

**EVALUACIÓN DE LA SUSTITUCIÓN PARCIAL DE HARINA DE TRIGO POR  
PULPA DE ZANAHORIA (*Daucus Carota* L.) SOBRE LAS CARACTERÍSTICAS  
NUTRICIONALES Y SENSORIALES DE UN PASTEL A VAPOR TIPO QUIMBOLITO.**

**LEYDI ERNESTINA CASTRO**

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO**

**FACULTAD DE INGENIERIA AGROINDUSTRIAL**

**PROGRAMA DE INGENIERIA AGROINDUSTRIAL**

**SAN JUAN DE PASTO**

**2019**

**EVALUACIÓN DE LA SUSTITUCIÓN PARCIAL DE HARINA DE TRIGO POR  
PULPA DE ZANAHORIA (*Daucus Carota* L.) SOBRE LAS CARACTERÍSTICAS  
NUTRICIONALES Y SENSORIALES DE UN PASTEL A VAPOR TIPO QUIMBOLITO.**

**LEYDI ERNESTINA CASTRO**

**Trabajo de grado en la modalidad de investigación, presentado como requisito parcial para  
optar al título de Ingeniería Agroindustrial**

**Asesor:**

**M. Sc. Olga Lucía Benavides Calvache**

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO  
FACULTAD DE INGENIERIA AGROINDUSTRIAL  
PROGRAMA DE INGENIERIA AGROINDUSTRIAL  
SAN JUAN DE PASTO**

**2019**

**Nota de responsabilidad**

Las ideas y conclusiones aportadas en el trabajo son responsabilidad exclusiva del autor.

Artículo primero del acuerdo N° 324 de octubre 11 de 1966 emanado por el Honorable Consejo Directivo de la Universidad de Nariño.

Nota de aceptación

---

---

---

---

---

---

---

---

OLGA LUCIA BENAVIDES CALVACHE

Asesor

---

VERÓNICA FERNANDA JARRIN JARRIN

Jurado

---

OSCAR ARANGO BEDOYA

Jurado

San Juan de Pasto, Marzo de 2019.

## **Dedicatoria**

Durante el vivir hay que reinventarse no menos de mil maneras ni más de las necesarias para continuar llenando el espacio que nos abunda de sueños realizados y de otros menesteres que otorgan de sentido a la existencia. Es así como en esa búsqueda de la felicidad es imposible prescindir de aquellos que te obsequian una parte de sí mismos y te motivan a crecer en conciencia.

Por tanto, la llegada a este triunfo la agradezco a Dios, el cual es el Maestro quien me enseñó que lo imposible deja de serlo cuando se hace, tan solo se requiere ser constante durante el camino.

De igual manera, quiero hacer partícipe de mi alegría, a mi madre Ismeria por todo su amor, comprensión, su tenacidad y coraje con la que todos los días me alienta para seguir adelante, espero con este logro haber recompensado un poco todo su esfuerzo. A mis hermanas Viviana y Sandra Canchala, por ser las personas incondicionales que me han acompañado durante todo mi trayecto estudiantil y de vida, a mi esposo Jorge Urbano, quien con sus consejos, amor y apoyo me guio para culminar mi carrera profesional. A mi hija Tatiana Urbano, por ser el motor que me impulsa a alcanzar todas mis metas. A mis profesores, por su tiempo, por la sabiduría que me transmitieron en el desarrollo de mi formación profesional.

### **Agradecimientos**

A mi asesora M. Sc Olga Lucia Benavides Calvache por todas sus enseñanzas, su tiempo y apoyo en el desarrollo de la presente investigación.

A mis jurados Ph. D Oscar Arango Bedoya, M. Sc Verónica Fernanda Jarrin Jarrin, por su colaboración y valiosas recomendaciones durante el desarrollo del proyecto.

A los funcionarios de los laboratorios especializados por su colaboración en el desarrollo de procedimientos y análisis.

A todos los docentes, compañeros y a cada una de las personas que hicieron posible la realización de este proyecto.

## Resumen

El creciente interés de los consumidores por alimentos que además de su valor nutritivo incluya la potencialidad para mantener una buena salud, ha generado un cambio en la dinámica de la industria alimentaria, estimulando la creación de nuevos productos que buscan satisfacer las crecientes necesidades. Es así como se desarrolló un pastel a vapor tipo quimbolito con sustitución parcial de harina de trigo por pulpa de zanahoria (*Daucus Carota L.*).

En este estudio se determinó el nivel máximo de sustitución de harina de trigo por pulpa de zanahoria, en la elaboración de pastel a vapor tipo quimbolito. Se utilizó un diseño completamente al azar, donde el factor de estudio fue el nivel de sustitución 0, 30, 40, 50% y las variables de respuesta: sensoriales (color, sabor, textura y aceptabilidad), a las cuales se les realizó un análisis de varianza ANOVA y prueba de comparación mediante LSD de Fisher a un 5% de nivel de significancia, encontrándose diferencias significativas ( $P < 0.05$ ) en color, textura y aceptación; concluyendo que las valoraciones son directamente proporcionales al porcentaje de sustitución, obteniendo la muestra de 50% de sustitución como óptima.

La determinación del potencial nutricional de la muestra aceptada por los panelistas, se evidenció por medio del análisis proximal, realizando comparación entre la muestra óptima y la muestra control, encontrándose un aumento de humedad, grasa, minerales, fibra y una disminución de proteína, carbohidratos y calorías en la muestra óptima. El contenido de  $\beta$ -caroteno se evaluó al realizar comparación entre la muestra óptima con la muestra control y la zanahoria fresca, evidenciando un aumento de  $\beta$ -caroteno en la muestra óptima en comparación con la muestra control. Por último en la evaluación del contenido de luteína y zeaxantina, se obtuvo como resultado que la muestra óptima en base húmeda, posee un valor superior en

comparación con la muestra control, esto se debe a que los ingredientes utilizados como el huevo y la zanahoria realizan un aporte importante de estos componentes.

Se concluye que la incorporación de la zanahoria fresca en los pasteles a vapor tipo quimbolito, es una condición de alta factibilidad para mejorar el valor nutritivo del producto final.

**Palabras clave:** Pastel a vapor tipo quimbolito, zanahoria, análisis proximal,  $\beta$ -caroteno, luteína, zeaxantina.

### **Abstract**

The growing interest of consumers for food that in addition to its nutritional value includes the potential to maintain good health, has generated a change in the dynamics of the food industry, stimulating the creation of new products that seek to meet the growing needs. This is how a quimbolite type steam cake with partial replacement of wheat flour by carrot pulp (*Daucus Carota L.*) was developed.

In this study, the maximum level of substitution of wheat flour by carrot pulp was determined in the production of quimbolito-type steam cake. A completely randomized design was used, where the study factor was the substitution level 0, 30, 40, 50% and the response variables: sensory (color, taste, texture and acceptability), to which were made a analysis of variance ANOVA and comparison test by Fisher's LSD at a 5% level of significance, finding significant differences ( $P < 0.05$ ) in color, texture and acceptance; concluding that the valuations are directly proportional to the percentage of substitution, obtaining the sample of 50% substitution as optimal.

The determination of the nutritional potential of the sample accepted by the panelists was evidenced by means of the proximal analysis, making comparison between the optimal sample and the control sample, finding an increase in humidity, fat, minerals, fiber and a decrease in protein, carbohydrates and calories in the optimal sample. The content of  $\beta$ -carotene was evaluated when comparing the optimal sample with the control sample and the fresh carrot, evidencing an increase of  $\beta$ -carotene in the optimal sample compared to the control sample. Finally in the evaluation of the content of lutein and zeaxanthin, it was obtained as a result that the optimal sample on a wet basis, has a higher value compared to the control sample, this is

because the ingredients used as the egg and the carrot make an important contribution of these components.

It is concluded that the incorporation of fresh carrot in steam cakes type quimbolito, is a condition of high feasibility to improve the nutritional value of the final product.

Key words: Quimbolito steam cake, carrot, proximal analysis,  $\beta$ -carotene, lutein, zeaxanthin.

## Contenido

|  | <b>pág.</b> |
|--|-------------|
| Introducción .....   | 18          |
| 1. Planteamiento del problema.....   | 21          |
| 2. Justificación .....   | 25          |
| 3. Marco teórico .....   | 28          |
| 3.1 Zanahoria (Daucus carota L.) .....   | 28          |
| 3.1.1 Valor nutritivo.....   | 30          |
| 3.1.2 Carotenos. ....  | 32          |
| 3.1.3 Fibra .....  | 35          |
| 3.2 Alimentos funcionales .....  | 39          |
| 3.2.1 Panorama alimentos funcionales.....  | 46          |
| 3.3 Pastel al Vapor (Quimbolito) .....   | 49          |
| 3.3.1 Ingredientes de la fabricación de quimbolitos .....  | 50          |
| 3.4 Antecedentes de alimentos elaborados con zanahoria (Daucus carota L.) .....  | 57          |
| 4. Objetivos.....  | 60          |
| 4.1 Objetivo general.....  | 60          |
| 4.2 Objetivos específicos .....  | 60          |
| 5. Metodología .....   | 61          |
| 5.1 Localización .....   | 61          |
| 5.2 Determinación de la formulación de un pastel a vapor tipo quimbolito con Sustitución<br>parcial de harina de trigo por pulpa de zanahoria (Daucus Carota L.). .... | 61          |
| 5.2.1 Adquisición materia prima.....   | 61          |

|  |     |
|--|-----|
| 5.2.2 Tratamiento materia prima.....   | 61  |
| 5.2.3 Elaboración de pasteles a vapor.....   | 64  |
| 5.2.4 Diseño experimental .....  | 67  |
| 5.3 Determinación de la aceptación del pastel a vapor tipo quimbolito con sustitución parcial de harina de trigo por pulpa de zanahoria (Daucus Carota L.) Mediante análisis sensorial.... | 68  |
| 5.4 Evaluación del potencial nutricional del pastel a vapor tipo quimbolito a través de análisis proximal, concentración de $\beta$ -caroteno, luteína y zeaxantina.....                   | 69  |
| 6. Resultados y discusión.....   | 74  |
| 6.1 Determinación de la formulación de pastel a vapor tipo quimbolito con sustitución parcial de harina de trigo por pulpa de zanahoria (Daucus Carota L.).....                            | 74  |
| 6.2 Determinación de aceptación del pastel a vapor tipo quimbolito con sustitución parcial de harina de trigo por pulpa de zanahoria (Daucus Carota L.) Mediante análisis sensorial.....   | 75  |
| 6.3 Evaluación del potencial nutricional del pastel a vapor tipo quimbolito a través de análisis proximal, concentración de $\beta$ -caroteno, luteína y zeaxantina.....                   | 84  |
| 6.3.1 Análisis proximal del pastel a vapor tipo quimbolito .....   | 84  |
| 6.3.2 Concentración de $\beta$ -caroteno, luteína y zeaxantina del pastel a vapor tipo quimbolito.....   | 92  |
| 7. Conclusiones.....   | 102 |
| 8. Recomendaciones .....   | 104 |
| Bibliografía .....   | 105 |
| ANEXOS .....   | 116 |

**Lista de tablas**

|  | <b>pág.</b> |
|--|-------------|
| Tabla 1. Composición nutricional de la zanahoria contenido en 100 g de parte comestible ...  | 32          |
| Tabla 2. Contenido de carotenoides en zanahoria ( <i>Daucus carota</i> L.) (rango, $\mu\text{g}/100$ g porción comestible).....              | 34          |
| Tabla 3. Aporte de fibra aportada por alimentos naturales en 100 g de parte comestible. ....   | 38          |
| Tabla 4. Productos con propiedades funcionales incluidas por diferentes medios.....  | 42          |
| Tabla 5. Propiedades funcionales presentes en algunas frutas y hortalizas.....   | 45          |
| Tabla 6. Componentes funcionales presentes en frutas y hortalizas.....   | 46          |
| Tabla 7. Información nutricional de quimbolitos contenido en 260 g de parte comestible. ....   | 50          |
| Tabla 8. Rendimiento zanahoria ( <i>Daucus carota</i> L.).....   | 63          |
| Tabla 9. Porcentaje de ingredientes en la elaboración de quimbolitos. ....   | 67          |
| Tabla 10. Formulaciones utilizadas y evaluadas (base de cálculo 1000g de harina) en la fabricación de pasteles a vapor tipo quimbolitos..... | 68          |
| Tabla 11. Análisis de varianza para color.....   | 76          |
| Tabla 12. Prueba LSD Fisher para color.....  | 76          |
| Tabla 13. Análisis de varianza para sabor.....   | 77          |
| Tabla 14. Prueba LSD Fisher para sabor. ....   | 78          |
| Tabla 15. Análisis de varianza para textura.....   | 79          |
| Tabla 16. Prueba LSD Fisher para textura.....  | 80          |
| Tabla 17. Análisis de varianza para aceptabilidad.....   | 81          |
| Tabla 18. Prueba LSD Fisher para aceptabilidad.....  | 81          |

|           |   |    |
|-----------|---|----|
| Tabla 19. | Resultado de prueba hedónica quimbolito al 50% de pulpa de zanahoria. ....  | 83 |
| Tabla 20. | Composición proximal en base húmeda de quimbolito tradicional y quimbolito<br>formulado con pulpa de zanahoria. ....  | 84 |
| Tabla 21. | Composición proximal en base seca de quimbolito tradicional y quimbolito<br>formulado con pulpa de zanahoria. ....  | 92 |
| Tabla 22. | Contenido de $\beta$ -caroteno en quimbolito tradicional, pastel a vapor tipo quimbolito<br>con pulpa de zanahoria y zanahoria fresca. ....   | 93 |
| Tabla 23. | Contenido de luteína y zeaxantina en muestras de quimbolito tradicional, pastel a<br>vapor tipo quimbolito con zanahoria y zanahoria fresca por HPLC-PDA scan (200-<br>700nm). .... | 99 |

**Lista de figuras**

|  | pág. |
|--|------|
| Figura 1. Selección zanahoria ( <i>Daucus carota</i> L).....   | 62   |
| Figura 2. Limpieza y desinfección zanahoria ( <i>Daucus carota</i> L).....                                       | 62   |
| Figura 3. Pelado y troceado zanahoria ( <i>Daucus carota</i> L).....   | 63   |
| Figura 4. Homogenizado zanahoria ( <i>Daucus carota</i> L).....  | 63   |
| Figura 5. Pesado de ingredientes.....  | 64   |
| Figura 6. Mezclado de ingredientes.....  | 65   |
| Figura 7. Formado pastel a vapor (quimbolito).....   | 65   |
| Figura 8. Cocción pastel a vapor (quimbolito).....   | 66   |
| Figura 9. Enfriado pastel a vapor (quimbolito).....  | 66   |
| Figura 10. Realización de la prueba de preferencia.....  | 69   |
| Figura 11. Extracción de carotenoides del pastel a vapor y zanahoria.....  | 72   |
| Figura 12. Inyección de las muestras el equipo HPLC para identificación y<br>cuantificación de carotenoides..... | 73   |
| Figura 13. Pastel a vapor tipo quimbolito a diferentes concentraciones de pulpa de<br>zanahoria.....             | 75   |

**Lista de gráficos**

|   | pág. |
|---|------|
| Gráfico 1. Diagrama de media e intervalos al 95 % de la LSD de Fisher para la variable color.....         | 77   |
| Gráfico 2. Diagrama de media e intervalos al 95 % de la LSD de Fisher para la variable sabor.....         | 78   |
| Gráfico 3. Diagrama de media e intervalos al 95 % de la LSD de Fisher para la variable textura.....       | 80   |
| Gráfico 4. Diagrama de media e intervalos al 95 % de la LSD de Fisher para la variable aceptabilidad..... | 82   |
| Gráfico 5. Valoración global medias de las calificaciones sensorial.....                                  | 83   |

**Lista de anexos**

|   | <b>pág.</b> |
|---|-------------|
| Anexo 1. Cuestionario de prueba sensorial efectiva de pastel a vapor tipo quimbolito.....   | 117         |
| Anexo 2. Resultado análisis proximal pastel a vapor tipo quimbolito con zanahoria. ....   | 118         |
| Anexo 3. Resultado análisis proximal pastel a vapor tipo quimbolito tradicional.....  | 120         |
| Anexo 4. Resultados del contenido $\beta$ -caroteno, luteína y zeaxantina en las muestras de pastel a vapor y pulpa de zanahoria por HPLC-PDA ..... | 122         |

## Introducción

Actualmente una de las tendencias mundiales en alimentación es el interés de los consumidores por alimentos que además de su valor nutritivo incluya la potencialidad para mantener una buena salud, extender los años de vida, disminuir alergias y reducir el riesgo de desarrollar enfermedades. (González *et al.* 2003). Esta nueva tendencia del consumidor ha generado un cambio en la dinámica de la industria alimentaria, estimulando la creación de nuevos productos y tecnologías, ya que el mercado de los alimentos funcionales, es un negocio muy atractivo no solo por los efectos sobre la salud, sino por los márgenes de rentabilidad que maneja, alrededor del 60% (Revista Dinero, 2009).

Los alimentos nutritivos y con características funcionales son una realidad mundial de la cual Colombia no se encuentra al margen y aunque el mercado de dichos productos hace pocos años ha comenzado a darse a conocer, posee alta aceptabilidad por consumidores que buscan alimentos que aporten beneficios a su organismo, de igual manera cabe resaltar que nuestro país posee una amplia biodiversidad de flora y fauna asociada a gran variedad de plantas y frutos comestibles, con potenciales y efectos beneficiosos para la salud que pueden ser utilizados para la elaboración o enriquecimiento de productos alimenticios.

De acuerdo a lo anterior se han realizado investigaciones para incorporar productos hortofrutícolas en alimentos tradicionales, que proporcionen beneficios para la salud de los consumidores, como es el caso de la zanahoria una hortaliza que contiene una cantidad apreciable de hidratos de carbono y un alto contenido en fibra, aunque el aspecto más destacable de este alimento desde el punto de vista nutricional es su contenido en carotenoides con actividad provitamínica A, uno de los compuesto más abundante de la hortaliza es el  $\beta$ -caroteno (6.628  $\mu\text{g}/100\text{g}$  de porción comestible), al que algunos estudios han atribuido un papel preventivo frente

a enfermedades como el cáncer, enfermedades cardiovasculares, cataratas y degeneración macular senil, dada su capacidad antioxidante y moduladora de la respuesta inmunitaria, le sigue el  $\alpha$ -caroteno, cuyos niveles séricos se han relacionado inversamente con la presencia de enfermedad coronaria y formación de placa arterial (Jarrin & Montejo, 2011).

Cabe resaltar que en Colombia la zanahoria alcanzó una producción récord en 2017, de acuerdo con los datos proyectados del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, llegando a 312.077 hectáreas aproximadas en todo el país. Los departamentos como Boyacá, Cundinamarca, Antioquia y Nariño se han convertido en el eje de siembra y cosecha ya que concentran más del 93% de la cantidad total de cultivos a nivel nacional. Así mismo, se ha posicionado como uno de los principales cultivos de rotación para la papa, convirtiéndose en una alternativa adicional para generar ingresos y no depender de un solo tipo de producción (Freshplaza, 2018).

Por ultimo cabe destacar al quimbolito, un pastel dulce de origen ancestral, elaborado a base de harina de maíz y queso, envuelto en la hoja de achira, el cual es cocido a vapor, posee un alto valor nutritivo proporcionado por sus ingredientes, aportando a sus consumidores energía, proteína, vitaminas y minerales necesarios para el buen funcionamiento del organismo, a pesar de lo anterior este producto no posee una demanda significativa, esto se debe al escaso conocimiento del producto y la falta de un valor agregado que genere un atractivo para su consumo.

De acuerdo al panorama anterior, el objetivo de este proyecto fue la evaluación de la sustitución parcial de harina de trigo por pulpa de zanahoria (*Daucus carota* L.) sobre las características nutricionales y sensoriales de un producto tradicional y autóctono de Ecuador y sur de Colombia pastel a vapor (quimbolito), la cual es una alternativa para el aprovechamiento

de la hortaliza en fresco, con lo cual se buscó incrementar las propiedades fisicoquímicas y nutricionales del producto final.

## 1. Planteamiento del problema

En Colombia, el cultivo de zanahoria (*Daucus carota* L.) uno de los cultivos agrícolas tradicionales, en los últimos tiempos ha tomado importancia ya que su producción aumentó considerablemente, de acuerdo con los datos proyectados del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural para el año 2017 su producción Llegó a 312.077 hectáreas aproximadas en todo el país. Los departamentos de Boyacá, Cundinamarca, Antioquia y Nariño se han convertido en el eje de siembra y cosecha ya que concentran más del 93% de la cantidad total de cultivos a nivel nacional (Freshplaza, 2018).

En el departamento de Nariño se cultivan alrededor de 776 hectáreas con una producción de 51.552 toneladas de zanahoria, las principales áreas cultivadas se localizan en los municipios de Pasto, Tuquerres, Potosi, Pupiales, Cordoba, Ipiales, Yacuanquer (MinAgricultura, 2018). Las zonas donde se localizan las explotaciones de zanahoria, corresponden a una economía campesina donde sus actividades son realizadas básicamente por mano de obra familiar.

A pesar que Nariño tiene condiciones óptimas para el cultivo de zanahoria, el rendimiento de la hortaliza se encuentra en promedio 28,5 toneladas por hectárea en comparación con otros productores mundiales que alcanzas rendimientos de 100 toneladas por hectárea (Freshplaza, 2018), este comportamiento se debe a la baja tecnificación, la falta de tecnología e investigación de nuevas formas de producción.

Los elevados costos de producción, el escaso rendimiento por hectárea de hortaliza y los bajos precios de venta no permiten obtener ganancia a los productores, y básicamente se lo utiliza como alternativa para realizar rotación de cultivo en la papa mas no para obtener utilidades.

Según algunos expertos, existen oportunidades para la exportacion de hortalizas a los mercados internaciones, entre estas la zanahoria, puesto que los productos agrícolas son muy

apetecidos por varios países entre ellos Asia, que tiene una demanda insatisfecha; no obstante, se debe condicionar este desempeño a la inversión en promoción y en desarrollo de tecnologías, a través de políticas claras por parte del gobierno, con el fin de articular junto a los exportadores, productores y académicos, la base tecnológica y cultural, que permita un mayor valor industrial del producto.

La gobernación de Nariño (2016-2019), en su plan participativo de desarrollo departamental (2016), plantea objetivos tales como: “Estimular el desarrollo productivo, agroindustrial y comercial con la potencialización de las capacidades productivas y agroindustriales de los productores rurales para así fortalecer el emprendimiento, la comercialización y la generación de mayores ingresos, así mismo se plantea apoyar la implementación de iniciativas productivas con enfoque diferencial y paz territorial a pobladores rurales, y por ultimo facilitar la articulación institucional para la implementación de proyectos de ciencia, tecnología, investigación e innovación social adaptados a las necesidades de las cadenas productivas, sistemas productivos y especies promisorias.

Una de las hortalizas que permitirá promover el desarrollo agroindustrial es la zanahoria (*Daucus carota* L.), hortaliza que fue introducida a América en el siglo XVII, y que desde el punto de vista dietético posee propiedades nutricionales importantes lo que constituye un eje esencial para direccionar su procesamiento agroindustrial (IPGRI, 1998).

Sumado a lo anterior se evidencia que a pesar que Colombia es un país con una amplia variedad de frutas y hortalizas, se conoció que, según cifras de la FAO en el año 2015, la tasa promedio de consumo per cápita de frutas y hortalizas a nivel global aumentó del 36% al 40% en el último medio siglo, aunque en Colombia, estudios del Ministerio de Salud y el Bienestar

Familiar, han revelado que el 35% de las personas no consumen frutas diariamente y en una mayor proporción el 70% no consume hortalizas (MinAgricultura, 2015).

Uno de los factores que involucran el análisis del consumo de frutas y hortalizas, es el cambio de los estilos de vida, el cual ha alterado los hábitos de alimentación principalmente en los entornos urbanos (Combariza, 2013). Estos hábitos se han cambiado de tal forma que los tiempos de las comidas se han modificado, las personas consumen alimentos a cualquier hora y en cualquier momento del día utilizando con mayor frecuencia las comidas procesadas y desplazando las comidas tradicionales y naturales.

La alimentación moderna se caracteriza por el uso de alimentos ricos en sal, azúcar, grasa, en general, alimentos de muy bajo valor nutricional (Jacoby, 2013), aunque esta dinámica se debe a la baja oferta de productos listos para consumo, pero con un valor nutricional elevado, es decir alimentos considerados postres, dulces o comidas rápidas pero enriquecidos con ingredientes saludables que aporten al organismo los nutrientes necesarios para su buen funcionamiento. Un producto que posee estas características son los quimbolitos, pasteles tradicionales, aunque son considerados un dulce, los ingredientes utilizados en su elaboración aportan una cantidad considerable de nutrientes, esta opción da a los consumidores una alternativa de alimentación sana, pero el problema radica en la ineficiente oferta de dicho producto.

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS) la carga atribuida a la enfermedad por el bajo consumo de frutas y verduras fue de 85 % para el grupo de cardiovasculares y de 15% para los cánceres; se estima que el consumo suficiente de frutas y verduras salvaría 2.7 millones de vidas (OMS, 2002). En este sentido la OMS recomienda un consumo mínimo de frutas y verduras frescas en cantidades de 400 a 500 gramos/día, para la prevención de enfermedades

crónicas del corazón, cáncer, diabetes y obesidad, así como el alivio de deficiencias en micronutrientes (WHO & FAO, 2003).

Bajo estas afirmaciones de producción y déficit de consumo, en el mercado interno las hortalizas tienen aplicaciones agroindustriales tanto solas o como parte de un producto alimenticio. Sin embargo, en Nariño no hay estudios suficientes sobre los beneficios que las hortalizas podrían aportar a la salud humana, lo cual ha conducido a la necesidad de emprender investigaciones relacionadas en el desarrollo de nuevos productos enfocados en la calidad nutricional y organoléptica.

