

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
ANTONIO NARRO**

DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL

DEPARTAMENTO DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS



“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”

POR:

CELENE VIDAL MONTERO

TESIS

Presentada como requisito para obtener el título de:

INGENIERO EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS

Buenvista Saltillo, Coahuila, México

Marzo de 2013

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA "ANTONIO NARRO"
DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL
DEPARTAMENTO DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS

"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

Que somete a consideración del H. Jurado examinador como requisito parcial para
obtener título de:

INGENIERO EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS

Presentado por:

CELENE VIDAL MONTERO

APROBADA:

Lic. Laura Olivia Fuentes Lara
PRESIDENTE

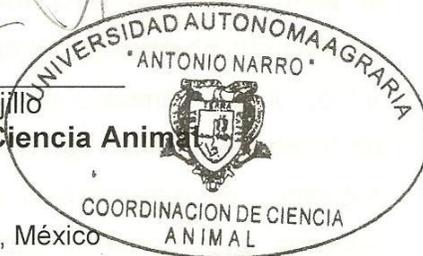
Dr. Antonio Aguilera Carbó
SINODAL

Dr. Adalberto Benavides Mendoza
SINODAL

Dr. Ramiro López Trujillo

Coordinador de la División de Ciencia Animal

Buenavista, Saltillo Coahuila, México



Marzo de 2013

AGRADECIMIENTOS

Infinitamente desde mi corazón y con gran aprecio agradezco principalmente a **Dios** por la vida, la habilidad de entendimiento para poder haber llegado hasta este punto de mi existencia, la confianza para poder hacer las cosas que me apasionan, las oportunidades de crecer como persona y como ser vivo principalmente, por los momentos de esperanza que me han ayudado a ser una persona más paciente y con muchos sueños, y sobre todo por las fuerzas que me diste en momentos tan difíciles alejada de los míos, con tropiezos que gracias a ti siempre logre mantenerme en pie, si llegue a caer me levanto tu grandeza de amor por eso y todo lo que me rodea gracias.

A la **Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro**, mi ALMA TIERRA MATER, por existir y apoyarme como a cada uno de los alumnos que nos regocijamos en sus diversas instalaciones, a ella que me lleno de aprendizaje, el cual se refleja en sabiduría, por brindarme más experiencias multiculturales y por mi formación como profesionista capaz de enfrentar los obstáculos de la vida profesional.

Con todo mi amor a mi familia que nunca estuvo tan lejos de mí a pesar de los miles de kilómetros de distancia, por siempre confiar en mí y brindarme su apoyo incondicional; Inmensamente les agradezco a mis padres **Elpidio Vidal Andrade** y **Claudia Montero Galindo** por haberme dado la vida y el apoyo en cada paso que me dispongo a dar, en cada decisión que me animo a tomar y para todo lo que yo necesite, sé que siempre están conmigo, a mis hermanos **Edilberto Vidal Montero**, **Sandra Vidal Montero** y **Edgar Vidal Montero**, que nunca me han dejado de apoyar de cualquiera que sea la forma y siempre han estado conmigo en momentos muy importantes de mi vida; a mi abuela **Irene Andrade Jiménez**, que siempre con su sabiduría me aconsejo para bien cada que tenía la

oportunidad y supe aprovechar, a mi tía **Alma Delfina Vidal Andrade** que siempre se mostró al tanto de mi bien estar y me hacía saber que siempre puedo contar con ella, a su hija; mi prima **Daniela Monserrat Gutiérrez Vidal** que a pesar de ser una pequeña sus amor es enorme y siempre se hizo presente en momentos muy difíciles, a mi tía **Francisca Vidal Andrade**, que siempre me ha apoyado desde niña y hasta estos días sigo contando con sus consejos y valores que me ha enseñado.

Con todo mi corazón a **Roberto Morales Esparza** por apoyarme durante toda la carrera, darme ánimos todos los días de seguir adelante para no renunciar a mis sueños por muy grande que fuesen los problemas que se me presentaran y por estar siempre pendiente de mi bienestar.

Con mucho cariño y respeto a la **Lic. Laura Olivia Fuentes Lara** que me ha brindado su apoyo y sus enseñanzas, por su disposición y paciencia.

Al **Dr. Adalberto Benavides Mendoza** por su apoyo y colaboración que forma parte esencial en el presente trabajo.

Al **Dr. Antonio Aguilera Carbó** por su valiosa participación, sus buenos consejos y puntos de vista que enriquecieron mi conocimiento y el contenido en el presente trabajo.

Al **T.L.Q. Carlos Alberto Arévalo Sanmiguel** que me apoyo en los trabajos de laboratorio pacientemente.

A cada uno de los maestros del departamento de Ciencia y Tecnología de Alimentos y de los demás departamentos, que pusieron su conocimiento a mi disposición para que pudiese tomar lo mejor de ellos, gracias a ellos tengo una formación más integra y profesional.

Al Laboratorio de Nutrición Animal, del Departamento del mismo nombre, por el apoyo otorgando en los análisis químicos de la tesis.

A mis amigas de esta etapa estudiantil que estuvieron conmigo, a ellas que son mis bases para sostenerme cuando necesite apoyo, **Verónica Hernández Hernández, Angélica Reyes Sánchez, Modesta Herrera Silva, Pilar Estrada García y Coral Quetzali Magdaleno López**, así mismo a todos los compañeros de la carrera en Ciencia y Tecnología de Alimentos de la generación CXIV.

DEDICATORIAS

Este trabajo está dedicado a cada una de las personas que confiaron en mí y me dieron su apoyo.

Elpidio Vidal Andrade mi padre que amo con todo mi corazón, el que es mi motor que me da la fuerza, apoyo y muchos ánimos para cada paso que doy.

Claudia Montero Galindo mi madre que desde su seno materno me ha formado con amor para ser una persona de bien, a ella que le debo la vida y que amo con todas las fuerzas de mi corazón.

Edilberto, Sandra y Edgar mis hermanos, a ellos que junto con mis padres son la mejor familia del mundo y los amo.

Irene Andrade Jiménez mi abuela, que es base fundamental de mi vida por sus consejos, amor y apoyo que me ha brindado desde niña, te quiero con toda mi alma abuelita.

A mis tíos (as), primos (as) y sobrinos (as) por que siempre han estado conmigo apoyándome en todos los aspectos, y son parte muy importante en mi formación como persona, ellos me han enseñado a aplicar cada uno de los valores inculcados desde mi infancia con ejemplos de amor y comprensión.

A **Roberto Morales Esparza** que es mi animador número uno y que lo amo con todo mi corazón, a él que está a mi lado para apoyarme, comprenderme, escucharme, aconsejarme, animarme, divertirme, todo y más con mucho amor y respeto.

ÍNDICE GENERAL

PÁG.

AGRADECIMIENTOS.....	3
DEDICATORIAS.....	5
ÍNDICE GENERAL.....	6
ÍNDICE DE CUADROS.....	7
ÍNDICE DE FIGURAS.....	8
Resumen.....	9
1. Introducción.....	10
1.1 Justificación.....	12
1.2 Objetivos.....	13
1.2.1 General:.....	13
1.2.2 Específicos:.....	13
2. Revisión de literatura.....	14
2.1 Alimentos funcionales (Historia, panorama mundial, reglamento y legislaciones).	14
2.2 Alimentos funcionales en México	17
2.3 La panificación	18
2.4 La zanahoria y su importancia en el consumo humano	19
2.5 Generalidades de los ingredientes presentes en el pan de estudio.....	24
2.6 Antecedentes de alimentos elaborados con harina de zanahoria (<i>Daucus carota L</i>) ..	27
2.7 Problemática actual por el consumo de carbohidratos.....	29
3. Materiales y métodos.....	30
4. Resultados y discusión.....	40
5. Conclusiones.....	48
6. Recomendaciones.....	49
7. Referencias.....	50

ÍNDICE DE CUADROS

	PÁG.
Cuadro 1. Contenido de carotenoides (rango, $\mu\text{g}/100$ g porción comestible).	22
Cuadro 2. Formulación de los diferentes tratamientos.....	34
Cuadro 3. Comparación de medias de cada uno de las variables de estudio de acuerdo a los contenidos de harina de zanahoria (<i>Daucus carota</i> L).	40

ÍNDICE DE FIGURAS

	PÁG.
Figura 1. Muestra el pan dulce obtenido	36
Figura 2. Comportamiento del porcentaje de materia seca total presente en el pan dulce	41
Figura 3. Comportamiento del porcentaje de minerales presentes en el pan dulce,	42
Figura 4. Comportamiento del porcentaje de fibra cruda presente en el pan dulce	43
Figura 5. Comportamiento del porcentaje de extracto etéreo presente en el pan dulce ...	44
Figura 6. Comportamiento del porcentaje de proteínas presentes en el pan dulce,	45
Figura 7. Comportamiento del porcentaje de carbohidratos presentes en el pan dulce ..	46
Figura 8. Comportamiento del contenido calórico (Kcal/g) presentes en el pan dulce	47

RESUMEN

A partir de este trabajo se pretende la obtención de un pan dulce elaborado con harina de trigo integral y harina de zanahoria (*Daucus carota* L), para verificar las cualidades nutricionales para que pueda ser una opción de consumo rico, de aporte energético y con micronutrientes importantes para la alimentación; así mismo se desea obtener un pan con características funcionales.

Es por ello que en el pan que se elaboró, las grasas son vegetales es decir margarina sin sal comercial, que proporciona grasas más nobles al organismo, leche entera para darle forma a la masa, polvo para hornear se usa para aligerar la masa y dar volumen; el cual llevara a cabo reacciones químicas, en pocos minutos del reposo después de ser agregado mediante CO₂ , eleva la masa de panificación; para endulzar se utilizó miel de abeja natural la cual, nos proporciona características de dulzor sin tener que haber una saturación de azúcar dentro del producto, el consumidor a lo primero que recurre antes de adquirir un pan dulce es el uso de su percepción organoléptica, por lo tanto la apariencia que se busca es la de un pan dulce normal, con un agregado de nuez en su contenido y con el aroma a canela, por el polvo de canela molida para darle sabor y aroma agradable; y lo más importante el contenido de harina de zanahoria (*Daucus carota* L).

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 y los diferentes análisis bromatológicos es decir la determinación de materia seca, cenizas, extracto etéreo, proteínas, carbohidratos y el contenido calórico presentes después de la

obtención del producto terminado. Y por último determinar si el pan dulce elaborado con harina de trigo integral y harina de zanahoria (*Daucus carota* L) se ajusta a la definición de alimento funcional.

Palabras clave: pan, nutricional, funcional.

