tb	t2Tb
Hierro (mg/100g)	0,722	0,681	0,559	0,476

**Fuente:** Informe de laboratorio del Instituto de Nutrición de Centroamérica y Panamá –INCAP-, 2018. (Ver apéndice No. 1, páginas 66-69).

**Gráfica No. 2:** Contenido de Hierro de la etapa de cocción



**Fuente:** elaboración propia, 2018.

Los resultados de las muestras de hierro, con respecto al resultado en la muestra cruda, muestran que ambas isoterms (60°C y 65°C) tienen un comportamiento directamente proporcional, ya que disminuyen a medida que aumenta el tiempo de cocción, como se puede observar el factor “temperatura” es el que mayor

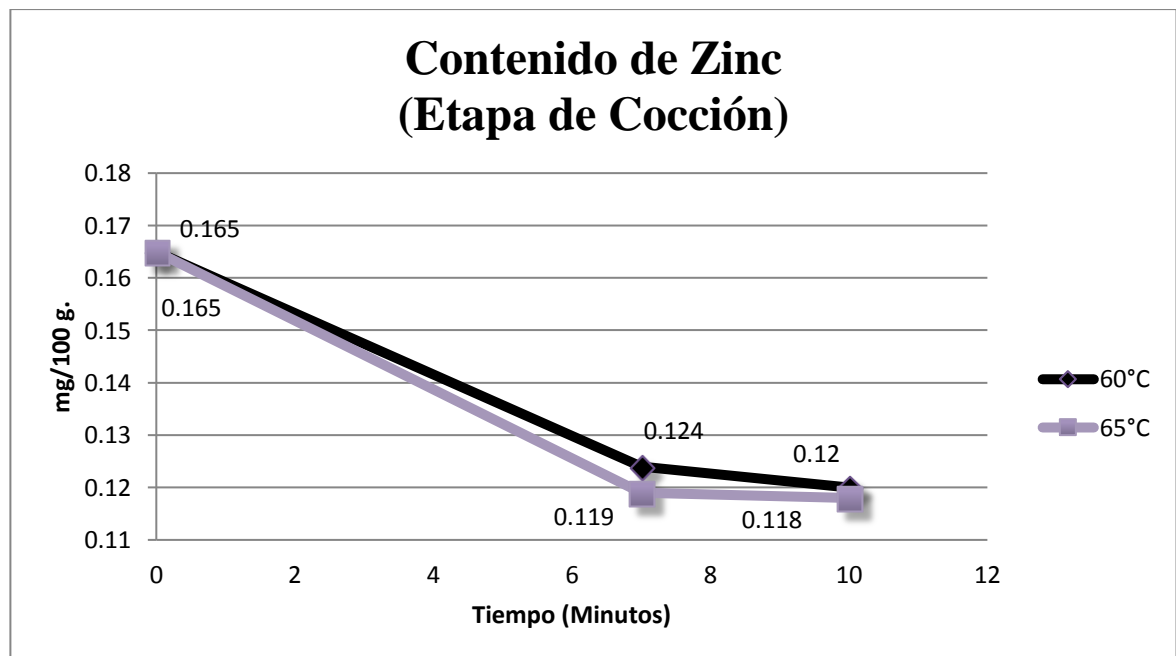
influye ya que la diferencia entre la isoterma 60°C y 65°C con respecto a dicho factor es de 29.15% de disminución en las muestras de 7 minutos, y de 44.58% de disminución en las muestras de 10 minutos. Mientras que el factor “tiempo” tiene una diferencia mínima, ya que la disminución es de 6.02% en la isoterma 60°C entre las dos variantes de tiempo (7 min. y 10 min.), y en la isoterma 65°C tiene una disminución de 18.68% entre las dos variantes de tiempo (7 min. y 10 min.).

**Tabla No. 09:** Análisis bromatológicos de Zinc en el relleno post cocción

Proceso de Cocción				
Análisis	t1Ta	t2Ta	t1Tb	t2Tb
Zinc (mg/100g)	0,124	0,12	0,119	0,118

**Fuente:** Informe de laboratorio del Instituto de Nutrición de Centroamérica y Panamá –INCAP-, 2018. (Ver apéndice No. 1, páginas 66-69).

**Gráfica No. 3:** Contenido de Zinc de la etapa de cocción



**Fuente:** elaboración propia, 2018.

En el caso del zinc, con respecto al resultado en la muestra cruda, muestran que ambas isothermas (60°C y 65°C) tienen un comportamiento directamente proporcional, ya que disminuyen a medida que aumenta el tiempo de cocción, en la isoterma de 60°C se tuvo una diferencia del **3.33%** de disminución entre los dos factores de tiempo, y en la isoterma de 65°C una disminución de **0.85%** en los dos factores de tiempo. Como se puede observar ambos factores (tiempo y temperatura) tienen una diferencia mínima.

En el caso de los minerales, hierro y zinc, se puede observar que la tendencia es disminuir con respecto a los resultados de la muestra en crudo, también se observa que a mayor tiempo y temperatura, es más la pérdida de estos. La Fundación Española de Dietistas-Nutricionistas y la Asociación para la Promoción del Consumo de Frutas y Hortalizas explican, en un artículo digital, cómo reducir la pérdida de nutrientes al manipular y cocinar vegetales, mencionando que “cuanto más partimos las verduras, más contacto hay con el agua y una mayor cantidad de los minerales y vitaminas se pierde en un proceso denominado lixiviación”, indica Moñino, (2015).

Asimismo, “La cocción se debe hacer en una cantidad mínima de agua, en un tiempo controlado y evitando el remojo”, apunta el experto.

Se eligió la muestra **t1Ta** para continuar el proceso, ya que si bien, no obtuvo la mayor cantidad de  $\beta$ -caroteno, si fue la que perdió menos miligramos de los minerales, hierro y zinc.

### 11.2.2 Proceso de Horneado

Con base a los resultados de la etapa de cocción y estableciendo un tiempo y una temperatura óptima de cocción, que en este caso fue la **t<sub>1</sub>T<sub>a</sub>** (7 min., 60°C), se procedió a hornear la barra alimenticia (relleno y base), en donde nuevamente se evaluó la estabilidad de los nutrientes en el camote biofortificado ( $\beta$ -carotenos, hierro y zinc) en cuatro muestras de relleno post horneado.

Con los rellenos ya horneados, se procedió a tomar una muestra de cada uno, para un mejor control, las muestras se codificaron como a continuación se indican:

#### Datos

<b>Post Horneado</b>	{	<b>t<sub>1</sub>T<sub>a</sub></b> = 30 min., 170°C
		<b>t<sub>2</sub>T<sub>a</sub></b> = 35 min., 170°C
		<b>t<sub>1</sub>T<sub>b</sub></b> = 30 min., 180°C
		<b>t<sub>2</sub>T<sub>b</sub></b> = 35 min., 180°C

Los resultados obtenidos en los análisis bromatológicos post horneado en cada una de las muestras (Ver Apéndice No. 1, páginas 70-73), fueron los siguientes:

#### 11.2.2.1 $\beta$ -carotenos:

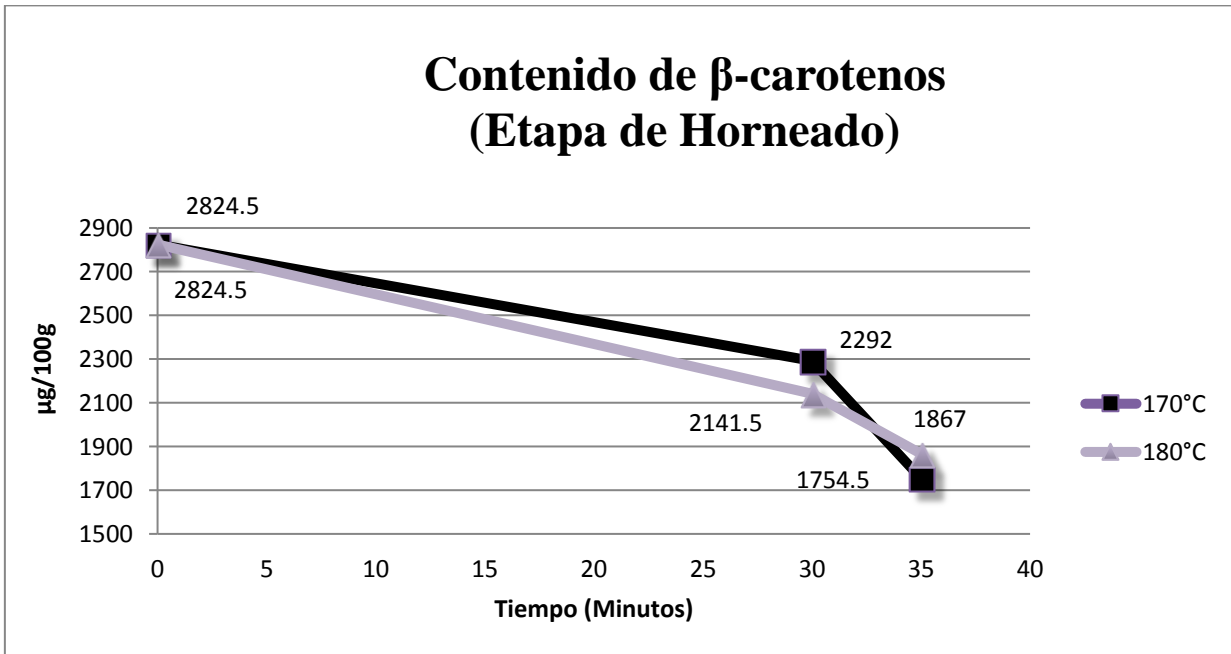
Los resultados para  $\beta$ -carotenos se presentan en la tabla siguiente:

**Tabla No. 10:** Análisis bromatológicos de  $\beta$ -carotenos en el relleno post horneado

<b>Proceso de horneado</b>				
<b>Análisis</b>	<b>t<sub>1</sub>T<sub>a</sub></b>	<b>t<sub>2</sub>T<sub>a</sub></b>	<b>t<sub>1</sub>T<sub>b</sub></b>	<b>t<sub>2</sub>T<sub>b</sub></b>
<b><math>\beta</math>-carotenos (<math>\mu\text{g}/100\text{g}</math>)</b>	2 292	1 754,5	2 141,5	1 867

**Fuente:** Informe de laboratorio del Instituto de Nutrición de Centroamérica y Panamá – INCAP-, 2018. (Ver apéndice No. 1, páginas 70-73).

**Gráfica No. 4:** Contenido de  $\beta$ -carotenos de la etapa de horneado:



**Fuente:** elaboración propia, 2018.

Los resultados que se presentan en las tablas y gráficas anteriores muestran una disminución notable del contenido de  $\beta$ -carotenos con respecto al contenido inicial (post cocción) esto es debido a que los  $\beta$ -carotenos son muy termosensibles (sensibles al aumento de la temperatura). La temperatura de horneado (calor seco) y el tiempo son factores que afecta significativamente a la cantidad de  $\beta$ -carotenos, lo cual como indica ambas isothermas (170°C y 180°C) a mayor temperatura y tiempo, la cantidad de  $\beta$ -carotenos disminuye esto es 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  $\beta$ -carotenos, degradándolos enzimáticamente provocando la pérdida de los  $\beta$ -carotenos (Rodríguez A., 2014).

Aunque no existe una cantidad diaria recomendada de ingesta para el  $\beta$ -carotenos, si existe para la sustancia de la que es precursor: la vitamina A. La cantidad diaria recomendada de vitamina A (en equivalentes de retinol) es de 1 000  $\mu\text{g}$  por día para hombres y de 800  $\mu\text{g}$  por día para mujeres. Esta cantidad equivaldría a una ingesta teórica de  $\beta$ -carotenos de 6 000  $\mu\text{g}$  por día para hombres y de 4 800  $\mu\text{g}$  por día para mujeres. De las cuatro muestras la que está más cerca de la cantidad recomendada diaria es la **t1Ta** (30 min. a 170°C), con 2 292  $\mu\text{g}/100\text{g}$ .

#### 11.2.2.2 Hierro y Zinc:

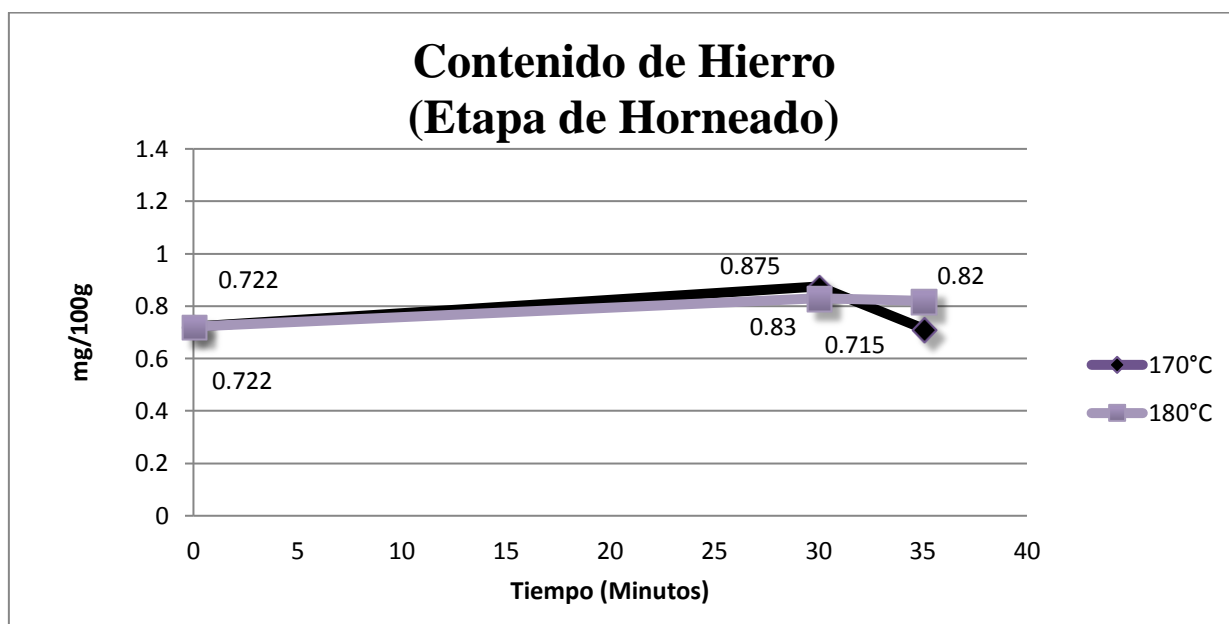
Los resultados para hierro y zinc se presentan en las tablas siguientes:

**Tabla No. 11:** Análisis bromatológicos de hierro en el relleno post horneado

<b>Proceso de horneado</b>				
<b>Análisis</b>	<b>t1Ta</b>	<b>t2Ta</b>	<b>t1Tb</b>	<b>t2Tb</b>
<b>Hierro (mg/100g)</b>	0,875	0,715	0,83	0,82

**Fuente:** Informe de laboratorio del Instituto de Nutrición de Centroamérica y Panamá – INCAP-, 2018. (Ver apéndice No. 1, páginas 70-73).

**Gráfica No. 5:** Contenido de Hierro de la etapa de horneado:



**Fuente:** elaboración propia, 2018.

Los resultados de las muestras de hierro, con respecto al resultado en la muestra inicial post cocción, muestran que ambas isoterms (170°C y 180°C) tienen un aumento al someterlas al proceso de horneado, sin embargo la isoterma 170°C tiene una disminución del **22.37%** entre las dos variables de tiempo (30 min. y 35 min.), mientras que la isoterma de 180°C tiene una disminución del **1.22%** entre las dos variables de tiempo (30 min. y 35 min.).