## 2. Justificación

Colombia a pesar que no ser un productor con elevada participación a nivel mundial de zanahoria (*Daucus Carota L.*), en los últimos años ha tomado importancia por el aumento significativo en su producción a nivel nacional. Esta hortaliza es un alimento excelente desde el punto de vista nutricional gracias a su contenido en vitaminas y minerales. La zanahoria presenta un contenido en hidratos de carbono superior a otras hortalizas (Romero, 2013). Su color naranja se debe a la presencia de carotenos, entre ellos el  $\beta$ -caroteno o provitamina A, pigmento natural que el organismo transforma en vitamina A conforme la necesita. Asimismo, es fuente de vitamina E y de vitaminas del grupo B como los folatos y la vitamina B3 o niacina. En cuanto a los minerales, destaca el aporte de potasio, y cantidades discretas de fósforo, magnesio, yodo y calcio. El efecto de diferentes formas de cocción en las zanahorias en los niveles de  $\alpha$  - y  $\beta$  - caroteno han sido evaluados recientemente, las zanahorias en agua y sin presión resultó ser la que producía una mayor retención de los carotenoides estudiados. El escaldado previo produce una retención de estos compuestos del 35,4% y el 31,7% en la pulpa respectivamente, con respecto al contenido de estos pigmentos en las zanahorias frescas, mientras que, en la pulpa no escaldada, la retención fue sólo del 18% (Melendez-Martinez *et al.* 2005).

Sumado a lo anterior, es importante establecer las tendencias mundiales de la alimentación en los últimos años, los cuales indican un interés acentuado de los consumidores hacia ciertos alimentos, que además del valor nutritivo aporten beneficios a las funciones fisiológicas del organismo humano. Estas variaciones en los patrones de alimentación generaron una nueva área de desarrollo en las ciencias de los alimentos y de la nutrición que corresponde a la de los alimentos funcionales (Morales *et al.* 2002).

Puesto que se ha tomado conciencia de los aportes para una buena alimentación y manutención de una adecuada salud, la demanda de alimentos funcionales va en aumento y la oferta se ha venido supliendo a medida que se desarrollan investigaciones, la industria de dichos alimentos está creciendo enormemente con tasas de crecimiento anual de 48% y estimaciones del mercado global de hasta \$167 mil millones (Ren-Bin *et al.* 2015).

En Colombia la situación es diferente, existe un nivel de aceptación alto pero la oferta no ha reaccionado conforme a la demanda, puesto que la mayoría de los consumidores no conocen los beneficios que este tipo de alimento aporta de igual manera, legalmente no existe aún una normativa que defina y regule la producción, verificación científica de las propiedades saludables, desarrollo tecnológico y comercialización de los alimentos funcionales, aunque existe la Resolución 333 de 2011 (Colombia. Ministro De La Protección Social, 2011) que describe las declaraciones funcionales que deben tener este tipo de productos.

Consciente de lo anterior, la agroindustria busca un aprovechamiento cada vez más integral de las materias primas que dispone la región y así elaborar este tipo de alimentos, partiendo que contienen compuestos naturales que podrían sustituir aditivos de carácter sintético, puesto que el uso de antioxidantes de origen vegetal, tales como los carotenoides, proteínas, fibra, entre otros, en la industria alimentaria cobra cada día mayor importancia debido al efecto anti carcinogénico y otros beneficios para la salud humana (Siddhuraju & Becker, 2007).

Dado que existe en la población interés de consumo de pasteles y horneados, es justificable realizar investigaciones que busquen el enriquecimiento nutricional de éstos, en especial cuando son productos de consumo tradicional a nivel regional y se pueden utilizar hortalizas como la zanahoria, que es un producto agrícola que se cultiva en la región; la propuesta servirá como base para emprender futuros estudios que entreguen alternativas alimenticias seguras que

cumplan con expectativas y necesidades de la alimentación humana, además se busca darle un valor agregado a la hortaliza utilizada.

### 3. Marco teórico

#### 3.1 Zanahoria (*Daucus carota* L.)

La zanahoria (*Daucus carota* L.) ha sido cultivada hace más 3.000 años en Asia, en la región que hoy ocupa Afganistán, aunque algunos autores consideran como lugar de origen la zona templada del Mediterráneo, además se conoce que desde la antigüedad los griegos y romanos conocían algunos efectos benéficos que proporcionaba la hortaliza, puesto que la utilizaban con propósitos medicinales y la consideraban afrodisíaca.

Durante la Edad Media la zanahoria la utilizaban como tinte para la mantequilla y en Francia la hoja la utilizaban para decorar peinados y sombreros. La primera referencia escrita de consumo de zanahorias se ha encontrado en antiguos escritos españoles del siglo XII en los que se señala el consumo de zanahoria con aceite, vinagre y sal.

La zanahoria que se conoce en la actualidad fue desarrollada por los holandeses en el siglo XVII, es a partir de esta época cuando comienzan las primeras plantaciones en América (Duke, 1983).

En el siglo XIX el descubrimiento de las vitaminas y fundamentalmente el de la vitamina A (retinol) presente en los carotenoides (pigmentos naranjas o amarillos) encontrados en las zanahorias y otros vegetales adquirieron gran importancia en la alimentación, puesto que se evidenció que estos compuestos servían para la prevención de la ceguera nocturna. Por este motivo, durante la segunda guerra mundial a los aviadores británicos se les proporcionaban grandes cantidades de zanahorias en sus comidas (Wald, 2004).

En cuanto a la etimología del término castellano “Zanahoria” tiene su origen en la palabra árabe "Isfannariya" y la denominación *Daucus* deriva del griego “dukos” que significa “yo irrito, enciendo”, alusivo al color preferente de su raíz (Rubatzky *et al.* 1999).

Pertenece a la familia botánica de las Apiaceas; es una planta herbácea de tallos estriados y pelosos, con hojas recortadas alternas, que no sobresalen de la tierra más de 40 cm, las plantas cultivadas son generalmente bienales; el primer año de cultivo forma la estructura vegetativa y una raíz pivotante engrosada y carnosa, en el segundo año estas reservas favorecen la diferenciación de un vástago floral que puede alcanzar una altura de 1 a 1,5 m, el cual porta numerosas ramificaciones de diferentes órdenes, las flores son blancas, pequeñas, agrupadas en pequeñas sombrillas, constituyendo una inflorescencia compuesta (Maroto-Borrego, 1995).

En cuanto a las características de la raíz, ésta es fusiforme, jugosa y carnosa, de sabor dulce y color variable, representando la parte comestible de la hortaliza es utilizada tanto en la alimentación del ganado como en la del hombre (Siviero & Donelli, 1997). La raíz se diferencia según: dimensión (larga, media, corta); forma (cónica, cilíndrica, fusiforme); tipo de ápice (redondeado, filiforme, obtuso); color externo (rojo, anaranjado, amarillo, violáceo), relación entre corteza y corazón y el color de estos tejidos; consistencia (fibrosa, leñosa, crocante).

Actualmente la zanahoria es una de las hortalizas más cultivadas en el mundo, su consumo se ha extendido ampliamente, ya que actualmente se encuentra disponible en los mercados durante todo el año, la parte consumida de la zanahoria es su raíz la cual se destaca por su contenido en caroteno y vitaminas A, B y C.

En Colombia, la siembra de la zanahoria se realiza a los 300 a 2.900 metros sobre el nivel de mar, con rangos de temperatura óptima de los 15 a los 21°C, pero con una mínima de 9 y máxima de 28°C, con una humedad relativa adecuada del 70 al 80%. Además, para su óptimo desarrollo, el cultivo demanda entre 400 y 800 mm de agua al año. Respecto a los suelos, se desarrolla mejor en los que tienen una textura arcillo-arenosa o franca, con buen drenaje,

profundos, sueltos, con un contenido de materia orgánica mayor al 3,5%, y con un pH que debe estar entre 5,8 y 7 (Mejía & Lobo, 2010).

Actualmente la producción mundial de zanahorias se eleva a 36 millones de toneladas con un área implantada de 1,2 millones de hectáreas. El principal país productor es China con una participación superior al 45% del total mundial, le siguen Fed. Rusia (4,9 %), EEUU (3,7%), Uzbekistán (3,4%), Polonia (2,5%), ucrania (2,4%), Reino Unido (2%), el 36% restante se distribuye entre más de 100 países entre ellos Colombia (Agroindustria, 2017).

Se estima que en Colombia hay 312.077 hectáreas de zanahoria, siendo los departamentos de Boyacá, Cundinamarca, Antioquia y Nariño los principales productores (Freshplaza, 2018).

### **3.1.1 Valor nutritivo**

Las zanahorias son ricas especialmente en antioxidantes, vitaminas y fibras dietéticas, sin embargo, sólo nos aportan 41 calorías por cada 100 g, es decir, una cantidad insignificante de grasa y de colesterol.

Son una fuente excepcionalmente rica de carotenos y vitamina A, 100 g de zanahorias frescas contienen 8285 µg de β-caroteno y 16706 µg de vitamina A. Los estudios han descubierto que los compuestos flavonoides de las zanahorias ayudan a protegernos del cáncer de piel, de pulmón y de la cavidad oral (Vientrera *et al*, 2013).

Los carotenos se convierten en vitamina A en el hígado, el β-caroteno es un caroteno importante que está presente en estas raíces, es un poderoso antioxidante natural, que ayuda a proteger el cuerpo de las lesiones provocadas por los dañinos radicales libres de oxígeno. Además, tiene estrecha relación con todas las funciones de la vitamina A, como son, la visión, la reproducción (producción de espermatozoides), el mantenimiento de la integridad epitelial, el crecimiento y el desarrollo (Melendez-Martinez *et al*. 2005).

Son ricas en poli acetileno falcarinol es cual es un antioxidante, estudios de investigación llevado a cabo por científicos de la Universidad de Newcastle en animales de laboratorio descubrieron que el falcarinol de las zanahorias podía ayudar en la lucha contra el cáncer mediante la destrucción de las células pre-cancerosas de los tumores.

Las raíces frescas de las zanahorias además poseen vitamina C, la cual proporciona aproximadamente el 9% de vitamina diaria recomendada, este compuesto es un antioxidante soluble en agua, ayudan al cuerpo a mantener el tejido conectivo, los dientes y las encías sanas, sus propiedades antioxidantes ayudan al organismo a protegerse de enfermedades y de cánceres gracias a la eliminación de los radicales libres.

Además, este tubérculo es especialmente rico en muchos grupos del complejo de vitaminas B, como la vitamina B6 (piridoxina), la tiamina, el ácido pantoténico, etc. Éstos actúan como cofactores de las enzimas durante el metabolismo de los sustratos corporales.

Por otro lado, las zanahorias contienen niveles saludables de minerales como el cobre, calcio, potasio, manganeso y fósforo, el potasio es un importante componente de los fluidos celulares y corporales que ayudan al control de la frecuencia cardíaca y de la presión arterial contrarrestando los efectos del sodio, el manganeso es utilizado por nuestro cuerpo como un cofactor para la enzima antioxidante, el superóxido dismutasa, el calcio es un elemento esencial, actúa en el organismo en la concentración muscular, minimiza riesgos de fragilidad y fractura de huesos y reducción de osteoporosis, el magnesio está involucrado en la transmisión del potencial eléctrico a través del nervio y de las membranas musculares (Ramos *et al.* 2009). Por lo anterior y observando la tabla 1, se considera a la Zanahoria una de las hortalizas más importantes desde el punto de vista nutricional, aunque su valoración se basa casi exclusivamente en la presencia de

carotenos, y la composición de los minerales que posee con interés para la salud se lo ha estudiado, pero no explotado como elemento de valorización.

**Tabla 1.**

***Composición nutricional de la zanahoria contenido en 100 g de parte comestible***

| <b>Composición nutricional de zanahoria por cada 100 g de sustancia comestible</b> |          |
|--|----------|
| <b>Energía 41 kcal 173 kJ</b>  |          |
| <b>Carbohidratos</b>   | 9,6 g    |
| • <b>Azucares</b>  | 4,7 g    |
| • <b>Fibra alimentaria</b>   | 2,9 g    |
| <b>Grasas</b>  | 0,24 g   |
| <b>Proteínas</b>   | 1,1 g    |
| <b>Retinol (vit. A)</b>  | 835 µg   |
| • <b>β-caroteno</b>  | 8285 µg  |
| <b>Tiamina (vit. B1)</b>   | 0,066 mg |
| <b>Riboflavina (vit. B2)</b>   | 0,058 mg |
| <b>Niacina (vit. B3)</b>   | 0,983 mg |
| <b>Ácido pantoténico (vit. B5)</b>   | 0,273 mg |
| <b>Vitamina B6</b>   | 0,138 mg |
| <b>Vitamina C</b>  | 5,9 mg   |
| <b>Vitamina E</b>  | 0,66 mg  |
| <b>Vitamina K</b>  | 13,2 mg  |
| <b>Calcio</b>  | 41 mg    |
| <b>Hierro</b>  | 0,3 mg   |
| <b>Magnesio</b>  | 12 mg    |
| <b>Manganeso</b>   | 0,143 mg |
| <b>Fosforo</b>   | 37 mg    |
| <b>Potasio</b>   | 320 mg   |
| <b>Sodio</b>   | 77 mg    |
| <b>Zinc</b>  | 0,24 mg  |

**Fuente:** Instituto Colombiano de Bienestar Familiar. Tabla de composición de alimentos colombianos (ICBF & MinSalud, 1992).

### 3.1.2 Carotenos.

Las zanahorias son ricas en carotenos (β-caroteno, α-caroteno), compuestos que le dan el color anaranjado y que el hígado transforma en vitamina A, esta vitamina es necesaria para el buen funcionamiento de la retina y especialmente para la visión nocturna, para mantener un buen estado de la piel y mucosas, además, promueve la resistencia del cuerpo hacia las infecciones.

Las zanahorias también contienen luteína, un carotenoide que ha sido asociado con la prevención del riesgo de infarto de miocardio e infarto cerebral. Además, la luteína podría prevenir el daño oxidativo en los ojos inducido por la luz y proteger así frente a enfermedades como cataratas y degeneración macular senil (Jarrin & Montejo, 2011).

Los carotenos son un grupo de pigmentos liposolubles de origen vegetal presentes en el organismo humano, tanto en sangre como en tejidos, el hombre no los puede sintetizar, aunque sí puede transformar algunos de ellos, al menos parcialmente. Los carotenoides presentes en el organismo se obtienen mediante la dieta, fundamentalmente a partir de frutas y hortalizas en pequeña proporción a partir de fuentes animales y a través de los aditivos alimentarios.

Las actividades biológicas de los carotenoides en el hombre están dadas por la función de la provitamina A, que actúa como, antioxidante, inmunopotenciador, realiza la inhibición de mutagénesis y transformación, inhibición de lesiones pre malignas y protección frente a fotosensibilización. Por otro lado, tiene asociación inversa frente a riesgo de padecer cataratas, degeneración macular, diversos tipos de cánceres y enfermedades cardiovasculares (Olmedilla *et al.* 2008).

Estudios epidemiológicos y de laboratorio sugieren que dietas ricas en  $\beta$ -caroteno y otros carotenoides pueden tener un efecto protector frente a las enfermedades cardiovasculares (Gaziano & Hennekens, 1993) (Kohlmeier & Hastings, 1995). Esto no ha podido ser demostrado en estudios de intervención con carotenoides aislados, observándose incluso un aumento de la mortalidad por enfermedad isquémica, infarto cerebral y otras enfermedades cardiovasculares (Olmedilla *et al.* 2008).

La estabilidad de los carotenoides varía según los alimentos, incluso bajo las mismas condiciones de procesado, ya que presentan distinta susceptibilidad frente a la degradación y las

condiciones óptimas, durante el procesamiento varían de un alimento a otro (Rodríguez-Amaya, 1997). En general, el tratamiento térmico aumenta la cantidad de carotenoides cuantificada en un alimento, lo que posiblemente se deba a una mayor facilidad en la extracción o pérdidas de humedad, compuestos volátiles y sólidos solubles no siempre tenidas en cuenta. Asimismo, el tratamiento térmico mejora la conservación, inactiva las enzimas y degrada significativamente algunos carotenoides (epoxi-carotenoides) aunque provoca la ruptura de estructuras del alimento, lo que conlleva a un aumento de la biodisponibilidad. En general, la magnitud de estos cambios depende del alimento, método, temperatura y tiempo (tiempos prolongados, altas temperaturas y troceado).

Debido al interés de los carotenoides en relación con la salud humana, su composición cualitativa y cuantitativa en alimentos ha sido analizada de forma extensa y se han desarrollado distintos criterios de calidad de los datos, en la tabla 2 podemos observar la cantidad de carotenoides aproximados de la zanahoria (*Daucus carota* L.).

**Tabla 2.**

**Contenido de carotenoides en zanahoria (*Daucus carota* L.) (rango,  $\mu\text{g}/100$  g porción comestible).**

| Alimentos                               | Luteína/<br>Zeaxantina | Criptoxantina | Licopeno | $\alpha$ -caroteno | $\beta$ -caroteno |
|---|------------------------|---------------|----------|--------------------|-------------------|
| Zanahoria<br>( <i>Daucus carota</i> L.) | 0 - 2097               | 0             | 0        | 530-35833          | 1161-64350        |

**Fuente.** The potential for the improvement of carotenoid levels in foods and the likely systemic effects. En: Journal of the Science of Food and Agriculture (Van-Den-Berg *et al*, 2000).

Aunque la hipótesis de que una ingesta elevada de antioxidantes confiera beneficios frente al desarrollo de enfermedades degenerativas (cardiovasculares y algunos tipos de cáncer) puede ser

cierta, es de común consenso el hecho de que los consumidores deberían asegurarse de que su dieta aporte cantidades suficientes de nutrientes para cubrir las recomendaciones y deberían tener en cuenta que la ingesta extra de antioxidantes es segura siempre y cuando no exceda el nivel aportado por el consumo de 5-7 “raciones” diarias de frutas y verduras (Diplock & Van-Poppel, 2001).

### **3.1.3 Fibra**

La dieta rica en fibra tanto soluble como insoluble, es fundamental para reducir el riesgo de padecer cáncer colorrectal; ya que no es digerida, por tanto llega al colon sin degradarse y ya estando en éste es fermentada por las bacterias pertenecientes a los géneros, *Bacteroides*, *Eubacterium*, *Bifidobacterium*, *Peptostreptococcus*, dando lugar a la producción de ácidos grasos de cadena corta (acético, propiónico y butírico), los cuales son fuente de energía para las células del epitelio y tiene efecto en la prevención del crecimiento de células cancerígenas. Además, la fracción insoluble aumenta los movimientos peristálticos y favorece el vaciamiento gástrico, minimizando de esta manera la exposición de agentes cancerígenos al lumen intestinal (Meier & Gassull, 2004).

El término “fibra dietética” fue primeramente pensado por el científico Hispley en 1953 definiéndola como “los constituyentes no digeribles que se encuentran en la pared de la célula vegetal” (Rubio, 2002). Hasta finales de los años 60, la fibra fue un componente de la dieta completamente olvidado. La teoría de la fibra tal y como se conoce en la actualidad fue desarrollada en los años 70 por Denis Burkitt, después de los trabajos de Cleave, Walter y Trowell (García. & Velasco, 2007).

Burkitt observó en las poblaciones estudiadas cambios en el patrón intestinal y en la prevalencia de enfermedades no infecciosas y estas diferencias las relacionó con sus hábitos alimentarios (Burkitt *et al.* 1972).

Trowell, encontró diferencias en la prevalencia de enfermedades no infecciosas en zonas rurales de África y países occidentales; con relación al tipo de dieta consumida y definió fibra alimentaria como la parte de las paredes celulares vegetales, incluidas en la dieta humana que resiste la acción de las secreciones del tracto gastrointestinal. En 1974 el mismo autor modifica dicha definición para incluir otras sustancias asociadas a los polisacáridos estructurales tales como: la lignina, ceras, cutina, polifenoles, proteínas indigeribles, una fracción de lípidos y compuestos inorgánicos (Trowell, 1972).

Actualmente existen diversas definiciones del término fibra. La National Academy of Sciences (NAS) y Food and Nutrition Board de los Estados Unidos, en el año 2002, definieron los términos Fibra Dietaría, Fibra Funcional y Fibra total. Se entendió como fibra dietaría “a aquellos glúcidos no digeribles y la lignina intactos presentes en las plantas”. Por otra parte, describieron fibra funcional como “aquellos hidratos de carbono no digeribles aislados para los cuales se han acumulado evidencias de efectos fisiológicos benéficos en la salud de los seres humanos”. Y por último la fibra total como “la suma de la fibra dietaría y la fibra funcional” (Donnelly, 2003).

El Codex Alimentarius en el año 2005, definió fibra dietética como “los polímeros de carbohidratos con un grado de polimerización mayor o igual a 3, que no son digeridos y/o absorbidos en el intestino delgado (Olagnero *et al.* 2007).

A partir de esta información algunos autores clasifican la fibra desde el punto de vista nutricional, en donde las organizan como fibras alimentarias o dietéticas y su comportamiento en

medio acuoso, fibras alimentarias insolubles y fibras alimentarias solubles; o también desde el punto de vista de su fermentación en el colon, como fibra fermentable y parcialmente fermentable.

En la última década, las frutas y hortalizas han recibido mucha atención como fuentes de sustancias biológicamente activas, tales como la fibra, la cual proviene de las paredes celulares y láminas medias de los tejidos que conforman las frutas y hortalizas, por lo que participan en su composición celulosa, hemicelulosas, lignina y compuestos pécticos mayoritariamente. La fibra dietaría no se absorbe pues el organismo carece de las enzimas para hidrolizar estos polímeros y tampoco exhibe una gran capacidad antioxidante. Sin embargo, los estudios *in vitro* han mostrado que sus componentes pueden atrapar carcinógenos y otras sustancias reactivas tales como ácidos biliares, por lo que su efecto benéfico se ejerce directamente en el intestino en donde no solo elimina sustancias nocivas sino también modifica el microambiente del colon (Flora bacteriana, composición de ácidos biliares y pH). Además, algunas clases de fibra dietaría se fermentan por acción de la micro flora del colon produciéndose ácidos grasos de cadena corta como el butírico que ha mostrado un efecto preventivo de las neoplasias (formación de tumores por crecimiento y propagación de células malignas). La fibra dietaría, por lo tanto, reduce los riesgos de cáncer de colon, previene los divertículos (formación de pequeñas vesículas en el intestino) y puede ayudar a controlar la diabetes y los niveles altos de colesterol y glucosa en la sangre (Pelayo-Zaldivar, 2003).

Gutiérrez y Ramírez (Gutierrez & Ramirez, 1998) en su estudio evaluaron 134 productos de consumo popular, a los cuales se les analizó el contenido de fibra dietaría total, y encontraron que en las hortalizas analizadas el 87% tiene valores entre 1 g y 5 g de fibra dietaría total por

cada 100 g, en las que se encuentra el pepino, la lechuga, espárragos, cebollas, berenjena y zanahoria.

Generalmente, en la industria de alimentos se emplea la fibra dietaria proveniente de cereales, sin embargo, el uso de fibra proveniente de frutas y verduras se ha ido incrementando, ya que los estudios realizados la consideran de mayor calidad debido a la proporción de fibra dietaria soluble e insoluble que contiene, además presenta mejores propiedades técnicas como la capacidad de retención de agua y de lípidos. (Larrauri *et al.* 1996).

La American Dietetic Association (ADA) recomienda a los adultos consumir una dieta que contenga de 20-30 g/día de fibra dietaria, de la cual 3-10 g deben ser de fibra soluble procedente de diversas fuentes vegetales (Olagnero *et al.* 2007), un gran aporte de fibra en la ingesta diaria proviene de alimentos naturales, se destaca en el grupo de frutas, verduras y algunos cereales como lo muestran la siguiente tabla.

**Tabla 3.**  
***Aporte de fibra aportada por alimentos naturales en 100 g de parte comestible.***

| <b>Fibra alimentaria g/100 g (comestible)</b> |       |
|---|-------|
| <b>Frutas</b>                                 |       |
| Manzana                                       | 2,02  |
| Pera  | 3,27  |
| Melocotón                                     | 1,92  |
| Ciruela (fresca)                              | 1,58  |
| Ciruela (seca)                                | 17,80 |
| Naranja                                       | 1,60  |
| Plátano                                       | 1,82  |
| <b>Verduras y legumbres</b>                   |       |
| Patata (cocida)                               | 1,70  |
| Zanahoria (cruda)                             | 3,63  |
| Zanahoria (cocida)                            | 2,38  |
| Col china                                     | 1,90  |
| Col blanca                                    | 2,95  |
| Tomate  | 0,95  |
| Alubias                                       | 6,94  |
| Lentejas                                      | 4,49  |
| <b>Cereales</b>                               |       |

|                              |       |
|------------------------------|-------|
| <b>Copos de avena</b>        | 10,00 |
| <b>Maíz</b>                  | 0,71  |
| <b>Arroz integral</b>        | 2,21  |
| <b>Pan integral de trigo</b> | 7,41  |

**Fuente:** Food composition and nutrition tables (Souci *et al.* 2000).

De acuerdo a las recomendaciones de ingesta diaria de fibra dadas por entes internacionales; para cubrir la ingesta diaria recomendada de fibra, es necesario incluir en la dieta más de 5 porciones de frutas y verduras al día, acompañado de tubérculos y cereales, este último preferiblemente integral para lograr cubrir las recomendaciones.

### 3.2 Alimentos funcionales

Hay varios factores que afectan directa y negativamente la calidad de algunos de los alimentos que consumimos: la purificación y separación de componentes (caso de la harina blanca), el empobrecimiento de los suelos por sobreexplotación o la recolección de frutos antes de que alcancen su correcto grado de maduración, todo ello provoca que a lo largo del tiempo un buen número de alimentos naturales hayan ido perdiendo sus cualidades saludables iniciales.