1. Introducción

Los alimentos funcionales en la actualidad juegan un papel muy importante en la vida de las personas que a través de la información deciden nutrirse saludablemente, es decir que si consumen alimentos que en su composición contengan sustancias biológicamente activas, las cuales producen efectos positivos sobre alguna función fisiológica relacionada con el estado de salud del organismo humano, el consumidor tiene la seguridad de que aparte de nutrirse se está cuidando, de posibles enfermedades que actualmente son una problemática en el país.

La alimentación del país mexicano se ha visto envuelta en problemas de desnutrición, ya que ocupamos el segundo lugar en obesidad a nivel mundial, según la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, se sustentan en la falta de micronutrientes en la dieta.

El pan es un alimento básico que se comercializa casi en cualquier tienda de productos alimenticios, se prepara mediante el horneado de una masa fermentada o no, existen diferentes tipos de panes dependiendo de los ingredientes que se utilicen; su consumo es para satisfacer una necesidad alimentaria, pero en los últimos años a los productos con altos contenidos de carbohidratos se le ha visto involucrado en problemas de tipo nutricional, esto es por el consumo inconsciente de algunas personas, se les atribuye problemas de obesidad dando como resultado evitarlos en una dieta balanceada, además de que ahora el pan dulce

contiene muchas grasas, se preparan con harinas refinadas y los azúcares suelen agregarse en cantidades exageradas.

El problema alimenticio en la actualidad recae en el consumo de alimentos ricos en carbohidratos, cada día están mal vistos, dado a que no solo son ricos en ese nutriente, hoy en día cada uno de los nutrientes presentes en el pan dulce superan las expectativas del consumidor lo cual hace que en sus dietas queden estrictamente prohibidos.

El consumo de vitamina A, presente en la harina de zanahoria (*Daucus carota* L) nos garantiza un acierto a la salud humana ya que es necesaria para el buen funcionamiento de la retina, mantener en buen estado de la piel y mucosas, también promueve la resistencia de infecciones del cuerpo. Otros compuestos presentes en la zanahoria son de importancia tanto alimenticia como saludable, ya que se han visto asociados a la prevención de cáncer de colon, infarto de miocardio y cerebral, enfermedades cardiovasculares, normalizan el tránsito intestinal, evitan el estreñimiento, por ello es importante en este trabajo la evaluación porcentual presente de harina de zanahoria.

El pan dulce no necesariamente debe ser eliminado de la dieta, mientras este en un balance rico en nutrientes necesarios para el desarrollo humano, bajo en azúcar y rico en fibra, características que se desean obtener en este trabajo de tesis, el cual tiene como propósito apoyar a una alimentación balanceada sin tener que privarse de un alimento que se ha consumido en el país como parte de la dieta desde ya hace muchos años y por familias enteras.

1.1 Justificación

Actualmente México atraviesa un problema de sobrepeso muy fuerte a nivel mundial, este problema implica la generación de enfermedades como la diabetes, enfermedades cardiovasculares, infartos entre otros.

El pan por tradición es un alimento consumido por familias enteras, ya que es un alimento de fácil obtención en cualquier tienda o panadería, es accesible y proporciona energía para las labores cotidianas, pero los panes tradicionales actualmente están saturados de grasas y glucosa lo cual genera un alto contenido de carbohidratos, por ello se están prohibiendo en algunas dietas cotidianas.

Este trabajo tiene como finalidad principal la obtención de un pan nutritivo y que contenga características funcionales ya que está elaborado a base de harina de trigo y harina de zanahoria. Los alimentos funcionales tienen un plus en la población que los consume, es decir que los consumidores de hoy en día se preocupan por su salud.

La zanahoria es rica en carotenoides los cuales se les ha visto asociado a la prevención de enfermedades cardiovasculares, prevención de cáncer de colon, infarto de miocardio y cerebral; por otra parte la vitamina A presente en su contenido nutricional es necesaria para el buen funcionamiento de la retina, mantener la piel en buen estado y promueve la resistencia a infecciones del cuerpo.

1.2 Objetivos

1.2.1 General:

Elaborar un pan dulce con cualidades nutritivas y características funcionales a base de harina de trigo integral y harina de zanahoria (*Daucus carota* L).

1.2.2 Específicos:

- Evaluar las características bromatológicas del pan dulce elaborado con 3, 5 y 7 % de harina de zanahoria (*Daucus carota* L).
- Determinar teóricamente si el pan dulce elaborado a base de harina de trigo integral y harina de zanahoria (*Daucus carota* L) se ajusta a la definición de alimento funcional.

2. Revisión de literatura

2.1 Alimentos funcionales (Historia, panorama mundial, reglamento y legislaciones).

En la segunda mitad del siglo XX, en los intentos realizados para mejorar la calidad de vida, se relaciona al estado de salud y los alimentos que habitualmente consume, entre ellos los denominados alimentos funcionales. En principio las empresas alimentarias calificaron de manera industrial, como funcional o nutracéutico, a todo producto alimenticio elaborado con la finalidad de proporcionar beneficios saludables. Sin embargo, en los últimos años se ha profundizado de una manera reveladora en el significado de este tipo de alimentos, particularmente en Europa, hasta desarrollar una visión conceptual.

El calificativo funcional solo debe ser aplicado, al alimento que, incluido en una dieta y al margen de su valor nutritivo, aporta sustancias biológicamente activas como para producir efectos positivos sobre alguna función fisiológica relacionada con el estado de salud del organismo humano, favoreciendo el desarrollo físico y mental, o bien como para minimizar el riesgo de padecer alguna enfermedad crónica determinada, por definición son productos alimenticios, que actúan como promotores de la salud y nunca deben ser considerados como complementos alimenticios y mucho menos como medicamentos (Bello, 2005).

Los alimentos funcionales se definen como los productos alimenticios de origen animal o vegetal, consumidos en la dieta diaria, que además de aportar nutrientes poseen componentes bioactivos (Drago, 2006).

En 1984 el Ministerio de Educación Ciencia y Cultura Japonés (MESC) inicia un proyecto de análisis sistemático y desarrollo de alimentos funcionales, que relaciona el consumo de algunos alimentos o componentes alimenticios con efectos beneficiosos para la salud, siendo esta la primera oportunidad en la que el término “alimentos funcionales” es empleado oficialmente (Arai, 1997). En 1991 Japón legaliza la comercialización de alimentos con propiedades saludables colocándolos bajo la denominación de “FOSHU” (Food for Specified Health Use) (Sarmiento, 2006). La legislación japonesa exige para cada uno de los alimentos FOSHU realizar una detallada comprobación científica de sus interacciones fisiológicas y efectos beneficiosos para la salud que incluye pruebas clínicas, garantía de seguridad de consumo y determinaciones analíticas de efectividad de sus componentes. El desarrollo de los alimentos funcionales en Japón está basado actualmente en cuatro puntos principales: 1) La innovación tecnológica del desarrollo científico, para crear alimentos con comprobados beneficios a la salud; 2) La regularización y legislación por parte del estado 3) El desarrollo industrial y comercialización de nuevos productos y 4) la adecuada información y conocimiento a los consumidores (Hirahara, 2004).

La Unión Europea creó una comisión de acciones concertadas para la investigación sobre alimentos funcionales en Europa FUFOSE (Fundamental 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, 1999).

Tradicionalmente en Norteamérica ha existido interés científico por la relación entre la alimentación y la prevención de ciertas enfermedades presentes en la población. Aunque la legislación Americana no incluye una definición de “alimentos funcionales”, para las entidades encargadas de la regulación alimentaria la palabra “funcional” implica un alimento que posee propiedades que generan beneficios para la salud o reducen el riesgo de enfermedad (Sarmiento, 2006).

La FDA (Food and Drug Administration) clasifica algunas categorías de alimentos con propiedades adicionales que incluyen alimentos convencionales, aditivos alimenticios, suplementos dietéticos, alimentos medicados o alimentos para uso en dietas especiales, la categoría usada para definir un alimento o componente funcional específico, depende de su forma de elaboración y los parámetros de comercialización (Ross, 2000). Cerca de 2500 compuestos químicos presentes en las frutas y vegetales de consumo humano, han sido relacionados con efectos saludables o disminución del riesgo de enfermedades y de ellos más de 500 directamente asociados a la prevención de procesos cancerígenos (Hasler *et al.* 2004).

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, 2006). Solo 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 (Lajolo, 2002). La Agencia Nacional de Vigilancia Sanitaria Brasileña exige demostrar la seguridad y eficacia de dichos componentes alimenticios para legalizar su publicidad, comercialización y consumo (Sarmiento, 2006).

América latina es actualmente un potencial productor y consumidor de alimentos funcionales, posee grandes recursos naturales, una amplia biodiversidad de flora y fauna asociada a gran variedad de plantas y frutos comestibles, 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.

Los alimentos funcionales representan una gama de alimentos que además de actuar como nutrientes, pueden afectar positivamente funciones biológicas específicas, mejorando el estado general de salud y/ o reduciendo los riesgos de algunas enfermedades (Diplock *et al.*, 1999; Chen, 2011). La noción de funcionalidad es hoy en día el principal argumento para el desarrollo de nuevos productos alimenticios (Jiménez, 2004; Borderías *et al.*, 2005; Ferguson, 2009). Los atributos funcionales de muchos alimentos tradicionales se están descubriendo, mientras que nuevos productos alimenticios se están desarrollando con componentes benéficos (Rodríguez *et al.*, 2006; Eim *et al.*, 2008; Elleuch *et al.*, 2011). (Cañas, 2011).

2.2 Alimentos funcionales en México

Existe un gran potencial en el mercado mexicano, 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 o de ciertas sustancias presentes en alimentos (Esquivel, 2008).

En la actualidad los panes con propiedades funcionales tienen un alto contenido de fibra, proporcionada por el salvado presente en las harinas integrales de trigo; las cuales son fibras insolubles y pasan través del tracto intestinal produciendo heces fecales más firmes y facilitando su evacuación.

2.3 La panificación

Desde tiempos remotos, preparar pan ha sido un arte esencial de la civilización. Un buen pan debe su existencia a la química y a las reacciones químicas (Smoot, 1993).

Según el código alimentario Argentino, en su capítulo IX, “con la denominación genérica de pan, se entiende al producto obtenido por la cocción en hornos y a temperatura conveniente de una masa fermentada o no, hecha con harina y agua potable, con o sin la adición de sal, con o sin la adición de otras sustancias permitidas para esta clase de productos alimenticios”. Detrás de las diferentes clases de panes encontramos aquellos elaborados exclusivamente con harina de trigo y otros que incorporan de otros cereales, leguminosas y oleaginosas, caracterizados habitualmente por el tipo de harina incorporado (Silvina, 2008).

