UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA TIERRA

CARRERA AGROINDUSTRIAS

INGENIERO/A AGROINDUSTRIAL

TÍTULO

"REVISIÓN DOCUMENTAL SOBRE FIBRAS DIETÉTICAS DE UN SUBPRODUCTO DE NARANJA Y SU APROVECHAMIENTO AGROINDUSTRIAL"

AUTOR

ENMA JESSICA CHUQUI YANTALEMA

ROGER ERICK FREIRE IBARRA

DIRECTOR DE PROYECTO

MSc. SANTIAGO NICOLAS AGUIAR NOVILLO

Puyo – Ecuador

2021

DECLARATORIA DE AUTORÍA

Quienes suscriben Enma Jessica Chuqui Yantalema con C.I 160070169-0; Roger Erick Freire Ibarra con C.I 150082892-4, hacen constar que son autores del Trabajo de Integración Curricular titulado: REVISIÓN DOCUMENTAL SOBRE FIBRAS DIETÉTICAS DE UN SUBPRODUCTO DE NARANJA Y SU APROVECHAMIENTO AGROINDUSTRIAL, el cual constituye una elaboración personal realizada únicamente con la dirección del Tutor de dicho trabajo, MSc. Santiago Nicolas Aguiar Novillo. En tal sentido, manifestamos la originalidad de la conceptualización del trabajo como interpretación de datos y elaboración de conclusiones dejando establecido que aquellos aportes intelectuales de otros autores se han referenciado debidamente en el texto de dicho trabajo.

En el cantón Pastaza, a los 7 días del mes de julio del 2021.



…….

Enma Jessica Chuqui Yantalema

C.I: 160070169-0



…….

Roger Erick Freire Ibarra

C.I: 150082892-4

CERTIFICACIÓN DE APROBACIÓN POR EL TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

El tribunal de sustentación del Trabajo de Integración Curricular aprueba el Trabajo de Integración Curricular titulado: "REVISIÓN DOCUMENTAL SOBRE FIBRAS DIETÉTICAS DE UN SUBPRODUCTO DE NARANJA Y SU APROVECHAMIENTO AGROINDUSTRIAL".

_____

Manuel Lázaro Pérez Quintana, Ph. D

Presidente del Tribunal

_____

MSc. Cristhian Augusto Abad Basantes

Miembro del tribunal

_____

MSc. Edgar Rubén Chicaiza Reisancho

Miembro del tribunal

Certificado No. 190-SAU-UEA-2021

Puyo, 20 de julio de 2021

Por medio del presente **CERTIFICO** que:

El Trabajo de Integración Curricular correspondiente a los estudiantes: Jessica Chuqui Yantalema, con C.I. 1600701690 **y** Roger Erick Freire Ibarra, con C.I. 1500828924, con el Tema: **"REVISION DOCUMENTAL SOBRE FIBRAS DIETÉTICAS DE UN SUBPRODUCTO DE NARANJA Y SU APROVECHAMIENTO AGROINDUSTRIAL.",** de la carrera, Ingeniería Agroindustrial. Director de la investigación, MSc. Aguiar Novillo Santiago Nicolas, ha sido revisado mediante el sistema antiplagio URKUND, reportando una similitud del 7%, Informe generado con fecha 16 de julio de 2021 por parte del director conforme archivo adjunto.

Particular que comunico a usted para los fines pertinentes

Atentamente,

Ing. Italo Marcelo Lara Pilco M.Sc.
ADMINISTRADOR DEL SISTEMA ANTIPLAGIO URKUND – UEA - .

DERECHOS DE AUTOR

©2021, Enma Jessica Chuqui Yantalema; Roger Erick Freire Ibarra.

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo la cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el derecho de autor.

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Yo, Enma Jessica Chuqui Yantalema, declaro que el presente Trabajo de Integración Curricular, es de mi autoría y que los resultados del mismo son auténticos y originales. Los textos constantes en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autor, asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este Trabajo de Integración Curricular.



ENMA JESSICA CHUQUI YANTALEMA

No. Cédula: 160070169-0

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Yo, Roger Erick Freire Ibarra, declaro que el presente Trabajo de Integración Curricular, es de mi autoría y que los resultados del mismo son auténticos y originales. Los textos constantes en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autor, asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este Trabajo de Integración Curricular.