Según el concepto tradicional de nutrición, la principal función de la dieta es aportarnos los nutrientes necesarios para el buen funcionamiento de nuestro organismo. Pero este concepto de “nutrición adecuada” está siendo sustituido por el de “nutrición óptima”, aquella que, además, contempla la posibilidad de que los alimentos mejoren nuestra salud y reduzcan el riesgo de desarrollar determinadas enfermedades. En este nuevo planteamiento aparecen con luz propia los alimentos funcionales, cuyo desarrollo se basa en la relación directa existente entre dieta y salud. El concepto de “Alimento Funcional” nació en Japón hacia 1980 y no se extendió a Europa hasta los años 90. El IFIC (International Food Information Council) es una institución, ubicada en Washington, que pretende comunicar a la sociedad información científica sobre la seguridad alimentaria y nutrición trabajando con una extensa lista de expertos científicos, organizaciones

profesionales, instituciones académicas e industrias del ramo. La encuesta Cogent Research, encargada por el IFIC hace unos años demostró el gran desconocimiento del público respecto al significado del término alimento funcional. El IFIC define a los “Alimentos Funcionales” como alimentos o componentes en la dieta que pueden aportar un beneficio para la salud más allá de la nutrición básica. En ellos, algunos de sus componentes afectan funciones del organismo de manera específica y positiva, promoviendo un efecto fisiológico o psicológico más allá de su valor nutritivo tradicional (Siro *et al.* 2008).

Aunque no existe una definición oficial de alimento funcional la mayoría de los expertos coinciden en la siguiente: “Un alimento se puede considerar funcional si se demuestra científicamente que beneficia a una o varias de las funciones orgánicas, mejorando el estado general de salud y reduciendo el riesgo de padecer enfermedades”. Son importantes dos puntos, primero que un alimento funcional debe seguir siendo un alimento y segundo que debe demostrar sus efectos en las cantidades normalmente consumidas dentro de una dieta.

Se trata pues de alimentos, no de fármacos y, en función de esa definición, buena parte de los alimentos naturales de origen vegetal que consumimos, especialmente frutas, verduras y legumbres, podrían considerarse como verdaderos alimentos funcionales. Sin embargo, el Institute of Medicine de la National Academy of Sciences de Estados Unidos considera que para que un alimento sea considerado funcional debe estar siempre “modificado” de alguna forma, por el contrario la Sociedad Española de Nutrición Comunitaria (SENC) no incluyen la necesidad de modificación del alimento, al decir que alimento funcional es “aquel que contiene un componente, nutriente o no nutriente, con efecto selectivo sobre una o varias funciones del organismo, con un efecto añadido por encima de su valor nutricional y cuyos efectos positivos justifican que pueda reivindicarse su carácter funcional o incluso saludable”. Así, podríamos

incluir entre los alimentos funcionales al tomate (rico en licopeno - preventivo de cáncer de próstata e infartos de miocardio), brócoli (sulforano - cáncer), zanahoria (carotenos - cáncer, visión), ajo (organosulfurados - cáncer), té (polifenoles y catequinas – enfermedades cardiovasculares, algunos cánceres), pescado (omega-3 – enfermedades coronarias) (Hasler *et al.* 2004).

La Unión Europea creó una comisión de acciones concertadas para la investigación sobre alimentos funcionales en Europa FUFOSE (Fundational Food Science in Europe), conformado por investigadores e áreas relacionadas con nutrición y salud bajo la coordinación del ILSI (International Life Sciences Institute). La función de la comisión es definir el desarrollo científico de los alimentos funcionales, la creación de nuevos productos y la verificación científica de sus efectos benéficos para la salud (Roberfroid, 2002). En 1999 esta comisión hace pública la primera definición de alimentos funcionales indicando que son alimentos en los que se ha demostrado satisfactoriamente que además de una adecuada nutrición proveen beneficios en una o más funciones del organismo mejorando la salud o reduciendo el riesgo de enfermedad cuando son consumidos en las cantidades esperadas dentro de una dieta normal (Diplock *et al.* 1999).

La presencia comercial de los alimentos funcionales asciende vertiginosamente, la mayoría de los alimentos con estas propiedades que se están desarrollando se dirigen a la prevención de enfermedades cardiovasculares, del cáncer, la mejora de la función intestinal y el fortalecimiento del sistema inmune, desde el punto de vista del producto, las propiedades funcionales pueden ser incluidas por diferentes medios tal y como se muestra en la tabla 4.

**Tabla 4.**  
**Productos con propiedades funcionales incluidas por diferentes medios.**

| <b>Tipo de Alimento</b>     | <b>Definición</b>  | <b>Ejemplo</b>   |
|-----------------------------|--|--|
| <b>Funcional</b>            |  |  |
| <b>Producto Fortificado</b> | Un alimento fortificado con adición de nutrientes  | Jugos de fruta fortificado con vitamina C  |
| <b>Producto Enriquecido</b> | Un alimento con adición de nuevos nutrientes o componentes normalmente no encontrados de manera natural en el producto   | Margarina con probióticos  |
| <b>Producto Alterado</b>    | Un alimento en el cual un componente no beneficioso es removido, reducido o sustituido por otra sustancia con efectos benéficos  | Grasa remplazada por fibra en la carne   |
| <b>Alimentos Mejorados</b>  | Un alimento en el cual uno de los componentes ha sido naturalmente mejorado a través de condiciones de crecimiento especial, nueva composición de alimentación, manipulación genética u otro medio | Huevos con contenido de omega-3 incrementado por alteración en la alimentación de las gallinas |

**Fuente.** Health enhancing foods: Opportunities for strengthening the sector in developing countries (Kotilainen *et al.* 2006).

Un alimento o componente alimenticio funcional puede ser un macronutriente con un efecto fisiológico específico o un micronutriente esencial, pero también puede ser un componente alimenticio que, aunque no tenga un alto valor nutritivo o no sea esencial, su consumo logre la modulación de alguna función en el organismo que reduzca el riesgo de enfermedad, como es el caso de la fibra y algunos microorganismos viables (Roberfroid, 2002). Los tipos de productos funcionales más comunes son:

- Los probióticos: principalmente bacterias de los géneros *Lactobacillus* y *Bifidobacterium*, que, de acuerdo a estudios realizados, dentro de sus beneficios se encuentran la reducción en la incidencia del estreñimiento, diarrea, cáncer intestinal y estimulación del sistema inmune (Vasiljevic & Shah, 2008).

- **Fibras no digeribles y prebióticos:** Las fibras dietéticas (celulosas, hemicelulosas y pectinas resistentes a la digestión por las enzimas endógenas del intestino humano) benefician las funciones gastrointestinales y se sugiere que previenen enfermedades como el cáncer colorectal, obesidad, diabetes mellitus y arteriosclerosis. Los prebióticos son ingredientes alimenticios no digeribles que afectan benéficamente al huésped debido a que estimulan selectivamente el crecimiento y/o actividad de bacterias benéficas en el colon. Dentro de los principales prebióticos se encuentran los fructo-oligosacáridos, inulina, isomalto-oligosacáridos, polidextrosa, lactulosa y almidón resistente (Siro *et al.* 2008). Debido a la sinergia entre los probióticos y prebióticos, los alimentos que contienen una combinación de ellos son frecuentemente referidos como “Simbióticos”.
- **Sustancias bioactivas, y vitaminas (compuestos antioxidantes):** se pueden encontrar en las frutas y vegetales; son de gran interés debido a su rol en la prevención de enfermedades causadas como resultado del estrés oxidativo, productor de numerosos desordenes incluyendo mal función cardiovascular, cataratas, cáncer, reumatismos y muchas otras enfermedades (Kaur & Kapoor, 2001). Dentro de este grupo encontramos los polifenoles, flavonoides, isómeros del ácido linoléico conjugado, isoflavonas, vitaminas A, B, C, E, tocoferoles, aceites vegetales poliinsaturados omega 3 y 6 entre otros.
- **Proteínas:** ejemplo de esta es la proteína de soya que reduce el riesgo de enfermedades cardiovasculares y problemas de hipertensión arterial (Mahn *et al.* 2005).

Las frutas y hortalizas son alimentos bajos en calorías, grasas y sodio, y buenas fuentes de fibra, folato, potasio, vitamina A y vitamina C. Además de sus aportes nutrimentales, numerosas evidencias procedentes de la Medicina Alternativa y la Herbolaria, de estudios epidemiológicos, de experimentos con dietas controladas en humanos y animales de laboratorio y con cultivo de

células, han mostrado que existe una fuerte asociación entre el consumo aumentado de este tipo de alimentos y la disminución del riesgo de adquirir diversos tipos de cáncer, trastornos cardiovasculares, diabetes, algunas enfermedades neurológicas y otras alteraciones de la salud (Beecher, 1998). El análisis, por ejemplo, de 206 estudios epidemiológicos en humanos y 22 en animales indicó que el efecto protector del consumo aumentado de frutas y hortalizas fue consistente contra cánceres de estómago, esófago, pulmón, cavidad oral y faringe, endometrio, páncreas y colon (Steinmetz & Potter, 1996). Asimismo, se ha encontrado un efecto positivo entre el consumo de frutas y hortalizas y el reforzamiento del sistema inmunológico, en este estudio también se concluye que un mayor consumo de frutas y hortalizas tendría también efectos beneficiosos sobre otras patologías, como son las enfermedades cardiovasculares, la diabetes, la trombosis cerebral, la obesidad, la diverticulosis y las cataratas. De acuerdo con este estudio, las hortalizas con mayor papel en este efecto protector serían las que se consumen crudas, seguidas por ajos y cebollas, zanahorias, hortalizas verdes, coles, coliflores y brócoli, tomates y fruta en general. Entre los componentes de estos alimentos que podrían contribuir al eventual efecto protector se citan: los polifenoles, ditioletonas, isotiocianatos, indol-3-carbinol, compuestos azufrados de ajos y cebollas (alliina y allicina), isoflavonas, vitamina C, limoneno, luteína, carotenos, licopeno, vitamina E, ácido fólico y fibra dietética.

Diversas investigaciones han mostrado que las frutas y hortalizas contienen sustancias que alteran el microambiente del colon, regulan el metabolismo hormonal, exhiben propiedades antioxidantes, inducen la actividad de enzimas detoxificantes, promueven la comunicación célula a célula, bloquean la formación de nitrosaminas, modifican la tasa de proliferación/diferenciación celular, los mecanismos de metilación/reparación del ADN y estimulan la muerte celular programada (apoptosis) de las células cancerosas (Beecher, 1998)

(Kader, 1999). Otras propiedades funcionales que poseen las frutas y hortalizas las evidenciamos en la siguiente tabla.

**Tabla 5.**  
***Propiedades funcionales presentes en algunas frutas y hortalizas.***

| <b>Grupo</b>   | <b>Propiedades Funcionales</b>  |
|--|---|
| <b>Frutas Cítricas</b>   | Reducen el riesgo de cáncer causado por carcinógenos químicos y la agregación de plaquetas (formación de coágulos), factor que propicia los ataques cardíacos y las embolias. Previenen la pérdida de la vista                      |
| <b>Melones y Bayas (además de los melones y múltiples bayas, centro de este grupo están incluidos el kiwi, pepino, calabacita y calabaza).</b> | Refuerzan el sistema inmunológico y reducen el colesterol de la sangre.   |
| <b>Uvas (especialmente las variedades rojas y púrpura)</b>   | Ayudan a resistir el efecto de los carcinógenos, protegen de alteraciones al ADN y previenen la agregación de plaquetas.  |
| <b>Familia Cruciferae (incluye brócoli, col, coliflor, coles de Bruselas, berza o col rizada, bok choy, colinabo, berro y hoja de mostaza)</b> | Protegen de alteraciones al ADN, reducen el riesgo de algunos tipos de cáncer y refuerzan la habilidad del organismo para combatir el cáncer  |
| <b>Hortalizas y Frutas Anaranjadas o de Color Amarillo Intenso. Hortalizas de Hoja Verde</b>   | Previenen cáncer, arteriosclerosis, coágulos y pérdida de vista   |
| <b>Jitomate y Berenjena</b>  | Evitan la formación de carcinógenos y protegen a las células de su acción. Destruyen especies reactivas como los radicales libres.  |
| <b>Cebolla, Ajo, Poro y Cebollines</b>   | Ayudan a que el organismo produzca menos colesterol, destruyen carcinógenos, controlan células cancerosas y eliminan otros químicos tóxicos.  |
| <b>Otras Frutas y Hortalizas (alcachofa, durazno, nectarina, ciruela, cereza, pera, manzana, mango, plátano y aguacate)</b>                    | Proporcionan folato, potasio y otros nutrientes que reducen el riesgo de cáncer y otras enfermedades del corazón. Las grasas monoinsaturadas del aguacate, aceite de olivo y nueces pueden proteger de afecciones cardiovasculares. |

**Fuente:** Servicio de Salud del Departamento de California, de los Estados Unidos.

Los componentes funcionales de las frutas y hortalizas se pueden clasificar en varias categorías: fibra dietaria, antioxidantes, compuestos organosulfurados y ácidos grasos poli-insaturados (tabla 6).

**Tabla 6.**  
**Componentes funcionales presentes en frutas y hortalizas.**

| <b>Componente Funcional</b>           | <b>Fuente</b>                                   |
|---------------------------------------|---|
| <b>Fibra dietaria</b>                 | Todas las frutas y hortalizas                   |
| <b>Antioxidantes</b>                  | Todas las frutas y hortalizas                   |
| <b>Vitamina C</b>                     | Aceites de origen vegetal                       |
| <b>Vitamina E</b>                     | Frutas y hortalizas amarillas y anaranjadas     |
| <b>Carotenoides</b>                   | Jitomate, sandía                                |
| <b>β-caroteno (provitamina A)</b>     | Aceites de origen vegetal                       |
| <b>Licopeno</b>                       |   |
| <b>Fitoesteroles</b>                  |   |
| <b>Compuestos Organosulfurados</b>    | Hortalizas del género Allium: ajo, cebolla      |
| <b>Dialil disulfuros</b>              | Hortalizas del género Cruciferae: brócoli, col, |
| <b>Glucosinolatos</b>                 | coliflor, coles de Bruselas y nabos             |
| <b>Ácidos grasos poli-insaturados</b> | Aceites de origen vegetal, nueces, aguacate y   |
| <b>Ácido alinoleico</b>               | aceitunas                                       |

**Fuente:** Importance of Fruits, Nuts, and Vegetables in Human Nutrition and Health (Kader, 1999).

### 3.2.1 Panorama alimentos funcionales

De acuerdo con el reporte elaborado por la consultora Leatherhead Food Research el mercado global de alimentos funcionales alcanzó los \$54 mil millones en el 2017, lo cual representa un crecimiento del 25% comparado con los datos de 2013.

El estudio también indica que EE.UU. es el país donde se tiene un crecimiento más acelerado lo cual lo coloca por encima de Japón como el país con el mercado más grande de productos funcionales. En Europa la situación es un poco más compleja debido a dos factores: las regulaciones más estrictas en relación a las declaraciones que pueden colocarse en los productos y la situación económica, “como resultado, más empresas del sector han empezado a cambiarse a

“declaraciones más suaves”, con mensajes de salud y bienestar más generales. Además, las ventas de productos funcionales son muy vulnerables a las circunstancias económicas, debido a que típicamente cuentan con mayores precios” señaló Thomas.

Todo indica que la industria alimentaria ha reaccionado de forma extraordinariamente rápida ante los nuevos avances de la nutrición, el consumidor ha mostrado aceptación hacia los alimentos funcionales puesto que ha tomado conciencia de los aportes para una buena alimentación y manutención de una adecuada salud, debido a esto la demanda aumenta y la oferta la ha venido supliendo a medida que se desarrollan las investigaciones.

Debido al crecimiento progresivo las autoridades se ven en la obligación de realizar un sistema regulatorio para dichos alimentos, como es el caso de Japón que cuenta con un sistema regulatorio para definir los productos alimentarios que podrán ser identificados como FOSHU (Food with Specific Health Uses)(Valenzuela et al., 2014) e incluyen en su presentación una declaración nutricional o propiedad saludable, definida por la FAO como “cualquier representación que afirme, sugiera o implique que un producto posee propiedades nutricionales particulares”. En Estados Unidos, el FDA (Food and Drug Administration), es el ente encargado de evaluar el efecto de los alimentos disponibles en el mercado y de autorizar el uso de declaraciones nutricionales (Health Claims) en los productos funcionales, mientras que el EFSA (Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria) en Europa cumple con esta función.

Centroamérica dispone del Reglamento Técnico (RTCA) para el Etiquetado Nutricional de Productos Alimenticios Pre envasados para Consumo Humano para la población a partir de los tres años de edad, donde se establecen los requisitos para los productos que declaran que un alimento confiere un beneficio nutricional. Igualmente menciona que el Ministerio de Salud de cada país es el encargado de verificar el uso de cualquier declaración específica sobre

propiedades de los alimentos como de cualquier otra declaración nutricional que deberá contar con sustento técnico y científico para demostrar el efecto que se declara y su relación con la salud.

Aunque el conocimiento de los alimentos funcionales en América Latina es relativamente reciente, en algunas ciudades las autoridades sanitarias reconocen legalmente las propiedades saludables de determinados alimentos (Sarmiento-Rubiano, 2006), pero únicamente Brasil posee una regulación en la que se define como funcional un componente alimenticio nutritivo o no, que puede producir efectos benéficos para la salud, diferentes de la nutrición básica cuando forman parte de una dieta normal sin ser un medicamento (Esquivel, 2008). La Agencia Nacional de Vigilancia Sanitaria Brasileña exige demostrar la seguridad y eficacia de dichos componentes alimenticios para legalizar su publicidad, comercialización y consumo.

América latina es actualmente un potencial productor y consumidor de alimentos funcionales, posee grandes recursos naturales, con efectos beneficiosos para la salud; depende de los gobiernos diseñar políticas para fomentar la investigación científica y producción de alimentos con propiedades funcionales, la cual podría ser una importante alternativa para mejorar la calidad de vida de la población, generando beneficios de tipo ambiental, comercial, cultural, social y científico.

Pese a que en Colombia aún no existe un mercado especializado en alimentos funcionales existe un gran potencial en el mercado, el interés crece entre la población por productos para la salud, la industria alimentaria está desarrollando nuevos productos, es una buena opción para evitar el aumento de algunas enfermedades y existen científicos interesados en identificación de propiedades funcionales de bacterias y de ciertas sustancias presentes en alimentos (Lajolo, 2002).

En el ámbito legal, en Colombia no existe aún una normativa que defina y regularice la producción, verificación científica de las propiedades saludables, desarrollo tecnológico y comercialización de los alimentos funcionales, pero el Ministerio de la Protección Social, que es el ente regulador que determina normas y directrices en materia de protección social como en temas de salud pública, determina que para que un alimento pueda tener declaraciones funcionales necesita acoplarse a la Resolución 333 del 2011 que es “por la cual se establece el reglamento técnico sobre los requisitos de rotulado o etiquetado nutricional que deben cumplir los alimentos envasados para consumo humano” que especifica en el Artículo 23 cuales son los únicos ingredientes que pueden ser comercializados con declaraciones de salud, las cuales son consideradas como la comunicación que tenga el producto acerca de su beneficio, además de la ley, se resalta el alto costo a nivel de investigación y desarrollo que deben tener las empresas para poder utilizar declaraciones de salud en una de sus marcas.

### **3.3 Pastel al Vapor (*Quimbolito*)**

El quimbolito un pastel típico del país andino, es primo hermano de la humita, del chigüil, de la arepa de patate y del tamal, es primo segundo del ayampaco, del bollo de maduro, del maito y de la tonga. Su nombre es de origen quichua, pero de etimología desconocida. Sin embargo, su presencia en las cocinas del Ecuador y sur de Colombia es inconfundible, su fama ha superado los límites y de esta verdad da testimonio la historiadora de la cocina peruana Rosario Olivas Waston, en su historia de la cocina virreinal del Perú, según ella, es una masa que mezcla maicena y harina de Castilla, envuelta en hoja de achira y cocinada al vapor (Pazos-Barrera, 2005).

Este pastelito era utilizado en el siglo XIX para hacer la base de tortas, las cuales aparecen en el recetario de Juan Pablo Sanz. Según Julio Pazos para obtener la hinchazón característica del

quimbolito, se debía batir con mucha fuerza incluso más fuerte que una batidora, hoy en día le ponen polvo de hornear para darle el aspecto antes mencionado, cabe resaltar que en años anteriores el quimbolito era elaborado únicamente con harina de maíz, pero en la actualidad la mayoría de preparaciones es realizada con harina de trigo.

**Tabla 7.**

***Información nutricional de quimbolitos contenido en 260 g de parte comestible.***

| <b>Tabla Nutricional</b>                       |                    |
|--|--------------------|
| <b>Tamaño de la Porción: 1 porción (260 g)</b> |                    |
|  | <b>por porción</b> |
| <b>Kilojulios</b>                              | <b>3105 KJ</b>     |
| <b>Calorías</b>                                | <b>742 Kcal</b>    |
| <b>Proteína</b>                                | 19,36 g            |
| <b>Carbohidrato</b>                            | 89,06 g            |
| Azúcar   | 62,58 g            |
| <b>Grasa</b>                                   | 34,24 g            |
| Grasa Saturada                                 | 17,476 g           |
| Grasa Monoinsaturada                           | 11,337 g           |
| Grasa Poliinsaturada                           | 3,169 g            |
| <b>Colesterol</b>                              | 614 mg             |
| <b>Fibra</b>                                   | 2,5 g              |
| <b>Sodio</b>                                   | 731 mg             |
| <b>Potasio</b>                                 | 228 mg             |

**Fuente:** Fatsecret (Fatsecret, 2018).

### **3.3.1 Ingredientes de la fabricación de quimbolitos**

**Harina de trigo:** es el principal ingrediente para la elaboración de un pastel a vapor (quimbolito) y su composición nutrimental es: almidón (70 – 75 %), agua (14 %) y proteínas (10 - 12 %), además de polisacáridos no prevenientes del almidón (2 - 3%) particularmente arabinoxilanos y lípidos (2%).

Las proteínas presentes en la harina de trigo son las del gluten tales como las gliadinas y glutelinas, insolubles en agua representan del 80- 85% de las proteínas presentes en el endospermo del trigo, las otras son referentes a la harina integral, ya que cuando hablamos de

está, nos referimos a harina compuesta de endospermo y principales capas externas del trigo, en estas capas las principales proteínas presentes son albúminas, globulinas y tritricinas en un porcentaje del 15 -20 % (Vega, 2009).

La combinación de harina de trigo, con la de una hortaliza, en la actualidad está generando nuevos productos que diferentes sectores de consumidores demandan, por sus propiedades nutritivas y cualidades que favorecen a la salud.

Las harinas de trigo y en menor grado las de centeno son las únicas que resultan panificables. Las propiedades únicas de la harina de trigo de formar una masa visco elástica al ser mezclada con agua se deben a las características de las proteínas, gliadinas y gluteninas, presentes en el grano. Estas proteínas pueden absorber prácticamente dos veces su peso en agua y constituir una red deformable, elástica y extensible capaz de retener dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) durante la fermentación y posterior cocción. Por lo tanto, la calidad de la harina de trigo está determinada principalmente por la estructura molecular de las proteínas presentes, y de ellas dependen las interacciones que se establecen durante la panificación. En el amasado se producen numerosas interacciones, no sólo entre las proteínas y el agua para formar la red de gluten sino también interacciones con otros componentes presentes en la harina: almidón, polisacáridos no almidonosos (arabinoxilanos, arabinogalactanos) y lípidos. De todas las interacciones que se establecen resulta luego de la cocción un producto con características únicas, el pan (Young, 2006).

**Queso:** El queso es un producto obtenido de la maduración de la cuajada de la leche, que tiene características propias según su lugar de origen y su forma de preparación. El Código Alimentario Español define el queso como el producto, fresco o maduro, obtenido por separación del suero, después de la coagulación de la leche natural, desnatada total o parcialmente de la

nata, o del suero de mantequilla o sus mezclas (Maestre *et al.* 2000). La norma general del codex para el queso lo define como el producto blando, semiduro, duro y extra duro, madurado o no madurado, y que puede estar recubierto, en el que la proporción entre las proteínas de suero y la caseína no sea superior a la de la leche.

El queso es un alimento rico en proteínas las cuales son indispensables para una gran cantidad de tareas en el organismo, como lo son catalíticas por medio de las enzimas, reguladoras, de transporte como en el caso de la albumina, estructurales ya que conforman muchas estructuras y tejidos en el organismo, defensivas como en el caso de las inmunoglobulinas, de reserva como por ejemplo la ferritina y energética, pues en el caso de no tener carbohidratos o grasas disponibles, las proteínas también son usadas por el organismo para producir energía (Mataix-Verdu, 2007).

El queso no solo es una buena fuente de proteínas, sino que además es una excelente fuente de calcio, el cual es el mineral más abundante en el organismo y conforma la estructura de huesos y dientes, además de esta importante tarea el calcio es un mensajero intracelular indispensable para mantener la homeostasis de las células y trabaja como cofactor proteico estabilizando y potenciando la acción de enzimas como las proteasas (Mataix-Verdu, 2007). Según las Guías Alimentarias para la población colombiana mayor de dos años del Instituto Colombiano de Bienestar Familiar (ICBF), la recomendación de lácteos y derivados es de 2 a 2 ½ porciones al día, para un individuo que consume entre 1200 y 3000 calorías diarias.

El queso es empleado como ingrediente en la preparación de una gran cantidad de platos de cocina, es por esto la importancia de conocer sus características y su contenido nutricional.