México es considerado un país al que le encanta el dulce por excelencia, siendo un gran consumidor de productos de panadería. El consumidor mexicano tiene una alta tendencia a comer entre horas y fuera de casa. En México se ingieren 32 kg per cápita, por año, de panificados a base de harina de trigo (Énfasis Alimentación, 2008).

La panificación siempre ha sido una fuente de trabajo para muchos micro y macro empresarios, la materia prima es accesible, al igual que el producto final; las oportunidades de alimentarse sanamente son muchas pero con ciertos factores que se deben monitorear en casos especiales, en los últimos años los consumidores y sus hábitos alimenticios brindan oportunidades a la industria alimenticia, esto impulsa a la elaboración de productos nuevos, con características nutritivas diferentes, con beneficios sobre el organismo y evitan posibles enfermedades, destinados a satisfacer necesidades específicas de personas preocupadas por su salud.

A nivel mundial, el consumo de pan permanece estable, pero las marcas que ofrecen beneficios saludables están aumentando su participación en el mercado. Esto es así en vista de que los consumidores están ingiriendo más panes integrales y especiales Premium, los cuales apelan más a la salud para el consumidor y un mayor valor agregado al productor (Correa, 2008).

Anteriormente las familias mexicanas consumían el pan como fuente de energías para las labores diarias, y se encontraba frecuentemente en desayuno y merienda, desafortunadamente el consumo desmedido y los excesos de dicho alimento en contenido calórico han provocado que el pan como alimento, quede prohibido para consumidores con necesidades alimenticias restringidas por algún motivo en especial.

2.4 La zanahoria y su importancia en el consumo humano

La zanahoria (*D. carota* L) es una planta herbácea, bianual, de la familia de las umbelíferas, del género *Daucus*, al cual pertenecen cerca de 560 especies. Las variedades actuales se originaron de las zanahorias silvestres que eran plantas anuales (Thompson y Kelly, 1957).

La importancia del cultivo de zanahoria está dada por la gran demanda que tiene durante todo el año y la gran superficie que ocupa, así como por ser la más importante de las hortalizas de raíz; reportándose para el 30 septiembre de 2012 una superficie cosechada de cerca de 4,338 hectáreas de 16 estados productores con una producción de 107,539 toneladas obtenidas, siendo los principales estados productores en nuestro país Guanajuato, Querétaro, Puebla y Zacatecas, cultivándose principalmente en la región central del país, donde se siembra durante todos los meses del año, pudiéndose realiza la cosecha continuamente (web 6).

Desde el punto de vista de la nutrición humana, la zanahoria es una de las hortalizas más importantes. Debido a que su raíz agrandada contiene grandes cantidades de carotenos, siendo una magnífica fuente de vitamina A (Edmon 1984).

Las zanahorias son ricas en carotenos (beta caroteno, alfa 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 y, 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 y 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 (Bauernfeind, 1981).

El potencial efecto beneficioso sobre la salud de un aporte elevado de carotenoides específicos junto con las posibilidades de las prácticas agrícolas (ej. Eligiendo variedades), biotecnológicas (ej. Alimentos transgénicos) y de tecnología alimentaria (ej. Desarrollo de alimentos funcionales) hacen que el estudio de los carotenoides y su posible impacto sobre la salud constituya un reto para el futuro (Olmedilla, 2001).

El término *biodisponibilidad* hace referencia a la proporción de un nutriente contenido en un alimento que es absorbido para su utilización y/o almacenamiento por el organismo. En el caso de los carotenoides, la biodisponibilidad puede ser considerada en dos aspectos: en término de actividad vitamínica A o como disponibilidad tisular de los carotenoides sin alterar para posteriores procesos metabólicos (Olmedilla, 2001).

Las actividades biológicas de los carotenoides en el hombre; la función es de la provitamina A que actúa como antioxidantes, inmunopotenciadores, inhibición de mutagénesis y transformación, inhibición de lesiones premalignas y protección frente a fotosensibilización. La asociación inversa frente a riesgo de: cataratas, degeneración macular, diversos tipos de cánceres y enfermedades cardiovasculares (Olmedilla, 2001).

Los resultados de numerosos estudios epidemiológicos y de laboratorio sugieren la importancia del β -caroteno y otros carotenoides (tanto en la dieta como en niveles séricos) frente a distintos tipos de cáncer (Peto y cols, 1981; Ziegler, 1993; Garewall, 1995; Van Poppel y Goldbohm, 1995; Mayne, 1996; Steinmetz y Potter, 1996) (Olmedilla, 2001).

Estudios epidemiológicos sugieren que dietas ricas en β -caroteno y otros carotenoides pueden tener un efecto protector frente a las enfermedades cardiovasculares (Gey y cols., 1987; Gerster, 1992; Gaziano y Hennekens, 1993; Kolhmeier y 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 (ATBC Study Group, 1994; Omenn y cols, 1996) (Olmedilla, 2001).

El procesamiento de los alimentos conlleva a cambios en la integridad estructural del alimento, produciendo tanto efectos negativos (ej. pérdida de

carotenoides por oxidación) como positivos (ej. Aumento de la biodisponibilidad). 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 la preparación/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 y/o pérdidas de humedad, compuestos volátiles y sólidos solubles no siempre tenidas en cuenta. Asimismo, el tratamiento térmico mejora la conservación, inactiva enzimas y degrada significativamente algunos carotenoides (epoxi-carotenoides) aunque provoca la ruptura de estructuras del alimento, lo que conlleva 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/maceración del alimento suponen mayores pérdidas) (Rodríguez-Amaya, 1997) (Olmedilla, 2001).

La elección de datos fiables sobre el contenido de carotenoides en alimentos es de gran importancia cuando estos se utilizan en la evaluación de la ingesta dietética con objetivos tanto nutricionales como epidemiológicos. Debido al interés de los carotenoides en relación con la salud humana, su composición cuali y cuantitativa en alimentos ha sido analizada de forma extensa y se han desarrollado distintos criterios de calidad de los datos (Greenfield y Southgate, 1992; Mangels y cols, 1993; Poorvliet y West, 1993).

Cuadro 1. Contenido de carotenoides (rango, $\mu\text{g}/100$ g porción comestible) (Van den Berg y cols, 2000).

Alimentos	Luteína/ Zeaxantina	β -cripto- xantina	Licopeno	α -caroteno	β -caroteno
Zanahoria (<i>Daucus carota</i>)	0-2097			530-35833	1161-64350

La metodología utilizada para cuantificar estos compuestos son muy variadas, (cromatografía líquida, en columna abierta, espectrofotometría...), las formas determinadas (totales, isómeros, formas libres, ésteres de xantofilas...), proceso de extracción y análisis y control de calidad analítico y metodológico (Granado y cols, 1997; Dehanverg y cols, 1999; van den Berg y cols, 2000).

De los carotenoides, el más estudiado en cuanto a dosis de seguridad es el β -caroteno, considerado no tóxico ya que los humanos toleran altas dosis sin daño aparente, excepto la aparición de carotenodermia reversible. Tampoco existe evidencia de que la conversión de β -caroteno a vitamina A contribuya a la toxicidad por dicha vitamina, incluso cuando el β -caroteno se ingiere en grandes cantidades (Diplock, 1995). Aunque una ingesta de 25 mg de β -caroteno se puede considerar segura para la mayoría de los adultos (Hathcock, 1997), sin embargo, dos ensayos clínicos con β -caroteno (ATBC Group, 1994; Omenn y cols, 1996) provocaron un aumento de cáncer de pulmón en fumadores, aunque otros ensayos no han producido efectos adversos (Blot y cols, 1993; Hennekens y cols, 1996).

La evaluación del status nutricional de carotenoides se puede realizar en tres niveles diferentes: ingesta dietética, examen clínico y determinación de parámetros bioquímicos y/o funcionales (Rojas-Hidalgo y Olmedilla, 1993).

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 aporta cantidades suficientes de nutrientes para cubrir las recomendaciones y deberían tener en cuenta que, en general, 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 y van Poppel, 2001).

2.5 Generalidades de los ingredientes presentes en el pan de estudio

La harina de trigo es el principal ingrediente para la elaboración de un pan y su composición nutrimental es: almidón (70 – 75 %), agua (14 %) y proteínas (10 - 12 %), además de polisacáridos no provenientes del almidón (2 - 3%) particularmente arabinosilanos 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 ésta, nos referimos a harina compuesta de endospermo y principales capas externas del trigo, en estas capas las principales proteínas presentes son albúminas, globulinas y triticinas en un porcentaje del 15 -20 % (De la Vega G, 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.

El bicarbonato de sodio y el polvo para hornear (de varias marcas comerciales) son productos químicos comunes encontrados en la casa que también son usados en los productos horneados (Smoot, 1993).

El polvo para hornear consigue aligerar y elevar las masas de las panificaciones mediante el CO₂ 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.

El resultado final es un producto horneado de buen volumen, más digerible, con una miga suave, tierna y brillante y con una apariencia deliciosa (web 7).

Al hornear el pan, las burbujas atrapadas de gas se expanden y hacen que la pasta se eleve aun más. Durante el horneado se destruyen las células de levadura y se evaporar el alcohol produciendo el aroma característico del pan horneado (Smoot, 1993).

Para darle un sabor agradable al pan se le agrega canela, la cual en su parte interna de la corteza contiene: aceites esenciales 1.5 a 3 %, contiene eugenol, un poderoso antiséptico, estimulante digestivo: se ingiere como té para tratar cólicos, dolor de estómago, diarrea, disentería, bilis y vómitos; sirve como antídoto para la tos y neurologías, se utiliza para disminuir la fatiga y el estrés (web 2).

La miel es una sustancia dulce natural que las abejas (*Apis mellifera*) elaboran, recogen, transforman, combinan con sustancias específicas propias y almacenan a partir del néctar de las flores o de secreciones que producen las partes vivas de las plantas.

Las características de la miel de abeja dependen de la fuente donde las abejas recolectan el néctar, sin embargo, el producto no debe tener sabor ni aroma desagradables, debe estar libre de materia extraña y de contaminantes químicos; tampoco debe contener aditivos alimentarios para su conservación, estar diluida en agua o mezclada con almidones, melazas, glucosa, dextrinas, fructosa u otros azúcares, de acuerdo con lo que establece la Norma Mexicana NMX.F-036-1997-NORMEX.<<Alimentos- miel- especificaciones y métodos de prueba>> (Revista del consumidor, 2001).

Las margarinas deben contener 80 % de grasas que pueden ser vegetales o animales (lácteas o no). Para obtener la consistencia y aspecto similar a la mantequilla, se agregan emulsificadores, espesantes, conservadores y colorantes.

A menos que sea para uso industrial panificación por ejemplo, las margarinas deben contener vitamina A. Por su elevado contenido graso, es un alimento de gran aporte calórico, la margarina, a mayor contenido de grasa vegetales en lugar de animales, menor es su aporte de colesterol (web 1).