ROGER ERICK FREIRE IBARRA

No. Cédula: 150082892-4

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por derramar bendiciones sobre mí y dar fuerza a mi corazón, iluminando mi mente por ser mi guía y fortaleza en los momentos de debilidad, por brindarme una vida llena de experiencias y aprendizaje.

A mis padres, por la confianza y el apoyo, que sin duda alguna caminaron durante este trayecto de mi vida demostrándome su amor, corrigiendo mis faltas y celebrando cada uno de mis triunfos.

A mis hermanos, que me ayudaron afrontar los retos que se me presentaron a lo largo de mi vida, porque son mi mano derecha por estar siempre presentes y ser la razón por la cual me vi en este punto de mi vida.

A mi hija Abigail el mejor regalo que he recibido de Dios, mi gran motivación quien me impulsa a superarme día a día y poder luchar para que la vida nos depare un futuro mejor.

El más sincero agradecimiento a la Universidad Estatal Amazónica, a la Facultad de Ciencias de la Tierra en especial a la carrera de Ingeniería Agroindustrial por darme la oportunidad de obtener una profesión y acogerme en sus aulas durante estos 5 años.

A mi tutor Ing. Santiago Aguiar por creer en mí y darme la oportunidad de trabajar con él en este proyecto por él apoyo y las facilidades durante este tiempo para así poder culminar mis estudios.

A mis amigos que gracias a su apoyo y conocimientos hicieron de esta una de las mejores experiencias.

Finalmente, pero no menos importantes a mis profesores quienes marcaron sus enseñanzas en el futuro de todos nosotros y a quien les debo parte de mis conocimientos.

Enma Jessica Chuqui Yantalema

AGRADECIMIENTO

Quiero anunciar mis más sinceros agradecimientos a mi madre, que tanto en las buenas y en las malas he contado con su apoyo incondicional cuando lo he requerido, este logro es para ella y toda mi familia

Igualmente estoy muy agradecido con mi tutor de tesis, el Ing. Santiago Aguiar por regalarme minutos de su tiempo, dedicación y colaboración en la realización de esta tesis investigativa. Lo estimo mucho y de corazón deseo que siga así, con la humildad de siempre y bendiciones a toda su familia.

Por último, pero no menos importante dar gracias a todos mis conocidos, amistades y amigos que me han animado en este tiempo para culminar con la realización de esta tesis.

Muchas gracias a todo.

Roger Erick Freire Ibarra

DEDICATORIA

Dedico este trabajo principalmente a Dios por haberme dado la vida, forjar mi camino y permitirme llegar a este momento tan importante. A mis padres quienes siempre confiaron en mí, por su amor incondicional, esfuerzo, sacrificio y enseñanzas, pues sin ellos no lo habría logrado. Mis hermanos quienes con sus consejos fueron parte de este largo caminar por compartir momentos significativos conmigo, estar dispuestos siempre a escucharme y ayudarme en todo momento. A mi hija Abigail quien ha sido mi mayor motivación, a pesar de su corta edad me enseño y me sigue enseñando a encontrar él lado dulce a la vida. A mis amigos por los buenos momentos compartidos durante estos años de preparación. A mis maestros que tuvieron parte de mi formación profesional aportando con sus conocimientos para poder formar unos profesionales de excelencia.

Enma Jessica Chuqui Yantalema

DEDICATORIA

Este trabajo de tesis realizado en la Universidad Estatal Amazónica es un esfuerzo en el cual, directa o indirectamente, participaron distintas personas opinando, corrigiendo, teniéndome paciencia, dándome ánimo, acompañándome en los momentos de crisis y en los momentos de felicidad, este trabajo me ha permitido aprovechar la competencia y la experiencia de muchas personas que deseo dedicar este apartado.

A Dios, mi guía y fortaleza en todos los momentos de mi vida.

A mi madre Cruz Ibarra, porque además de motivarme a continuar, ha sido la que me han brindado apoyo incondicional a lo largo de mi formación académica,

A mi tutor, Ingeniero Santiago Aguiar, por su tiempo, conocimientos y paciencia entregados para poder lograr culminar con mi trabajo de investigación

A mi gran amiga Jessica Chuqui, por brindarme su amistad incondicional y compartir conmigo este logro académico.