**Huevos:** El huevo es un alimento que por su bajo costo, versatilidad y fácil preparación hace parte de la dieta de la mayoría de las personas. Este alimento puede servirse en el desayuno, en el

almuerzo o en la cena, como tal o como parte de deliciosas y variadas recetas. Se considera un alimento equilibrado ya que contiene de todos los alimentos que nos brinda la naturaleza la mayor proporción y concentración equilibrada de hidratos de carbono, proteínas, lípidos, grasas, vitaminas y minerales

Un huevo contiene de seis a siete gramos de proteína. La proteína de huevo es una de las de calidad más alta conocida como alimento humano. Las proteínas del huevo contienen todos los aminoácidos esenciales, aminoácidos necesarios en la dieta humana, y tienen un alto valor biológico, por ello los especialistas en nutrición usan el huevo como estándar de referencia para evaluar la calidad de la proteína de otros alimentos. Un huevo también contiene de cinco a seis gramos de grasa que es fácil y rápidamente digerida y que contiene ácidos grasos tanto saturados como insaturados. Las cantidades de ácidos grasos insaturados deseables son mayores que las que se encuentran en la mayoría de otros productos de origen animal. Un huevo contiene menos de 0,4 g de carbohidratos. Los huevos son además bajos en calorías, lo que quiere decir que pueden incluirse en dietas bajas en calorías aun nutritivamente equilibradas.

Los huevos contienen generosas cantidades de todas las vitaminas esenciales, excepto la vitamina C. Las vitaminas liposolubles (A, D, E y K) y las hidrosolubles (complejo B: tiamina, riboflavina, ácido pantoténico, niacina, ácido fólico y vitamina B<sup>12</sup>) así como otros factores de crecimiento afines. La yema de huevo es rica en colesterol, compuesto lipóide que se encuentra en la sangre, tejido nervioso y otras partes del cuerpo. El colesterol es tanto sintetizado en el organismo como absorbido de otros alimentos ingeridos que contienen colesterol (Astiasaran & Martínez, 2003).

Este alimento puede adquirirse en cualquier establecimiento, se debe procurar seleccionar huevos limpios, libre de materia fecal o de algún tipo de suciedad. Nunca se debe comprar

quebrados, ya que estos pueden contaminarse mucho más fácil, sobre todo con materia fecal de la gallina o microorganismo del medio ambiente. Los huevos pueden ser de color blanco o café, la única diferencia entre estos es la raza de la gallina, la calidad, los componentes nutricionales y las propiedades nutricionales no cambian

**Polvo para hornear:** El polvo para hornear consigue aligerar y elevar las masas de las panificaciones mediante el CO<sub>2</sub> que se desprende de la reacción química del Bicarbonato de Sodio (ingrediente alcalino) con el Fosfato Monocálcico y el Sulfato de Aluminio y Sodio (sales ácidas). Esta reacción química se lleva a cabo en dos etapas que le dan al existir humedad (primera acción en frío al momento del batido). La segunda etapa cuando reacciona el Sulfato de Aluminio y Sodio con el Bicarbonato de Sodio al existir calor (segunda acción en caliente al estar en el horno). La fécula de maíz y el Sulfato de Calcio funcionan como elementos aislantes que mantienen separados los ingredientes activos y estandarizan la fuerza del polvo (Smoot, 1993). El resultado final es un producto de buen volumen, más digerible, con una miga suave, tierna y brillante y con una apariencia deliciosa.

**Azúcar:** El azúcar en Colombia proviene casi exclusivamente de la caña de azúcar. A partir de su procesamiento se pueden obtener, además de azúcar, diversos productos, como miel virgen, bagazo, cachaza, melaza y miel final. A su vez, el azúcar y los productos obtenidos en el proceso de la caña de azúcar sirven como insumos de diferentes industrias, entre las que se encuentra, la industria de alimentos, chocolates y confites, de bebidas, sucroquímica de alcoholes, papel, aglomerados, producción de alimentos para animales y generación de energía.

La glucosa es un azúcar de composición simple. Los alimentos compuestos de hidratos de carbono, con la digestión transforman el bolo alimenticio en elementos más simples, como la glucosa, entre otros.

La glucosa es la principal fuente de energía del organismo. La función de este azúcar es producir la energía que nuestro cuerpo necesita para que las células estén activas y se mantengan las funciones vitales de nuestro cuerpo como el latido cardíaco, movimientos digestivos, respiración, entre otros. Además, mantener la temperatura corporal y los movimientos musculares. Para que la glucosa entre dentro de las células y pueda ser utilizada como energía, la glucosa necesita la mediación de la insulina. La insulina es una hormona del aparato digestivo que tiene la misión de facilitar que la glucosa que circula por la sangre penetre en las células y sea aprovechada como energía (Wesley, 2006).

Se ha estudiado anteriormente que la glucosa aumenta la memoria en los humanos en aspectos como: orientación, reconocimiento de vocabulario y recuerdo. La glucosa sirve para tener un buen desempeño y la energía necesaria en el ser humano para poder hacer nuestras actividades diarias. Se sabe también que la glucosa aumenta algunos aspectos en la capacidad cognoscitiva (Shils *et al.* 2002).

El consumo de todos los alimentos y bebidas que no contengan glucosa, tiene como efecto la reducción del azúcar en sangre. La falta de glucosa provoca un desequilibrio en el organismo ya que por falta de combustible muchas funciones no se podrían llevar a cabo y comenzarían a morir neuronas (Harter & Kanarek, 2004). El cerebro necesita utilizar la glucosa como fuente de energía, y por este motivo se debe mantener constantemente el nivel de glucosa en sangre por encima del nivel mínimo.

Hay tareas que se ven facilitadas por la glucosa, aunque los efectos más rápidos se obtienen en aquellas que son más difíciles de dominar o las que implican atención dividida. Existen diferentes hipótesis sobre las bases fisiológicas del efecto beneficioso de la glucosa sobre la memoria. Existe evidencia de que una regulación de la glucosa deteriorada está relacionada con

una cognición dañada, especialmente la memoria episódica. Este daño es mínimo en gente joven, pero aumenta en personas mayores de 65 años (Curtis & Barnes, 1994).

**Mantequilla:** La mantequilla es una mezcla pastosa obtenida por procedimientos mecánicos. Es elaborada a partir de crema y adición de cultivos lácticos y sal (opcional). En Colombia, la resolución 2310 de 1986 define a la mantequilla como el producto graso higienizado, obtenido a partir de la crema de leche, adicionado o no de cultivos lácticos específicos y sometida a proceso de batido. Se distinguen dos tipos de mantequilla; mantequilla a partir de crema dulce y mantequilla a partir de crema fermentada con adición de cultivos lácticos.

La mantequilla es una fuente importante de energía. Tiene buena digestibilidad y con un aprovechamiento del 90%, es una emulsión del tipo “agua en aceite”, obtenida por batido de la nata, y que contiene no menos del 82 % de materia grasa, no más del 16 % de agua y un 2 % de otros componentes de la leche. Es una buena fuente de vitaminas liposolubles importantes especialmente la vitamina A.

**Hoja de achira:** esta hierba nativa de la Región Andina puede alcanzar hasta dos metros de alto y las evidencias muestran que su cultivo se remonta a la cultura Valdivia, en el siglo XVI, era común su cultivo en los valles de la Sierra y figura entre los productos de los que los indígenas se sustentaban; a fines del siglo XVIII se distinguen dos especies: una de raíz arenosa y la otra de raíz aguanosa; ambas requieren de clima templado y fresco. Nuestros antepasados la comían cocida y su fécula era de similar valor nutricional que la de la papa; en Loja dicho producto derivado tenía distintas aplicaciones culinarias y también se elaboraba un pastel de sus rizomas cocidos y huevo (Estrella, 1998).

### 3.4 Antecedentes de alimentos elaborados con zanahoria (*Daucus carota* L.)

Los productos que en su contenido tengan las propiedades de harina de zanahoria aun no son frecuentes, los trabajos realizados de este tipo son: pastas de quinua (*Chenopodium quinoa wild*) con harina de zanahoria (*Daucus carota* L.), este trabajo presentado en Colombia, donde estudiaron que el contenido nutricional presente en la sémola de trigo para la pasta era muy baja en proteínas, pero con el enriquecimiento de la quinua y la zanahoria la pasta tendría un valor nutritivo aceptable, los resultados fueron positivos y concluyeron que se logra la obtención de una pasta más saludable de mejor calidad nutricional y características de alimento funcional (Astaíza *et al.* 2010).

Otro trabajo elaborado en Guatemala reporta la elaboración de una pasta semi- instantánea fortificada, a la cual se llevaron a cabo diferentes estudios, desde la obtención de un diagrama de proceso, las cualidades nutricionales que resultaron óptimas de consumo y la obtención de un producto con características sensoriales aceptadas, dando resultados positivos y con una de las conclusiones de aporte importante en este trabajo que nos dice: La cantidad de vitamina A en la harina de zanahoria generada a través de procesos térmicos, es dependiente del tiempo de retención de esta hortaliza (Herrera-Gutierrez, 2008). Esto nos dice que en su proceso hubo una solución de azúcar, que tuvo un efecto de estabilidad osmótica de la hortaliza durante algunos minutos, esto fue durante el escaldado.

En la presente investigación no se aplica ningún pre-tratamiento térmico, ni presencia de sacarosa sola, ya que se utilizará miel; a la cual se le atribuyen cualidades antioxidantes al igual que a los productos de origen vegetal como la zanahoria (Vit *et al.*, 2008).

Otra investigación que se relaciona con la presentada en este documento, es el de la valoración nutricional y sensorial de panquecas elaboradas a base de harina de trigo (HT)

(*Triticum aestivum* L.) y zanahoria (Z) (*Daucus carota* L.), en este trabajo se elaboraron panquecas con porcentajes en base a la harina de trigo y trozos de zanahoria en diferentes proporciones. Se evaluaron tratamientos definidos por el nivel de sustitución de HT por trozos de Z en las panquecas (100 % HT-0 % Z; 75 % HT-25 % Z; 50 % HT-50 % Z; 25 % HT-75 % Z), utilizándose un diseño completamente aleatorizado. Se estudiaron el contenido de humedad, proteína, grasa, fibra, cenizas, carbohidratos,  $\beta$ -caroteno y minerales. Y los resultados fueron los siguientes: los porcentajes de fibra, cenizas (minerales), grasa, carbohidratos y contenido de  $\beta$ -caroteno aumentaron a medida que se incrementó el contenido de trozos de zanahoria en cada tratamiento y los de proteína y humedad disminuyeron con la sustitución parcial de harina. Se determinó el contenido de  $\beta$ -caroteno a la mezcla de los ingredientes crudos y a las panquecas cocidas a 70 °C y se detectó una reducción del 16 % de este contenido por acción del cocimiento (Gamboa *et al.* 2007).

Una investigación elaborada en Chile muestra el diseño de un snack de zanahoria elaborado mediante un proceso de deshidratación osmótica orientado a consumidores infantiles, cuyo propósito fue maximizar el contenido de carotenoides totales, debido a sus comprobadas propiedades nutricionales. Para ello se realizó un diseño estadístico de tamizado factorial completa. Mediante análisis del diseño estadístico se encontró que la variable concentración de sacarosa no presentó un efecto estadístico, y que tanto la temperatura como el tiempo del proceso debían disminuirse para maximizar el contenido de carotenoides. Luego, se realizó un diseño estadístico compuesto central rotacional 22 más estrella, para encontrar una combinación del binomio tiempo de proceso-temperatura del medio optimizada, que favorezca la maximización del contenido de carotenoides totales, encontrando que los niveles recomendados para dicho binomio fueron: un tiempo de 3 horas y una temperatura del medio de 26 °C, estimándose una

respuesta óptima de 58  $\mu\text{g/g}$  de carotenoides en el snack. Finalmente, se caracterizó el producto obtenido bajo condiciones óptimas, para lo cual se realizaron algunos análisis obteniéndose mediante HPLC un contenido de  $\alpha$ -caroteno de  $21,1 \pm 0,51 \mu\text{g/g}$  de snack y  $\beta$ -caroteno de  $52,4 \pm 6,7 \text{ mg/g}$  de snack; un contenido de fibra dietética de  $12,09 \pm 0,02 \text{ g/100g}$  de snack. Todas las mediciones realizadas indican que el producto optimizado resultaría ser una buena alternativa para el consumo por parte del público objetivo, tanto por sus características organolépticas, por su calidad nutricional, como por sus propiedades físicas y químicas (Barra-Pérez, 2009).

Por último se encontró una investigación desarrollada en México “Elaboración de un pan dulce a base de harina de trigo integral adicionado con harina de zanahoria (*Daucus carota* L.) con características nutricionales y funcionales”, en este trabajo a la zanahoria (*Daucus carota* L.) se le sometió a diferentes procedimientos físicos y químicos, los principales la deshidratación, la molienda, posteriormente la elaboración del pan dulce con diferentes porcentajes de harina de zanahoria a 3, 5 y 7% en base a la harina integral además se realizó un testigo que no contenía harina de zanahoria. Los tratamientos fueron sometidos a un análisis bromatológico, donde los porcentajes de fibra, cenizas (minerales), grasa, carbohidratos aumentaron a medida que se incrementó el contenido de harina de zanahoria y la proteína y humedad disminuyeron con la sustitución parcial de la harina (Montero, 2013).

## 4. Objetivos

### 4.1 Objetivo general

Evaluar la sustitución parcial de harina de trigo por pulpa de zanahoria (*Daucus Carota L.*) sobre las características nutricionales y sensoriales de un pastel a vapor tipo quimbolito.

### 4.2 Objetivos específicos

- Determinar la formulación de un pastel a vapor tipo quimbolito con sustitución parcial de harina de trigo por pulpa de zanahoria (*Daucus Carota L.*)
- Determinar la aceptación del pastel a vapor tipo quimbolito con sustitución parcial de harina de trigo por pulpa de zanahoria (*Daucus Carota L.*) mediante un análisis sensorial.
- Evaluar el potencial nutricional del pastel a vapor tipo quimbolito a través de un análisis fisicoquímico, concentración de  $\beta$ -caroteno, luteína y zeaxantina.

## 5. Metodología

### 5.1 Localización

La investigación se llevó a cabo a nivel experimental, en la planta piloto de la Facultad de ingeniería agroindustrial y en los Laboratorios Especializados de la Universidad de Nariño sede Torobajo, la cual se encuentra ubicada a 01° 14' 3" de latitud Norte y 77° 17' 7" de longitud Oeste con una altura de 2.527 m.s.n.m., temperatura promedio 14 °C y humedad relativa de 70%.

### 5.2 Determinación de la formulación de un pastel a vapor tipo quimbolito con Sustitución parcial de harina de trigo por pulpa de zanahoria (*Daucus Carota L.*).

#### 5.2.1 Adquisición materia prima

La materia prima zanahoria (*Daucus carota L.*), fue adquirida en un supermercado local ubicado en la ciudad de Pasto, cuya selección y clasificación se realizó de acuerdo con la norma técnica colombiana NTC 1226 (ICONTEC, 1994).

Para la elaboración de las diferentes formulaciones se utilizó los siguientes ingredientes, harina de trigo, azúcar, mantequilla, huevos, queso campesino, polvo de hornear y esencia de vainilla, los cuales se los adquirió en una comercializadora de insumos alimentarios ubicado en la ciudad de Pasto.

#### 5.2.2 Tratamiento materia prima

Una vez obtenidas las zanahorias (*Daucus carota L.*), se realizó las operaciones descritas a continuación, con el fin de obtener la pulpa de la hortaliza.

**Selección:** se efectuó un control en cuanto a la calidad de la materia prima obtenida, con el fin de verificar el cumplimiento de la norma técnica colombiana NTC 1226 (ICONTEC, 1994).



**Figura 1. Selección zanahoria (*Daucus carota* L).**

**Fuente:** Esta investigación

**Limpieza y desinfección:** se ejecutó con el fin de eliminar partículas extrañas adheridas a la hortaliza; se procedió a realizar el lavado de la zanahoria con agua potable y posteriormente la desinfección con una solución de hipoclorito de sodio a 50 ppm durante 5 minutos.



**Figura 2. Limpieza y desinfección zanahoria (*Daucus carota* L).**

**Fuente:** Esta investigación

**Pelado y troceado:** Manualmente se realizó el pelado de la zanahoria y posteriormente se troceó, con el objeto de facilitar la operación siguiente.

En esta etapa se calculó el rendimiento de la hortaliza, para lo cual se tomaron 10 zanahorias (*Daucus carota* L) de tamaño similar, los resultados se observan en la tabla 8.



**Figura 3. Pelado y troceado zanahoria (*Daucus carota* L).**

**Fuente:** Esta investigación

**Tabla 8.**

**Rendimiento zanahoria (*Daucus carota* L).**

| Rendimiento % |
|---------------|
| 90 ± 0,56     |

**Fuente:** Esta investigación

**Homogenizado:** El homogenizado de la hortaliza se efectuó con ayuda de una licuadora en acero inoxidable marca Oster.



**Figura 4. Homogenizado zanahoria (*Daucus carota* L).**

**Fuente:** Esta investigación

**Empaque y Almacenamiento:** La pulpa obtenida se empaco en bolsa plástica de polietileno y se almacenó bajo condiciones de refrigeración (0-4 °C) hasta su uso.

### 5.2.3 Elaboración de pasteles a vapor

La formulación y posterior elaboración de los pasteles a vapor tipo quimbolito, con sustitución parcial de harina de trigo por pulpa de zanahoria, se realizó tomando como base el recetario de Julio Pazos (Pazos-Barrera, 2005), lo cual se observa en la tabla 9.

El proceso de elaboración llevado a cabo incluyó una serie de operaciones que se describen a continuación. Cabe mencionar que para cada lote las actividades realizadas fueron iguales.

**Recepción materias primas e insumos.** Se adquirió y almacenó los productos requeridos para el proceso, se los conservó en sus respectivos embalajes y contenedores hasta su utilización con el fin de evitar deterioros. Las materias primas e insumos utilizados fueron: harina de trigo, pulpa de zanahoria, azúcar, mantequilla, queso campesino, huevos, polvo de hornear, esencia de vainilla.

**Pesado de ingredientes:** se realizó el pesaje de los ingredientes de acuerdo a la cantidad requerida para procesar un lote, este procedimiento se realizó con ayuda de una gramera digital.



**Figura 5. Pesado de ingredientes.**

**Fuente:** Esta investigación

**Mezclado:** En esta etapa del proceso, primero se homogenizó el azúcar, mantequilla, queso campesino, pulpa de zanahoria y huevos este procedimiento se lo llevó a cabo en una licuadora de acero inoxidable marca Oster, posteriormente se incorporó la harina de trigo, polvo de hornear y esencia de vainilla, se realizó el amasado hasta obtener una masa homogénea y cremosa.



**Figura 6. Mezclado de ingredientes.**

**Fuente:** Esta investigación

**Formado:** En la etapa de formado de pasteles a vapor tipo quimbolito, la masa obtenida se acomodó en hojas de achira previamente escaldadas, en porciones aproximadas de 70 g.



**Figura 7. Formado pastel a vapor (quimbolito).**

**Fuente:** Esta investigación

**Cocción:** Se realizó la cocción de los pasteles a vapor tipo quimbolitos, utilizando vapor a 92 °C por 30 minutos.

Durante el proceso de cocción, la masa cruda se convirtió en un producto ligero, digerible, poroso y de sabor agradable, a causa de una serie de reacciones debidas a la temperatura.



**Figura 8. Cocción pastel a vapor (quimbolito).**

**Fuente:** Esta investigación

**Enfriado:** Al terminar la cocción de los pasteles, se transportaron manualmente a una zona de enfriado, se dejaron reposar por 15 minutos a temperatura ambiente.



**Figura 9. Enfriado pastel a vapor (quimbolito).**

**Fuente:** Esta investigación

**Almacenamiento:** El producto terminado fue empacado en bolsa de polipropileno y almacenan bajo condiciones de refrigeración (0-4 °C) hasta su uso.

**Tabla 9.****Porcentaje de ingredientes en la elaboración de quimbolitos.**

| <b>Ingredientes</b>        | <b>Porcentaje (%)</b> |
|----------------------------|-----------------------|
| <b>Harina</b>              | 29,7                  |
| <b>Mantequilla</b>         | 19                    |
| <b>Azúcar</b>              | 19                    |
| <b>Queso fresco</b>        | 15                    |
| <b>Huevos</b>              | 15                    |
| <b>Polvo de hornear</b>    | 2                     |
| <b>Esencia de vainilla</b> | 0,3                   |

**Fuente:** Ecuador Terra Incógnita - quimbolitos (Pazos-Barrera, 2005).

#### **5.2.4 Diseño experimental**

Se realizó un diseño completamente aleatorizado con cuatro tratamientos y tres repeticiones, el factor de estudio evaluado fue el nivel de sustitución de harina de trigo (HT) por pulpa de zanahoria (Z), de la forma siguiente: T1(100 % HT- 0%Z Control), T2 (50% HT y 50% Z), T3(60% HT - 40% Z), T4(70% HT - 30% Z) (Tabla 10). Con el fin de determinar el efecto del contenido de pulpa de zanahoria sobre las variables cualitativas que fueron investigadas en la evaluación sensorial (color, sabor, textura y aceptabilidad) y las variables paramétricas (composición proximal, determinación de carotenoides). El diseño experimental y el análisis de datos fue realizado con el programa Statgraphics © Plus versión centurión XV.II, mediante el cual se realizó el análisis de varianza ANOVA y prueba de comparación mediante la LSD de Fisher a un 5% de nivel de significancia.

**Tabla 10.**

**Formulaciones utilizadas y evaluadas (base de cálculo 1000g de harina) en la fabricación de pasteles a vapor tipo quimbolitos.**

| Materia prima                  | Formulaciones   |             |             |             |
|--------------------------------|---|-------------|-------------|-------------|
|                                | (porcentajes de reemplazo harina de trigo por pulpa de zanahoria) |             |             |             |
|                                | 0%  | 50%         | 40%         | 30%         |
| Harina de trigo (g)            | 1000  | 500         | 600         | 700         |
| Pulpa de zanahoria (g)         | 0   | 500         | 400         | 300         |
| Mantequilla (g)                | 640   | 640         | 640         | 640         |
| Azúcar (g)                     | 640   | 640         | 640         | 640         |
| Queso fresco (g)               | 505   | 505         | 505         | 505         |
| Huevos (g)                     | 505   | 505         | 505         | 505         |
| Polvo de hornear (g)           | 67  | 67          | 67          | 67          |
| Esencia de vainilla (g)        | 10  | 10          | 10          | 10          |
| <b>Total materia prima (g)</b> | <b>3367</b>   | <b>3367</b> | <b>3367</b> | <b>3367</b> |

**Fuente:** esta investigación

### **5.3 Determinación de la aceptación del pastel a vapor tipo quimbolito con sustitución parcial de harina de trigo por pulpa de zanahoria (*Daucus Carota* L.) Mediante análisis sensorial.**

La prueba sensorial de preferencia se realizó con 30 panelistas, escogidos de forma aleatoria dentro de las instalaciones de la universidad de Nariño, quienes tuvieron a disposición muestras de pasteles a vapor tipo quimbolito elaborados con sustitución parcial de harina de trigo por pulpa de zanahoria. Los resultados de preferencia fueron evaluados por el método escala hedónica propuesta por Anzaldúa-Morales (1994), donde se calificaron las características de color, sabor, textura y aceptabilidad según la escala: me gusta mucho = 5, me gusta = 4, me es indiferente = 3, me disgusta = 2, y me disgusta mucho = 1.



**Figura 10. Realización de la prueba de preferencia.**

**Fuente:** Esta investigación

#### **5.4 Evaluación del potencial nutricional del pastel a vapor tipo quimbolito a través de análisis proximal, concentración de $\beta$ -caroteno, luteína y zeaxantina.**

Se realizó el análisis proximal del pastel a vapor tipo quimbolito, que según el análisis sensorial obtuvo la mayor aceptación en comparación con la muestra control que no poseía sustitución de harina de trigo por pulpa de zanahoria; los análisis se realizaron en los laboratorios de análisis y control bioindustrial (Confía Control S.A.S), ubicado en la ciudad de Bogotá.

Las pruebas realizadas tuvieron el objetivo de determinar el porcentaje de humedad, proteína, grasa, cenizas, fibra, carbohidratos y calorías, presentes en el pastel a vapor tipo quimbolito con zanahoria y la muestra control. Para la elaboración de estos análisis se procedió de acuerdo a los procedimientos siguientes.

**Humedad:** La humedad, se midió utilizando la metodología de sólidos totales en frutas y en productos de frutas de la AOAC 920.151 (2000). Esta técnica se basa en el principio de desecado del alimento en estufa a 105°C, hasta peso constante con intervalos de medida de cada dos horas, y quince minutos en campana de desecación luego de retirado de la estufa. Dependiendo de la humedad del alimento esta técnica puede tardar entre 4 y 10 horas para alcanzar el peso constante del producto.

**Proteína:** La medición de proteínas del producto, se efectuó mediante la determinación de nitrógeno orgánico, por el método de Kjeldahl AOAC 981.10 (2000). En esta técnica se digieren las proteínas y otros compuestos orgánicos de los alimentos en una mezcla con ácido sulfúrico en presencia de catalizadores. El nitrógeno orgánico total se convierte en sulfato de amonio mediante la digestión, la mezcla resultante se neutraliza con una base y se destila, el destilado se recoge en una solución de ácido bórico, los aniones de borato así formado se titulan con HCL estandarizado para determinar el nitrógeno contenido en la muestra y por último se utilizó el factor de cálculo siguiente.

$$\text{Contenido de proteínas} = \text{contenido de nitrógeno orgánico} * 6,25$$

**Grasa:** para la cuantificación de los lípidos del alimento, se utilizó el método A.O.A.C 989.05 de hidrólisis ácida (proceso de Werner-Schmidt). En esta técnica el material es calentado en baño de agua hirviendo con ácido clorhídrico 6M para disolver las proteínas y separar la grasa que es extraída por agitación, cuando menos tres veces, con éter etílico o con una mezcla de éter dietílico y petróleo ligero, posteriormente se evapora el éter y la grasa es determinada directamente (AOAC, 2000).