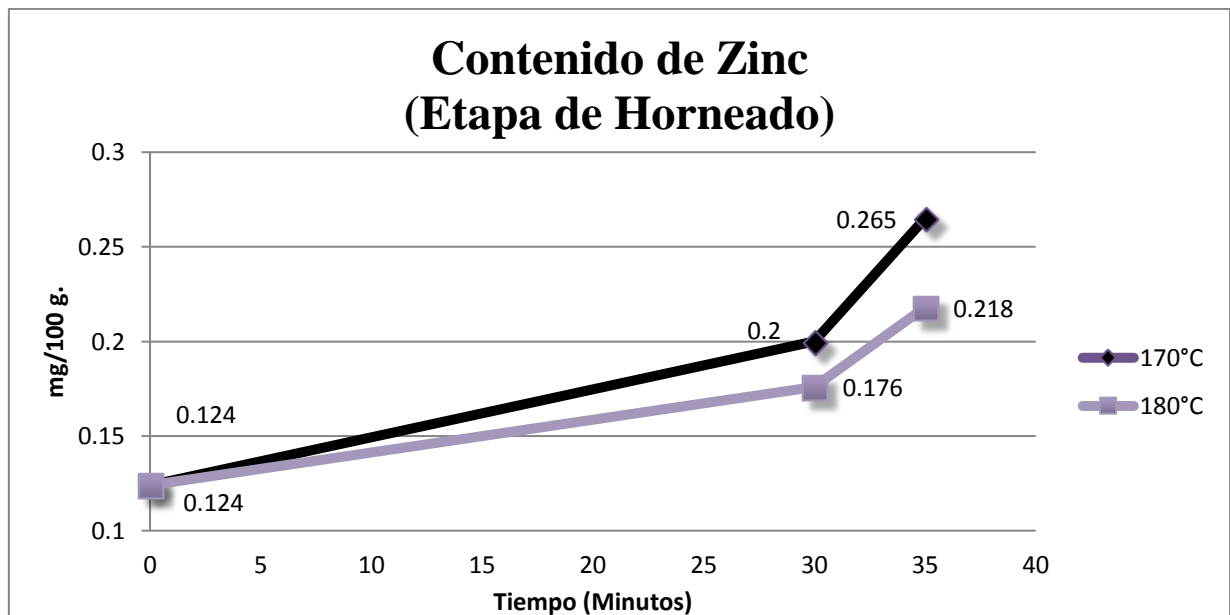
En el caso del hierro, de acuerdo a la dosis diaria recomendada, la cual es de 18 mg, ninguna de las muestra cumple con lo requerido, siendo la muestra **t1Ta** (30 min., 170 °C) la que tiene el contenido más alto con una cantidad de 0.875 mg/100g.

**Tabla No. 12:** Análisis bromatológicos de Zinc en el relleno post horneado.

Proceso de horneado				
Análisis	t1Ta	t2Ta	t1Tb	t2Tb
Zinc (mg/100g)	0,200	0,265	0,176	0,218

**Fuente:** Informe de laboratorio del Instituto de Nutrición de Centroamérica y Panamá – INCAP-, 2018. (Ver apéndice No. 1, páginas 70-73).

**Gráfica No. 6:** Contenido de Zinc de la etapa de horneado:



**Fuente:** elaboración propia, 2018.

Los resultados de las muestras de zinc, con respecto al resultado en la muestra cruda, muestran que ambas isotermas (170°C y 180°C) tienen un comportamiento directamente proporcional, ya que aumentan a medida que aumenta el tiempo de horneado, como se puede observar el factor “temperatura” tiene una diferencia entre la isoterma 170°C y 180°C con respecto a dicho factor es de **13.64%** de disminución en las muestras de 30 minutos, y de **21.56%** de disminución en las muestras de 35



minutos. Mientras que el factor “tiempo” tiene un aumento es de **32.5%** en la isoterma 170°C entre las dos variantes de tiempo (30 min. y 35 min.), y en la isoterma 180°C tiene un aumento de **23.86%** entre las dos variantes de tiempo (30 min. y 35 min.).

En el caso del zinc, la ingesta diaria recomendada es de 10 a 12 mg, por lo cual también se puede observar que ninguna de las cuatro muestras logra aportar la dosis recomendada diaria, siendo la más alta la de la muestra **t2Ta** (35 min., 170 °C) con una cantidad de 0,265mg/100g.

En el caso de los minerales se puede observar un aumento de hierro y zinc con respecto al contenido inicial (post cocción), esto es debido a que al contrario de lo que ocurre en la cocción, en la que existe una lixiviación de minerales ya que se pierden en el agua que se utiliza en la pre cocción, en el proceso de horneado ocurre una evaporación de agua y hace que el contenido de minerales se concentre más en las muestras de puré de camote biofortificado.

En el caso del proceso de horneado se seleccionó la muestra **t1Ta** ya que contiene la mayor cantidad de dos de los tres nutrientes analizados, que en este caso serían mayor cantidad de  $\beta$ -carotenos y mayor cantidad de hierro.

Para la expresión de los resultados en porcentaje se utilizaron las siguientes dos fórmulas:

- **Porcentaje de disminución:**

$$\% \text{ de Disminución} = \left( \frac{P_i - P_f}{P_f} \right) * 100$$

Dónde:

**P<sub>i</sub>**= Peso inicial

**P<sub>f</sub>**= Peso final

- **Porcentaje de aumento:**

$$\% \text{ de Aumento} = \left( \frac{P_f - P_i}{P_i} \right) * 100$$

Dónde:

**P<sub>i</sub>**= Peso inicial

**P<sub>f</sub>**= Peso final

## 12. CONCLUSIONES

- 12.1.** El proceso de cocción ejerce un efecto positivo sobre la estabilidad de los  $\beta$ -carotenos obteniendo un porcentaje de aumento, con respecto a la muestra en crudo, del **41.97%** (en **t2Ta**=10 min. 60°C, muestra con el contenido más alto de  $\beta$ -carotenos), asimismo el porcentaje de aumento para la muestra seleccionada como la que obtuvo la menor pérdida de nutrientes en general, la cual fue la **t1Ta** (7 min., 60°C), fue de **13.16%** con respecto a la muestra en crudo. Por lo cual en el caso de los  $\beta$ -carotenos la hipótesis **8.1** se rechaza.
- 12.2.** En el caso del hierro y zinc, el proceso de cocción ejerce un efecto negativo en la estabilidad de dichos minerales, ya que se obtuvo una disminución, en la muestra **t1Ta** (7 min., 60°C), del **42.92%** del contenido de hierro y una disminución del **24.85%** del contenido de zinc, con respecto a la muestra en crudo. Por lo cual la hipótesis **8.1** se rechaza.
- 12.3.** En el proceso de horneado la temperatura y tiempo, disminuyen considerable la cantidad de  $\beta$ -carotenos en la muestra **t1Ta** (30 min. 170°C), en un porcentaje de **18.85%** con respecto a la muestra inicial post cocción. Por lo cual la hipótesis **8.2** se rechaza.
- 12.4.** El proceso de horneado ejerce un efecto positivo en el contenido de hierro obteniendo un aumento, en la muestra **t1Ta** (30 min. 170°C), del **21.19%** con respecto a la muestra inicial post cocción. En el caso del zinc el porcentaje de aumento es del

**113.71%** (en  $t_2T_a=10$  min.  $60^\circ\text{C}$ , muestra con el contenido más alto de zinc), asimismo el porcentaje de aumento para la muestra seleccionada como la que obtuvo la menor pérdida de nutrientes en general, la cual fue la  $t_1T_a$ , fue de **61.29%** con respecto a la muestra post cocción. Por lo cual en este caso la hipótesis **8.2** se rechaza.

**12.5.** Con base en los resultados del Análisis Bromatológicos el camote crudo biofortificado contiene **2496  $\mu\text{g}/100\text{g}$ .** de  $\beta$ -carotenos, **1.265 mg/100g.** de hierro y **0.165 mg/100g.** de zinc.

**12.6.** Se desarrollaron los cuatro rellenos con variables de temperatura y tiempo para el proceso de cocción, los cuales fueron  $t_1T_a= 7$  min.,  $60^\circ\text{C}$ ,  $t_2T_a= 10$  min.,  $60^\circ\text{C}$ ,  $t_1T_b= 7$  min.,  $65^\circ\text{C}$  y  $t_2T_b= 10$  min.,  $65^\circ\text{C}$ . Asimismo se realizaron cuatro rellenos con variables de temperatura y tiempo para el proceso de horneado, siendo estos  $t_1T_a= 30$  min.,  $170^\circ\text{C}$ ,  $t_2T_a= 35$  min.,  $170^\circ\text{C}$ ,  $t_1T_b= 30$  min.,  $180^\circ\text{C}$  y  $t_2T_b= 35$  min.,  $180^\circ\text{C}$ .