A mis compañeros de la universidad por brindarme su amistad y compartir momentos gratos e inolvidables durante estos años de preparación profesional.

Mi mayor reconocimiento y gratitud a ustedes.

Roger Erick Freire Ibarra

RESUMEN

El propósito de este trabajo fue examinar diversos documentos que se concentran en los diferentes tipos de fibras y subproductos de naranjas que podrían ser útiles en los campos agroindustriales, mientras se evalúa el problema qué tales residuos traen al medioambiente y a las industrias alimentarias. Un documental cualitativo fue utilizado para la determinación instrumental a fin de caracterizar la calidad y métodos para la obtención de fibras dietéticas y la aplicación de coproductos agroindustriales, que permitirá determinar su eficiencia con dichos subproductos, los valores nutricionales y beneficios de consumir alimentos con fibras dietéticas ayudan en la prevención de enfermedades intestinales, trastornos cardiovasculares, diabetes, cáncer de colon, etc. Los valores obtenidos representan la caracterización de la naranja, considerando que esta tiene más fibra que jugo, ya que sus residuos están compuestos por semillas, cáscaras, albedo, aceites fundamentales y membranas carpelares, que simbolizan un volumen notable indicando las diferencias con relación a métodos de extracción del rendimiento de fibra soluble e insoluble. Como resultado, la investigación realizada demostró que la fibra tiene una baja concentración de proteínas y una alta concentración de fibra dietética, dicha fibra es muy recomendable en la aplicación de productos alimenticios como fuente importante de nutrientes.

Palabras clave: Fibra dietética, Aporte Nutricional, Residuos.

ABSTRACT

The purpose of this performance was to examine various documents that concentrate on the different types of fibers and by-products of oranges, that could be useful in the agro-industrial fields, while evaluating the problem that such residues bring to the environment and food industries. A qualitative documentary approach was used for the instrumental determination in characterizing the quality and methods of the extraction of dietary fibers in the application of agro-industrial co-products, which will allow to determine their efficiency with such by-products, the nutritional values, and benefits of consuming foods with dietary fibers help in the prevention of intestinal diseases, cardiovascular disorders, diabetes, colon cancer, etc. The obtained values represent the characterization of the orange, while considering that oranges have more fiber than juice since its residues are composed of seeds, peels, albedo, fundamental oils, and capillary membranes, which symbolize a remarkable volume when indicating the differences with relation to the methods of extraction of the yield of soluble and insoluble fiber. As a result, the research carried out demonstrated that fiber has a low concentration of protein and a high concentration of dietary fiber, such fiber is highly recommended in the implementation of food products as an important source of nutrients.

Keywords: Dietary fiber, Nutritional Contribution, Residues.