**Cenizas:** Para el análisis de cenizas se procedió de acuerdo al método A.O.A.C. 940.26 (AOAC, 2000). Esta técnica se utilizó para cuantificar la totalidad de minerales en la muestra y se encuentra basada en la oxidación de la materia orgánica en ausencia de flama a una temperatura de 600 °C, quedando en la muestra solamente materia inorgánica que no se volatiliza.

**Fibra:** Para la determinación de fibra bruta en el producto se utilizó el Método Weende, el cual consiste en digestión ácido-base y calcinación según AOAC 962.09 (2012). En esta técnica el material es sometido a hidrólisis ácida con un 1,25% de H<sub>2</sub> SO<sub>4</sub> para la extracción de azúcares

y almidón, seguida de hidrólisis alcalina con un 1,25% de NaOH, que elimina las proteínas, parte de la hemicelulosa y lignina, posteriormente se realiza la calcinación a 550°C y el contenido de fibra se halla gravimétricamente.

**Carbohidratos:** la concentración de carbohidratos se determinó por diferencia, es decir, 100 menos los porcentajes de humedad, grasa, proteínas, fibra y cenizas (Sierra *et al.* 2007).

Cálculo

$$\text{Carbohidratos} = 100 - (A + B + C + D + E)$$

Donde:

**A** = Contenido de humedad

**B** = Contenido de proteína cruda

**C** = Contenido de grasa

**D** = Contenido de fibra cruda

**E** = Contenido de ceniza

**Calorías:** La determinación de calorías aportadas por el producto, se realizó de manera indirecta con los factores Atwater, los cuales se dan en kcal/g y son: 4 para proteínas y carbohidratos y 9 para lípidos, estos valores son basados en las cantidades de energía que se liberan cuando estos macronutrientes se oxidan metabólicamente. Los resultados de estas multiplicaciones se suman y dan la energía del producto (Cervera *et al.* 2004).

**Determinación de la concentración de las fracciones de  $\beta$ -caroteno por cromatografía líquida de alta eficacia (HPLC).**

Se tomó 200 g de pastel y se cortó en rebanadas de aproximadamente 5 mm de espesor, se desmenuzó y homogenizó con ayuda de un procesador de alimentos. Se colocó 50 g de muestra homogenizada en un beaker recubierto de papel aluminio y se le agregó 100 ml de etanol grado

HPLC, se mezcló y se dejó en reposo por 4 horas. Posteriormente se realizó una filtración para separar los pigmentos del residuo, Finalmente, la fase orgánica obtenida se rotaevaporó a 40°C (ver figura 11), el extracto se transfirió a viales y se mantuvo en refrigeración hasta la inyección de las muestras en el equipo HPLC.



**Figura 11. Extracción de carotenoides del pastel a vapor y zanahoria.**

**Fuente:** Esta investigación.

La cuantificación de  $\beta$ -caroteno se realizó empleando estándar de  $\beta$ -caroteno al 93% (Sigma-aldrich) mediante relación de áreas cromatográficas. Esta se analizó mediante HPLC en un equipo marca Waters® Breeze™ 2 HPLC System con detección UV (ver figura 12). Se empleó una columna Hipersil Gold Thermo Scientific C18 de 3.5  $\mu$ m, 250 mm x 4,6 mm, el volumen de

inyección fue 20  $\mu\text{L}$ , flujo de 1 mL/min, la absorbancia se escaneó entre 200 y 700 nm, pero se hizo lectura a 440 nm empleando un detector PDA (Photodiode Array, Waters 2998). Para la inyección de las muestras se tomó 500  $\mu\text{L}$  de cada uno de los extractos líquidos y se le adicionaron 500  $\mu\text{L}$  de acetato de etilo; Las soluciones resultantes se agitaron por 1 minuto y se filtraron en discos GHP (0,45  $\mu\text{L}$ ) previamente al análisis. La identificación tentativa de los compuestos se realizó por comparación de los espectros UV y de los tiempos de retención con los obtenidos para estándares de luteína, zeaxantina y  $\beta$ -caroteno. La cuantificación de  $\beta$ -caroteno y carotenoides totales se realizó utilizando una curva de calibrado preparada en función de la concentración del estándar de  $\beta$ -caroteno.



**Figura 12. Inyección de las muestras el equipo HPLC para identificación y cuantificación de carotenoides.**

**Fuente:** Esta investigación.

## 6. Resultados y discusión

### 6.1 Determinación de la formulación de pastel a vapor tipo quimbolito con sustitución parcial de harina de trigo por pulpa de zanahoria (*Daucus Carota L.*).

#### Rendimiento de zanahoria

Para la obtención de pulpa de zanahoria se utilizó 10 Kg de hortaliza fresca, de la cual se obtuvo 9 Kg de pulpa, alcanzando un rendimiento del 90 %, lo que significa que aproximadamente el 10% de zanahoria es material no aprovechable.

$$\text{Rendimiento} = \frac{\text{Peso final de pulpa}}{\text{peso inicial de hortaliza}} * 100$$

$$\text{Rendimiento} = \frac{9 \text{ Kg}}{10 \text{ Kg}} * 100 = 90\%$$

#### Evaluación Física de los pasteles a vapor tipo quimbolito

A medida que se aumenta el porcentaje de sustitución de harina de trigo por pulpa de zanahoria, la masa tiende a aumentar la humedad, lo que provoca una consistencia final semilíquida, lo anterior se debe a la composición de la zanahoria, ya que el 88,6 % de la hortaliza está constituida por agua.

Al igual que la masa el producto final adquiere las mismas características, es decir un aumento de humedad directamente proporcional a la cantidad de pulpa de zanahoria utilizada, esta humedad sigue presente por efecto del método de cocción empleado, puesto que la cocción a vapor hace que no haya pérdida de humedad en los productos.

En la evaluación del aspecto exterior de los pasteles a vapor, se evidencia igual altura y volumen en las distintas formulaciones elaboradas, en cuanto al color se observa una coloración anaranjada en los pasteles a vapor tipo quimbolito con zanahoria, la cual es más intensa a medida que aumenta la concentración de la hortaliza; En la evaluación del aspecto interior del producto,

se puede observar una textura suave y cremosa que mejora a medida que aumenta la cantidad de pulpa de zanahoria en las formulaciones, en cuanto a la estructura de los pasteles a vapor, se observa que las migas presentan alveolos homogéneos pequeños y de paredes finas, lo cual es un indicativo del nivel de esponjosidad y espesura de la miga, en este aspecto todas las muestras presentan similitud, lo anterior se evidencian en la figura 13.



**Figura 13. Pastel a vapor tipo quimbolito a diferentes concentraciones de pulpa de zanahoria.**

**Fuente:** Esta investigación

## **6.2 Determinación de aceptación del pastel a vapor tipo quimbolito con sustitución parcial de harina de trigo por pulpa de zanahoria (*Daucus Carota* L.) Mediante análisis sensorial.**

En la evaluación sensorial, se detectaron las preferencias de los panelistas, sobre las variables cualitativas (color, sabor, textura y aceptabilidad), de las muestras de pastel a vapor tipo quimbolito, elaboradas con sustitución parcial de harina de trigo (HT) por pulpa de zanahoria (Z), las muestras evaluadas fueron las siguientes: 111 (100 % HT- 0%Z; control), 221 (50% HT y 50% Z), 332 (60% HT - 40% Z), 443 (70% HT - 30% Z).

- **Color**

**Tabla 11.**  
**Análisis de varianza para color.**

| Fuente        | Suma de Cuadrados | Gl  | Cuadrado Medio | Razón-F | Valor-P |
|---------------|-------------------|-----|----------------|---------|---------|
| Entre grupos  | 7,49167           | 3   | 2,49722        | 3,47    | 0,0184  |
| Intra grupos  | 83,4333           | 116 | 0,719253       |         |         |
| Total (Corr.) | 90,925            | 119 |                |         |         |

( $P < 0,05$ ) = significativo

**Fuente:** Esta investigación

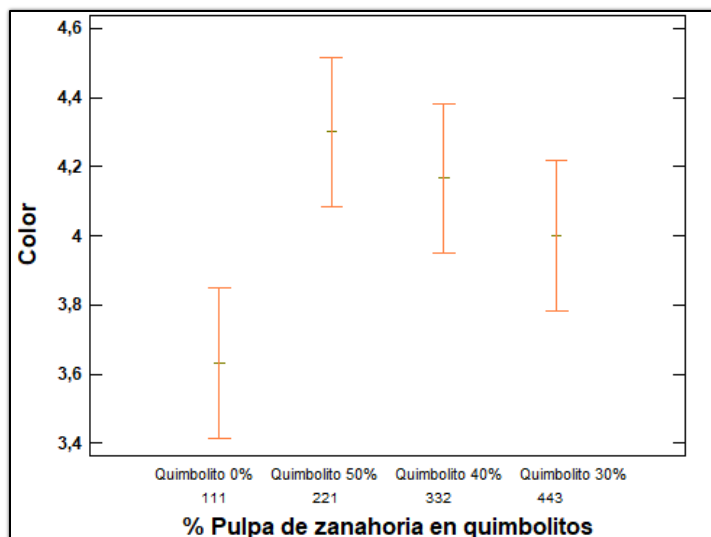
La tabla 11 y la gráfica 1 muestran que el valor-P de la razón-F es menor que 0,05, por tanto, existe una diferencia estadísticamente significativa entre las medias de los 4 tratamientos. Se observa que los tratamientos 221, 332 y 443 presentaron la mayor calificación (me gusta) y el tratamiento 111 (muestra control) la menor calificación (me es indiferente).

Además, la tabla 12 muestra que existen 2 grupos homogéneos, y existe diferencia estadísticamente significativa entre los tratamientos 111-221 y 111-332, destacando que el tratamiento 221 (50% HT y 50% Z) tiene una mayor calificación en cuanto al atributo color, este resultado se obtiene, debido a que los panelistas consideran que el color anaranjado aportado por la zanahoria, le da una apariencia atractiva al producto.

**Tabla 12.**  
**Prueba LSD Fisher para color.**

| Tratamientos | Casos | Media   | Grupos Homogéneos |
|--------------|-------|---------|-------------------|
| 111          | 30    | 3,63333 | X                 |
| 443          | 30    | 4,0     | XX                |
| 332          | 30    | 4,16667 | X                 |
| 221          | 30    | 4,3     | X                 |

**Fuente:** Esta investigación



**Gráfico 1. Diagrama de media e intervalos al 95 % de la LSD de Fisher para la variable color.**

**Fuente:** Esta investigación

- **Sabor**

**Tabla 13.**

*Análisis de varianza para sabor.*

| Fuente        | Suma de Cuadrados | Gl | Cuadrado Medio | Razón-F | Valor-P |
|---------------|-------------------|----|----------------|---------|---------|
| Entre grupos  | 2,09167           | 3  | 0,697222       | 0,94    | 0,4262  |
| Intra grupos  | 86,5              | 11 | 0,74569        |         |         |
| Total (Corr.) | 88,5917           | 11 |                |         |         |
|               |                   | 9  |                |         |         |

( $P < 0,05$ ) =significativo

**Fuente:** Esta investigación

La tabla 13 y la gráfica 2 muestran que el valor-P de la razón-F es mayor que 0,05, por tanto, no existe diferencia estadísticamente significativa entre las medias de los tratamientos.

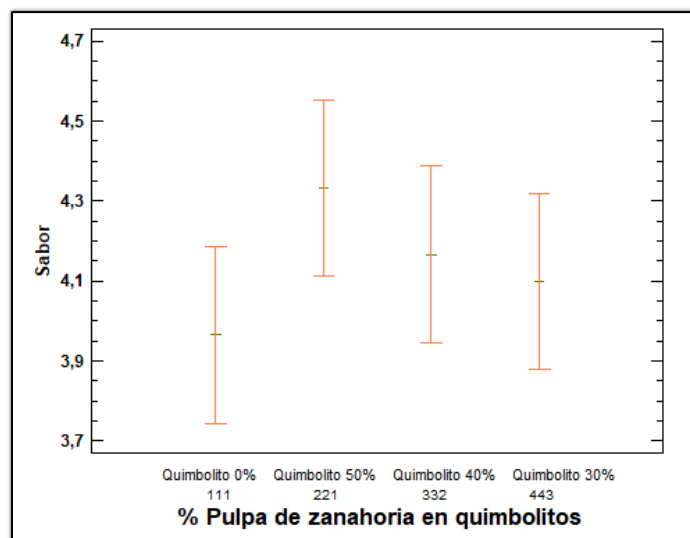
La tabla 14 muestra que existe un grupo homogéneo con una media aproximada de 4,14 (me gusta). Los resultados obtenidos se deben a que a pesar que la zanahoria le confiere un sabor

diferente comparado con el producto tradicional este no es desagradable; por otro lado, se evidencia que el aumento del porcentaje de zanahoria en las muestras influye positivamente en cuanto a la percepción de los panelistas en el atributo sabor, puesto que aumenta la media aritmética. Este comportamiento se lo atribuye a la zanahoria, que le confiere un aroma y un toque más dulce al producto.

**Tabla 14.**  
**Prueba LSD Fisher para sabor.**

| Tratamientos | Casos | Media       | Grupos Homogéneos |
|--------------|-------|-------------|-------------------|
| 111          | 30    | 3,9666<br>7 | X                 |
| 443          | 30    | 4,1         | X                 |
| 332          | 30    | 4,1666<br>7 | X                 |
| 221          | 30    | 4,3333<br>3 | X                 |

**Fuente:** esta investigación



**Gráfico 2. Diagrama de media e intervalos al 95 % de la LSD de Fisher para la variable sabor.**

**Fuente:** Esta investigación

- **Textura**

**Tabla 15.****Análisis de varianza para textura.**

| Fuente        | Suma de Cuadrados | Gl | Cuadrado Medio | Razón-F | Valor-P |
|---------------|-------------------|----|----------------|---------|---------|
| Entre grupos  | 10,0667           | 3  | 3,35556        | 4,43    | 0,0055  |
| Intra grupos  | 87,9333           | 11 | 0,758046       |         |         |
| Total (Corr.) | 98,0              | 11 |                |         |         |
|               |                   | 9  |                |         |         |

(P&lt;0,05) =significativo

**Fuente:** Esta investigación

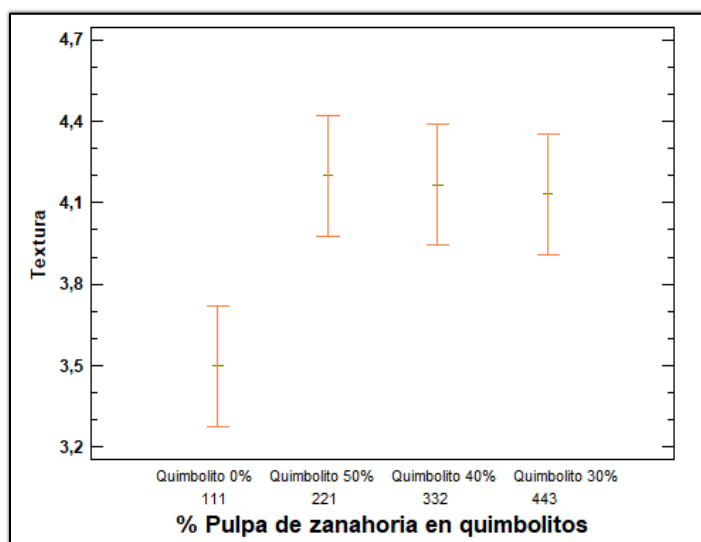
La tabla 15 y la gráfica 3 muestran que el valor-P de la razón-F es menor que 0,05, por tanto, existe una diferencia estadísticamente significativa entre las medias de los 4 tratamientos. Se observa que los tratamientos 221, 332 y 443 presentaron la mayor calificación (me gusta) y el tratamiento 111 (muestra control) la menor calificación (me es indiferente).

La tabla 16 muestra que existen 2 grupos homogéneos y que hay diferencia estadísticamente significativa entre los tratamientos 111-221, 111-332 y 111-443, destacando que el tratamiento 221 (50% HT y 50% Z) tiene una mayor calificación en cuanto al atributo textura. Este resultado se obtiene debido a que la zanahoria le aporta humedad al producto, confiriéndole una textura suave y cremosa, relacionada directamente al aumento de pulpa de zanahoria en los tratamientos; lo anterior le confiere una textura agradable percibida por los panelistas.

**Tabla 16.**  
**Prueba LSD Fisher para textura.**

| Tratamientos | Casos | Media  | Grupos Homogéneos |
|--------------|-------|--------|-------------------|
| 111          | 30    | 3,5    | X                 |
| 443          | 30    | 4,1333 | X                 |
|              |       | 3      |                   |
| 332          | 30    | 4,1666 | X                 |
|              |       | 7      |                   |
| 221          | 30    | 4,2    | X                 |

**Fuente:** Esta investigación



**Gráfico 3. Diagrama de media e intervalos al 95 % de la LSD de Fisher para la variable textura.**

**Fuente:** Esta investigación

- **Aceptabilidad**

**Tabla 17.****Análisis de varianza para aceptabilidad.**

| Fuente        | Suma de Cuadrados | Gl | Cuadrado Medio | Razón-F | Valor-P |
|---------------|-------------------|----|----------------|---------|---------|
| Entre grupos  | 11,3667           | 3  | 3,78889        | 5,94    | 0,0008  |
| Intra grupos  | 73,9333           | 11 | 0,637356       |         |         |
| Total (Corr.) | 85,3              | 11 |                |         |         |
|               |                   | 9  |                |         |         |

(P&lt;0,05) =significativo

**Fuente:** Esta investigación

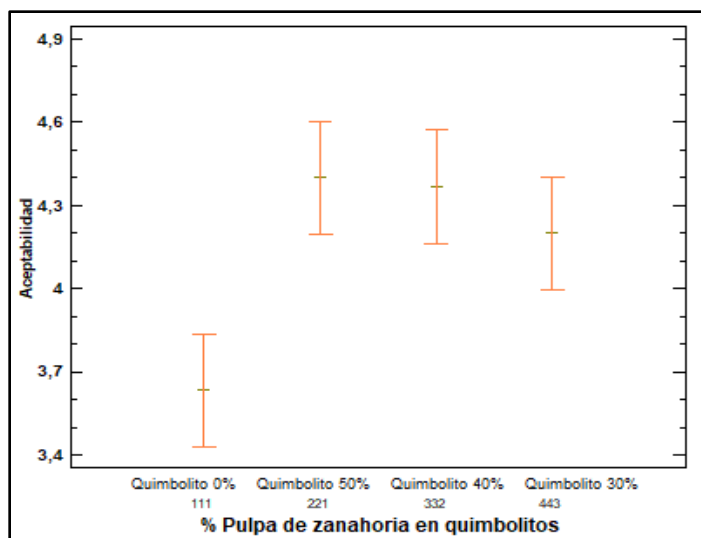
La tabla 17 y la gráfica 4 muestran que el valor-P de la razón-F es menor que 0,05, por tanto, existe una diferencia estadísticamente significativa entre las medias de los 4 tratamientos. Se observa que los tratamientos 221, 332 y 443 presentaron la mayor calificación (me gusta) y el tratamiento 111 (muestra control) la menor calificación (me es indiferente).

Además, la tabla 18 muestra que existen 2 grupos homogéneos y que hay diferencia estadísticamente significativa entre los tratamientos 111-221, 111-332 y 111-443, destacando que el tratamiento 221 (50% HT y 50% Z) tiene una mayor calificación en cuanto al atributo aceptabilidad.

**Tabla 18.****Prueba LSD Fisher para aceptabilidad.**

| Tratamientos | Casos | Media  | Grupos Homogéneos |
|--------------|-------|--------|-------------------|
| 111          | 30    | 3,6333 | X                 |
|              |       | 3      |                   |
| 443          | 30    | 4,2    | X                 |
| 332          | 30    | 4,3666 | X                 |
|              |       | 7      |                   |
| 221          | 30    | 4,4    | X                 |

**Fuente:** Esta investigación



**Gráfico 4. Diagrama de media e intervalos al 95 % de la LSD de Fisher para la variable aceptabilidad.**

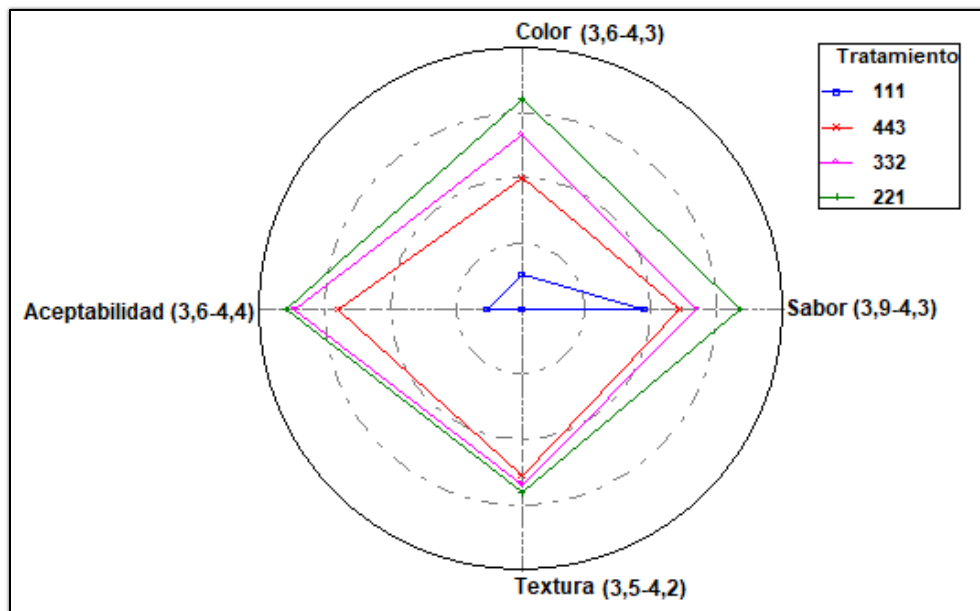
**Fuente:** Esta investigación

Al final se realizó una valoración global teniendo en cuenta todas las variables de respuesta evaluadas (color, sabor, textura y aceptabilidad) como se muestra en la grafica 5, en el cual se observa que la mejor calificación la obtuvo el tratamiento 221 que corresponde a la muestra que fue elaborada 50% de sustitución de harina de trigo por pulpa de zanahoria.

Se evidencia que las valoraciones son directamente proporcionales al porcentaje de sustitución de harina de trigo por pulpa de zanahoria, es decir a mayor porcentaje de la hortaliza mayor calificación, este comportamiento determina que la variación de la pulpa de zanahoria en las distintas muestras, ocasionan cambios favorables en las propiedades sensoriales del producto y estas a su vez fueron detectadas por el consumidor y medidas a través de la escala de 5 puntos, la cual permitió conocer qué tanto gustaba o disgustaba el pastel a vapor tipo quimbolito con pulpa de la hortaliza. De acuerdo a la evaluación sensorial el quimbolito con 50% de pulpa de zanahoria fue calificado con un puntaje o valor promedio igual a 4,31, que fluctúa entre el segmento hedónico, “me gusta mucho” con una aceptación superior al 40% en cualquiera de sus

características y "me gusta" con una aceptación superior al 30% en cualquiera de sus características como se observa en la tabla 19.

Por lo anterior, los análisis para determinar el potencial nutricional del pastel a vapor tipo quimbolito, se realizaron empleando muestras del tratamiento 221 que corresponde a la muestra elaborada con (50% HT y 50% Z).



**Gráfico 5. Valoración global medias de las calificaciones sensorial.**

**Fuente:** Esta investigación

**Tabla 19.**

**Resultado de prueba hedónica quimbolito al 50% de pulpa de zanahoria.**

| ACEPTACIÓN        |         |         |           |                 |
|-------------------|---------|---------|-----------|-----------------|
| Característica    | Color % | Sabor % | Textura % | Aceptabilidad % |
| Me gusta mucho    | 53,33   | 53,33   | 43,33     | 43,33           |
| Me gusta          | 30,00   | 30,00   | 40,00     | 53,33           |
| Me es indiferente | 10,00   | 13,33   | 10,00     | 3,34            |
| Me disgusta       | 6,67    | 3,34    | 6,67      | 0,00            |

**Fuente:** Esta investigación

### 6.3 Evaluación del potencial nutricional del pastel a vapor tipo quimbolito a través de análisis proximal, concentración de $\beta$ -caroteno, luteína y zeaxantina.

#### 6.3.1 Análisis proximal del pastel a vapor tipo quimbolito

La tabla 20 muestra los resultados de la composición proximal, y el contenido calórico del pastel a vapor tipo quimbolito, formulado con 50% harina de trigo y 50% pulpa de zanahoria (50%HT - 50%Z), comparado con un quimbolito tradicional (100%HT - 0%Z), utilizado como muestra control.

**Tabla 20.**

*Composición proximal en base húmeda de quimbolito tradicional y quimbolito formulado con pulpa de zanahoria.*

| Parámetros             | Tratamientos               |                            |
|------------------------|----------------------------|----------------------------|
|                        | Quimbolito (100% HT; 0% Z) | Quimbolito (50% HT; 50% Z) |
| Humedad (g/100g)       | 43,3                       | 46,2                       |
| Proteína (g/100g)      | 13,1                       | 9,2                        |
| Grasa (g/100g)         | 4,1                        | 5,8                        |
| Cenizas (g/100g)       | 1,4                        | 1,6                        |
| Fibra (g/100g)         | 0,8                        | 1,1                        |
| Carbohidratos (g/100g) | 37,3                       | 36,1                       |
| Calorías (Kcal/100g).  | 238,5                      | 233                        |

**Fuente:** Esta investigación.

Se observa que el valor de humedad es elevado en las dos muestras evaluadas, aunque el mayor contenido lo posee el pastel a vapor tipo quimbolito elaborado con pulpa de zanahoria, lo anterior puede atribuirse a la cantidad de agua aportada por la hortaliza la cual corresponde a (87,4 g/100 g); otro factor influyente es el método de cocción a vapor empleado, el cual hace que se mantenga la humedad y propiedades del alimento, lo cual no sucede con otros métodos de cocción empleados en la industria de repostería. Aunado a esto podríamos atribuir el valor de

humedad a la harina utilizada ya que estas son clasificadas de acuerdo al tipo de trigo y de allí varía su capacidad de retención de agua, harinas elaboradas de trigo duro tienen mayor capacidad de retención y las elaboradas con trigo blando tienen menor capacidad de retención de agua.