**12.7.** Con base en los resultados del Análisis Bromatológicos la muestra elegida como la que obtuvo la menor pérdida de nutrientes post cocción contiene **2824.5  $\mu\text{g}/100\text{g}$ .** de  $\beta$ -carotenos, **0.722 mg/100g.** de hierro y **0.124 mg/100g.** de zinc.

**12.8.** Con base en los resultados del Análisis Bromatológicos la muestra elegida como la que obtuvo la menor pérdida de nutrientes post horneado contiene **2292  $\mu\text{g}/100\text{g}$ .** de  $\beta$ -carotenos, **0.875 mg/100g.** de hierro y **0.200 mg/100g.** de zinc.

### 13. RECOMENDACIONES

- 13.1.** Utilizar tiempos cortos y temperaturas menores para procesos de cocción y horneado, ya que en esta investigación se vieron beneficiados los tratamientos con menor tiempo y menor temperatura en ambos procesos, el tratamiento **t1Ta** (7 min. 60°C) para cocción, favorece el contenido de hierro y zinc. En el caso del horneado se recomienda utilizar el tratamiento **t1Ta** (30 min. 170°C) ya que es el que más favorece el contenido de  $\beta$ -carotenos y hierro.
- 13.2.** Realizar al producto final (barra alimenticia) una evaluación sensorial para determinar la aceptabilidad de los panelistas a nivel laboratorio y luego la aceptabilidad por parte de los consumidores.

## 14. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. *Betacarotenos y su función*. (S.F.). Recuperado el enero de 2018, de <http://www.nutrifacts.org/content/dam/nutrifacts/pdf/nutrients-pdf-es/Betacaroteno.pdf>
2. *Camotes*. (s.f.). Recuperado el 17 de Septiembre de 2016, de <http://www.minagri.gob.pe/portal//download/pdf/sectoragrario/agricola/lineasd ecultivosemergentes/CAMOTES.pdf>
3. Carrillo, A. J. (noviembre de 2015). *Adaptabilidad de cultivares de camote (Ipomoea batatas) en Moyuta, Jutiapa*. Recuperado el septiembre de 2017, de <http://recursosbiblio.url.edu.gt/tesisjcem/2015/06/03/Sarceno-Ana.pdf>
4. Cid, A. E. (s.f.). *El Cultivo de la Papa en Guatemala*. Recuperado el 21 de Octubre de 2016, de <http://www.icta.gob.gt/hortalizas/cultivoPapa4.pdf>
5. *Efectos del procesamiento en el valor nutritivo de los alimentos*. (2004). Recuperado el septiembre de 2017, de <https://www.asturnatura.com/articulos/nutricion/fundamentos-nutricion/efectos-procesamiento-alimentos.php>
6. *El Camote y sus beneficios*. (Diciembre de 2009). Recuperado el enero de 2018, de <https://articulos.mercola.com/camote.aspx>
7. *El camote, batata o boniato: Descripción y composición nutricional*. (2012). Recuperado el 2016 de septiembre de 17, de <https://consejonutricion.wordpress.com/2012/06/29/el-camote-batata-o-boniato-descripcion-y-composicion-nutricional/>
8. *El Codex Alimentarius y su importancia para la biofortificación*. (28 de Septiembre de 2016). Recuperado el 10 de Octubre de 2016, de <http://lac.harvestplus.org/codex-alimentarius-y-biofortificacion/>
9. *El mercado de las Galletas en Guatemala*. (2016). Recuperado el 27 de Agosto de 2012, de [http://www.centralamericadata.com/es/article/home/El\\_mercado\\_](http://www.centralamericadata.com/es/article/home/El_mercado_)

de\_las\_galletas\_en\_Guatemala

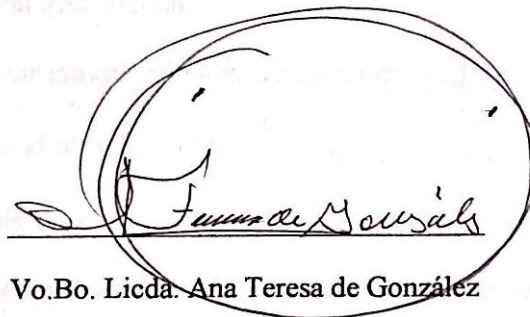
10. Folquer, F. (1978). *La batata (camote); estudio de la planta y su producción comercial*. Buenos Aires. Editorial Hemisferio Sur.
11. Godínez, A. (Agosto de 2016). *Brújula, Revista Digital*. Recuperado el 21 de Octubre de 2016, de <http://brujula.com.gt/seguridad-alimentaria-y-nutricional-un-problema-de-todos/>
12. Guevara, L. S. (1992). *El cultivo de la batata o camote (Ipomoea batatas) en Guatemala. En Desarrollo de productos de raíces y tubérculos, volumen 2, America Latina. p. 35-38*. Recuperado el Septiembre de 2017, de <http://recursosbiblio.url.edu.gt/tesisjcem/2015/06/03/Sarceno-Ana.pdf>
13. *HarvestPlus, lider de una iniciativa mundial para mejorar la nutrición y la salud pública*. (s.f.). Recuperado el 2016, de <http://lac.harvestplus.org/a-quienes-llegamos/>
14. Hernández M, T. J. (2008). *Caracterización fisicoquímica de almidones de tubérculos cultivados en Yucatán, México*. . Recuperado el 06 de septiembre de 2017, de <http://www.scielo.br/pdf/cta/v28n3/a31v28n3.pdf>.
15. *Informe sobre el Camote Biofortificado del Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas -ICTA-*. (2016). Recuperado el 15 de Octubre de 2016, de <http://www.icta.gob.gt/noticia63.html>
16. *Ipomoea Batatas*. (2016). Recuperado el 17 de septiembre de 2016, de [https://es.wikipedia.org/wiki/Ipomoea\\_batatas](https://es.wikipedia.org/wiki/Ipomoea_batatas)
17. King J, D. P. (1987). *Estabilidad de las vitaminas extraído y adaptado de: “pérdidas de vitaminas durante el procesamiento de los alimentos”*. Recuperado el septiembre de 2017, de <http://www.aulavirtualexactas.dyndns.org>.
18. *La biofortificación de cultivos para combatir la desnutrición y la inseguridad*. (s.f.). Recuperado el 10 de Octubre de 2016, de <http://lac.harvestplus.org/wp-content/uploads/2008/02/informe-Espanol-pdf.pdf>

19. Ortega-Andrade, S. (4 de Agosto de 2014). *Ficaya Emprende*. Recuperado el 15 de Octubre de 2016, de <http://www.utn.edu.ec/ficayaemprende/2014n03/?p=22>
20. Pachón, H. (6 de Septiembre de 2011). *La biofortificación: una alianza estratégica entre agricultura y nutrición para abordar la inseguridad alimentaria y las definiciones nutricionales*. Recuperado el 20 de Octubre de 2016, de <http://es.slideshare.net/CIAT/biofortificacion-alianza-entre-algricultura-y-nutricion>
21. *Prueba t de student para datos relacionados* . (Enero de 2012). Recuperado el Septiembre de 2017, de <https://es.slideshare.net/niko54-sagitario/prueba-t-de-student-para-datos-relacionados>
22. R., F. P. (2012). *Biblioteca Zamorano*. Recuperado el 2017, de <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/5766/1/AGI-2016-T021.pdf>
23. Reyes, L. M. (2014). *Prueba de Tukey para experimentos des-balanceados*. Recuperado el 17 de diciembre de 2016, de <http://reyesestadistica.blogspot.com/2014/05/prueba-de-tukey-para-experimentos.html>
24. Rivera, G. (2014). *Manufactura*. Recuperado el 2017 de <http://www.manufactura.mx/industria/2014/05/30/barras-energeticas-la-tendencia-alimenticia>
25. Rodríguez A., P. A. (2014). *Rendimiento y absorción de algunos nutrimentos en plantas de camote cultivadas con estrés hídrico y salino*. Chapingo, serie horticultura. Volumen 20, 11.
26. Sitún, M. (2005). *Investigación Agrícola: guía de estudio*. Escuela Nacional Central de Agricultura. Guatemala: ENCA.
27. *Unicef: Guatemala ocupa el quinto lugar de desnutrición a nivel mundial*. (28 de Noviembre de 2014). Recuperado el 23 de Octubre de 2016, de



<http://lahora.gt/unicef-guatemala-ocupa-el-quinto-lugar-de-desnutricion-nivel-mundial/>

28. Van Het Hof KH, E. C. (2000). *Dietary Factors That Affect the Bioavailability of Caratenoids*. Recuperado el enero de 2018, de <http://jn.nutrition.org/content/130/3/503>



Vo.Bo. Licda. Ana Teresa de González

Bibliotecaria CUNSUROC.