La leche es un alimento compuesto principalmente de agua (entre 85 y 89 %) y sólidos como la grasa, proteínas, lactosa y minerales (calcio, fósforo, zinc y magnesio, entre otros) contiene también vitaminas A, D y del grupo B, especialmente B2, B1, B6 y B12. Dado a que el contenido de grasa, proteínas y otros constituyentes de la leche varían con la raza del ganado, su alimentación, y las condiciones ambientales y estacionales, entre otros factores, la leche envasada es procesada para asegurar su calidad sanitaria y para elaborar distintos tipos de leche como la leche entera, es la más cercana al alimento original, y por eso es la que más grasa tiene, por norma, debe contener al menos 30 gramos por litro de grasa butírica (la grasa propia de la leche) (web 4).

Estudios epidemiológicos han señalado que el consumo frecuente de frutos secos, en general y de nueces en particular, está inversamente relacionado con el riesgo de infarto de miocardio, independientemente de otros factores de riesgo como edad, sexo, tabaco, hipertensión, peso y ejercicio (Fraser *et al.*, 1992, Sabaté, 1993; Iwamoto., 2000). Aún que no se conoce con exactitud el mecanismo, los efectos positivos de la nuez, han sido atribuidos al menos en parte a su peculiar composición lipídica, caracterizada por presentar un elevado contenido graso (62-68 %) y ser rica en ácidos grasos monoinsaturados (18 % de ácidos oleico en relación con el total de ácidos grasos) y poliinsaturados (linoleico y α -linolénico que constituyen el 58 y 12 %, respectivamente del total de ácidos grasos). A esto hay que añadir la presencia de otros componentes de interés: fibra (5-10 %), proteína (14 %) rica en arginina, vitaminas, minerales, fitoesteroles, polifenoles, entre otros (Sabaté, 1993; Ravai, 1995) (web 3).

2.6 Antecedentes de alimentos elaborados con harina de zanahoria (*Daucus carota L*)

En trabajos presentados en años pasados se habla mucho del nopal como materia prima, ya que sus características nutritivas y su alto valor en contenido de fibra favorecen a los productos destinados a dietas estrictas; los encontramos en presentaciones de tortillas, mermeladas, se han hecho trabajos en panificación con harina de nopal, entre otros. Ahora los consumidores demandan nuevos productos con características similares pero en diferentes presentaciones y sabores.

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*), este trabajo presentado en Colombia, donde estudiaron que el contenido nutrimental 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 y col., 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, 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 utilizara miel; a la cual se le atribuyen cualidades antioxidantes al igual que a los productos de origen vegetal como la zanahoria, los antioxidantes son un conjunto heterogéneo de sustancias formado por vitaminas (A, E, C), minerales (cobre, hierro, manganeso, selenio, zinc), pigmentos naturales (flavonoides, carotenoides), coenzimas (Q), enzimas (catalasas, oxidasas) y otros compuestos (ácido lipoico), que bloquean el efecto dañino de los radicales libres (Vit y col., 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, β -caroteno y minerales. Y los resultados fueron los siguientes: los porcentajes de fibra, cenizas (minerales), grasa, carbohidratos y contenido de β - 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 β - 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 y col, 2007).

2.7 Problemática actual por el consumo de carbohidratos

Las ciencias médico-biológicas comprueban día a día la correlación que existe entre la salud y la alimentación; debido a esto en nuestros tiempos se elaboran en grandes cantidades alimentos y bebidas no alcohólicas con modificaciones en su composición por disminución, eliminación o adición de nutrimentos con la finalidad de contribuir a evitar deficiencias y prevenir excesos perjudiciales para la salud.

El sobrepeso, la obesidad y sus complicaciones son un problema de salud pública importante en el país.

La prevalencia combinada de sobrepeso y obesidad se presenta en uno de cada cuatro niños (26 %), mientras que uno de cada tres adolescentes la padecen (31 %).

El sobrepeso y la obesidad han aumentado en todas las edades, regiones y grupos socioeconómicos, lo que ha llevado a nuestro país a ocupar el segundo lugar en el mundo en obesidad en adultos y el primer lugar en obesidad infantil.

La obesidad es un factor de riesgo para diabetes *mellitus* tipo II.

- Hay 6.4 millones de mexicanos con diabetes
 - Alrededor del 99 % con diabetes *mellitus* tipo II
 - Para el año 2025, 11 millones de mexicanos la padecerán
 - En el año 2005 fue la causa número 1 de muerte en México y la principal causa de hospitalización
 - Principal causa de insuficiencia renal, ceguera y amputaciones no traumáticas
 - Triplica el riesgo de infartos y enfermedad cerebro vascular
 - Consume un porcentaje muy elevado del presupuesto en salud
- (Web 5).

3. Materiales y métodos

Este trabajo de investigación se llevó a cabo en el Laboratorio de Nutrición y Alimentos del Departamento del mismo nombre, ubicado en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, en la Ciudad de Saltillo, Coahuila, México. El material de laboratorio y los reactivos utilizados se mencionarán durante la descripción de actividades del proceso.

Equipo utilizado del laboratorio:

- Estufa de secado marca Robert Shaw opera entre 55-60 °C.
- Molino de martillos marca Thomas- Wiley modelo 4. Arthur H. Thomas Company Philadelphia.
- Balanza analítica marca Ohaus, modelo: Scout Pro SP202. Capacidad máxima 200 g.
- Balanza analítica explorer marca Ohaus. Capacidad máxima 210 g.
- Mufla Thermo scientific marca Thermo lyne opera entre 500-600 °C.
- Estufa de secado marca J.M. Ortiz opera entre 100-103 °C.
- Aparato Kjeldhal.
- Aparato Soxleth.
- Aparato de reflujo marca Labconco, Labconco corporation Kansas City, Missouri 64132. No.de serie 54781.

- Estufa de secado marca Thelco modelo 27 opera de 100- 103 °C.
- Estufa con horno y dos parrillas marca Flamineta.
- Aparato de rápida destilación marca Labconco.
- Batidora marca Oster.

Reactivos:

- Hexano
- Ácido Sulfúrico (H_2SO_4) 0.0225 N
- Hidróxido de Sodio (NaOH) 0.313 N
- Mezcla reactiva de Selenio
- Ácido Sulfúrico (H_2SO_4) concentrado
- Ácido Bórico (H_3BO_3) al 4%
- Indicador mixto (rojo de metileno y verde de bromocresol)
- Granallas de Zinc
- Acido sulfúrico (H_2SO_4) 0.1 N
- Agua destilada caliente para los lavados

Actividades

Etapa 1. Obtención de la harina de zanahoria (*Daucus carota* L)

Se obtuvieron los materiales, ingredientes y las zanahorias en los locales comerciales de la central de abastos de la Ciudad de Saltillo, Coahuila.

Selección:

La selección se realiza de forma manual de acuerdo con la ficha técnica, en la cual se especifica:

- Variedad
- Tamaño
- Color
- Olor
- Grado de madurez
- Libre de daños físicos, orgánicos y mecánicos.
- Libre de pesticidas

Lavado:

Una vez que la calidad de la zanahoria está aprobada, se efectúa el lavado a chorro de agua, con cepillado para retirar cualquier agente contaminante o ajeno a la materia prima.

Corte:

En esta fase del proceso, se cortan las raíces y la cabeza de la zanahoria (*Daucus carota* L) utilizando cuchillos comunes.

Rebanado:

Las zanahorias limpias se cortan en rebanadas delgadas de 2 mm de espesor aproximadamente, con un cuchillo de forma manual. Se colocan en una charola de rejillas previamente tarada, se pesan la charola y la zanahoria rebanadas. En una balanza analítica modelo SP202.

Secado:

El secado se efectuó en una estufa con circulación de aire caliente, en charolas de rejillas que contienen la zanahoria rebanada a una temperatura entre los 50 – 60 °C por 24 horas.

Enfriado:

Transcurrido el tiempo de secado se retiran de la estufa y se dejan enfriar por 3 minutos a temperatura ambiente. Pesar en una balanza analítica modelo SP202.

Molienda:

Los trozos de zanahoria (*Daucus carota* L) secos, enfriados previamente son sometidos a molienda a velocidad constante en un molino de martillos.

Etapas 2. Elaboración de pan dulce

Recepción de materia prima:

- Harina integral
- Harina de zanahoria (*Daucus carota* L)
- Polvo para hornear
- Miel de abeja
- Leche entera
- Margarina sin sal
- Canela
- Nuez

Formulación de las pastas:

Cuadro 2. Formulación de los diferentes tratamientos

Formulación testigo	Formulación al 3 %	Formulación al 5 %	Formulación al 7 %
100 g de harina integral	97 g de harina integral	95 g de harina integral	93 g de harina de zanahoria
2 g de rexal	3 g de harina de zanahoria (<i>Daucus carota</i> L)	5 g de harina de zanahoria (<i>Daucus carota</i> L)	7 g de harina de zanahoria (<i>Daucus carota</i> L)
2 g de canela molida	2 g de polvo para hornear	2 g de polvo para hornear	2 g de polvo para hornear
10 ml de miel de abeja	2 g de canela molida	2 g de canela molida	2 g de canela molida
30 g de margarina sin sal	10 ml de miel de abeja	10 ml de miel de abeja	10 ml de miel de abeja
70 ml de leche entera	30 g de margarina sin sal	30 g de margarina sin sal	30 g de margarina sin sal
1 g de nuez molida	70 ml de leche entera	70 ml de leche entera	70 ml de leche entera
	1 g de nuez molida	1 g de nuez molida	1 g de nuez molida

Mezcla:

Se mezclan los ingredientes, en diferentes proporciones en un recipiente grande, evitando la formación de grumos en la masa que se obtendrá. Con una batidora.

Se hacen mezclas con diferentes porcentajes de contenido de harina de zanahoria (*Daucus carota* L) a 3, 5 y 7% en base a la harina integral, y se tendrá un testigo que no contendrá harina de zanahoria.

Reposar:

Se deja reposar durante 10 minutos la masa, para que el polvo para hornear (rexal), lleve a cabo las reacciones químicas de doble acción que se usan para aligerar la masa e incrementar el volumen del producto horneado.

Moldear:

Se coloca la masa en capacillos de papel llenándolo a 2/3 y se colocan en un molde.

Horneado:

Se hornea por 20 minutos, a 180°C en una estufa con horno.

Obtención del producto:



Figura 1. Muestra el pan dulce obtenido, con los diferentes contenidos de harina de zanahoria (*Daucus carota* L).