Con respecto a la proteína, se observa una disminución en el pastel a vapor tipo quimbolito con zanahoria en comparación con la muestra control, este comportamiento se explica por la sustitución de harina de trigo por pulpa de zanahoria, puesto que la harina aporta una cantidad apreciable de proteína correspondiente a (12,4 g/100 g) al producto lo cual la zanahoria no puede sustituir ya que aporta únicamente (1,1 g/100 g); no se evidencia otro factor para el comportamiento anterior puesto que los ingredientes que proporcionan proteínas al producto como son el queso fresco (18,8 g/100 g) y los huevos (12,6 g/100 g), en las dos formulaciones se mantienen constantes.

De acuerdo a las recomendaciones de consumo de energía y nutrientes para la población colombiana, el valor diario de referencia de proteínas para niños mayores de 4 años y adultos se encuentra en 50 g (Colombia. Ministro De La Protección Social, 2011), por lo tanto, una ración de 100 g del pastel a vapor tipo quimbolito con zanahoria proporciona 9,2 g de proteínas lo que representa alrededor del 18,2 % de los requerimientos proteicos diarios, se evidencia claramente que a pesar de la disminución de proteína en comparación con la muestra control, este producto aporta una elevada cantidad de proteína al consumidor.

Cabe resaltar que las proteínas son macromoléculas compuestas por aminoácidos y constituyen uno de los principales nutrientes para el organismo, dentro de los tipos de aminoácidos existentes, hay algunos que se consideran como “esenciales” para el organismo debido a su alta digestibilidad y composición de aminoácidos, que el cuerpo no es capaz de generarlos, por lo que necesita obtenerlas de la ingesta de los alimentos. En el pastel a vapor

evaluado los ingredientes utilizados como son el queso fresco y los huevos cumplen esta característica, por tanto, hacen que la mayor parte de las proteínas presentes sean consideradas de alta calidad. También existen proteínas de baja calidad, las cuales se digieren menos que la proteína animal y usualmente no tienen todos los aminoácidos esenciales o están presentes en cantidades insuficientes, estas son aportadas por alimentos vegetales como es el caso de la zanahoria.

En cuanto al contenido de grasa, se incrementó en el pastel a vapor tipo quimbolito con zanahoria, con un valor de (5,8 g) en comparación con la muestra control que posee (4,1 g). De los ingredientes utilizados en la elaboración de las muestras, los que aportan la mayor cantidad de grasa son el queso fresco (20,3 g/100 g), el huevo (10,8 g/100 g) y la mantequilla (83 g/100 gr), pero sus cantidades son constantes en los dos tratamientos, por tanto, el incremento observado se atribuye al aporte de carotenoides de la zanahoria, ya que estos pigmentos son solubles en grasas y se cuantifican junto a ella.

De acuerdo a las recomendaciones de consumo de energía y nutrientes para la población colombiana, el valor diario de referencia de grasa se encuentra en 65 g, esto basado en una dieta de 2000 Kcal/día (Colombia. Ministro De La Protección Social, 2011), analizando el pastel a vapor tipo quimbolito con zanahoria, se observa que 100 g de éste producto contiene 5,8 g de grasa, lo que representa alrededor del 9 % del total de grasa requerida en el día.

Se conoce que las grasas son nutrientes que contienen los alimentos que se ingiere y los utiliza el organismo para construir membranas celulares, tejido nervioso (como el cerebro) y hormonas. El cuerpo también utiliza la grasa como combustible, si la grasa ingerida por una persona no se quema en forma de energía ni se utiliza para construir los componentes del organismo, se almacena en forma de células adiposa, almacena grasa para uso futuro, en caso

que existan momentos en que el alimento podría escasear; cabe destacar que no todos las grasas que se ingieren son benéficas para el organismo, estudios han demostrado que la ingesta excesiva de ácidos grasos saturados está asociada con el incremento de colesterol plasmático, la producción de aterosclerosis desde la niñez y el riesgo de desarrollar enfermedad coronaria en la edad adulta, un efecto opuesto se ha atribuido a los ácidos grasos poliinsaturados y monoinsaturados (FAO & OMS, 1998).

De acuerdo a los ingredientes utilizados en la elaboración del pastel a vapor tipo quimbolito con zanahoria, se espera que se encuentren en el producto la mayoría de ácidos grasos, entre ellos, ácidos monos y poliinsaturados (ácido linolénico y ácido  $\alpha$ -linolénico), los cuales son considerados esenciales para el organismo, que éste no es capaz de sintetizar, por lo que deben ser aportados a través de la dieta y son precursores de ácidos grasos omega-3 y omega-6 (Onofre *et al.* 2017).

En cuanto a la cantidad de cenizas, se nos proporciona una idea aproximada del contenido de minerales presente en el alimento (Fennema, 2000), en los resultados se observa que la muestra de pastel a vapor tipo quimbolito con zanahoria posee mayor cantidad de cenizas en comparación con la muestra control, aunque estas diferencias no son significativas, esto se debe a el aporte de minerales procedente del huevo y queso, ingredientes que no varían en las dos muestras. Por lo anterior se puede inferir que el uso de zanahoria en el pastel a vapor aumento el aporte de minerales, esto debido a que posee una cantidad apreciable de potasio (320 mg/ 100 g), sodio (77 mg/ 100 g), calcio (41 mg/ 100 g) y fosforo (37 mg/ 100 g) principalmente.

Con respecto a lo anterior, se puede inferir que el producto desarrollado, tiene importancia a nivel nutricional, puesto que suministra minerales que el organismo humano necesita para su

buen funcionamiento, y cabe destacar que estos compuestos no pueden ser sintetizados por el organismo y deben ser aportados por la dieta.

Con respecto al contenido de fibra, se observa un aumento en el pastel a vapor tipo quimbolito con zanahoria en comparación con la muestra control, este comportamiento se explica por la sustitución de harina de trigo por pulpa de zanahoria, puesto que la hortaliza utilizada aporta una cantidad apreciable de fibra correspondiente a (2,9 g/100 g) al producto elaborado; a pesar de lo anterior la diferencia entre las muestras no es elevada, esto se debe al aporte de fibra que realiza la harina de trigo utilizada en la elaboración de las muestras.

De acuerdo a las recomendaciones de consumo de energía y nutrientes para la población colombiana, el valor diario de referencia de fibra para niños mayores de 4 años y adultos se encuentra en 25 g (Colombia. Ministro De La Protección Social, 2011); por lo tanto, una ración de 100 g del pastel a vapor tipo quimbolito con zanahoria proporciona 1,1 g de fibra lo que representa alrededor del 4,4 % de los requerimientos diarios de fibra; a pesar que el aporte de fibra en el producto es bajo, es un alimento que en parte ayuda a suplir la demanda de este compuesto.

Cabe resaltar que la fibra dietaría es en su mayor parte, el material de las paredes celulares de las plantas, que por su resistencia a la digestión por enzimas humanas sufren muy limitadas modificaciones en su estructura y es eliminada casi totalmente. Debido a estas propiedades arrastra los desechos digestivos y contribuye significativamente a eliminarlos de forma adecuada. Los diferentes tipos de fibra dietaría tienen variados efectos fisiológicos: Las fibras solubles en agua (pectinas, gomas, mucílagos y algunas hemicelulosas) retrasan el tránsito intestinal, el vaciamiento gástrico y la absorción de glucosa y ayudan a reducir el colesterol sanguíneo. Las fibras insolubles en agua (lignina, celulosa y algunas hemicelulosas) aceleran el tránsito

intestinal, aumentan el peso de las heces, desaceleran la hidrólisis del almidón, retrasan la absorción de la glucosa y contribuyen a reducir algunos padecimientos del colon; para una alimentación equilibrada se debe incluir alimentos ricos en ambos tipos de fibra (Olagnero *et al.* 2007).

De acuerdo a lo anterior, el producto desarrollado pastel a vapor tipo quimbolito con zanahoria se lo considera equilibrado en cuanto a su aporte de fibra, puesto que, incluye los diferentes tipos de fibra, la insoluble que se encuentra principalmente en derivados de granos enteros como la harina de trigo; y la fibra soluble que se la puede encontrar en la zanahoria.

Los resultados del análisis proximal, muestran un importante aporte de carbohidratos por parte del pastel a vapor tipo quimbolito con zanahoria, aunque es menor que la muestra control; estos resultados se deben a la sustitución de harina de trigo por pulpa de zanahoria, puesto que el aporte de carbohidratos por parte de la zanahoria es relativamente bajo, aproximadamente (9,6 g/ 100 g) en comparación con la harina de trigo que aporta (72,9 g/ 100 g).

De acuerdo a las recomendaciones de consumo de energía y nutrientes para la población colombiana, el valor diario de referencia de carbohidratos para niños mayores de 4 años y adultos se encuentra en 300 g (Colombia. Ministro De La Protección Social, 2011); por lo tanto, una ración de 100 g del pastel a vapor tipo quimbolito con zanahoria proporciona 36,1 g de carbohidratos lo que representa alrededor del 12 % de los requerimientos diarios, se evidencia claramente que a pesar de la disminución de carbohidratos en comparación con la muestra control, el producto elaborado es importante para suplir los requerimientos diarios del compuesto para un adecuado funcionamiento del organismo.

Cabe resaltar que los carbohidratos son esenciales en cualquier tipo de dieta, ya que proporcionan las calorías necesarias para la producción de energía. El sistema digestivo

convierte los hidratos en glucosa, la cual es indispensable para conservar la integridad funcional de los tejidos, órganos, células y normalmente es la única fuente de energía del cerebro (Ekhard & Filer, 1997).

Por otro lado, según la composición química se conocen dos tipos de carbohidratos, simples y complejos; los carbohidratos simples son azúcares que se convierten en glucosa y se digieren rápidamente lo que provoca picos de insulina, tienen un bajo valor nutritivo porque no contienen suficientes nutrientes esenciales, por ello se debe limitar su consumo a pequeñas cantidades, entre los alimentos ricos en este compuesto se destaca el azúcar blanco y productos realizados con harina sin refinar. Los carbohidratos complejos poseen una estructura compuesta de tres o más azúcares unidos entre sí, estos azúcares en su mayoría son ricos en fibra, vitaminas y minerales, por lo cual aumentan la sensación de saciedad y ayudan a depurar el organismo; debido a su complejidad, tardan más tiempo en convertirse en glucosa y ser asimilados por el organismo, esta es la razón de que no aumenten los niveles de azúcar en la sangre, y a pesar de ser de absorción más lenta, siguen actuando como un combustible necesario para que el cuerpo pueda producir la energía que necesita para poder desempeñar sus funciones, entre los alimentos ricos en este compuesto se destacan las verduras y hortalizas como la zanahoria.

Basado en lo anterior se evidencia que el pastel a vapor tipo quimbolito con zanahoria se encuentra equilibrado de acuerdo al contenido de carbohidratos simples y compuestos, destacando los carbohidratos complejos aportados por la zanahoria.

Por último, se observó la cantidad de calorías aportadas, donde se evidencia que la cantidad es inferior en el quimbolito con zanahoria en comparación con la muestra control, estos resultados se deben a la sustitución de harina de trigo por pulpa de zanahoria, puesto que las calorías aportadas por la zanahoria son bajas (41 Kcal / 100 g) en comparación con la harina de trigo que

aporta un promedio de (341 Kcal/ 100 g), esta diferencia radica en la densidad energética de las grasas, proteínas y carbohidratos, las cuales son mayores en la harina de trigo.

Cabe destacar que el requerimiento de calorías equivale a la cantidad de energía necesaria para balancear el gasto energético y permitir al individuo satisfacer las demandas del metabolismo basal, crecimiento, reparación tisular y temperatura corporal, por lo tanto, una adecuada ingestión de energía es requisito indispensable para la utilización eficiente de las proteínas de la alimentación (ICBF & MinSalud, 1992).

por lo anterior la ingesta energética no puede descender bajo límites que afecten el gasto energético basal, la respuesta térmica a los alimentos (termogénesis), la actividad física y la defensa frente a las enfermedades intermitentes; algunas organizaciones han investigado y llegado a la conclusión que una ingesta menor de 2.000 Kcal, puede ser insuficiente para actuar como vehículo de una adecuada disponibilidad de nutrientes esenciales y otros compuestos de importancia biológica (FAO & OMS, 1998), basado en la ingesta mínima de calorías, se observa que una ración de 100 g del pastel a vapor tipo quimbolito con zanahoria proporciona 233 Kcal, lo que representa alrededor del 11,7 % de los requerimientos diarios, se evidencia claramente que a pesar de la disminución de calorías en comparación con la muestra control, el producto elaborado es importante para suplir los requerimientos diarios que son necesarios para buen funcionamiento del organismo, sumado a la anterior el producto elaborado, aporta gran cantidad de nutrientes lo que no sucede con la gran mayoría de comida procesada como son snacks, aperitivos y demás productos industriales que actualmente se ingieren y aportan gran cantidad de calorías y pocos nutrientes.

**Tabla 21.**

*Composición proximal en base seca de quimbolito tradicional y quimbolito formulado con pulpa de zanahoria*

| Parámetros    | Tratamientos                  |                               |
|---------------|-------------------------------|-------------------------------|
|               | Quimbolito<br>(100% HT; 0% Z) | Quimbolito (50%<br>HT; 50% Z) |
| Proteína      | 23,1                          | 16,2                          |
| Grasa         | 7,2                           | 10,2                          |
| Cenizas       | 2,5                           | 2,8                           |
| Fibra         | 1,4                           | 1,9                           |
| Carbohidratos | 65,8                          | 63,7                          |

**Fuente:** Esta investigación

En la tabla 21 se muestra los resultados de la composición proximal de nutrientes en base seca, esto se realizó con el fin de comparar las dos muestras y evitar los errores procedentes de la humedad presente en el producto, la cual puede variar con tiempo.

Se observa que los resultados en base seca son similares a los presentados en base húmeda, es decir el valor de proteína y carbohidratos son mayores en el quimbolito tradicional (100%HT - 0%Z), utilizado como muestra control, esto se debe a la sustitución de harina de trigo por zanahoria, puesto que la harina contiene mayor cantidad de proteína y carbohidratos en comparación con la zanahoria; de igual manera se observa que los valores de grasa, cenizas y fibra son mayores en el pastel a vapor tipo quimbolito, formulado con 50% harina de trigo y 50% pulpa de zanahoria (50%HT - 50%Z) y al igual que lo anterior depende de la sustitución parcial de harina por pulpa de zanahoria, debido a que la zanahoria contiene un porcentaje elevado de minerales y fibra, el porcentaje de grasa se le atribuye al aporte de carotenoides de la zanahoria, ya que estos pigmentos son solubles en grasas y se cuantifican junto a ella.

### **6.3.2 Concentración de $\beta$ -caroteno, luteína y zeaxantina del pastel a vapor tipo quimbolito.**

La tabla 22 presenta los resultados del contenido de  $\beta$ -caroteno evaluado en el pastel a vapor tipo quimbolito, formulado con 50% harina de trigo y 50% pulpa de zanahoria (50%HT - 50%Z),

comparado con un quimbolito tradicional (100%HT - 0%Z control) y una muestra de zanahoria fresca (Z). Los resultados corresponden a la cuantificación de carotenoides empleando una curva de calibrado preparada en función de la concentración del estándar de  $\beta$ - caroteno (anexo 4), realizado en el Laboratorio de Cromatografía de la Universidad de Nariño.

**Tabla 22.**

**Contenido de  $\beta$ -caroteno en quimbolito tradicional, pastel a vapor tipo quimbolito con pulpa de zanahoria y zanahoria fresca.**

| Muestra       | Contenido de $\beta$ -caroteno ( $\mu\text{g}/100 \text{ mg}$ ) |           |
|---------------|---|-----------|
|               | Base húmeda   | Base seca |
| 100% HT; 0% Z | 4   | 7         |
| Z             | 1426  | 14912     |
| 50% HT; 50% Z | 108   | 204       |

**Fuente:** Esta investigación

Se observa que en la muestra control (100% HT; 0% Z), correspondiente al quimbolito tradicional, el contenido de  $\beta$ -caroteno es muy bajo, este resultados se puede atribuir a los ingredientes utilizados en la elaboración del producto, los cuales poseen un contenido de carotenoides relativamente bajo, como es el caso de la harina de trigo en la cual su contenido varia de (2-6)  $\mu\text{g}/\text{g}$  dependiendo de la variedad de trigo utilizada y las operaciones llevadas a cabo para la obtención de la harina; de igual manera los carotenoides que pueden ser aportados por la mantequilla y los huevos, son provenientes de la alimentación del animal, por tanto la presencia de carotenoides depende directamente de la dieta aportada por sus cuidadores, por lo anterior las cantidades de dichos componentes varían significativamente.

La muestra (Z) que corresponde a la pulpa de zanahoria fresca, presenta un contenido de  $\beta$ -caroteno en base húmeda correspondiente a (1426)  $\mu\text{g}/100\text{g}$ , este resultado muestra que el

contenido se encuentra dentro de los valores reportados en literatura, en los cuales se informa que el contenido de  $\beta$ -caroteno en zanahorias frescas oscilan entre (1161-64350)  $\mu\text{g}/100\text{g}$  (Van-Den-Berg *et al*, 2000). Aunque el valor es bajo, observando el límite superior de los reportados en literatura, esta diferencia se puede atribuir a que el contenido de carotenoides presentes en los vegetales, se encuentra influenciada por diversos factores, entre ellos, el clima, uso de fertilizantes, pesticidas y tipo de suelo.

Por último, se observa que la muestra (50% HT; 50% Z), correspondiente al pastel a vapor tipo quimbolito con zanahoria, presenta un contenido de  $\beta$ -caroteno en base seca correspondiente a (204)  $\mu\text{g}/100\text{g}$ , con el resultado anterior se evidencia que el producto elaborado en comparación con el quimbolito tradicional se encuentra enriquecimiento con  $\beta$ -caroteno, procedente de la zanahoria utilizada en la elaboración del pastel a vapor. A pesar de lo anterior se evidencia una baja concentración de este componente, que se puede atribuir a pérdidas generadas por la oxidación de los carotenoides, debido a la presencia de oxígeno y luz durante la elaboración del producto final (Smoot, 1993); aunque la pérdida más significativa en el contenido de  $\beta$ -caroteno se le atribuye al efecto del tratamiento térmico, puesto que los carotenoides son sensibles a altas temperaturas y el  $\beta$ -caroteno pierde levemente sus propiedades a temperaturas entre 50 °C y 100°C y se destruye a 150 °C y en la preparación del producto se manejaron temperaturas de 92 °C, por otro lado esta pérdida se puede atribuir a una extracción incompleta de los carotenoides presentes en la muestra.

La principal función fisiológica demostrada de los carotenoides, es su actividad como provitamina A, función que por causas estructurales sólo pueden desarrollar el 10% de los carotenoides identificados en la naturaleza, entre ellos el  $\beta$ -caroteno, considerado uno de los más importante, tanto en términos de biopotencia como por su presencia en la naturaleza, cabe

destacar que del 10 a 50% del  $\beta$ -caroteno ingerido es absorbido en el tracto intestinal y luego parcialmente convertido en vitamina A. este componente es considerado no tóxico, incluso cuando se ingiere en grandes cantidades, el único síntoma que puede generar el elevado consumo de  $\beta$ -caroteno es carotenodemia, juzgado como un efecto cosmético en donde la piel toma una apariencia anaranjada, pero este trastorno es inofensivo e irreversible, tampoco existe evidencia de que la conversión de  $\beta$ -caroteno a vitamina A contribuya a la toxicidad por dicha vitamina, puesto que el organismo regula el proceso de conversión a vitamina A dependiendo de la necesidad de esta (Diplock *et al.* 1999). Caso contrario sucede al ingerir demasiada vitamina A preformada (en general, en suplementos o ciertos medicamentos) puede provocar mareos, náuseas, dolores de cabeza, coma e incluso la muerte y en mujeres embarazadas puede causar defectos congénitos en sus hijos.

Cabe destacar que la vitamina A, es una sustancia que el cuerpo necesita, pero no la produce, la única forma de obtenerla es por medio de alimentos de origen animal como el huevo, el hígado, pollo, leche y productos lácteos que contienen retinol de forma natural y los alimentos de origen vegetal como la zanahoria, que contiene carotenos precursores de la vitamina (Rodríguez-Amaya, 1997). La vitamina A es un nutriente vital para el organismo humano, ya que es utilizada para la diferenciación celular, la visión, el desarrollo óseo, la reproducción e integridad del sistema inmunológico. El síntoma más habitual de deficiencia de vitamina A en niños de corta edad y mujeres embarazadas es una enfermedad ocular llamada xeroftalmia. La xeroftalmia es la incapacidad de ver con poca luz y, sin tratamiento, puede causar ceguera. Otro síntoma es la aparición de anemia que sólo se puede revertirse con suplementación de vitamina A.

Por otro lado, estudios que se han realizado actualmente han concluido que uno de los mayores beneficios proporcionado por los carotenoides, es su acción antioxidante, estos

compuestos buscan partículas conocidas como radicales libres de oxígeno y los neutralizan. Los radicales libres son partículas inestables derivados de los procesos químicos habituales del cuerpo humano y se ven incrementados por el consumo de tabaco, ingesta de alcohol, las toxinas medioambientales y el estrés, estos componentes pueden dañar las membranas celulares e interactuar con el material genético, contribuyendo al desarrollo de una serie de problemas incluido el cáncer, enfermedades cardíacas, cataratas, incluso envejecimiento y aumentar las peligrosas propiedades del colesterol por aumento de la lipoproteína de baja densidad, la cual genera arteriosclerosis (Larrauri *et al.* 1996).

Cabe destacar que el  $\beta$ -caroteno al igual que otros carotenoides ha sido objeto de una serie de debates, como el mantenido por un grupo de trabajo de la “European Academy of Nutritional Sciences”, donde concluyeron que los beneficios de estas sustancias antioxidantes, con excepción de la vitamina E, son plausibles, pero todavía no suficientemente probados y aunque un aporte extra de antioxidantes puede ser beneficioso y el riesgo es probablemente pequeño, éste no puede ser excluido (Diplock & Van-Poppel, 2001), lo anterior se pone de manifiesto en estudios realizados a un grupo de hombres y mujeres no fumadoras ni alcohólicas, en el cual se obtuvo que una ingesta de 25 mg/día de carotenos bajo fuertemente la aparición de adenomas. Sin embargo, en estudios realizados en población fumadora y en trabajadores con amianto se encontró incremento de cáncer de pulmón con consumo de  $\beta$ -caroteno de 20 mg/día, un proceso cuyos motivos no se han podido demostrar científicamente, aunque se sospecha que la falta de oxígeno en los pulmones de los fumadores pueda ser la razón que el  $\beta$ -caroteno se comporte más como un oxidante que un antioxidante (Rodriguez-Amaya, 1997).

La conclusión anterior se debe a que la información sobre los efectos beneficiosos de los carotenoides como su función antioxidante es incompleta. Aun se necesita establecer si la

suplementación de la dieta con antioxidantes por encima de las recomendaciones puede reducir el riesgo de enfermedad; obtener (bio)marcadores validados y con relevancia frente al proceso de enfermedad; realizar estudios de biodisponibilidad en humanos que evalúen la entrada, distribución y concentraciones en tejidos y evaluar distintas cuestiones respecto a la seguridad de los antioxidantes, especialmente a largo plazo y en grupos de riesgo (Olmedilla *et al.* 2008).

Por lo anterior, aunque la hipótesis de que una ingesta de carotenoides entre ellos el  $\beta$ -caroteno confiera beneficios frente al desarrollo de enfermedades degenerativas (cardiovasculares y algunos tipos de cáncer) puede ser cierta, se sugiere que la propiedad benéfica de este compuesto se debe al consumo de alimentos ricos en carotenoides que el pigmento en particular, como se manifiesta en un estudio comparativo donde se puso de manifiesto que el índice de cánceres en personas que realizan una alimentación vegetariana, rica en  $\beta$ -carotenos, es mucho menor que en los no vegetarianos ; basados en lo anterior, se concluye que los consumidores deben asegurarse de que su dieta aporte cantidades suficientes de este nutriente, por otro lado de debe tener en cuenta que la ingesta extra de antioxidantes es segura siempre y cuando no exceda el nivel aportado por el consumo de 5-7 “raciones” diarias de frutas y verduras (Diplock & Van-Poppel, 2001).

En la actualidad, no existe una cantidad diaria recomendada de ingesta de  $\beta$ -caroteno, pero si 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 microgramos por día para hombres, 800 microgramos por día para mujeres y 500 microgramos por día para niños, esta cantidad equivaldría a una ingesta teórica de  $\beta$ -caroteno de 6.000 microgramos por día para hombres, 4.800 microgramos por día para mujeres y 3.000 microgramos por día para niños, los valores teóricos anteriores son en base a (factor de conversión  $1 \mu\text{g retinol} = 6 \mu\text{g de } \beta\text{-caroteno}$  y 1 UI

= 0,3  $\mu\text{g}$  retinol) (Van-Den-Berg *et al*, 2000), por lo tanto, una ración de 100 g del pastel a vapor tipo quimbolito con zanahoria proporciona 108  $\mu\text{g}$  de  $\beta$ -caroteno lo que representa alrededor del 1,8 % de los requerimientos diarios para hombres, 2,3 % de los requerimientos diarios para mujeres y 3,6 % de los requerimientos diarios para niños, se evidencia claramente que el producto elaborado es importante para suplir parte de los requerimientos diarios del  $\beta$ -caroteno que conlleva a un adecuado funcionamiento del organismo.