TABLA DE CONTENIDO

CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN 1

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA 2

1.2 OBJETIVOS 3

1.2.1 Objetivo general: *3*

1.2.2 Objetivos específicos: *3*

1.3 JUSTIFICACIÓN 3

CAPÍTULO 2: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA 5

2.1 NARANJA 5

2.1.1 Características taxonómicas *5*

2.1.2 DESECHO DE NARANJA (CITRUS SINENSIS & AURANTIUM) 6

2.1.3 Breve descripción de las variedades de naranjas. *6*

2.1.4 Producción de Naranja en el Ecuador *7*

2.1.5 Fibra Dietética *7*

2.1.6 Fibra Insoluble (FDI): *7*

2.1.7 Fibra soluble (FDS): *7*

2.2 FIBRA DIETÉTICA DE NARANJA 7

2.2.1 Componentes de la fibra dietética *8*

2.3 OBTENCIÓN DE HARINA 9

2.3.1 Descripción de las harinas cítricas *9*

2.3.2 Aplicación Industrial de harina cítrica *9*

2.3.3 Proceso de obtención de harinas *10*

2.4 OBTENCIÓN DE FIBRA DIETÉTICA 10

2.4.1 Descripción química de la fibra dietética *10*

2.4.2 Aplicaciones de la fibra dietética *10*

2.4.3 Proceso de obtención de fibra dietética *10*

2.5 OBTENCIÓN DE RESIDUOS FIBROSOS (SÁCULO) 11

2.5.1 Tratamiento de escaldado para la obtención de residuos fibrosos *12*

2.6 APLICACIÓN DE FIBRAS DIETÉTICAS DE NARANJA 13

2.6.1 Utilización de desperdicios de la industria cítrica de naranja como fuente de fibra dietética en la producción de alimentos "Snack". *14*
2.6.2 Utilización de fibra dietética de naranja en alimentos (Yogur) *16*
2.6.3 Aplicación de fibra dietética en la elaboración de cupcake *17*
2.6.4 Rendimiento de harina de cáscara de naranja en alimentación de Tilapias *17*
2.7 ORIGEN GEOGRÁFICO 18
2.8 ANÁLISIS QUÍMICO DE LA NARANJA 19
2.9 EVALUACIÓN MICROBIOLÓGICA 19
CAPÍTULO 3: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN 20
3.1 TIPO O DISEÑO DE INVESTIGACIÓN: 20
3.2 MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN: 21
CAPÍTULO 4: ANÁLISIS DE RESULTADOS 22
4.1 BÚSQUEDA DE INFORMACIÓN ORIENTADA A LA CARACTERIZACIÓN DE LA FIBRA DIETÉTICA INDUSTRIAL DE NARANJA 22
4.1.3 La cáscara de naranja *23*
4.1.4 Características mantenidas en estibas *24*
4.2 DETERMINACIÓN DE LOS PROCESOS PARA LA OBTENCIÓN DE FIBRAS DIETÉTICAS A PARTIR DE RESIDUOS QUE MEJOREN SUBPRODUCTOS. 27
4.2.1 Impacto del escaldado en la fibra dietética *27*
4.2.2 Efecto de la ebullición en la fibra dietética *27*
4.2.3 Repercusión de la molienda en la fibra dietética *27*
4.2.4 Rendimiento de la fibra insoluble *29*
4.2.5 Composición proximal *29*
4.2.6 Estudio de la hidrólisis enzimática de residuos de naranja *30*
4.2.7 Caracterización de Flavedo y Albedo *30*
4.2.8 Características de las semillas de naranja *31*
4.3 DESCRIPCIÓN DE APLICACIONES DE LA FIBRA DIETÉTICA DE NARANJA EN PRODUCTOS ALIMENTICIOS. 32
4.3.1 Utilización de fibra dietética en Yogur *32*
4.3.2 Productividad de harina de naranja en alimentación de Tilapias *33*
4.3.3 Aplicación de harina de naranja en la elaboración de cupcake *33*

4.3.4 Utilización de desperdicios de la industria cítrica de naranja como fuente de fibra dietética en la producción de alimentos "Snack". *34*
CONCLUSIONES.....36
RECOMENDACIONES 37
REFERENCIAS.....38

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2-1 Composición de la naranja (cada 100g de naranja comestible) 8
Tabla 2-2 Actividad de humedad y agua (Aw) de los "snack" de acuerdo a sus niveles de humedad del residuo y formulación.....15
Tabla 2-3 Fibra dietética del "snack" de acuerdo a su humedad del residuo de naranja y a su formulación.....16
Tabla 2-4 Información nutricional del cupcake. 17
Tabla 2-5 Tratamientos y composición de las raciones.....18
Tabla 2-6 Características fisicoquímicas del jugo y cáscaras de naranja (Citrus sinensis L.).....19
Tabla 2-7 Caracterización microbiológica del jugo y cáscaras de naranja.....20
Tabla 4-1 Elementos de los residuos fibrosos de la naranja.....23
Tabla 4-2 Valores bromatológicos de las cáscaras de naranja al salir de la industria a la otra (Citrus sinensis %).....24
Tabla 4-3 Fibra dietética en harinas de subproductos de naranja.....26
Tabla 4-4 Efecto de la molienda y escaldado en la fibra de naranja.....28
Tabla 4-5 Rendimiento de la fibra insoluble a partir de cáscaras de naranja 29
Tabla 4-6 Composición fisicoquímica de harina de subproductos de naranja 30
Tabla 4-7 Resultados de rendimiento de pruebas preliminares HAM.....31
Tabla 4-8 Porciones usadas durante el proceso de obtención del aceite de semillas de naranja procedentes de residuos 32
Tabla 4-9 Información nutricional de snack por 100 gramos de producto.....35

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2-1 Los alimentos Funcionales. 6
Figura 2-2 Sáculos de naranja 11
Figura 2-3 Diagrama de bloques sobre la obtención de fibra insoluble de cáscara de naranja 12

CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN

Para llevar a cabo el estudio “Revisión documental sobre fibras dietéticas de un subproducto de naranja y su aprovechamiento agroindustrial”, se realizó una investigación teórica con enfoque documental para obtener información específica sobre el aprovechamiento del bagazo como fibra dietética.