Etapa 3. Determinación de cualidades nutricionales

Preparación y conservación de la muestra:

1. Reducir el tamaño de partícula de la muestra y colocar en una charola de aluminio e identificar con los porcentajes de harina de zanahoria (*Daucus carota* L) que contiene el producto así como el testigo.
2. Pesar la charola con la muestra picada en una balanza analítica modelo: SP202.
3. Registrar peso húmedo y colocar las charolas dentro de la estufa de secado a temperatura entre 50 – 60 °C por 24 horas.
4. Transcurrido el tiempo, sacar la muestra de la estufa y enfriar a temperatura ambiente por 3 minutos.
5. Pesar nuevamente la charola con muestra seca.
6. Registrar el peso.

Determinación de materia seca total:

1. Pesar e identificar crisoles de porcelana, que estén a peso constante.
2. Pesar 2 g de las muestras secas en los crisoles, a peso constante.
3. Introducirla en la estufa durante 24 horas.
4. Pasado el tiempo sacar la muestra de la estufa, enfriar por 20 minutos en un desecador.
5. Pesar y registra el peso.
6. Calcular materia seca total y la humedad de las muestras.

Determinación de cenizas totales (minerales):

1. A las muestras utilizadas en la determinación de materia seca total, después de haberlas pesado se preincineran en parrilla eléctrica. A baja temperatura hasta que deje de emitir humos.
2. Pasar a la mufla a 600 °C por un periodo de 3 horas.
3. Sacar de la mufla, enfriar por 20 minutos en desecador.
4. Pesar en balanza analítica.
5. Calcular porcentaje de cenizas totales.

Determinación de extracto etéreo o grasa total:

1. Pesar 4 gramos de la muestra seca sobre papel filtro.
2. Depositarla en un cartucho poroso de celulosa.
3. Depositar dentro de un sifón.
4. Pesar e identificar matraces bola fondo plano con 3 perlas de vidrio, que estén a peso constante.
5. A los matraces bola fondo plano adicionar hexano hasta la mitad.
6. Acoplar al refrigerante del dispositivo Soxhlet.
7. Extraer por un periodo de 9 horas, contando el tiempo a partir de que empiecen a hervir.

8. Al finalizar la extracción se hace la recuperación del hexano hasta que esté la muestra sola.
9. Poner a peso constante nuevamente el matraz bola en la estufa a 100 - 103 °C durante 12 horas.
10. Transcurrido el tiempo, sacar, enfriar en desecador y pesar.
11. Calcular porcentaje de extracto etéreo o grasa total.

Determinación de fibra cruda:

1. Pesar 2 gramos de las muestras previamente desengrasadas.
2. Poner las muestras en vaso de Berzelius, agregar 100 ml de solución de ácido sulfúrico al 0.0225 N.
3. Conectar al aparato de reflujo por un periodo de 30 minutos contados a partir de cuando empiece a hervir, al hervir bajar la temperatura para que se mantenga en ebullición suave.
4. Transcurrido el tiempo sacar y filtrar a través de una tela de lino y lavar con 100 ml de agua destilada caliente.
5. Pasar la fibra (residuo que quedo en la tela de lino) al vaso de Berzelius con 100 ml de solución de hidróxido de sodio 0.313 N y conectar al aparato de reflujo durante 30 minutos.
6. Transcurrido el tiempo sacar y filtrar a través de la tela de lino y lavar con 100 ml de agua destilada caliente.
7. Escurrir el exceso de agua presionando la tela de lino.
8. Sacar la tela de lino del embudo, extenderla y retirar la fibra con una espátula y depositarla en crisoles de porcelana, previamente identificados.
9. Poner a peso constante en la estufa a una temperatura de 100-103 °C por 12 horas.
10. Transcurrido el tiempo, sacar, enfriar en desecador, pesar y registrar peso de los crisoles.
11. Pre-incinerar las muestras en parrillas eléctricas.
12. Meter a la mufla 600 °C por 3 horas.
13. Transcurrido el tiempo, sacar, enfriar y pesar.

14. Calcular el porcentaje de fibra cruda.

Determinación de proteínas:

Método macro Kjeldhal:

1. Digestión.-

- Pesar 1 g de muestra sobre papel filtro.
- Pasarlo a un matraz Kjeldhal de 800 ml.
- Agregar 4 perlas de vidrio (para que este en ebullición constante).
- Poner una cucharada de catalizador, mezcla reactiva de selenio.
- Adicionar con 30 ml de ácido sulfúrico concentrado.
- Conectar al aparato Kjeldhal en la sección de digestión, prender el extractor de humos.

2. Destilación.-

- Diluir con 300 ml de agua destilada el residuo de la digestión
- Enfriar
- En un matraz Erlenmeyer de 500 ml. Agregar de ácido bórico al 4 % y seis gotas de indicador mixto (rojo de metileno y verde de bromocresol).
- Agregar al matraz Kjeldhal 100 ml de hidróxido de sodio al 45 % y una cucharada de granallas de zinc, no agitar.
- Conectar a la parte destiladora del Kjeldhal, tener cuidado de abrir la llave del agua.
- Recibir 250 ml del destilado.

3. Titulación.-

- Titular con ácido sulfúrico 0.1 N hasta que vire de color azul a rojo.
- Realizar cálculos para obtener porcentaje de nitrógeno y de proteínas.

Determinación de carbohidratos:

1. Se determina a través de una diferencia, esta diferencia es la que existe entre el peso original de la muestra y la suma de pesos del agua, extracto etéreo, proteína, fibra cruda y cenizas.

Determinación de contenido calórico:

1. Se utilizan los datos obtenidos en la determinación de grasa, proteína y carbohidratos, que de acuerdo a la FAO, nos manejan factores de conversión para cada uno de ellos; grasa = 9 Kcal/g, proteína = 4 Kcal/g y carbohidratos = 4 Kcal/g, con estos datos y los obtenidos de cada una de las muestras, se determinó por medio de reglas de tres.

4. Resultados y discusión

Los resultados obtenidos de la etapa experimental se sometieron a un análisis de varianza (ANVA) y prueba de medias Tukey ($\alpha \leq 0.05$) donde se determinó los resultados de las variables de estudio (materia seca (%), minerales o cenizas (%), fibra (%), extracto etéreo (%), proteínas (%), carbohidratos (%) y contenido calórico (Kcal/g).

El paquete estadístico analizado fue el Statistica for Windows v.6.1 (StatSoft, inc.). Los resultados obtenidos se muestran en el siguiente cuadro.

Cuadro 3. Comparación de medias de cada uno de las variables de estudio de acuerdo a los contenidos de harina de zanahoria (*Daucus carota* L).

Harina de zanahoria (%)	0	3	5	7
MST (%)	97.99 a●	97.84 a	97.13 a	97.45 a
Cenizas (%)	4.91 a	4.82 a	4.51 a	5.04 a
Fibra (%)	0.14 a	0.17 a	0.37 a	0.26 a

Extracto etéreo (%)	17.08 a	16.84 a	17.36 a	17.03 a
Proteína (%)	7.60 a	7.56 a	7.76 a	7.52 a
Carbohidratos (%)	70.21 a	71.07 a	72.16 a	70.08 a
Contenido calórico (Kcal/g)	4.63 a	4.64 a	4.74 a	4.62 a

• Los promedios seguidos por la misma literal son estadísticamente iguales, según Tukey ($\alpha \leq 0.05$).

De acuerdo al cuadro 3, todas las muestra son estadísticamente iguales, no hubo significancia en los resultados obtenidos por el análisis estadístico ANVA, es decir que aún con la adición de harina de zanahoria (*Daucus carota* L) en porcentajes diferentes presentes en las muestras, si son similares a un producto comercial.

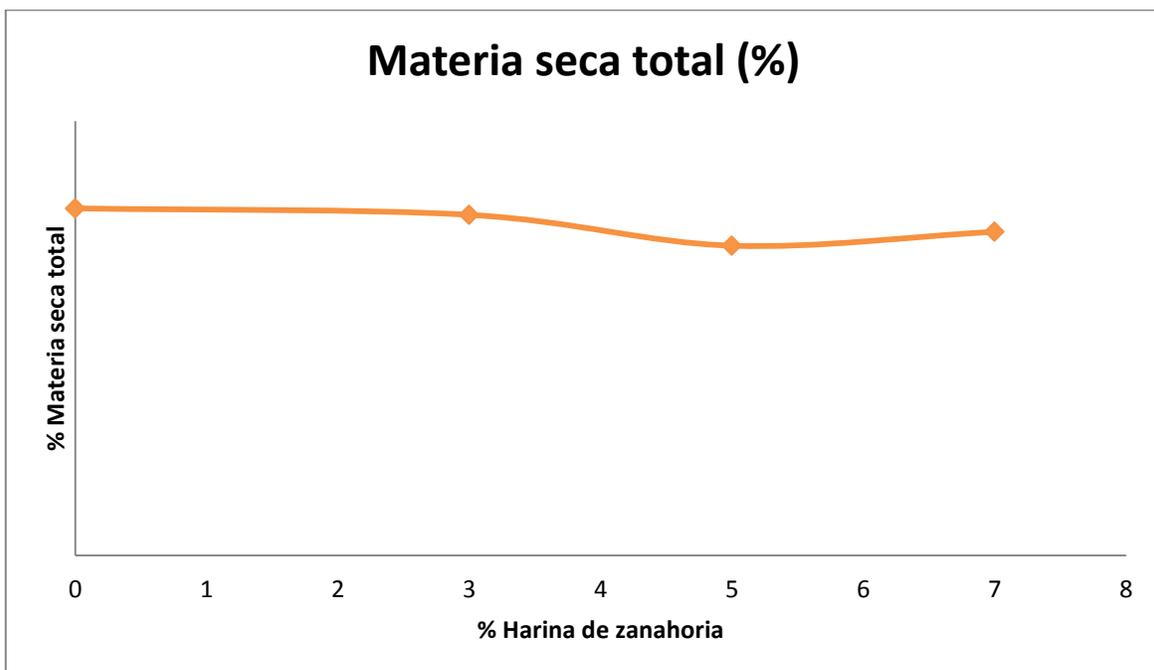


Figura 2. Comportamiento del porcentaje de materia seca total presente en el pan dulce, de acuerdo a los porcentajes utilizados de harina de zanahoria (*Daucus carota* L) de 3, 5, y 7 % en su contenido, en comparación con un testigo (0 % harina de zanahoria). En el cual se muestra que el testigo es el que tiene un porcentaje más alto de materia seca total, esto puede atribuirse a que los que

contenían harina de zanahoria aun contenían un porcentaje de humedad, que contenía dicha harina.