De lo anterior se infiere que el producto final es de gran relevancia, puesto que ayuda en parte a solucionar los problemas encontrados por deficiencia de vitamina A, el cual es un problema global que afecta a los países en desarrollo, del cual Colombia no se encuentra al margen, estudios han demostrado que la población más afectada son los niños pertenecientes a Sisben 1, la causa principal de este problema es la baja capacidad de adquisición de productos de origen animal que aportan la mayor parte de vitamina A, por otro lado se encuentra el bajo consumo de frutas y verduras, por lo anterior el producto desarrollado puede tener un impacto significativo ya que provee parte de esta vitamina, que proviene en su mayor parte de la hortaliza utilizada, por otro lado el producto puede llegar a tener un precio asequible, lo anterior por el bajo precio de la materia prima utilizada.

La tabla 23 presenta la identificación y cuantificación de luteína y zeaxantina pertenecientes al grupo de los carotenos, en las muestras de pastel a vapor tipo quimbolito, formulado con 50% harina de trigo y 50% pulpa de zanahoria (50%HT - 50%Z), quimbolito tradicional (100%HT - 0%Z control) y zanahoria fresca (Z). Los resultados corresponden a un valor promedio derivado de la diferencia entre contenido de  $\beta$ -caroteno cuantificado anteriormente en el Laboratorio de Cromatografía de la Universidad de Nariño (ver anexo 4).

**Tabla 23.**

*Contenido de luteína y zeaxantina en muestras de quimbolito tradicional, pastel a vapor tipo quimbolito con zanahoria y zanahoria fresca por HPLC-PDA scan (200-700nm).*

| Muestra       | Contenido de luteína y Zeaxantina<br>( $\mu\text{g}/100 \text{ mg}$ ) |           |
|---------------|---|-----------|
|               | Base húmeda   | Base seca |
| 100% HT; 0% Z | 112   | 180       |
| Z             | 210   | 2190      |
| 50% HT; 50% Z | 401   | 760       |

**Fuente:** Esta investigación

En la anterior tabla se observa que hay presencia de luteína y zeaxantina en las tres muestras evaluadas, aunque no se logró identificar por separado cada una, ya que sus comportamientos en la curva de absorción son similares.

Se observa que en la muestra control de (100% HT; 0% Z), correspondiente al quimbolito tradicional, presenta un contenido de luteína y zeaxantina en base húmeda de (112)  $\mu\text{g}/100\text{g}$ , este resultado se puede atribuir a los ingredientes utilizados en la elaboración del producto, destacando los huevos utilizados ya que se sabe por literatura que la yema aporta gran cantidad de luteína y Zeaxantina, cabe destacar que es el único alimento de origen animal que aporta los dos componentes a la vez, por otra parte estudios han demostrado que el cuerpo humano absorbe mejor la luteína que contiene la yema de huevo que la de los vegetales o suplementos vitamínicos (Fennema, 2000). La razón de esto sería que la yema de huevo contiene grasas y la luteína es soluble en esta, por lo tanto, no puede absorberse si no hay grasa presente. Aunque no se puede tener un valor teórico aproximado del contenido de los anteriores componentes en el

huevo, ya que su contenido depende directamente de la dieta suministrada al animal. Por otro lado, la harina de trigo posee luteína en bajas cantidades; debido a estos dos ingredientes se infiere que se obtuvo un significativo contenido de carotenoides en el quimbolito tradicional.

La muestra (Z) que corresponde a la pulpa de zanahoria fresca, presenta un contenido de luteína y zeaxantina en base húmeda correspondiente a (210)  $\mu\text{g}/100\text{g}$ , este resultado muestra que el contenido se encuentra entre los rangos reportados en literatura, en los cuales se informa que el contenido de luteína y zeaxantina en zanahorias frescas oscilan entre (0-2097)  $\mu\text{g}/100\text{g}$  (Van-Den-Berg *et al*, 2000). Con lo anterior podemos inferir que la zanahoria utilizada en la elaboración del producto final aporta cantidades apreciables de los anteriores compuestos.

Por último, se observa que la muestra (50% HT; 50% Z), correspondiente al pastel a vapor tipo quimbolito con zanahoria, presenta un contenido de luteína y zeaxantina en base húmeda correspondiente a (401)  $\mu\text{g}/100\text{g}$ , con el resultado anterior se evidencia que el producto elaborado en comparación con el quimbolito tradicional y la zanahoria fresca utilizada, posee un aumento significativo de luteína y Zeaxantina, lo anterior se debe a que el quimbolito tradicional ya poseía un porcentaje de estos componentes y al realizar la sustitución de harina de trigo por pulpa de zanahoria se logró un aumento de los carotenoides, esto pone en evidencia que el porcentaje de luteína y Zeaxantina aportada por la harina de trigo es bajo y los ingrediente que realizan un aporte importante es el huevo y la zanahoria.

Cabe resaltar que los carotenoides, se divide en dos grandes grupos, según su estructura química, los hidrocarbonados llamados carotenos y los oxigenados denominados xantofilas. En el grupo de los carotenos se encuentra el  $\beta$ -caroteno; mientras que en las xantofilas se encuentra la Zeaxantina y luteína, la diferencia entre los dos grupos es, que los carotenos son precursores de vitamina A y las xantofilas no poseen esta propiedad, su papel fundamental es evitar la

formación de radicales libres y de moléculas oxidativas, que son las causantes de los daños en las membranas de las células de los tejidos oculares (Meier & Gassull, 2004).

La función principal de la Luteína y Zeaxantina, es proteger a la macula y al cristalino de la acción oxidante de la luz, lo que reduce el daño oxidativo provocado por la luz azul, como lo han demostrado algunos estudios y, además protegen al ojo frente a reacciones fotoquímicas debido a la capacidad antioxidante que ambas poseen. Aunque aún no hay pruebas concluyentes sobre el papel que juegan la luteína y la zeaxantina, se han realizado estudios en los que se ha hallado que las personas con una dieta rica en el aporte de estos carotenoides son hasta un 25% menos propensas a desarrollar degeneración macular asociada a la edad, una enfermedad que resta progresivamente agudeza visual. Por otra parte, hay estudios que muestran una débil evidencia científica con respecto a la relación entre consumo de luteína y presencia de carcinoma baso celular y escamoso (cáncer de piel). Por ultimo en un estudio doble ciego, placebo, controlado, se estudió la suplementación oral y tópica con carotenoides (luteína y zeaxantina) durante 12 semanas, el cual mostró que mejoraba la hidratación de la piel, así como la actividad foto protectora y la peroxidación lipídica de la piel (Rodriguez-Amaya, 1997).

## 7. Conclusiones

La sustitución parcial de harina de trigo por pulpa de zanahoria en la formulación tradicional de quimbolito, ejerció una influencia positiva en cuanto a las características externas e internas de del producto final, destacando la humedad y coloración anaranjada, conferidas por la hortaliza utilizada, estas características fueron proporcionales a la cantidad de pulpa de hortaliza agregada a la mezcla y le proporcionaron un valor agregado en comparación con el quimbolito tradicional.

En la evaluación sensorial, se evidenció que las valoraciones fueron directamente proporcionales al porcentaje de sustitución de harina de trigo por pulpa de zanahoria, es decir a mayor porcentaje de hortaliza mayor calificación, este comportamiento determino que la pulpa de zanahoria, ocasionó cambios favorables en las propiedades sensoriales del producto y estas a su vez fueron detectadas por el consumidor. De acuerdo a lo anterior el tratamiento 221 que corresponde a la muestra elaborada con 50% de sustitución de harina de trigo por pulpa de zanahoria, presentó los mayores puntajes en cuanto a color, sabor, textura y aceptabilidad, el tratamiento fue calificado con un puntaje igual a 4,31, que fluctúa entre el segmento hedónico, “me gusta mucho” con una aceptación superior al 40% y ”me gusta” con una aceptación superior al 30% en cualquiera de sus características, por lo tanto esta fue sometida al análisis de su potencial nutricional.

Las frutas y las verduras son componentes esenciales de una dieta saludable, y un consumo diario suficiente podría contribuir a la prevención de enfermedades importantes, aunque en Colombia, estudios del Ministerio de Salud y el Bienestar Familiar, han revelado que el 70% de personas no consume hortalizas a pesar que la OMS recomienda un consumo mínimo de frutas y verduras frescas en cantidades de 400 a 500 g/día, para la prevención de enfermedades crónicas del corazón, cáncer, diabetes y obesidad, así como el alivio de deficiencias en micronutrientes.

Por lo anterior el producto desarrollado contribuye a implementar en la dieta diaria el consumo de hortalizas, en un producto que se lo podría catalogar como una comida rápida, que por el estilo de vida actual las personas tienden a consumir regularmente.

El pastel a vapor tipo quimbolito con zanahoria elaborado, es un dulce autóctono con un valor nutricional elevado, que aporta al organismo parte de los nutrientes necesarios para su buen funcionamiento, esto es posible gracias a los ingredientes utilizados en su elaboración. De acuerdo a las recomendaciones de consumo de energía y nutrientes para la población colombiana, y basado en valor diario de referencia en una dieta de 2.000 Kcal/día, 100 g de pastel a vapor tipo quimbolito aporta, 18,2% proteína, 9% grasa, 4,4% fibra, 12% carbohidratos y 1,6 g de minerales; por ultimo proporciona 233 Kcal, lo que representa alrededor del 11,7% de los requerimientos diarios de calorías.

La incorporación de la zanahoria fresca en los pasteles a vapor tipo quimbolito, es una condición de alta factibilidad para mejorar el valor nutritivo del producto final, puesto que se comprobó el aumento de  $\beta$ -carotenos, luteína y zeaxantina, componentes que son esenciales para mantener el buen funcionamiento del organismo, a pesar de lo anterior se evidencia una baja concentración de los anteriores compuestos, que se puede atribuir a pérdidas generadas por la oxidación, tratamiento térmico por una extracción incompleta.

## **8. Recomendaciones**

Se sugiere, realizar la elaboración del producto en ambientes controlados, e investigar formas de cocción que involucren menor temperatura, para disminuir al máximo las pérdidas de los compuestos carotenoides.

Para incrementar el tiempo de vida útil del pastel a vapor tipo quimbolito se podría plantear un tratamiento térmico a escala piloto empleando un pasteurizador y un envasado aséptico del producto.

Se recomienda hacer pruebas de valoración de estado nutricional, del pastel a vapor tipo quimbolito, que proporcione evidencias para catalogarlo como un alimento funciona, las cuales serían; examen clínico, basado en la evaluación de síntomas que presenta el paciente o consumidor, utilización de un método bioquímicos con una cromatografía de suero y por último la ingesta dietética basada en tablas de nutrición.

Emprender futuros estudios que entreguen alternativas alimenticias seguras que cumplan con las expectativas y necesidades de la alimentación humana explotando frutas y hortalizas propios del departamento.

### Bibliografía

- AGROINDUSTRIA. Perfil del mercado de zanahoria. En: Agroindustria.gob.ar [en línea]. 2017. [Citado el 16 de agosto de 2018]. Disponible en <[http://www.Agroindustria.gob.ar/sitio/áreas/ss\\_mercados\\_agropecuarios/informes/Perfil%20](http://www.Agroindustria.gob.ar/sitio/áreas/ss_mercados_agropecuarios/informes/Perfil%20)>.
- ALPINA. Yox con defensis. En: alpina.com.co [en línea]. 2012. [Citado el 3 de mayo de 2018]. Disponible en <<http://www.alpina.com.co/productos/yox-defensis>>.
- ANZALDÚA-MORALES A. 1994. La evaluación sensorial de los alimentos en la teoría y la práctica. 1 Edición. España: Acribia, S.A.,1994. 220p.
- AOAC 920.151. Solids /Total solids in fruit and fruit products, Official Methods of Analysis. Association of Analytical Chemists (AOAC). 17 Edición. USA: 2000.
- AOAC 962.09. Crude fiber analysis, Official methods of analysis. Association of Official Agricultural Analytical Chemists (AOAC). 19 Edición. USA: 2012.
- AOAC 981.10. Crude meat/ Nitrogen in meat, Kjeldahl method, Official Methods of Analysis. Association of Analytical Chemists (AOAC). 17 Edición. USA: 2000.
- AOAC. Official Methods of Analysis, Association of Official Analytical Chemists. (AOAC). 17 Edición. USA: 2000.
- ASTAÍZA, M.; RUÍZ, L. & ELIZALDE, A. Elaboración de pastas alimenticias enriquecidas a partir de harina de quinua (*Chenopodium quinoa wild.*) y zanahoria (*Daucus carota*). En: Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial. Vol. 8, No.3 (2010); p. 43-53.
- ASTIASARAN, I. & MARTÍNEZ, A. Alimentos: composición y propiedades. 2 Edición. Madrid: Mc Graw Hill, 2003. p. 53-68.
- BARRA-PEREZ, J. Desarrollo de snacks en base a zanahoria (*Daucus carota L.*) variedad ábaco deshidratada osmóticamente para consumidores infantiles. Tesis de pregrado en

- Ingeniería de Alimentos. Chile: Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacéuticas. 2009.
- BEECHER, G. Food, phytonutrients, and health forum and workshops. En: United States Department of Agriculture. Beltsville MD. 1998.
- BURKITT, D.; WALTER, A. & PAINTER, N. Effect of dietary fibre on stools and transit time and its role in the causation of disease. En: The Lancet. Vol. 300, No. 7792 (1972); p. 1408-1411.
- CERVERA, P.; CLAPES, J. & RIGOLFAS, R. Alimentación y Dietoterapia. 4 Edición. España: Mc Graw Hill Interamericana, 2004. 430 p.
- COLOMBIA. MINISTRO DE LA PROTECCIÓN SOCIAL. Resolución 333 (15, febrero, 2011). Por la cual se establece el reglamento técnico sobre los requisitos de rotulado o etiquetado nutricional que deben cumplir los alimentos envasados para consumo humano. Diario Oficial. Bogotá, 2011. No. 47.984. 60 p.
- COMBARIZA, J. Perfil nacional de consumo de frutas y verduras. En: [minsalud.gov.co](http://minsalud.gov.co) [en línea]. 2013. [Citado el 7 de octubre de 2018]. Disponible en <<https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/VS/PP/SNA/perfil-nacional-consumo-frutas-y-verduras-colombia-2013.pdf>>.
- CURTIS, H. & BARNES, S. Invitación a la biología. 4 Edición. Madrid: Panamericana, 1994. 800 p.
- DIPLOCK, A. & VAN-POPPEL, G. Functions of antioxidant vitamins beyond RDAs. En: Karger Publishers. No. 55 (2001); p. 196-199.

- DIPLOCK, A.; AGGETT, M.; ASHWELL, F.; BORNET, E. & ROBERFROID, M. Scientific concepts of functional foods in Europe: Consensus document. En: British Journal of Nutrition. Vol. 81, No. 4 (1999); p. 1-27.
- DONNELLY, B. Definitions relating to food fiber only add confusión. En: American Association of Cereal Chemists. Vol. 48, No. 3 (2003); p. 132-133.
- DUKE, J. Handbook of Energy Crops. En: hort.purdue.edu [en línea]. 1983. [Citado el 3 de Julio de 2018]. Disponible en <[https://hort.purdue.edu/newcrop/duke\\_energy/dukeindex.html](https://hort.purdue.edu/newcrop/duke_energy/dukeindex.html)>.
- EKHARD, Z. & FILER, J. Conocimientos actuales sobre nutrición. 7 Edición. Washington: Ilsi, 1997. 873 p.
- ESQUIVEL, M. El consumidor mexicano y los alimentos funcionales. En: International Food Technology Summit. Vol. 3, No. 2 (2008); p. 23-42.
- ESTRELLA, E. El pan de américa: etnohistoria de los alimentos aborígenes en el Ecuador. 3 Edición. Quito: Abya-Yala,1998. 390 p.
- FAO & OMS. Preparación y uso de directrices nutricionales basadas en los alimentos: Informe de reunión consultiva conjunta. Nicosia, Chipre: OMS,1998.137 p.
- FAO. Directrices del Codex Sobre Etiquetado Nutricional. En: fao.org [en línea]. 1993. [Citado el 16 de mayo de 2018]. Disponible en <<http://www.fao.org/docrep/005/y2770s/y2770s06.htm>>.
- FATSECRET. Calorías en Quimbolito (1 porción) e Información Nutricional. En: Fatsecret.es [en línea]. 2018. [Citado el 19 de agosto de 2018]. Disponible en <<https://www.fatsecret.es/calor%C3%ADasnutrici%C3%B3n/gen%C3%A9rico/quimbolito?portionid=14012503&portionamount=1,000>>.
- FENNEMA, O. Química de los alimentos. 2 Edición. Zaragoza: Acribia, 2000. 1280 p.

- FRESHPLAZA. Colombia La Zanahoria batió record de producción en 2017. En: Freshplaza.es [en línea]. 2018. [Citado el 15 de agosto de 2018]. Disponible en <<http://www.Freshplaza.es/article/117858/Colombia-La-Zanahoria-bati%C3%B3-record-de-producci%C3%B3n-en-2017>>.
- GAMBOA, L.; GONZALES, M. & HURTADO, E. Valoración nutricional y sensorial de panquecas elaboradas a base de harina de trigo (*Triticum aestivum* L.) y zanahoria (*Daucus carota* L.). En: Idesia (Chile). Vol. 25, No. 1 (2007); p. 47-52.
- GARCÍA, P. & VELASCO, G. Evolución en el conocimiento de la fibra. En: Nutrición Hospitalaria. Vol. 22, No. 2 (2007); p. 20-25.
- GAZIANO, M. & HENNEKENS, C. The role of  $\beta$ -carotene in the prevention of cardiovascular disease. En: Annals of the New York Academy of Sciences. Vol. 691, No. 1 (1993); p. 48-55.
- GONZÁLEZ, M.; WÄRNBERG, J.; ÁLVAREZ, R.; MEDINA, S. & MARCOS, A. Los alimentos funcionales y su relación con el sistema inmune. 1 Edición. Madrid: Panamericana, 2003. p. 53-68.
- GUTIERREZ, E. & RAMIREZ, G. La fibra: Concepto, composición y efectos. En: Vitae. Vol. 5, No. 2 (1998); p. 18-22.
- HARTER, C. & KANAREK, R. The effects of nicotine and sucrose on spatial memory and attention. En: Nutritional Neuroscience. Vol.7, No. 2 (2004); p. 121-125.
- HASLER, C.; BLOCH, A.; THOMPSON, C.; ENRIONE, E. & MANNING, C. Position of the American Dietetic Association: Functional Foods. En: Journal of The American Dietetic Association. Vol. 104, No. 5 (2004); p. 14-26.

- HERRERA-GUTIERREZ, G. Desarrollo de una sopa semi-instantánea fortificada. Tesis de pregrado en Ingeniería Química. Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de ingeniería. 2008.
- ICBF & MINSALUD. Recomendaciones de consumo diario de calorías y nutrientes para la población colombiana, 2 Edición. Bogotá, 1992.
- ICONTEC. Norma Técnica Colombiana 1226. Frutas y hortalizas frescas: zanahoria. 2 ed. Bogotá, 1994. 6 p.
- IPGRI. Descriptores de la zanahoria silvestre y cultivada “*Daucus carota* L.”. En: Instituto Nacional de recursos Filogenéticos [en línea]. 1998. [Citado el 21 de agosto de 2018]. Disponible en [https://cgspace.cgiar.org/bitstream/handle/10568/72730/Descriptores\\_de\\_la\\_zanahoria\\_silvestre\\_y\\_cultivada\\_\\_Daucus\\_carota\\_L.\\_\\_18.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://cgspace.cgiar.org/bitstream/handle/10568/72730/Descriptores_de_la_zanahoria_silvestre_y_cultivada__Daucus_carota_L.__18.pdf?sequence=1&isAllowed=y).
- JACOBY, E. Estrategia Mundial: Consumo de frutas y Hortalizas, Actividad Física y Salud. In Memorias VII Congreso Mundial de Promoción del Consumo de Frutas y Hortalizas. En: agro-educacion-salud [en línea]. 2013. [Citado el 1 de junio de 2018]. Disponible en <http://agro-educacion-salud.blogspot.com/2012/>.
- JARRIN, S. & MONTEJO, M. Salud y nutrición: Las zanahorias. En: Fundación universitaria iberoamericana [en línea]. 2011. [Citado el 13 de julio de 2018]. Disponible en [https://blogs.funiber.org/salud-y-nutricion/2011/02/07/las\\_zanahorias](https://blogs.funiber.org/salud-y-nutricion/2011/02/07/las_zanahorias).
- KADER, A. Importance of Fruits, Nuts, and Vegetables in Human Nutrition and Health. En: Department of Pomology. Vol.1, No. 106 (1999); 6 p.
- KAUR, C. & KAPOOR, H. Antioxidants in fruit and vegetables – the millennium's health. En: International journal of Food science and technology. Vol.36, No. 7 (2001); p. 703-796.

- KOHLMEIER, L. & HASTINGS, S. Epidemiologic evidence of a role of carotenoids in cardiovascular disease prevention. En: *The American Journal of Clinical Nutrition*. Vol. 62, No. 6 (1995); p. 1370-1376.
- KOTILAINEN, L.; RAJALAHTI, R.; RAGASA, C. & PEHU, E. Health enhancing foods: Opportunities for strengthening the sector in developing countries. En: *Agriculture and Rural Development Discussion Paper*. Vol. 1, No. 1 (2006); 95 p.
- LAJOLO, F. Functional Foods: Latin American perspectives. En: *British Journal of Nutrition*. Vol. 88, No. 2 (2002); p.145-150.
- LARRAURI, J.; GOÑI, I.; CARRON, N.; RUPEREZ, P. & CALIXTO, S. Measurement of health-promoting properties in fruit dietary fibers: antioxidant capacity, fermentability and glucose retardation index. En: *Journal of the Science of Food and Agriculture*. Vol. 71, No. 4 (1996); p.515-519.
- MAESTRE, R.; PALAU, P. & MASATS, J. *El libro de los quesos y embutidos: todas las clases conservación y consumo*. 1 Edición. Barcelona: Primera plana, 2000. 96p.
- MAHN, K.; BORRAS, C.; KNOCK, G.; TAYLOR, P.; KHAN, I.; SUGDEN, D.; POSTON, L.; WARD, J.; SHARPE, R.; VINA, J.; AARONSON, P. & MANN, G. Dietary soy isoflavone-induced increases in antioxidant and eNOS gene expression lead to improved endothelial function and reduced blood pressure in vivo. En: *The FASEB Journal*. Vol. 19, No. 2 (2005); p. 1755-1757.
- MAROTO-BORREGO, J. *Horticultura Herbácea especial*. 4 Edición. España: MundiPrensa, 1995. 704 p.
- MATAIX-VERDU, J. *Nutrición y Alimentación Humana: Situaciones fisiológicas y patológicas*. 1 Edición. Barcelona: Oceano, 2007. 96 p.

- MEIER, R. & GASSULL, M. Consensus recommendations on the effects and benefits of fibre in clinical practice. En: *Clinical Nutrition Supplements*. Vol. 1, No. 2 (2004); p. 73-80.
- MEJÍA, P. & LOBO, M. Programa de Hortalizas: Producción de zanahoria. Bogotá: Instituto Colombiano Agropecuario, 2010.
- MELLENDEZ-MARTINEZ, A.; VICARIO, I. & HEREDIA, F. Importancia nutricional de los pigmentos carotenoides. En: *Archivos latinoamericanos de nutrición*. Vol. 54, No. 2 (2005); 10p.
- MINAGRICULTURA. Cadena productiva zanahoria, área, producción y rendimiento. En: Datos.gov.co [en línea]. 2018. [Citado el 9 de agosto de 2018]. Disponible en <<https://www.datos.gov.co/Agricultura-y-Desarrollo-Rural/Cadena-Productiva-Zanahoria-Area-Produccion-y-Rendimiento/2kk7-25y9/data>>.
- MINAGRICULTURA. Ministerio de agricultura y desarrollo rural. En: [minagricultura.gov.co](http://minagricultura.gov.co) [en línea]. 2015. [Citado el 7 de octubre de 2018]. Disponible en <<https://www.minagricultura.gov.co/noticias/Paginas/En-Colombia-35-de-las-personas-no-consumen-frutas-y-70-hortalizas-.aspx>>.
- MONTERO, C. Elaboración de un pan dulce a base de harina de trigo integral adicionado con harina de zanahoria (*Daucus carota* L) con características nutricionales y funcionales. Tesis de pregrado en Ingeniería en ciencia y tecnología de Alimentos. México: Universidad autónoma agraria “Antonio Narro”, Facultad de ciencia y tecnología de alimentos. 2013.
- MORALES, A.; GONZÁLEZ-MARTÍNEZ, B. & JIMÉNEZ-SALAS, Z. Tendencias en la producción de alimentos: alimentos funcionales. En: *Respyn*. Vol. 3, No. 3 (2002); p. 1-6.