Según Zambrano (2008) la naranja es uno de los cítricos más apreciados en el mundo debido a su cantidad de zumo, su dulzura y por ser refrescante, a su vez por aportar nutrientes y vitaminas que necesita nuestro organismo.

Al contener 86% de agua, viene muy bien para hidratar a las personas que no suelen beber mucho, si lo consumimos en gajos aporta más de 2 gramos de fibra, y esto es muy beneficioso para combatir contra el estreñimiento. El interés por la fibra en la nutrición humana aparece con fortaleza, en la actualidad se preocupan por la relación que existe entre consumo inadecuado de fibra y el aumento de enfermedades degenerativas en la sociedad.

Así mismo, en la exploración de nuevas fuentes de fibras a partir de residuos (bagazo y cáscara) se ha iniciado el procedimiento de identificar procesos de obtención y la aplicación de los subproductos para productos alimenticios, puesto que el sobrepeso y la obesidad es una epidemia que afecta a todos los seres humanos. Al aprovechar el bagazo de la abundante producción de la naranja, e identificar los mejores métodos de extracción y beneficios de los desechos que producen la misma, disminuye la inmensa producción de residuos que se consideran normal para el hombre, los mismos que pueden llegar a ocasionar una progresiva degradación de nuestro entorno, que en algunas ocasiones pueden ser irreversibles en nuestro planeta siendo uno de los principales problemas que confrontamos hoy en día (Cedeño, 2014).

El presente trabajo de investigación tuvo como objetivo principal revisar de forma documental sobre fibras dietéticas de un subproducto de naranja y su aprovechamiento agroindustrial.

1.1 Planteamiento del problema

A lo largo de los años y en la actualidad las industrias de alimentos generan una gran cantidad de coproductos durante su elaboración, en especial los procedentes de industrias de origen vegetal (verduras y frutas). Estos productos una vez sometidos a diferentes procesos, pueden ser una fuente importante de compuestos funcionales (López, 2017).

La ausencia de un consenso terminológico entre los distintos países ha dificultado la investigación de los mercados de alimentos funcionales, pero todos los estudios parecen coincidir en que estos mercados mantienen un rápido crecimiento anual, con una tasa aproximada entre 8% y 14%. Esta tendencia varía de acuerdo con los cambios estadísticos y de consumo relacionados con la aparición de enfermedades derivadas de estilos de vida poco saludables (FAO, 2007).

La fibra dietética son componentes complejos de carbohidratos naturales. El alto consumo va asociado con la prevención y tratamiento de diferentes enfermedades como la obesidad, diabetes, cáncer, entre otras, para lo cual la fibra dietética se consideraría como promotor fitness, controlando el colesterol y grasas. Las empresas agroindustriales producen altas cantidades de subproductos durante su línea de producción que son desechados sin darles un uso previo, causando así una severa contaminación ambiental (Mendoza, 2007).

Por esta razón surge la necesidad de buscar nuevas alternativas de alimentación para solucionar esta problemática, la cual ayude a prevenir y controlar la obesidad, distintas enfermedades y controlar la glucosa en la sangre. Como nueva alternativa surge la utilización de fibras dietéticas en su dieta, unido a un estilo de vida sano. La mayoría de estos alimentos, con nutrientes extras pueden ser, de gran ayuda en la infancia y adolescencia, lo cual permitirá favorecer al organismo, estado mental y ayudar en tratamiento de enfermedades.

¿La fibra dietética de un subproducto de naranja pudiera emplearse en la obtención agroindustrial de un alimento funcional?

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo general:

- Revisar de forma documental sobre fibras dietéticas de un subproducto de naranja y su aprovechamiento agroindustrial.