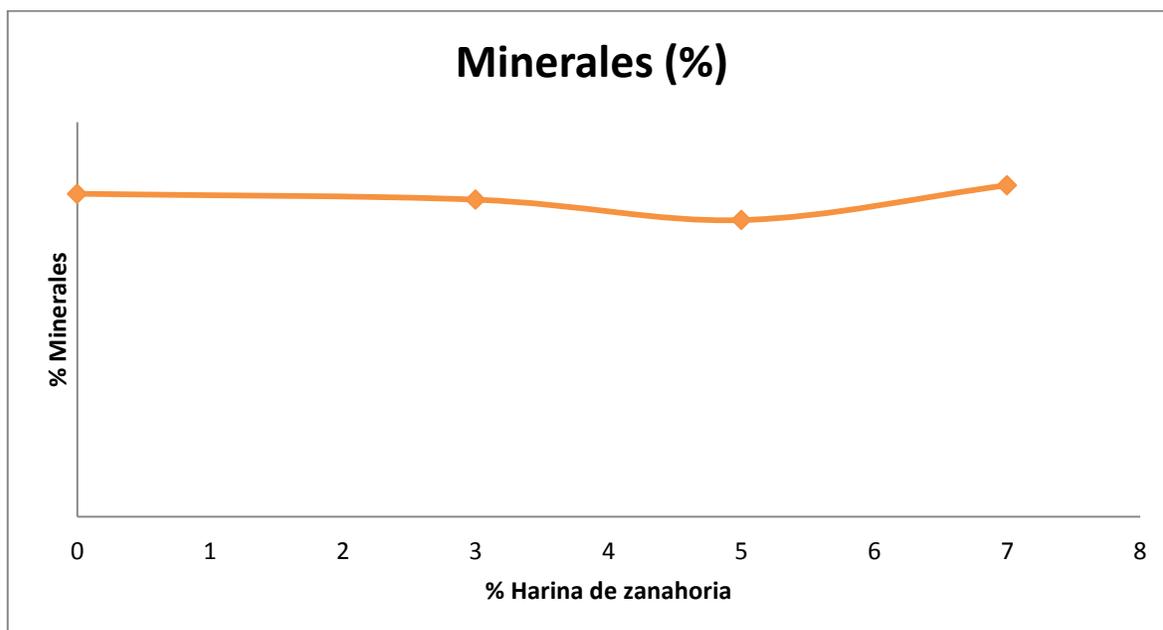


Figura 3. Comportamiento del porcentaje de minerales presentes en el pan dulce, de acuerdo a los porcentajes utilizados de harina de zanahoria (*Daucus carota* L) de 3, 5, y 7 % en su contenido, en comparación con un testigo (0 % harina de zanahoria).

En la figura 3, se observa el comportamiento que se presentó en los minerales obtenidos por la determinación de cenizas totales, donde se observa que la muestra con 7 % de harina de zanahoria (*Daucus carota* L) fue la que presentó más contenido de minerales, probablemente se debe a que contiene un mayor porcentaje de harina de zanahoria (*Daucus carota* L).

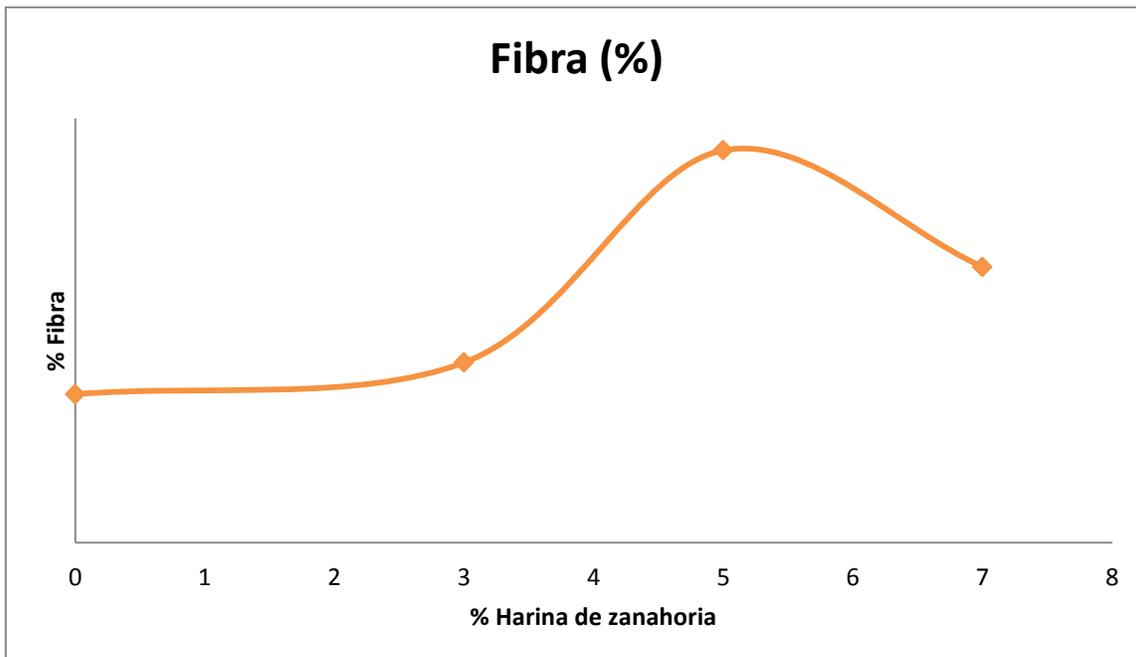


Figura 4. Comportamiento del porcentaje de fibra cruda presente en el pan dulce, de acuerdo a los porcentajes utilizados de harina de zanahoria (*Daucus carota* L) de 3, 5, y 7 % en su contenido, en comparación con un testigo (0 % harina de zanahoria).

Cabe mencionar que se esperaba hubiera más fibra en la muestra que contenía 7 % harina de zanahoria, ya que el volumen de harina de zanahoria (*Daucus carota* L) en un porcentaje mayor nos proporcionaría más fibra, cuestión que no sucedió, probablemente porque las muestras son iguales, según los resultados estadísticos, además de que la harina es un polvo fino que proviene de los alimentos ricos en almidón, un carbohidrato complejo, pero son fibras solubles, las cuales se pudieron haber digerido en las soluciones utilizadas para su determinación.

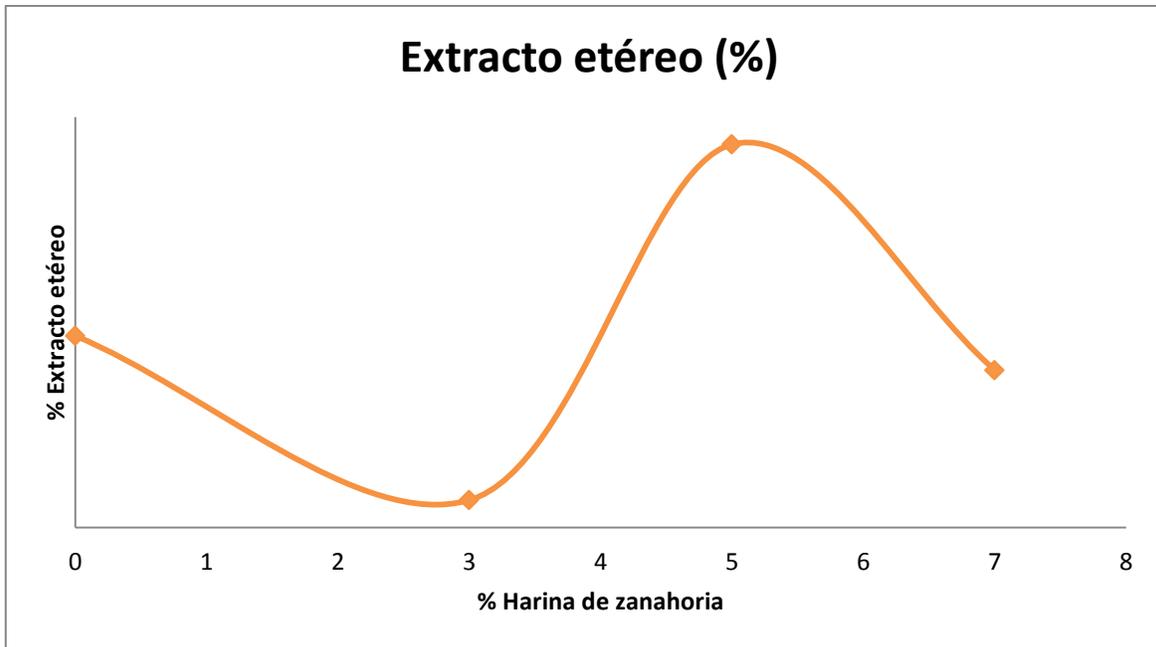


Figura 5. Comportamiento del porcentaje de extracto etéreo presente en el pan dulce, de acuerdo a los porcentajes utilizados de harina de zanahoria (*Daucus carota* L) de 3, 5, y 7 % en su contenido, en comparación con un testigo (0 % harina de zanahoria).

En la figura 5, como se puede observar, se presentaron diferentes porcentajes, probablemente debido a que las muestras no estaban totalmente homogéneas, hay demasiadas variaciones de comportamiento, pero el contenido de extracto etéreo no es muy variado ya que todas las muestras contenían el mismo peso de margarina y la harina de zanahoria (*Daucus carota* L) no proporciona extracto etéreo.

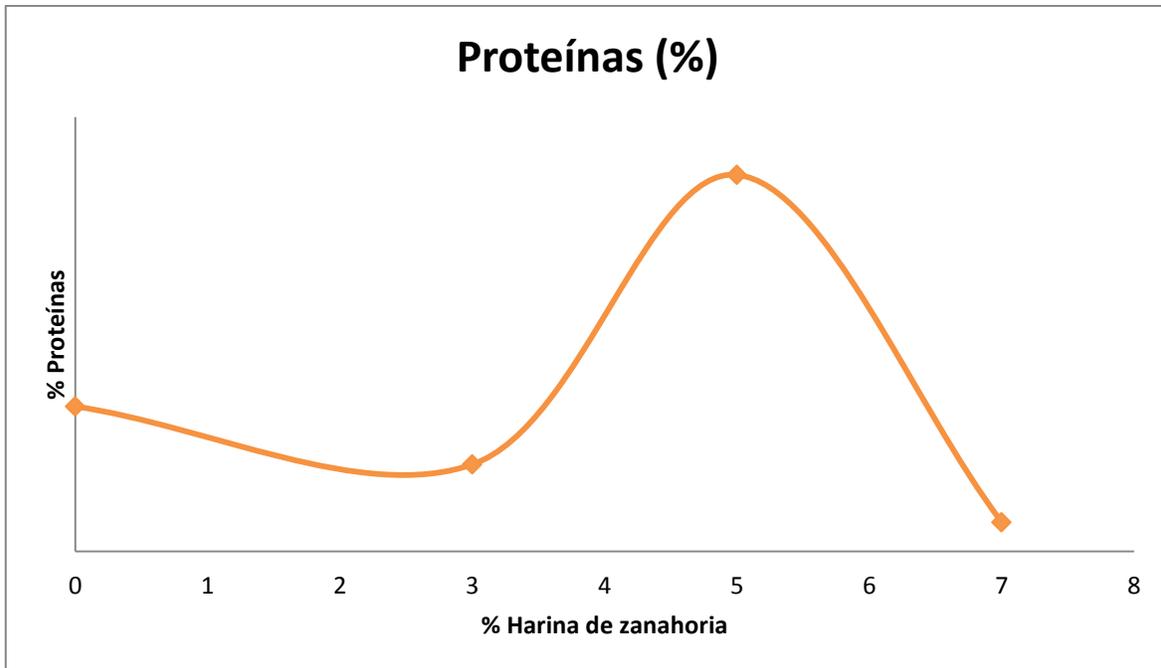


Figura 6. Comportamiento del porcentaje de proteínas presentes en el pan dulce, de acuerdo a los porcentajes utilizados de harina de zanahoria (*Daucus carota* L) de 3, 5, y 7 % en su contenido, en comparación con un testigo (0 % harina de zanahoria).