- OLAGNERO, G.; ABAD, A.; BENDERSKY, S. & MONTONATI, M. Alimentos funcionales: fibra, prebióticos, probióticos y simbióticos. En: *Diaeta*, Vol. 25, No. 121 (2007); p. 20-33.
- OLMEDILLA, A.; GRANADO, F. & NAVARRO, B. Carotenoides y la salud humana. En: *Fundación española de la nutrición*. Vol. 2, No. 12 (2008); p. 2-9.
- OMS. Informe sobre la salud en el mundo 2002. En: Organización mundial de la Salud [en línea]. 2002. [Citado el 9 de julio de 2018]. Disponible en <<https://www.who.int/whr/2002/en/2002flierESP.pdf?ua=1>>.
- ONOFRE, E.; FLORES, E.; MARTÍNEZ, M. & VITE, G. Huevo: alimento básico en la dieta de todo el mundo. En: *Boletín Científico de las Ciencias Económico Administrativas del ICEA*. Vol. 5, No. 10 (2017).
- PAZOS-BARRERA, J. Ecuador Terra Incógnita - quimbolitos. En: *terraecuador.net* [en línea]. 2005. [Citado el 18 de agosto de 2018]. Disponible en <[http://www.terraecuador.net/allimicuna/35\\_allimicuna\\_quimbolito.htm](http://www.terraecuador.net/allimicuna/35_allimicuna_quimbolito.htm)>.
- PELAYO-ZALDIVAR, C. Las frutas y hortalizas como alimentos funcionales. En: Universidad Autónoma Metropolitana. México [en línea]. 2003. [Citado el 11 de mayo de 2018]. Disponible en <<http://www.izt.uam.mx/contactos/n47ne/frutas.pdf>>.
- PLAN PARTICIPATIVO DE DESARROLLO DEPARTAMENTAL. Nariño corazón del mundo. En: *Xn-nario-rta.gov.co* [en línea]. 2016. [Citado el 15 de agosto de 2018]. Disponible en <[http://www.Xn-nario-rta.gov.co/inicio/files/PlanDesarrollo/Plan\\_de\\_Desarrollo\\_Nariño\\_Corazon\\_del\\_Mundo\\_2016-2019.pdf](http://www.Xn-nario-rta.gov.co/inicio/files/PlanDesarrollo/Plan_de_Desarrollo_Nariño_Corazon_del_Mundo_2016-2019.pdf)>.

- RAMOS, A.; CABRERA, M.; DEL PUERTO, M. & SAADAUN, A. Minerals, haem and non-haem iron contents of rhea meat. En: *Meat Science*, Vol. 81, No. 1 (2009). p. 116-119.
- REN-BIN, T.; JIA-KAN, C. & HUI-LAN, C. Can probiotics be used to treat allergic diseases?. En: *Journal of the Chinese Medical Association*. Vol. 78, No. 3 (2015). p. 154-157.
- REVISTA DINERO. Alimentos funcionales: crece la apuesta. En: dinero.com [en línea]. 2009. [Citado el 10 de junio de 2018]. Disponible en <<http://www.dinero.com/edicion-impresa/negocios/articulo/alimentosfuncionales-creceapuesta/85848>>.
- ROBERFROID, M. Concepts and strategy of functional food science: the European perspective. En: *The American Journal of Clinical Nutrition*. Vol. 71, No. 6 (2000). p. 1660-1674.
- ROBERTFROID, M. Global view on functional foods: European perspectives. En: *British Journal of Nutrition*. Vol. 88, No. 2 (2002). p. 133-138.
- RODRIGUEZ-AMAYA, D. Carotenoids and Food Preparation: The retention of provitamin A carotenoids in prepared, processed and stores foods. En: Agency for International Development [en línea]. 1997. [Citado el 21 de junio de 2018]. Disponible en <<https://pdfs.semanticscholar.org/2774/fe0167e3e8cfd5850c2fbb078c6a230c100c.pdf>>.
- ROMERO, A. Manual sobre tecnología de frutas y verduras. Bogota: Ciudad Universitaria. En: Instituto de ciencia y tecnología de alimentos. Bogota, 2013.
- RUBATZKY, V.; QUIROS, C. & SIMON, P. Carrots and related vegetable Umbelliferae. 10 Edición. Wallingford: CABI, 1999. 294 p.
- RUBIO, M. Implicaciones de la fibra en distintas patologías. En: *Nutrición Hospitalaria*. Vol. 17, No. 2 (2002). p. 17-29.
- SARMIENTO-RUBIANO, L. Alimentos funcionales una nueva alternativa de alimentación. En: *Orinoquia*. Vol. 10, No. 1 (2006). p. 16-23. (Sarmiento-Rubiano, 2006)

- SHILS, M.; OLSON, J.; SHIKE, M. & ROSS, C. Nutrición En Salud Y Enfermedad. 9 Edición. México: Mc Graw- Hill Interamericana, 2002. 1640 p.
- SIDDHURAJU, P. & BECKER, K. The antioxidant and free radical scavenging activities of processed cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) seed extracts. En: Food Chemistry. Vol. 101, No. 1 (2007). p. 10-19.
- SIERRA, A.; MORANTE, S. & PÉREZ, D. Experimentación en Química Analítica. 1 Edición. Madrid: Dykinson, 2007. 157 p.
- SIRÓ I.; KÁPOLNA E.; KAPOLNA B. & LUGASI A. Functional Food. Product development, marketing and consumer acceptance – A review. En: Appetite. Vol. 51, No. 3 (2008). p. 456-467.
- SIVIERO, P. & DONELLI, L. La coltivazione della carota in Italia. L'Informatore Agrario. En: Speciale. Vol. 24, No. 1 (1997). p. 50-77.
- SMOOT, R. Merrill: Chemistry. 7 Edición. México: Mc Graw-Hill Interamericana, 1993. 910 p.
- SOUCI, S.; FACHMAN, W. & KRAUT, H. Food composition and nutrition tables. 7 Edición. Stuttgart, Germany: Medpharm, 2000. 1300 p.
- STEINMETZ, K. & POTTER, J. Vegetables, fruit, and cancer prevention: A review. En: The Journal of the American Dietetic Association. Vol. 96, No. 10 (1996). p. 1027-1039.
- TROWELL, H. Ischemic heart disease and dietary fiber. En: The American Journal of Clinical Nutrition, Vol. 25, No. 9 (1972). p. 926-932.
- VALENZUELA, A.; VALENZUELA, R.; SANHUEZA, J. & MORALES, G. Alimentos funcionales, nutraceúticos y foshu: ¿vamos hacia un nuevo concepto de alimentación? En: Revista chilena de nutrición. Vol.41, No.2 (2014). 7p.

- VAN-DEN-BERG, H.; FAULKS, R.; GRANADO, F.; HIRSCHBERG, J.; OLMEDILLA, B.; SANDMAN, G.; SOUTHON, S. & STAHL, W. The potential for the improvement of carotenoid levels in foods and the likely systemic effects. En: Journal of the Science of Food and Agriculture. Vol. 80, No.7 (2000). p. 795-824.
- VASILJEVIC, T. & SHAH, N. Probiotics-From Metchnikoff to bioactives. En: International Dairy Journal. Vol. 18, No.7 (2008). p. 714-728.
- VEGA, G. Proteínas de la harina de trigo: clasificación y propiedades funcionales. En: Temas de ciencia y tecnología. Vol. 13, No. 38 (2009); p. 27-32.
- VENTRERA, N.; VIGNONI, L.; ALESSANDRO, M.; CÉSARI, M.; CÉSARI, R.; GUINLE, V.; GIMENEZ, A. & TAPIA, O. Caracterización por contenido de  $\beta$ -carotenos de ocho cultivares de zanahoria (*Daucus carota* L.) y su relación con el color. En: Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias. Vol. 45, No.2 (2013). p. 211-218.
- VIT, P.; GUTIÉRREZ, M.; TITERA, D.; BERDNAR, M. & RODRÍGUEZ, A. Mieles checas categorizadas según su actividad antioxidante. En: Acta bioquímica Clínica Latinoamérica. Vol. 42, No.2 (2008). p. 237-244.
- WALD, G. A Nobel Legacy 1914-1973: The Harvard Guide. En: news.harvard.edu [en línea]. 2004. [Citado el 19 de junio de 2018]. Disponible en <<http://www.news.harvard.edu/guide/faculty/fac7.htm>>.
- WESLEY, A. Química de los Alimentos. 4 Edición. México: Person, 2006. 715 p.
- WHO & FAO. Diet: nutrition and the prevention of chronic diseases. En: (WHO technical report series. Vol. 7, No.1 (2003). 160 p.
- YOUNG, S. Productos de panadería: ciencia, tecnología y práctica. 1 Edición. Zaragoza: Acribia s.a.,2006. 248p.

# **ANEXOS**

**Anexo 1. Cuestionario de prueba sensorial efectiva de pastel a vapor tipo quimbolito.**

**Instrucciones:** A continuación, se presentan cuatro muestras de un pastel a vapor (quimbolito) identificadas con códigos 111, 221, 332 y 443, marque con una X su preferencia con respecto al COLOR.

| ESCALA            | COLOR |     |     |     |
|-------------------|-------|-----|-----|-----|
|                   | 111   | 221 | 332 | 443 |
| Me gusta mucho    |       |     |     |     |
| Me gusta          |       |     |     |     |
| Me es indiferente |       |     |     |     |
| Me disgusta       |       |     |     |     |
| Me disgusta mucho |       |     |     |     |

**Observaciones:** \_\_\_\_\_

**Instrucciones:** A continuación, se presentan cuatro muestras de un pastel a vapor (quimbolito) identificadas con códigos 111, 221, 332 y 443, marque con una X su preferencia con respecto al SABOR.

| ESCALA            | SABOR |     |     |     |
|-------------------|-------|-----|-----|-----|
|                   | 111   | 221 | 332 | 443 |
| Me gusta mucho    |       |     |     |     |
| Me gusta          |       |     |     |     |
| Me es indiferente |       |     |     |     |
| Me disgusta       |       |     |     |     |
| Me disgusta mucho |       |     |     |     |

**Observaciones:** \_\_\_\_\_

**Instrucciones:** A continuación, se presentan cuatro muestras de un pastel a vapor (quimbolito) identificadas con códigos 111, 221, 332 y 443, marque con una X su preferencia con respecto a la TEXTURA.

| ESCALA            | TEXTURA |     |     |     |
|-------------------|---------|-----|-----|-----|
|                   | 111     | 221 | 332 | 443 |
| Me gusta mucho    |         |     |     |     |
| Me gusta          |         |     |     |     |
| Me es indiferente |         |     |     |     |
| Me disgusta       |         |     |     |     |
| Me disgusta mucho |         |     |     |     |

**Observaciones:** \_\_\_\_\_


**Instrucciones:** A continuación, se presentan cuatro muestras de un pastel a vapor (quimbolito) identificadas con códigos 111, 221, 332 y 443, marque con una X su preferencia con respecto a la ACEPTABILIDAD.

| ESCALA            | ACEPTABILIDAD |     |     |     |
|-------------------|---------------|-----|-----|-----|
|                   | 111           | 221 | 332 | 443 |
| Me gusta mucho    |               |     |     |     |
| Me gusta          |               |     |     |     |
| Me es indiferente |               |     |     |     |
| Me disgusta       |               |     |     |     |
| Me disgusta mucho |               |     |     |     |

**Observaciones:** \_\_\_\_\_

**Anexo 2. Resultado análisis proximal pastel a vapor tipo quimbolito con zanahoria.**

| INFORME DE RESULTADOS |              |                                       |
|-----------------------|--------------|---------------------------------------|
| FDC-09                | REVISIÓN: 02 | FECHA DE ACTUALIZACIÓN:<br>2015-04-07 |


**INFORME DE RESULTADOS F-52119-C18****INFORMACIÓN DEL CLIENTE**

|   |
|---|
| <b>Razón Social:</b> VALLEJOS ROJAS LINA MERCEDES   |
| <b>Responsable:</b> Viviana Alban Hidalgo   |
| <b>Cargo:</b> Coordinadora Lab. de Control de Calidad                                       |
| <b>Nit:</b> 30712570-1  |
| <b>Dirección:</b> Cile. 21 # 30 29 Barrio las Cuadras                                       |
| <b>Ciudad:</b> Pasto  |
| <b>Tel/Fax:</b> 7364677-3003494667/N.A.   |
| <b>E-mail:</b> alimentosyaguasldv@gmail.com/<br>alimentosyaguasldv@laboratoriosdelvalle.com |

**INFORMACIÓN TOMA DE MUESTRA**

|  |
|--|
| <b>Lugar:</b> N.E.                               |
| <b>Responsable:</b> Vallejos Rojas Lina Mercedes |
| <b>Fecha:</b> 2018-10-16                         |
| <b>Hora:</b> N.E                                 |
| <b>Procedimiento:</b> N.E                        |

**INFORMACIÓN DE LA MUESTRA**

|  |                                   |            |
|--|-----------------------------------|------------|
| <b>No. de Muestra</b>                                  | 14601018                          |            |
| <b>Descripción de la Muestra</b>                       | Quimbolitos con zanahoria 3020192 |            |
| <b>Presentación de la Muestra</b>                      | Bolsa plástica x 126 g            |            |
| <b>Cantidad</b>  | 2                                 |            |
| <b>T (°C) de Toma de muestra / T (°C) de recepción</b> | N.E                               | 18,0       |
| <b>Lote</b>  | N.E                               |            |
| <b>Fecha de Producción / Fecha de Vencimiento</b>      | N.E.                              | N.E        |
| <b>Fecha de Recepción / Hora de Recepción</b>          | 2018-10-24                        | 12:00      |
| <b>Fecha de Análisis / Fecha de Resultado</b>          | 2018-10-25                        | 2018-10-31 |
| <b>Fabricante</b>                                      | Leydi Castro                      |            |
| <b>OBSERVACIONES:</b>                                  | C_7964                            |            |

**RESULTADOS FÍSICOQUÍMICOS**

| ANÁLISIS                 | MÉTODO                         | RESULTADO | ESPECIFICACIÓN | CUMPLIMIENTO | ANALIZADO POR |
|--------------------------|--------------------------------|-----------|----------------|--------------|---------------|
| Humedad (g/100g)         | AOAC 920.151A/Secado en estufa | 46,2      | •              | •            | AT200         |
| Sólidos Totales (g/100g) | Cálculos por diferencia        | 53,8      | •              | •            | AT200         |
| Proteína (g/100g)        | AOAC 981.10/Kjeldahl           | 9,2       | •              | •            | AT200         |
| Grasa (g/100g)           | AOAC 989.05/Hidrólisis acida   | 5,8       | •              | •            | AT200         |


Página 1 de 2 F-52119-C18

|   |  |                                       |
|---|--|---------------------------------------|
| <b>ELABORÓ:</b><br>Analista Microbiología | <b>REVISÓ:</b><br>Jefe Laboratorio Microbiología | <b>APROBÓ:</b><br>Director Científico |
|---|--|---------------------------------------|

www.confia.com.co  
Carrera 63 No. 5a - 40

Bogotá D.C.

PBX. 4477286

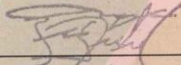
| INFORME DE RESULTADOS        |   |              |                                       |   |  |       |
|------------------------------|---|--------------|---------------------------------------|---|--|-------|
| FDC-09                       |   | REVISIÓN: 02 | FECHA DE ACTUALIZACIÓN:<br>2015-04-07 |   |  |       |
| Fibra cruda o bruta (g/100g) | AOAC 962.09/Digestión<br>Acida-Alcalina calcinación | 1,1          | •                                     | • |  | QD300 |
| Cenizas (g/100g)             | AOAC<br>940.26A/Calcinación                         | 1,6          | •                                     | • |  | AT200 |
| Carbohidratos (g/100g)       | Cálculos por diferencia                             | 36,1         | •                                     | • |  | QD300 |
| Calorias (Kcal/100g)         | Determinación indirecta<br>factor Atwater           | 233          | •                                     | • |  | QD300 |

Revisado por: QN200

No hay norma de comparación para este parámetro.

Anotaciones:

1. Confía Control S.A.S prohíbe la reproducción parcial o total sin previa autorización de este informe.
2. Estos resultados aplican únicamente para esta muestra evaluada.

  
**NÉSTOR A. GÓMEZ R.**  
 Director Científico

FIN DE INFORME

Página 2 de 2 F-52119-C18


|   |  |                                       |
|---|--|---------------------------------------|
| <b>ELABORÓ:</b><br>Analista Microbiología | <b>REVISÓ:</b><br>Jefe Laboratorio Microbiología | <b>APROBÓ:</b><br>Director Científico |
|---|--|---------------------------------------|

www.confia.com.co  
 Carrera 63 No. 5a - 40

Bogotá D.C.

PBX. 4477286

**Anexo 3. Resultado análisis proximal pastel a vapor tipo quimbolito tradicional.**

| INFORME DE RESULTADOS |              |  |
|-----------------------|--------------|--|
| FDC-09                | REVISIÓN: 02 | FECHA DE ACTUALIZACIÓN:<br>2015-04-07  |
|                       |              |  |

**INFORME DE RESULTADOS F-52119-C13**

| INFORMACIÓN DEL CLIENTE   | INFORMACIÓN TOMA DE MUESTRA               |
|---|---|
| Razón Social: VALLEJOS ROJAS LINA MERCEDES  | Lugar: N.E.                               |
| Responsable: Viviana Alban Hidalgo  | Responsable: Vallejos Rojas Lina Mercedes |
| Cargo: Coordinadora Lab. de Control de Calidad                                      | Fecha: 2018-10-16                         |
| Nit: 30712570-1   | Hora: N.E                                 |
| Dirección: C/le. 21 # 30 29 Barrio las Cuadras                                      | Procedimiento: N.E                        |
| Ciudad: Pasto   |   |
| Tel/Fax: 7364677-3003494667/N.A.  |   |
| E-mail: alimentosyaguasldv@gmail.com/<br>alimentosyaguasldv@laboratoriosdevalle.com |   |

| INFORMACIÓN DE LA MUESTRA                       |                                   |
|---|-----------------------------------|
| No. de Muestra                                  | 24601013                          |
| Descripción de la Muestra                       | Quimbolitos sin zanahoria 3020192 |
| Presentación de la Muestra                      | Bolsa plástica x 126 g            |
| Cantidad  | 2                                 |
| T (°C) de Toma de muestra / T (°C) de recepción | N.E   18,0                        |
| Lote  | N.E                               |
| Fecha de Producción / Fecha de Vencimiento      | N.E.   N.E                        |
| Fecha de Recepción / Hora de Recepción          | 2018-10-24   12:00                |
| Fecha de Análisis / Fecha de Resultado          | 2018-10-25   2018-10-31           |
| Fabricante                                      | Leydi Castro                      |
| OBSERVACIONES:                                  | C_7965                            |

| RESULTADOS FISICOQUÍMICOS |                                |           |                |              |               |
|---------------------------|--------------------------------|-----------|----------------|--------------|---------------|
| ANÁLISIS                  | MÉTODO                         | RESULTADO | ESPECIFICACIÓN | CUMPLIMIENTO | ANALIZADO POR |
| Humedad (g/100g)          | AOAC 920.151A/Secado en estufa | 43,3      | •              | •            | AT200         |
| Sólidos Totales (g/100g)  | Cálculos por diferencia        | 56,7      | •              | •            | AT200         |
| Proteína (g/100g)         | AOAC 981.10/Kjeldahl           | 13,1      | •              | •            | AT200         |
| Grasa (g/100g)            | AOAC 989.05/Hidrólisis acida   | 4,1       | •              | •            | AT200         |


Página 1 de 2 F-52119-C13

|                                    |   |                                |
|------------------------------------|---|--------------------------------|
| ELABORÓ:<br>Analista Microbiología | REVISÓ:<br>Jefe Laboratorio Microbiología | APROBÓ:<br>Director Científico |
|------------------------------------|---|--------------------------------|

www.confia.com.co  
Carrera 63 No. 5a - 40

Bogotá D.C.

PBX. 4477286


| INFORME DE RESULTADOS        |   |                                       |  |   |       |
|------------------------------|---|---------------------------------------|--|---|-------|
| <b>FDC-09</b>                | REVISIÓN: 02  | FECHA DE ACTUALIZACION:<br>2015-04-07 |  <b>Confía control</b> s.a.s.<br>Análisis y Control Bioindustrial |   |       |
| Fibra cruda o bruta (g/100g) | AOAC 962.09/Digestión<br>Acida-Alcalina calcinación | 0,8                                   | •  | • | QD300 |
| Cenizas (g/100g)             | AOAC<br>940.26A/Calcinación                         | 1,4                                   | •  | • | AT200 |
| Carbohidratos (g/100g)       | Cálculos por diferencia                             | 37,3                                  | •  | • | QD300 |
| Calorias (Kcal/100g)         | Determinación indirecta<br>factor Atwater           | 238,5                                 | •  | • | QD300 |

Revisado por: QN200

No hay norma de comparación para este parámetro.

## Anotaciones:

1. Confía Control S.A.S prohíbe la reproducción parcial o total sin previa autorización de este informe.
2. Estos resultados aplican únicamente para esta muestra evaluada.

  
 NÉSTOR A. GÓMEZ R.  
 Director Científico

FIN DE INFORME

Página 2 de 2 F-52119-C13

**ELABORÓ:**  
 Analista Microbiología

**REVISÓ:**  
 Jefe Laboratorio Microbiología

**APROBÓ:**  
 Director Científico

 www.confia.com.co  
 Carrera 63 No. 5a - 40

Bogotá D.C.

PBX. 4477286

## Anexo 4. Resultados del contenido $\beta$ -caroteno, luteína y zeaxantina en las muestras de pastel a vapor y pulpa de zanahoria por HPLC-PDA

|   |  |  |
|---|--|--|
| <br>Universidad de<br>Nariño | <b>SECCION DE LABORATORIOS</b><br><b>INFORME DE RESULTADOS CROMATOGRAFIA</b> | <b>Código:</b> LBE-PRS-FR-165              |
|   |  | <b>Página</b> 1 de 3                       |
|   |  | <b>Versión:</b> 01                         |
|   |  | <b>Vigente a partir de :</b><br>2013/01/11 |

FECHA: 2019/02/07

REPORTE No LC-R-001-19

### 1. DATOS DEL USUARIO

Solicitante(s): Leydi Ernestina Castro  
 Identificación: Cedula de ciudadanía No. 1.085.635.244 de Puerres  
 Proyecto: Evaluación de la sustitución parcial de harina de trigo por pulpa de zanahoria (*Daucus Carota L*) sobre las características nutricionales y sensoriales de un pastel a vapor tipo quimbolito.  
 Dirección: Calle 19B No. 44A-119 Pandiaco  
 Correo Electrónico: Castroleydi2010@gmail.com

### 2. DATOS DE LAS MUESTRAS

Número de Muestras Solicitadas: 3  
 Tipo de Muestra: Extracto de alimentos.  
 Descripción de la(s) Muestra(s): Ver tablas de resultados  
 Análisis Solicitado: Identificación tentativa y cuantificación de carotenoides por HPLC-PAD  
 Fecha de Preparación y Análisis: 2019/01/30 a 2019/02/04

### 3. DESCRIPCION DEL ANÁLISIS

- 3.1 Equipo:** Cromatógrafo Líquidos HPLC Waters Breeze – Bomba Binaria 1525  
**3.2 Columna:** Hypersil Gold Thermo Scientific C18 (250 mm x 4.6 mm x 3.5  $\mu$ m) a 30°C  
**3.3 Detector:** PDA Waters 2998 a 440 nm, 450 nm y 480 nm (scan a 200-700nm)  
**3.4 Inyector:** Rheodyne 7725I con Loop de 20 $\mu$ L  
**3.5 Fase Movil:** Metanol: Acetonitrilo (75:25). Flujo de fase movil: 1 mL/min  
**3.6 Análisis de Carotenoides:** A 500  $\mu$ L de cada uno de los extractos líquidos se adicionaron 500  $\mu$ L de acetato de etilo; las soluciones resultantes se agitaron por 1 minuto aproximadamente y se filtraron en discos GHP (0,45  $\mu$ m) previamente a su análisis. La identificación tentativa de los compuestos se realizó por comparación de los espectros UV y de los tiempos de retención con los obtenidos para estándares de Luteína, Zeaxantina y  $\beta$ -caroteno. La cuantificación de  $\beta$ -caroteno y carotenoides totales se realizó empleando una curva de calibrado preparada en función de la concentración de  $\beta$ -caroteno.

|   |  |   |
|---|--|---|
| <br>Universidad de<br>Nariño | <b>SECCION DE LABORATORIOS</b><br><b>INFORME DE RESULTADOS CROMATOGRAFIA</b> | <b>Código:</b> LBE-PRS-FR-165             |
|   |  | <b>Página:</b> 2 de 3                     |
|   |  | <b>Versión:</b> 01                        |
|   |  | <b>Vigente a partir de:</b><br>2013/01/11 |

#### 4. RESULTADOS

Los resultados del análisis de carotenoides en la muestras se registran en la tabla No 1 y tabla No 2.

**Tabla N° 1**  
**Identificación de Carotenoides por HPLC en los extractos de alimentos.**

| Muestra | % de Área relativo                  |            |
|---------|-------------------------------------|------------|
|         | Luteína + Zeaxantina <sup>(1)</sup> | β-caroteno |
| CZ      | 12,8                                | 87,2       |
| CQZ     | 76,2                                | 23,7       |
| CQSZ    | 96,4                                | 3,5        |

(1): Coelución de los picos cromatográficos correspondientes a los pigmentos.

**Tabla N° 2**  
**Cuantificación de β-caroteno y Carotenoides totales por HPLC en los extractos de alimentos.**

| Muestra | β-caroteno (mg/L) | Carotenoides totales <sup>(1)</sup> (mg/L) |
|---------|-------------------|--|
| CZ      | 89,1              | 102,2                                      |
| CQZ     | 6,0               | 28,3                                       |
| CQSZ    | 0,3               | 8,3  |

(1): Expresados en términos de β-caroteno.

|   |  |  |
|---|--|--|
| <br>Universidad de<br>Nariño | <b>SECCION DE LABORATORIOS</b><br><b>INFORME DE RESULTADOS CROMATOGRAFIA</b> | <b>Código:</b> LBE-PRS-FR-165              |
|   |  | <b>Página:</b> 3 de 3                      |
|   |  | <b>Versión:</b> 01                         |
|   |  | <b>Vigente a partir de :</b><br>2013/01/11 |

## 5. OBSERVACIONES

- La identificación de los carotenoides en las muestras es tentativa. Para determinar la estructura de estos compuestos se requiere técnicas de análisis LC-MS.
- Los resultados del presente informe aplican únicamente para la muestras entregadas por el usuario al Laboratorio.
- Los resultados descritos en este informe son confidenciales y de propiedad del solicitante.

---

Cordialmente.



Qca. Jessica Basante V.  
Laboratorio de Cromatografía  
Universidad de Nariño