1.2.2 Objetivos específicos:

- Caracterizar la fibra dietética de un subproducto industrial de naranja.
- Determinar los procesos para la obtención de fibras dietéticas a partir de residuos que mejoren subproductos.
- Describir la aplicación de la fibra dietética de naranja en productos alimenticios.

1.3 Justificación

La presente investigación tiene como finalidad buscar fuentes alternas de fibras dietéticas para la elaboración de alimentos, considerando que la industria agroalimentaria obtiene grandes cantidades de coproductos que son desechados directamente sobre el suelo sin ningún tratamiento previo, llegando a ser dañinos tanto para el ambiente como para la sociedad, unos de los coproductos más utilizados son las cáscaras de las frutas que son poco conocidas, pero tienen un gran aporte nutricional. La nueva tendencia es buscar nuevos nichos de mercado, aprovechando los coproductos como medio de alimentación humana a través de la elaboración de productos de usos alternativos, garantizando la calidad del mismo (Cervantes Delfin, Cruz López, & Campos Mondragon, 2016).

La fibra dietética es clasificada como Fibra Dietética Soluble (FDS) y Fibra Dietética Insoluble (FDI). La necesidad actual de añadirla como ingrediente principal alimenticio se debe a sus efectos terapéuticos, motivando la búsqueda de nuevas fuentes y métodos de obtención de residuos fibrosos de virtuosa calidad fisiológica como los originarios de los residuos agroindustriales de frutas y hortalizas (Mendoza, 2007).

Actualmente, el aprovechamiento de los residuos agroindustriales es un tema de gran interés debido a su posible aplicación en la alimentación humana, perfumería, agronómica, farmacéutica y animal (Nawirska, Grigelmo.Miguel, & Martin-Belloso, 2005). Una de las aplicaciones de estos residuos es su aprovechamiento como fuente de Fibras Dietéticas como alimento humano por su

alto contenido de sodio, potasio y vitaminas B, siendo de un inmenso interés los residuos provenientes de la naranja, fruto de gran comercialización y consumo (FEN, 2017).

Los subproductos son una fuente importante de aditivos alimentarios como la fibra dietética, antioxidante, ácidos grasos, antimicrobianos y minerales. El uso de esos coproductos contribuye a la formulación de nuevos productos. La incorporación de fibras al consumo diario es de vital importancia, debido que contiene un alto valor nutricional y gran cantidad de antioxidantes. Lo cual va relacionado con efectos beneficiosos para la salud, se puede ampliar para tratar y prevenir patologías gastrointestinales, diabetes, hipertensión arterial y obesidad. Su consumo va relacionado con la prevención de tumores en especial el cáncer colorrectal (Vega, 2015).

La producción y consumo mundial de los cítricos ha pasado por un enorme crecimiento a partir de la década de los ochenta del siglo XX. La producción de cítricos se ha expandido rápidamente en 2018/19 alcanzando un récord de 101.5 millones de t, con aumento interanual del 9%; correspondiendo el 53,4% de naranjas; el 31,5% de pequeños cítricos (más conocidos como mandarinas); el 8,3% limones y limas y el 6,7% a pomelos. El consumo de cítricos en fresco, se estima en 73,2 millones de t; siendo las naranjas y las mandarinas los principales cítricos consumidos, representando el conjunto del 83% a partes iguales prácticamente. El consumo en zumos alcanzaría 28 millones de t, dominado por las naranjas transformadas con el 83,8% del conjunto de cítricos (García, 2019).

Los alimentos cítricos aportan una gran cantidad de fibras dietéticas, lo que hace indispensable para el tratamiento de patologías crónicas. Por lo que nace el interés de conocer el aporte total de fibras dietéticas (solubles e insolubles) en los residuos obtenidos de naranjas, mediante el estudio de varios procesos necesarios para conocer los beneficios o desventajas (Olabinjo, Ogunlowo, Ajayi, & Olalusi, 2017).

El ingeniero agroindustrial debe aprovechar estos coproductos, dando un valor agregado para destinarlo al consumo humano o animal, aplicando las técnicas apropiadas, para transformar y recuperar un alto porcentaje de estos coproductos contribuyendo así a la mejora de la productividad y rentabilidad.