Las proteínas están presentes parcialmente en el contenido de harina de trigo integral, lo cual tal como nos lo esperábamos gracias a los resultados obtenidos en el trabajo de valoración nutricional y sensorial de panquecas elaboradas a base de harina de trigo y zanahoria presentado por Luisa Gamboa en el 2007 en Chile; estos tienen un comportamiento descendiente de acuerdo a la cantidad de harina de trigo presente, el de 93 % harina de trigo y 7 % harina de zanahoria (*Daucus carota* L) es el que se vio afectado en cuanto al contenido proteico.

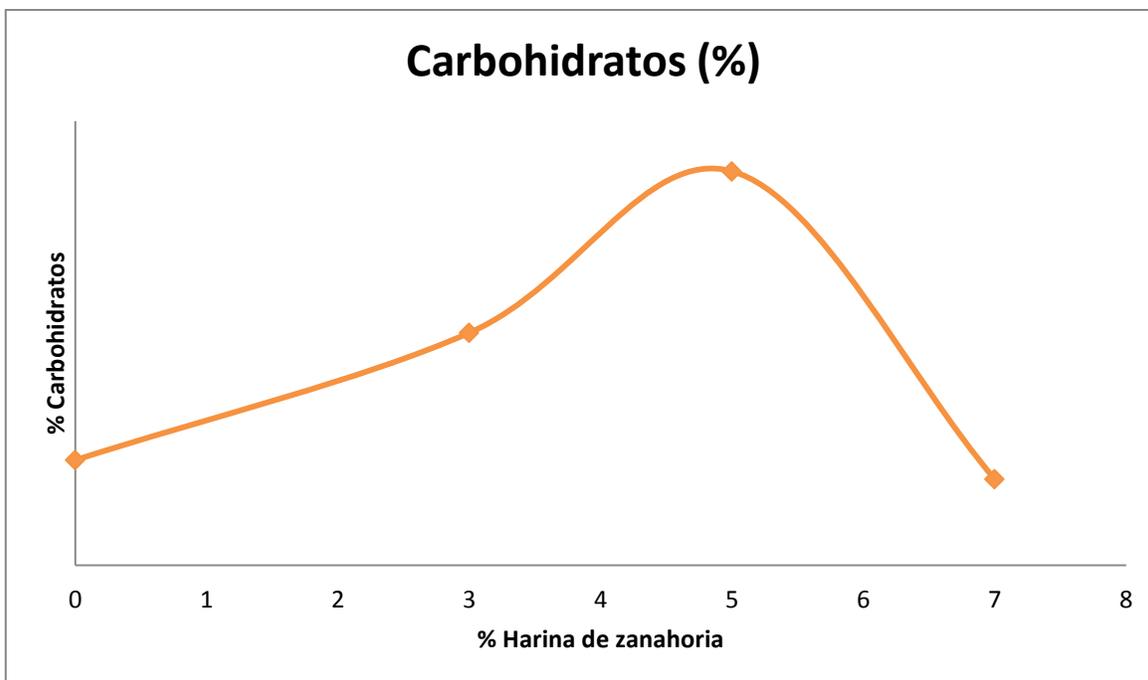


Figura 7. Comportamiento del porcentaje de carbohidratos presentes en el pan dulce, de acuerdo a los porcentajes utilizados de harina de zanahoria (*Daucus carota* L) de 3, 5, y 7 % en su contenido, en comparación con un testigo (0 % harina de zanahoria).

De acuerdo a la figura 7, se puede observar que la muestra que más porcentaje de carbohidratos presentó fue el que contenía 5 % de harina de zanahoria (*Daucus carota* L), pero los resultados de diferenciación son mínimos, por lo tanto el contenido de carbohidratos es relativo en todas las muestras.

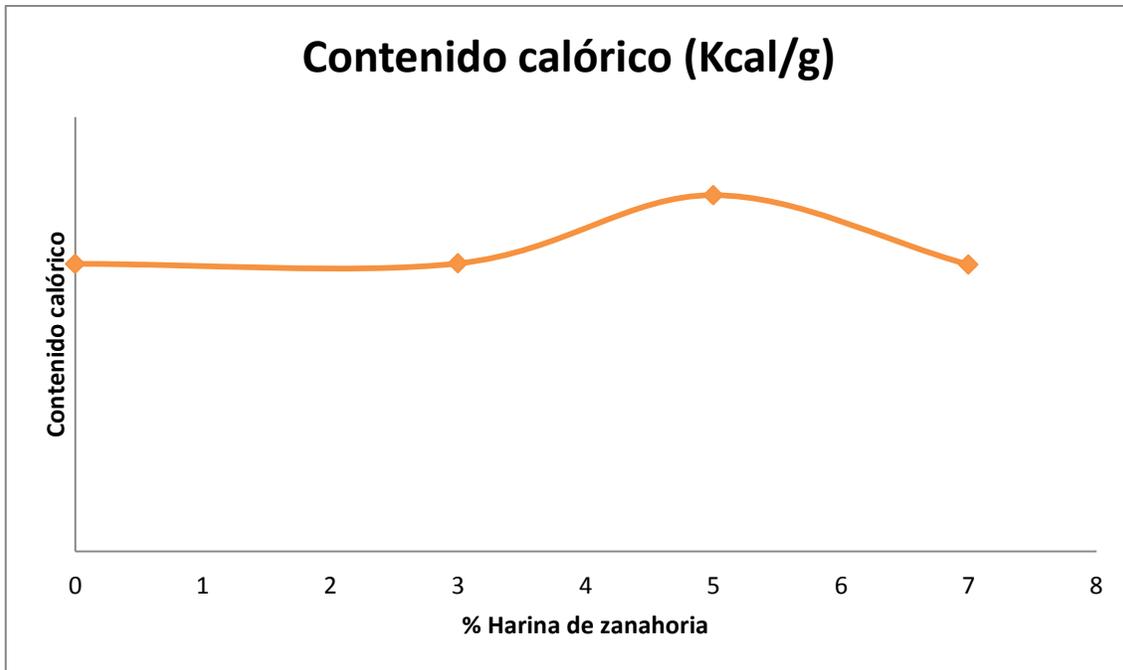


Figura 8. Comportamiento del contenido calórico (Kcal/g) presentes en el pan dulce, de acuerdo a los porcentajes utilizados de harina de zanahoria (*Daucus carota* L) de 3, 5, y 7 % en su contenido, en comparación con un testigo (0 % harina de zanahoria).

En la figura 8 claramente se representa que el contenido calórico presentando una línea horizontal, que pudiera deberse a que todas las muestras son estadísticamente iguales.

5. Conclusiones

Se elaboró un pan dulce a base harina de trigo integral y harina de zanahoria con cualidades nutritivas y funcionales, ya que La adición de harina de zanahoria en los niveles usados en el presente estudio (3,5 y 7) no tiene efectos negativos sobre el contenido nutricional del pan y le proporciona características funcionales.

Se evaluaron las características del pan dulce elaborado a base de harina de trigo integral y harina de zanahoria que contenían 3, 5 y 7 % de harina de zanahoria y se obtuvo que no presentaron diferencias significativas entre el testigo y la formulación del estudio.

Se determino teóricamente que el pan dulce a base de trigo integral y harina de zanahoria se ajusta a la definición de alimento funcional esto en base a la incorporación de la harina de zanahoria que representa un incremento en las características funcionales del pan, debido a que la ingesta diaria recomendada de carotenoides es de 25 mg.

6. Recomendaciones

Se recomienda hacer estudios del pan dulce elaborado con harina de trigo integral y harina de zanahoria (*Daucus carota* L), para proporcionar las evidencias necesarias de comprobación para que sea un alimento legalmente funcional.

De acuerdo con la literatura existen pruebas de valoración de estado nutricional, las cuales son: examen clínico, el cual se basa en la evaluación de síntomas que presenta el paciente o consumidor, el segundo son métodos bioquímicos la cual se lleva a cabo con una cromatografía de suero y la tercera es la ingesta dietética que se basa en tablas de nutrición.

Además de la determinación de β - carotenos y vitamina A presente en el producto.