## 15. ANEXOS

### 15.1. Anexo No.1: Fórmula base para la barra y relleno

La fórmula descrita a continuación es utilizada como referencia base para la formulación de la barra y el relleno de la investigación, con algunas modificaciones, como la de sustituir los arándanos por el camote y agregar canela.

#### Formulación:

**Ingredientes para la base de la barra alimenticia:** total= 484 g.

110 gramos de harina.

110 gramos de avena instantánea.

150 gramos de azúcar mascabado o morena compacta.

2 gramos de bicarbonato de sodio.

112 gramos de mantequilla.

**Ingredientes para el relleno de la barra alimenticia:** total= 343 g.

188 ml de agua.

30 gramos de azúcar morena.

125 gramos de arándanos secos.

**Fuente:** Deliciosas Barras de Cereal de Avena Rellenas de Arándanos (2016):  
<http://nutricionsas.com/nutsasreport/recetas-ligeras-dieta/deliciosas-barras-de-cereal-de-avena-rellenas-de-arandanos/>

## 16. APÉNDICE

### 16.1. Apéndice No.1: Resultados Oficiales de los análisis bromatológicos del Laboratorio del Instituto de Nutrición de Centroamérica y Panamá –INCAP-



Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP)  
Unidad de Nutrición y Micronutrientes  
Centro Analítico Integral (CAI)  
Laboratorio de Composición de Alimentos (LCA)  
Calzada Roosevelt 6-25, Zona 11, Guatemala, C.A.  
PBX: (502) 2315-7900, Directo: (502) 2471-9912, Fax: (502) 2473-6529  
www.incap.int

### INFORME DE ANÁLISIS

No. CA-17-302


Solicitante:	Gabriela Rivera.	Código de Lab:	LCA-17-533
Atención:	Gabriela Rivera.	No. de Orden:	LCA-17-138
Dirección:	1° calle 4-58 zona 6, Retalhuleu, Guatemala.	Fecha de ingreso:	16/10/2017
Teléfono:	5694-7145	Fecha del informe:	07/11/2017
Correo electrónico:	Gabuu.r@gmail.com	Tipo de servicio solicitado:	varios

#### INFORMACIÓN DE LA MUESTRA

Empaque primario:	Bolsa cerrada.	Temperatura de recepción:	Ambiente
Tipo de muestra:	Camote crudo	Fecha de inicio del análisis:	17/10/2017
Descripción por el solicitante:	Camote crudo		

#### I.RESULTADOS DE ANÁLISIS

Análisis	Resultado		Metodología basada en:
β-caroteno (µg/100g)	2403	2589	AOAC 941.15. 18ª. ed.
Hierro(mg/100g)	1.30	1.23	AOAC 944.02. 18ª. ed.
Zinc (mg/100g)	0.165		EPA6010D

  
Licda. Mónica Guamuch  
Responsable del LCA



Los resultados corresponden solamente a las muestras analizadas en el laboratorio.  
Se prohíbe la reproducción parcial de este informe sin la aprobación escrita del laboratorio.



Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP)  
Unidad de Nutrición y Micronutrientes  
Centro Analítico Integral (CAI)  
Laboratorio de Composición de Alimentos (LCA)  
Calzada Roosevelt 6-25, Zona 11, Guatemala, C.A.  
PBX: (502) 2315-7900, Directo: (502) 2471-9912, Fax: (502) 2473-6529  
www.incap.int

## INFORME DE ANÁLISIS

No. CA-17-298


Solicitante:	Gabriela Rivera.	Código de Lab:	LCA-17-529
Atención:	Gabriela Rivera.	No. de Orden:	LCA-17-138
Dirección:	1° calle 4-58 zona 6, Retalhuleu, Guatemala.	Fecha de ingreso:	16/10/2017
Teléfono:	5694-7145	Fecha del informe:	07/11/2017
Correo electrónico:	Gabuu.r@gmail.com	Tipo de servicio solicitado:	Varios

### INFORMACIÓN DE LA MUESTRA

Empaque primario:	Bolsa cerrada	Temperatura de recepción:	Ambiente
Tipo de muestra:	Puré de camote	Fecha de inicio del análisis:	17/10/2017
Descripción por el solicitante:	Cocción t1Ta (Puré de camote)		

### I. RESULTADOS DE ANÁLISIS

Análisis	Resultado		Metodología basada en:
$\beta$ -caroteno ( $\mu\text{g}/100\text{g}$ )	2771	2878	AOAC 941.15. 18ª. ed.
Hierro(mg/100g)	0.737	0.707	AOAC 944.02. 18ª. ed.
Zinc (mg/100g)	0.124		EPA6010D

  
Licda. Mónica Guamuch  
Responsable del LCA



Los resultados corresponden solamente a las muestras analizadas en el laboratorio.  
Se prohíbe la reproducción parcial de este informe sin la aprobación escrita del laboratorio.



Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP)  
Unidad de Nutrición y Micronutrientes  
Centro Analítico Integral (CAI)  
Laboratorio de Composición de Alimentos (LCA)  
Calzada Roosevelt 6-25, Zona 11, Guatemala, C.A.  
PBX: (502) 2315-7900, Directo: (502) 2471-9912, Fax: (502) 2473-6529  
www.incap.int

## INFORME DE ANÁLISIS

No. CA-17-299


Solicitante:	Gabriela Rivera.	Código de Lab:	<b>LCA-17-530</b>
Atención:	Gabriela Rivera.	No. de Orden:	LCA-17-138
Dirección:	1° calle 4-58 zona 6, Retalhuleu, Guatemala.	Fecha de ingreso:	16/10/2017
Teléfono:	5694-7145	Fecha del informe:	07/11/2017
Correo electrónico:	Gabuu.r@gmail.com	Tipo de servicio solicitado:	Varios

### INFORMACIÓN DE LA MUESTRA

Empaque primario:	Bolsa cerrada.	Temperatura de recepción:	Ambiente
Tipo de muestra:	Puré de camote	Fecha de inicio del análisis:	17/10/2017
Descripción por el solicitante:	Cocción t2Ta (Puré de camote)		

### I.RESULTADOS DE ANÁLISIS

Análisis	Resultado		Metodología basada en:
β-caroteno (µg/100g)	3559	3528	AOAC 941.15. 18ª. ed.
Hierro(mg/100g)	0.693	0.669	AOAC 944.02. 18ª. ed.
Zinc (mg/100g)	0.120		EPA6010D

  
Licda. Mónica Guamuch  
Responsable del LCA



Los resultados corresponden solamente a las muestras analizadas en el laboratorio.  
Se prohíbe la reproducción parcial de este informe sin la aprobación escrita del laboratorio.



Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP)  
Unidad de Nutrición y Micronutrientes  
Centro Analítico Integral (CAI)  
Laboratorio de Composición de Alimentos (LCA)  
Calzada Roosevelt 6-25, Zona 11, Guatemala, C.A.  
PBX: (502) 2315-7900, Directo: (502) 2471-9912, Fax: (502) 2473-6529  
www.incap.int

## INFORME DE ANÁLISIS

No. CA-17-300


Solicitante:	Gabriela Rivera.	Código de Lab:	LCA-17-531
Atención:	Gabriela Rivera.	No. de Orden:	LCA-17-138
Dirección:	1° calle 4-58 zona 6, Retalhuleu, Guatemala.	Fecha de ingreso:	16/10/2017
Teléfono:	5694-7145	Fecha del informe:	07/11/2017
Correo electrónico:	Gabuu.r@gmail.com	Tipo de servicio solicitado:	Varios

### INFORMACIÓN DE LA MUESTRA

Empaque primario:	Bolsa cerrada.	Temperatura de recepción:	Ambiente
Tipo de muestra:	Puré de camote	Fecha de inicio del análisis:	17/10/2017
Descripción por el solicitante:	Cocción t1Tb (Puré de camote)		

### I. RESULTADOS DE ANÁLISIS

Análisis	Resultado		Metodología basada en:
β-caroteno (μg/100g)	2758	2754	AOAC 941.15. 18ª. ed.
Hierro(mg/100g)	0.555	0.563	AOAC 944.02. 18ª. ed.
Zinc (mg/100g)	0.119		EPA6010D

  
Licda. Mónica Guamuch  
Responsable del LCA



Los resultados corresponden solamente a las muestras analizadas en el laboratorio.  
Se prohíbe la reproducción parcial de este informe sin la aprobación escrita del laboratorio.




Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP)  
Unidad de Nutrición y Micronutrientes  
Centro Analítico Integral (CAI)  
Laboratorio de Composición de Alimentos (LCA)  
Calzada Roosevelt 6-25, Zona 11, Guatemala, C.A.  
PBX: (502) 2315-7900, Directo: (502) 2471-9912, Fax: (502) 2473-6529  
www.incap.int

## INFORME DE ANÁLISIS

No. CA-17-301

<b>Solicitante:</b>	Gabriela Rivera.	<b>Código de Lab:</b>	<b>LCA-17-532</b>
<b>Atención:</b>	Gabriela Rivera.	<b>No. de Orden:</b>	LCA-17-138
<b>Dirección:</b>	1° calle 4-58 zona 6, Retalhuleu, Guatemala.	<b>Fecha de ingreso:</b>	16/10/2017
<b>Teléfono:</b>	5694-7145	<b>Fecha del informe:</b>	07/11/2017
<b>Correo electrónico:</b>	Gabuu.r@gmail.com	<b>Tipo de servicio solicitado:</b>	varios
<b>INFORMACIÓN DE LA MUESTRA</b>			
<b>Empaque primario:</b>	Bolsa cerrada.	<b>Temperatura de recepción:</b>	Ambiente
<b>Tipo de muestra:</b>	Puré de camote	<b>Fecha de inicio del análisis:</b>	17/10/2017
<b>Descripción por el solicitante:</b>	Cocción t2Tb (Puré de camote)		

I.RESULTADOS DE ANÁLISIS			
Análisis	Resultado		Metodología basada en:
β-caroteno (µg/100g)	3455	3437	AOAC 941.15. 18ª. ed.
Hierro(mg/100g)	0.460	0.492	AOAC 944.02. 18ª. ed.
Zinc (mg/100g)	0.118		EPA6010D

  
Licda. Mónica Guamuch  
Responsable del LCA



Los resultados corresponden solamente a las muestras analizadas en el laboratorio.  
Se prohíbe la reproducción parcial de este informe sin la aprobación escrita del laboratorio.



Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP)  
Unidad de Nutrición y Micronutrientes  
Centro Analítico Integral (CAI)  
Laboratorio de Composición de Alimentos (LCA)  
Calzada Roosevelt 6-25, Zona 11, Guatemala, C.A.  
PBX: (502) 2315-7900. Directo: (502) 2471-9912. Fax: (502) 2473-6529  
www.incap.int



## INFORME DE ANÁLISIS

No. LCA-17-359-1

Solicitante:	No Aplica	Código de Lab:	<b>LCA-17-581</b>
Atención:	Gabriela Rivera	No. de Orden:	LCA-17-154
Dirección:	1ra. Calle 4-58, zona 6 Retalhuleu	Fecha de ingreso:	13/11/2017
Teléfono:	56947145	Fecha del informe:	08/01/2018
Correo electrónico:	Gabuu.r@gmail.com	Tipo de servicio solicitado:	Varios

### INFORMACIÓN DE LA MUESTRA

Empaque primario:	Bolsa plástica, cerrada	Temperatura de recepción:	<input checked="" type="checkbox"/> Ambiente <input type="checkbox"/> Refrigeración
Tipo de muestra:	Camote	Fecha de inicio del análisis:	14/11/17
Descripción por el solicitante:	Horneado t1Ta		

I. RESULTADOS DE ANÁLISIS			
Análisis	Resultado		Metodología basada en:
$\beta$ -caroteno ( $\mu\text{g}/100\text{g}$ )	2292	2292	AOAC 941.15. 18ª. ed.
Hierro(mg/100g)	0.88	0.87	AOAC 944.02. 18ª. ed.
Zinc (mg/100g)	0.200		EPA6010D

  
Licda. Mónica Guamuch  
Responsable del LCA



Los resultados corresponden solamente a las muestras analizadas en el laboratorio.  
Se prohíbe la reproducción parcial de este informe sin la aprobación escrita del laboratorio.





Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP)  
Unidad de Nutrición y Micronutrientes  
Centro Analítico Integral (CAI)  
Laboratorio de Composición de Alimentos (LCA)  
Calzada Roosevelt 6-25, Zona 11, Guatemala, C.A.  
PBX: (502) 2315-7900, Directo: (502) 2471-9912, Fax: (502) 2473-6529  
www.incap.int



## INFORME DE ANÁLISIS

No. CA-17-360-1

Solicitante:	No Aplica	Código de Lab:	LCA-17-582
Atención:	Gabriela Rivera	No. de Orden:	LCA-17-154
Dirección:	1ra. Calle 4-58, zona 6 Retalhuleu	Fecha de ingreso:	13/11/2017
Teléfono:	56947145	Fecha del informe:	08/01/2018
Correo electrónico:	Gabuu.r@gmail.com	Tipo de servicio solicitado:	Varios

### INFORMACIÓN DE LA MUESTRA

Empaque primario:	Bolsa plástica, cerrada	Temperatura de recepción:	<input checked="" type="checkbox"/> Ambiente <input type="checkbox"/> Refrigeración
Tipo de muestra:	Camote	Fecha de inicio del análisis:	14/11/17
Descripción por el solicitante:	Horneado t2Ta		

### I. RESULTADOS DE ANÁLISIS

Análisis	Resultado		Metodología basada en:
$\beta$ -caroteno ( $\mu\text{g}/100\text{g}$ )	1752	1757	AOAC 941.15. 18 <sup>a</sup> . ed.
Hierro(mg/100g)	0.70	0.73	AOAC 944.02. 18 <sup>a</sup> . ed.
Zinc (mg/100g)	0.265		EPA6010D

  
Licda. Mónica Guamuch  
Responsable del LCA



Los resultados corresponden solamente a las muestras analizadas en el laboratorio.  
Se prohíbe la reproducción parcial de este informe sin la aprobación escrita del laboratorio.



Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP)  
Unidad de Nutrición y Micronutrientes  
Centro Analítico Integral (CAI)  
Laboratorio de Composición de Alimentos (LCA)  
Calzada Roosevelt 6-25, Zona 11, Guatemala, C.A.  
PBX: (502) 2315-7900, Directo: (502) 2471-9912, Fax: (502) 2473-6529  
www.incap.int



## IFORME DE ANÁLISIS


No. CA-17-361-1

Solicitante:	No Aplica	Código de Lab:	<b>LCA-17-583</b>
Atención:	Gabriela Rivera	No. de Orden:	LCA-17-154
Dirección:	1ra. Calle 4-58, zona 6 Retalhuleu	Fecha de ingreso:	13/11/2017
Teléfono:	56947145	Fecha del informe:	08/01/2018
Correo electrónico:	Gabuu.r@gmail.com	Tipo de servicio solicitado:	Varios

### INFORMACIÓN DE LA MUESTRA

Empaque primario:	Bolsa plástica, cerrada	Temperatura de recepción:	<input checked="" type="checkbox"/> Ambiente <input type="checkbox"/> Refrigeración
Tipo de muestra:	Camote	Fecha de inicio del análisis:	14/11/17
Descripción por el solicitante:	Horneado t1TB		

I.RESULTADOS DE ANÁLISIS			
Análisis	Resultado		Metodología basada en:
β-caroteno (µg/100g)	2151	2132	AOAC 941.15. 18ª. ed.
Hierro(mg/100g)	0.85	0.81	AOAC 944.02. 18ª. ed.
Zinc (mg/100g)	0.176		EPA6010D

  
Licda. Mónica Guamuch  
Responsable del LCA



Los resultados corresponden solamente a las muestras analizadas en el laboratorio.  
Se prohíbe la reproducción parcial de este informe sin la aprobación escrita del laboratorio.



Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP)  
Unidad de Nutrición y Micronutrientes  
Centro Analítico Integral (CAI)  
Laboratorio de Composición de Alimentos (LCA)  
Calzada Roosevelt 6-25, Zona 11, Guatemala, C.A.  
PBX: (502) 2315-7900, Directo: (502) 2471-9912, Fax: (502) 2473-6529  
www.incap.int



## INFORME DE ANÁLISIS

No. CA-17-362-1


Solicitante:	No Aplica	Código de Lab:	<b>LCA-17-584</b>
Atención:	Gabriela Rivera	No. de Orden:	LCA-17-154
Dirección:	1ra. Calle 4-58, zona 6 Retalhuleu	Fecha de ingreso:	13/11/2017
Teléfono:	56947145	Fecha del informe:	08/01/2018
Correo electrónico:	Gabuu.r@gmail.com	Tipo de servicio solicitado:	Varios

### INFORMACIÓN DE LA MUESTRA

Empaque primario:	Bolsa plástica, cerrada	Temperatura de recepción:	<input checked="" type="checkbox"/> Ambiente <input type="checkbox"/> Refrigeración
Tipo de muestra:	Camote	Fecha de inicio del análisis:	14/11/17
Descripción por el solicitante:	Horneado t2TB		

### I.RESULTADOS DE ANÁLISIS

Análisis	Resultado		Metodología basada en:
$\beta$ -caroteno ( $\mu\text{g}/100\text{g}$ )	1860	1874	AOAC 941.15. 18 <sup>a</sup> . ed.
Hierro(mg/100g)	0.83	0.81	AOAC 944.02. 18 <sup>a</sup> . ed.
Zinc (mg/100g)	0.218		EPA6010D

  
Licda. Mónica Guamuch  
Responsable del LCA

Los resultados corresponden solamente a las muestras analizadas en el laboratorio.  
Se prohíbe la reproducción parcial de este informe sin la aprobación escrita del laboratorio.

**16.2. Apéndice No. 2:** Resultado de análisis bromatológicos con la media aritmética (Etapa de Cocción)

**Tabla No. 13:** Análisis bromatológicos del relleno cocción t<sub>1</sub>T<sub>a</sub>

<b>Cocción t<sub>1</sub>T<sub>a</sub> ( 7 min.,60°C)</b>		
<b>Análisis</b>	<b>Resultados</b>	<b>Media A.</b>
<b>β-carotenos (µg/100g)</b>	2 771 2 878	2 824,5
<b>Hierro (mg/100g)</b>	0,737 0,707	0,722
<b>Zinc (mg/100g)</b>	0,124	0,124

**Fuente:** Informe de laboratorio del Instituto de Nutrición de Centroamérica y Panamá –INCAP-, 2018

**Tabla No. 14:** Análisis bromatológicos del relleno cocción t<sub>2</sub>T<sub>a</sub>

<b>Cocción t<sub>2</sub>T<sub>a</sub> ( 10 min., 60°C)</b>		
<b>Análisis</b>	<b>Resultados</b>	<b>Media A.</b>
<b>β-carotenos (µg/100g)</b>	3 559 3 528	3 543.5
<b>Hierro (mg/100g)</b>	0,693 0,669	0,681
<b>Zinc (mg/100g)</b>	0,12	0,12

**Fuente:** Informe de laboratorio del Instituto de Nutrición de Centroamérica y Panamá –INCAP-, 2018.

**Tabla No. 15:** Análisis bromatológicos del relleno cocción t<sub>1</sub>T<sub>b</sub>

<b>Cocción t<sub>1</sub>T<sub>b</sub> ( 7 min., 65°C)</b>		
<b>Análisis</b>	<b>Resultados</b>	<b>Media A.</b>
<b>β-carotenos (µg/100g)</b>	2 758 2 754	2 756
<b>Hierro (mg/100g)</b>	0,555 0,563	0,559
<b>Zinc (mg/100g)</b>	0,119	0,119

**Fuente:** Informe de laboratorio del Instituto de Nutrición de Centroamérica y Panamá –INCAP-, 2018.

**Tabla No. 16:** Análisis bromatológicos del relleno cocción t<sub>2</sub>T<sub>b</sub>

<b>Cocción t<sub>2</sub>T<sub>b</sub> ( 10 min., 65°C)</b>			
<b>Análisis</b>	<b>Resultados</b>		<b>Media A.</b>
<b>β-carotenos (μg/100g)</b>	3 455	3 437	3 446
<b>Hierro (mg/100g)</b>	0,46	0,492	0,476
<b>Zinc (mg/100g)</b>	0,118		0,118

**Fuente:** Informe de laboratorio del Instituto de Nutrición de Centroamérica y Panamá –INCAP-, 2018.

**Tabla No. 17:** Análisis bromatológicos general del relleno proceso de cocción

<b>Proceso de Cocción</b>				
<b>Análisis</b>	<b>t1Ta</b>	<b>t2Ta</b>	<b>t1Tb</b>	<b>t2Tb</b>
<b>β-carotenos (μg/100g)</b>	2 824,5	3 543,5	2 756	3 446
<b>Hierro (mg/100g)</b>	0,722	0,681	0,559	0,476
<b>Zinc (mg/100g)</b>	0,124	0,12	0,119	0,118

**Fuente:** Informe de laboratorio del Instituto de Nutrición de Centroamérica y Panamá –INCAP-, 2018.

**16.3. Apéndice No. 3:** Resultados de análisis bromatológicos con la media aritmética (Etapa de horneado)

**Tabla No. 18:** Análisis bromatológicos del relleno horneado t<sub>1</sub>T<sub>a</sub>

<b>Horneado t<sub>1</sub>T<sub>a</sub> ( 30 min., 170°C)</b>			
<b>Análisis</b>	<b>Resultados</b>		<b>Media A.</b>
<b>β-carotenos (µg/100g)</b>	2 292	2 292	2 292
<b>Hierro (mg/100g)</b>	0,88	0,87	0,875
<b>Zinc (mg/100g)</b>	0,200		0,200

**Fuente:** Informe de laboratorio del Instituto de Nutrición de Centroamérica y Panamá –INCAP-, 2018

**Tabla No. 19:** Análisis bromatológicos del relleno horneado t<sub>2</sub>T<sub>a</sub>

<b>Horneado t<sub>2</sub>T<sub>a</sub> ( 35 min., 170°C)</b>			
<b>Análisis</b>	<b>Resultados</b>		<b>Media A.</b>
<b>β-carotenos (µg/100g)</b>	1 752	1 757	1 754,5
<b>Hierro (mg/100g)</b>	0,7	0,73	0,715
<b>Zinc (mg/100g)</b>	0,265		0,265

**Fuente:** Informe de laboratorio del Instituto de Nutrición de Centroamérica y Panamá –INCAP-, 2018

**Tabla No. 20:** Análisis bromatológicos del relleno horneado t<sub>1</sub>T<sub>b</sub>

<b>Horneado t<sub>1</sub>T<sub>b</sub> ( 30 min., 180°C)</b>			
<b>Análisis</b>	<b>Resultados</b>		<b>Media A.</b>
<b>β-carotenos (µg/100g)</b>	2 151	2 132	2 141,5
<b>Hierro (mg/100g)</b>	0,85	0,81	0,83
<b>Zinc (mg/100g)</b>	0,176		0,176

**Fuente:** Informe de laboratorio del Instituto de Nutrición de Centroamérica y Panamá –INCAP-, 2018

**Tabla No. 21:** Análisis bromatológicos del relleno horneado t<sub>2</sub>T<sub>b</sub>

Horneado t <sub>2</sub> T <sub>b</sub> ( 35 min., 180°C)			
Análisis	Resultados		Media A.
<b>β-carotenos (μg/100g)</b>	1860	1874	1867
<b>Hierro (mg/100g)</b>	0,83	0,81	0,82
<b>Zinc (mg/100g)</b>	0,218		0,218