CAPÍTULO 2: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.1 NARANJA

La naranja es el más importante de los cítricos comerciales que se producen en el mundo. Por sus características nutricionales ayuda al fortalecimiento de las defensas del organismo, debido a su contenido en vitaminas C, complejo B y E, sales minerales, ácidos orgánicos y pectina, componentes que fortalecen la circulación y propiedades anticancerígenas del estómago (García, 2019)

Actualmente, la categoría de la naranja dulce *(Citrus sinensis)* es la más comercializada por su larga temporada de producción y su adaptación a diversas condiciones ambientales, a causa de su color agradable y sabor dulce. Los avances tecnológicos y evoluciones en los estilos de vida y gustos de los consumidores motivan al desarrollo de nuevos productos, aprovechando no solo únicamente el jugo, también los residuos para la obtención de fibras dietéticas, pectinas y aceites esenciales (Chimborazo, 2011).

2.1.1 Características taxonómicas

La especie de los cítricos comerciales ordenadas según su importancia se destacan a continuación:

Reino: Vegetal

Orden: Geraniales

Clase: *Dicotyledonea*

División: *Embryophyta*

Familia: *Rutaceae*

Tribu: *Citreae*

Género: *Citrus*

Especie: *Citrus sinensis* (L) – Naranja dulce

Variedad: Naranja común, sucreña, sanguina o pigmentada y navel.

2.1.2 Desecho de naranja (*Citrus sinensis & Aurantium*)

Los sáculos de la naranja representan una buena cantidad y calidad fisiológica, ya que son ricos en fibra dietética (70%) y poseen una buena relación entre FDS/FDI y de aquí la necesidad de obtener fibras dietéticas con una tecnología apropiada y que permita una buena conservación e inocuidad para los consumidores, los desechos de naranja se muestran en la siguiente figura (Chimborazo, 2011).



Figura 2-1 Los alimentos Funcionales.

Fuente: Realizado por Portal Alimentatec, (2016)

2.1.3 Breve descripción de las variedades de naranjas.

Campelo Valle (2020) indica que hay dos tipos de variedades comerciales que son las siguientes:

2.1.3.1 Naranja Dulce

Es la fruta cítrica que ha alcanzado mayor popularidad, tanto para el consumo fresco como para la industrialización de su jugo. Se sabe cuatro grupos: de ombligo, sin acidez, comunes y pigmentadas.

2.1.3.2 Naranjas Ácidas

Entre las naranjas ácidas está la naranja agria, que se usaba como patrón, y otras ácidas que se usan como ornamentales o para la extracción del aceite de neroli de las flores.

2.1.4 Producción de Naranja en el Ecuador

En el Ecuador las zonas esenciales de producción de naranja conforman la provincia de Manabí con 86.000 Tm, seguido de la provincia de Los Ríos con 57.000 Tm, la región Sierra con 51.000 Tm, y finalizando la provincia de Bolívar con 57.000 Tm y Esmeraldas con 26.538 Tm. Ecuador cuenta con una superficie de cultivo de naranja con mucha fluctuación, esto se debe a que no existen buenas prácticas agrícolas y agroindustriales en el cultivo de la naranja, incorporando una adecuada fertilización, riego periódicamente y poda (Astudillo, 2018).

2.1.5 Fibra Dietética

Son carbohidratos no digeribles se pueden clasificar en dos tipos, colónicos (fibra alimentaria) y prebióticos. Los colónicos son carbohidratos que llegan al colon, sirven de sustrato para los microorganismos originando energía, sustratos metabolismos y micronutrientes para el hospedador. En este grupo se pueden incluir los polisacáridos estructurales de plantas con pectinas, hemicelulosas o celulosas, gomas u oligosacáridos. Los prebióticos también estimulan el crecimiento selectivo de determinada especie beneficiosa como bifidobacterias y lactobacilos de la microbiana intestinal (Rivera Quixchan, Gonzales Cortes, Reyes Garcia, & Jimenez Vera, 2018).

2.1.6 Fibra Insoluble (FDI):

Es la parte insoluble en agua fermentable, tienen efectos laxantes y regulador intestinal, comprende celulosa, hemicelulosa y lignina (Robles, 2001).