7. Referencias

1. Araí, S. 1997. Functional foods. *Nippon Yakurigaku, Zasshi* 110.
2. Astaíza M, Ruíz L, Elizalde A. 2010. Elaboración de pastas alimenticias enriquecidas a partir de harina de quinua (*Chenopodium quinoa wild.*) y zanahoria (*Daucus carota*). facultad de ciencias agropecuarias. Vol 8. no.1.
3. ATBC Group (Alpha-Tocopherol, Beta-caroteno Cancer Prevention Study Group).1994. The effect of vitamin E and beta- carotene on the incidence of lung cancer and other cancers in male smokers. *N. Engl. J. Med.*
4. Bates, CJ; Chen, S-J; MacDonald, A; Holden, R. Quantitation of vitamin E and a carotenoid pigment in cataract us human lenses and the effect of a dietary supplement. *Internat. J. Vit. Nutr.*
5. Blot, WL; Li, J-Y; Taylor, PR, y cols. 1993. Nutrition intervention trials in Linxian, China: supplementation whit specific vitamin/ mineral combination, cancer incidence, and disease-specific mortality in the general population. *J. Natl Cancer Inst.*, 85.
6. Bone, RA; Landrum, JT; Tarsis, SL. 1985. Preliminary identification of the human macular pigment. *Vision Res.*25.
7. Borderías, A.J., I. Sánchez-Alonso and M. Pérez-Mateos. 2005. New applications of fibers in foods: Addition to fishery products. *Trends in Food Science and Technology* 16(10).
8. Cañas, Zoraida; Restrepo, Alonso; Cortés Misael. 2011. Vegetable Products as Source of Dietary Fiber in the Food Industry: A Review. *Rev. Fac. Nal. Agr. Medellín* 64 (1).
9. Chen, Mei-Fang. 2011. The mediating role of subjective health complaints on willingness to use selected functional foods. *Food Quality and Preference* 22(1).
10. Correa Pinto Augusto Michelle. 2008. Por una mejor calidad panadera. *Revista Énfasis Alimentaria* no.7.
11. De la Vega G. 2009. Proteínas de la harina de trigo: clasificación y propiedades funcionales. *Temas de ciencia y tecnología.*

12. Deharveng, G; Charrodere, UK; Slimani, N; Southgate, DAT; Riboli, E. 1999. Comparison of nutrients in the Food Composition Tables available in the nine European countries participating in the EPIC. Eur. J. Clin. Nutr.53.
13. Diplock, A., P. Aggett, M. Ashwell, F. Bornet, E. Fern and M. Roberfroid. 1999. Scientific concepts of functional foods in Europe: Consensus document. British Journal of Nutrition 81(1).
14. Diplock, A; van Poppel, G. 2001. Functions of antioxidant vitamins beyond RDAs. En: Walter P, Horning D, And Moser, U (Eds): Functions of vitamins beyond Recommended Dietary Allowances. Bibl. Nutr. Dieta.55.
15. Diplock, AT. 1995. Safety of antioxidant vitamins and β -carotene. Am. J. Clin. Nutr. 62.
16. Drago, Ma. Eliza, López Marisol, Saínz Teresita del Rosario. 2006. componentes bioactivos de alimentos funcionales de origen vegetal. Redalyc. Volumen 37. no.4.
17. Edmon, J.E. 1984. Principios de horticultura. Cia. Editorial Acribia S.A Zaragoza, España.
18. Eim, V., S. Simal, C. Roselló and A. Femenia. 2008. Effects of addition of carrot dietary fiber on the ripening process of a dry fermented sausage (sobrassada). Meat Science 80(2).
19. Elleuch, M., D. Bedigian, O. Roiseux, S. Besbes, C. Blecker and A. Hamadi. 2011. Dietary fiber and fiber-rich by-products of food processing: Characterization, technological functionality and commercial applications: A review. Food Chemistry 124(2).
20. Énfasis alimentación. 2008. Publicación de FLC. S. A. Revista no.7
21. Esquivel María Guadalupe. 2008. El consumidor mexicano y los alimentos funcionales. International Food Technology Summit. México, DF.
22. Ferguson, L. 2009. Nutrigenomics approaches to functional foods. Journal of the American Dietetic Association 109(3).
23. Gamboa L; Gonzales M; Hurtado E, 2007. Valoración nutricional y sensorial de panquecas elaboradas a base de harina de trigo (*Triticum aestivum* L.) y zanahoria (*Daucus carota* L.), IDESIA (Chile), volumen 25, no.1.

24. Garewall, H. 1995. Antioxidants in oral cancer prevention. *Am. J. Clin. Nutr.*, 62.
25. Gaziano, JM; Hennekens, Ch. 1993. The role of β -carotene in the prevention of cardiovascular disease. *Ann. N.Y. Acad. Sci.* 691.
26. Gerster, H. 1992. Potential role of beta-carotene in the Prevention of cardiovascular Disease. *Internat. J. Vit. Nutr. Res.* 61.
27. Gey, F; Brubacher, GB; Stahelin, HB. 1987. Plasma levels of antioxidant vitamins in relation to ischemic heart disease and cancer. *Am. J. Clin. Nutr.* 45.
28. Granado, F; Olmedilla, B; Blanco, I; Gil-Martínez, E; Rojas-Hidalgo, E. 1997. Variability in the intercomparison of food carotenoid content data: A user's point of view. *Crit. Rev. Food Sci. & Nutr.* 37.
29. Greenfield, H; Southgate, DAT. 1992. *Food Composition Data. Production, Management and Use.* U. K. Chapman Hall.
30. Handelman, GJ; Dratz, EA; Reay, CC; van Kuijk, JGM. 1988. Carotenoids in the human macula and whole retina. *Invest. Ophthalmol. Vis. Sci.* 29.
31. Handelman, GJ; Snodderly, MD; Adler, AJ; Russett, MD; Dratz, EA. 1992. Measurement of carotenoids in human and monkey retinas. *Meth. Enzimol.* 213.
32. Hasler, C. M, Bloch, A. S., Thompson, C. A, Enrione, E., & Manning, C. 2004. Position of the American Dietetic Association: Functional Foods. *J. Am Diet Assoc* 104.
33. Hennekens, CH; Buring, JE; Manson, JE, y cols. 1996. Lack of effect of long-term supplementation with beta-carotene on the incidence of malignant neoplasm and cardiovascular disease. *N. Engl. J. Med.* 334.
34. Herrera G. 2008. Desarrollo de una sopa semi-instantánea fortificada. Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de ingeniería.
35. Hirahara, T. 2004. Key factors for the success of functional foods. *Biofactors* 22.
36. Jarrin S. y Montejo M. 2011. Las zanahorias. *Boletín nutricional.* Fundación universitaria iberoamericana.

37. Jiménez, C., F. Sánchez y B. Olmedilla, 2004. Estrategias tecnológicas en el desarrollo de derivados cárnicos funcionales. pp. 77-90. En: Fundación Española de la Nutrición. La carne y los productos cárnicos como alimentos funcionales. Editec Red, Madrid.
38. Kohlmeier, L; Hastings, SB. 1995. Epidemiologic evidence of a role of carotenoids in cardiovascular disease prevention. *Am. J. Clin. Nutr.*62.
39. Lajolo, F. M. 2002. Functional Foods: Latin American perspectives. *Br J Nutr* 80 Suppl 1.
40. Mangels, AR; Holden, JM; Beecher, GR; Forman, MR; Lanza, E. 1993. Carotenoid content in fruits and vegetables: An evaluation of analytical data. *J. Am. Diet. Assoc.* 93.
41. Mayne, ST. 1996. Beta-carotene, carotenoids, and disease prevention in humans. *FASEB J.*10.
42. Olmedilla Alonso Begoña, Granado Lorenzo Fernando, Blanco Navarro Inmaculada. 2008. Carotenoides y la salud humana. Fundación española de la nutrición.
43. Omenn, GS; Goodman, GE; Thornquist, MD, y cols. 1996. Effects of a combination of beta carotene and vitamin A on lung cancer and cardiovascular disease. *N. Engl. J. Med.*334.
44. Osuna, Mariana B., Avallone, Carmen M., Montenegro, Susana B., Aztarbe, marrcela.2006. Elaboración de pan fortificado con ácidos grasos Omega 3 y 6. Universidad Nacional del Norte, Comunicaciones Científicas y Tecnológicas. resumen T-094.
45. Peto, R; Doll, R; Buckley, JD, y cols.1981. Can dietary β -carotene materially reduce human cancer rates? *Nature*, 290.
46. Poorvliet, EJ; West, CE. 1993. The carotenoid content of foods with special reference to developing countries. Vitamin A Field Support Project (VITAL) De.
47. Revista del consumidor, 2001. Calidad de miel de abeja. no.287.
48. Robertfroid, M. B. 2002. Global view on functional foods: European perspectives. *Br J Nutr* 88 Suppl 2.

49. Rodríguez, R., A. Jiménez, J. Fernández, R. Guillén and A. Heredia. 2006. Dietary fiber from vegetable products as source of functional ingredients. *Trends in Food Science and Technology* 17(1).
50. Rodríguez-Amaya, DB. 1997. Carotenoids and Food Preparation: The retention of provitamin A carotenoids in prepared, processed and stores foods. U. S. Agency for International Development (USAID).
51. Rojas-Hidalgo, E; Olmedilla, B. 1993. Carotenoids. *Int. J. Vit. Nutr. Res.*, 63.
52. Ross, S. 2000. Functional foods: the Food and Drug Administration perspective. *Am J Clin Nutr* 71.
53. Sarmiento Rubiano L.A. 2006. Alimentos funcionales una nueva alternativa de alimentación. *Revista Orinoquia* vol.10. no.001. Universidad de los Llanos, Villa vicencio Colombia.
54. Silvina Knass Patricia. 2008. Riesgos según la clase de pan. *Revista Énfasis Alimentaria* no.7.
55. Smoot, Rc. 1993. *Chemistry*, McMillan/ McGraw-Hill.
56. Steinmetz, K; Potter, JD. 1996. Vegetables, fruits and cancer prevention: A review. *J. Am. Diet. Assoc*, 96.
57. Thompson, H.C y W.C. Kelly. 1957. *Vegetable crops*. McGraw Hill Book Company. New York.
58. Van den Berg, H; Faulks, R; Granado, F; Hirschberg, J; Olmedilla, B; Sandman, G; Southon, S; Stahl, W. 2000. The potential for the improvement of carotenoid levels in foods and the likely systemic effects. *J. Sci. Food Agric*, 80.
59. Van Poppel, G; Goldbohm, RA. 1995. Epidemiologic evidence for β -carotene and cancer prevention. *Am. J. Clin. Nutr*, 62.
60. Vit, Patricia; Gutiérrez, María Gabriela; Titera, Dalibor; Berdnar, Michael; Rodríguez, Antonio Jesús. 2008. Mielles checas categorizadas según se actividad antioxidante. *Acta bioquímica Clínica Latinoamérica*. Buenos Aires, Argentina. vol 42. numero 002.

61. Yeum, K-J; Taylor, A; Tang, G; Russell, RM. 1995. Measurement of carotenoids, retinoids and tocopherols in human lesions. Invest. Ophthalmol. Vis. Sci, 36.
62. Ziegler, RG. 1993. Carotenoids, cancer and clinical trials. Ann. N. Y. Acad. Sci., Vol. 691.

Páginas web:

1. http://www.profeco.gob.mx/revista/pdf/est_06/mantequillas_ene06.pdf
2. <http://ocw.upm.es/botanica/plantas-de-interes->
3. http://www.alimentariaonline.com/media/MLC036_nuez.pdf
4. http://www.profeco.gob.mx/revista/pdf/est_04/leche_dic04.pdf
5. http://www.censia.salud.gob.mx/descargas/infancia/2010/2.9._Estrategia_Salud_Alim.pdf
6. http://www.siea.sagarpa.gob.mx/index.php?option=com_wrapper&view=wrapper&Itemid=275
7. http://prug.espacios.net.mx/promesa/sitio/archivos/FICHA_TECNICA_REXAL_CASERO.PDF