**Fuente:** Informe de laboratorio del Instituto de Nutrición de Centroamérica y Panamá –INCAP-, 2018

**Tabla No. 22:** Análisis bromatológicos general del relleno proceso de horneado

Proceso de horneado				
Análisis	t <sub>1</sub> T <sub>a</sub>	t <sub>2</sub> T <sub>a</sub>	t <sub>1</sub> T <sub>b</sub>	t <sub>2</sub> T <sub>b</sub>
<b>β-carotenos (μg/100g)</b>	2292	1754,5	2141,5	1867
<b>Hierro (mg/100g)</b>	0,875	0,715	0,83	0,82
<b>Zinc (mg/100g)</b>	0,200	0,265	0,176	0,218

**Fuente:** Informe de laboratorio del Instituto de Nutrición de Centroamérica y Panamá –INCAP-, 2018

## 17. GLOSARIO

- **Alimentos Funcionales:** es todo aquel alimento que tiene apariencia similar a la de un alimento convencional, se consume como parte de una dieta normal y además de su función nutritiva básica, se ha demostrado que presenta propiedades fisiológicas beneficiosas y/o reduce el riesgo de contraer enfermedades crónicas.
- **Análisis bromatológicos:** son la evaluación química de la materia que compone a los nutrientes, pues etimológicamente se puede definir a la Bromatología como Broma, ‘alimento’, y logos, ‘tratado o estudio’, es decir, que la Bromatología es la ciencia que estudia los alimentos, sus características, valor nutricional y adulteraciones.
- **Betacarotenos:** Provitamina A, que se transforma en vitamina A cuando es asimilada por el organismo.
- **Biofortificación:** se logra a través del fitomejoramiento convencional, optimizando los niveles de nutrientes en los cultivos, tales como proteína, vitaminas y minerales.
- **Biotecnología:** Tecnología aplicada a los procesos biológicos.
- **Fécula de maíz:** es lo mismo que la harina de maíz, el almidón o la maicena también se escribe como “maizena” porque la marca con este nombre se hizo más famosa que la manera correcta de escribir la palabra.



- **Fitomejoramiento:** es la ciencia que, basada en conceptos teórico-prácticos de otras ciencias, tiene como objetivo fundamental modificar y alterar la herencia de las plantas, para lograr tipos mejorados agronómicamente, mejor adaptados y de mayores rendimientos económicos que los genotipos nativos.
- **Fortificación:** se ha definido como la adición de uno o más nutrientes a un alimento a fin de mejorar su calidad para las personas que lo consumen, en general con el objeto de reducir o controlar una carencia de nutrientes.
- **HarvestPlus:** es parte del Programa de Investigación del CGIAR sobre la Agricultura de Nutrición y Salud (A4NH), su objetivo es desarrollar y ampliar la entrega de cultivos nutritivos biofortificadas de todo el mundo, por lo que cada niño, mujer y hombre que necesita de ellos pueden tener acceso. También proporcionan un liderazgo mundial en pruebas bioenriquecimiento y la tecnología.
- **Micronutrientes:** a las sustancias que el organismo de los seres vivos necesitan en pequeñas dosis. Son sustancias indispensables para los diferentes procesos metabólicos de los organismos vivos y sin ellos morirían.
- **Organoléptico:** son todas aquellas descripciones de las características físicas que tiene la materia en general, según la puedan percibir los sentidos, como por ejemplo su sabor, textura, olor, color, temperatura, etc.
- **Tubérculo:** es un tallo subterráneo modificado y engrosado donde se acumulan los nutrientes de reserva para la planta. Posee una yema central de forma plana y

circular. No posee escamas ni cualquier otra capa de protección, tampoco emite hijuelos.



Mazatenango, Suchitepéquez, Mayo de 2018

Comisión de Trabajo de Graduación  
Carrera de Ingeniería en Alimentos  
CUNSUROC, USAC.

Señores de comisión de trabajo de graduación:

Atentamente nos dirigimos a ustedes como terna evaluadora para hacer de su conocimiento que la estudiante **Gabriela Alejandra Rivera Flores**, quién se identifica con DPI **2255 68608 1101**, número de carné **201044344** ha realizado las correcciones de su Seminario II del trabajo de Graduación solicitadas en su evaluación correspondiente. Por lo que se considera que no hay ningún inconveniente que se le dé continuidad al proceso que corresponde.

Sin otro particular nos suscribimos de ustedes,

Atentamente,

Ing. Marvin Sánchez López

Coordinador

Inga. Liliana Esquit Donis

Secretaria

Ing. Carlos Hernández Ordoñez

Vocal



Mazatenango, Suchitepéquez, Mayo de 2018

M.Sc. Edgar Roberto Del Cid Chacón  
Coordinador de Ingeniería en Alimentos  
CUNSUROC-USAC.

Distinguido, Doctor:


Le saludo cordialmente, deseándole éxitos en sus labores diarias.

El motivo de la presente, es para informarle que la comisión de trabajo de graduación ha recibido el informe revisado de los asesores nombrados y las correcciones correspondientes de la terna evaluadora de la evaluación de seminario II. Del trabajo de graduación titulado: **“Evaluación del efecto de la temperatura de cocción y horneado en el contenido de hierro zinc y  $\beta$ -carotenos del relleno de puré de camote (*Ipomoea batatas*) biofortificado, utilizado en una barra alimenticia”**. El cual ha sido presentado por la estudiante **Gabriela Alejandra Rivera Flores**, quién se identifica con DPI **2255 68608 1101**, y número de carné **201044344**.

El documento antes mencionado llena los requisitos establecidos en redacción y corrección, para que se proceda a los trámites correspondientes.

Sin nada más que agregar, me suscribo de usted.

Respetuosamente

  
Ing. Marvin Manolo Sánchez López

Secretario de la Comisión de trabajo de graduación



Mazatenango, Suchitepéquez, Mayo de 2018



Dr. Guillermo Vinicio Tello Cano  
Director Centro Universitario de Sur Occidente  
Universidad de San Carlos de Guatemala

Distinguido, Doctor:

Le saludo cordialmente, deseándole éxitos en sus labores diarias.

De conformidad con el cumplimiento de mis funciones, como coordinador de la carrera de Ingeniería en Alimentos del Centro Universitario de Sur Occidente - CUNSUROC-, he tenido a bien revisar el informe de trabajo de graduación titulado: **“Evaluación del efecto de la temperatura de cocción y horneado en el contenido de hierro zinc y  $\beta$ -carotenos del relleno de puré de camote (*Ipomoea batatas*) biofortificado, utilizado en una barra alimenticia”**. El cual ha sido presentado por la estudiante **Gabriela Alejandra Rivera Flores**, quién se identifica con DPI **2255 68608 1101**, y número de carné **201044344**.

El documento antes mencionado llena los requisitos establecidos para optar al título de Ingeniero en Alimentos, en el grado académico de Licenciado, por lo que solicito la autorización del imprimase.

Sin nada más que agregar, me suscribo de usted.

Respetuosamente

M.Sc. Edgar Roberto Del Cid Chacón

Coordinador de la carrera de Ingeniería en Alimentos.



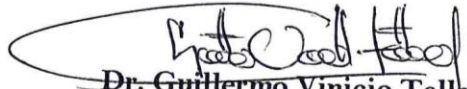
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
CENTRO UNIVERSITARIO DEL SUR OCCIDENTE  
MAZATENANGO, SUCHITEPEQUEZ  
DIRECCIÓN DEL CENTRO UNIVERSITARIO

**CUNSUROC/USAC-I-05-2018**

DIRECCIÓN DEL CENTRO UNIVERSITARIO DEL SUROCCIDENTE,  
Mazatenango, Suchitepéquez, veinte de julio de dos mil dieciocho\_\_\_\_\_

Encontrándose agregados al expediente los dictámenes de la Comisión de Tesis y del Secretario del comité de Tesis, SE AUTORIZA LA IMPRESIÓN DEL TRABAJO DE GRADUACIÓN TITULADO: "EVALUACIÓN DEL EFECTO DE LA TEMPERATURA DE COCCIÓN Y HORNEADO EN EL CONTENIDO DE HIERRO, ZINC Y B-CAROTENOS DEL RELLENO DE PURÉ DE CAMOTE (Ipomoea batatas) BIOFORTIFICADO, UTILIZADO EN UNA BARRA ALIMENTICIA" de la estudiante: **Gabriela Alejandra Rivera Flores**, CUI: **2255 68608 1101** de la carrera **Ingeniería en Alimentos**.

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"

  
**Dr. Guillermo Vinicio Tello Cano**  
Director - CUNSUROC -



/gris