2.1.7 Fibra soluble (FDS):

Es la parte soluble en agua, llega al colon donde es fermentada, permitiendo el desarrollo de la flora intestinal, retrasan la velocidad del tránsito intestinal y disminuye la concentración sanguínea de colesterol y glucosa. Las FDS pueden variar entre 15,0% a 50,0% de la FDT (Robles, 2001).

2.2 Fibra Dietética de naranja

La cáscara de naranja es el residuo aprovechable de la naranja más primordial, es un desecho exuberante en aceites esenciales, azúcares y pigmento (Moreno, 2004), contienen más fibra que el jugo extraído de estas. Asimismo, la fibra está generalmente concentrada mayormente en la cáscara y capas exteriores de los vegetales, tienen un contenido de fibras de 3,9 g; la variación puede ser atribuida a las diversas variedades y al método de extracción (Alvarez, Chamarro, & Matos, 2009).

Las fibras extraídas de frutas resultan más prácticas debido a que muestran una composición más equilibrada, menor contenido catiónico y ácido fítico, mayor capacidad de hidratación y retención de aceite, así como también una superior fermentabilidad colónica; la fibra actual en la cáscara de naranja está alrededor de 9 – 11% y está constituida básicamente de sustancias pécticas y celulosa, aunque el sabor amargo de estos residuos ha limitado su nivel de incorporación en alimentos (Alvarez, Chamarro, & Matos, 2009).

Chimborazo (2011) reporta la composición química de la naranja, cuyos resultados se muestran en la tabla 2-1.

Tabla 2-1

Composición de la naranja (cada 100g de naranja comestible)

Componentes	**Según USD A**	**Según la composición Ecuatoriana**
Carbohidratos	8,9 g	17 g
Proteínas	0,94 g	0,9 g
Agua	86,75 g	86,6 g
Fibra alimentaria	2,4 g	2,5 g
Vitamina C	53,2 mg	57 mg
Calcio	40 mg	36 mg
Hierro	0,10 mg	0,6 mg
Fósforo	14 mg	23 mg

Fuente: USDA y Composición de los Alimentos Ecuatorianos (2009)
Realizado por: Chimborazo María

2.2.1 Componentes de la fibra dietética

2.2.1.1 Celulosa

Es un polisacárido formado por unidades de glucosa que están unidad por enlaces β 1-4 glucosídicos de al menos 500 residuos de β-D-glucosa unidos covalentemente. Este tipo β permite a la celulosa formar cadenas largas y lineales unidas entre sí mediante puentes de hidrógenos (Huaman & Jahiro, 2019).

2.2.1.2 Hemicelulosa

Son un conjunto irregular de polisacáridos (de pentosas, sobre todo D-xilano) bifurcaciones que se unen firmemente entre sí y las microfibrillas de celulosa, mediante puentes de hidrógeno, tienen estructura amorfa o paracristalina (Huaman & Jahiro, 2019).

2.2.1.3 Lignina

Este es un material hidrófogo y rígido formado por la polimerización de tres alcoholes aromáticos: cumarílico, coniferílico y cinapílico, se unen a muchos polisacáridos generando una estructura fuerte y resistente a la degradación (Huaman & Jahiro, 2019).

2.2.1.4 Pectina

Son polisacáridos diferentes que engloban abundantes residuos de ácido galacturónico, que le da una carga negativa global y un alto grado de hidratación (Huaman & Jahiro, 2019).

2.3 Obtención de Harina

2.3.1 Descripción de las harinas cítricas

Son productos en polvo granulado que se obtiene a través de procesos de secado y molienda de los subproductos de las frutas cítricas que son generadas en el proceso agroindustrial. Los subproductos utilizados para la elaboración de harina son principalmente cáscaras, semillas y las membranas capilares, las cáscaras son antioxidantes naturales como los compuestos fenólicos y ácido ascórbico (Espinosa, 2012).

2.3.2 Aplicación Industrial de harina cítrica

2.3.2.1 Consumo humano

Las harinas obtenidas a partir de subproductos tienen propiedades funcionales y se puede emplear como aditivos funcionales en distintos alimentos para el consumo humano (Espinosa, 2012).

2.3.2.2 Consumo animal

Las harinas cítricas también se pueden utilizar como alimentos no convencionales para implementar necesidades nutricionales en la alimentación de ganado bovino, ovino y porcino. Las harinas cítricas constituyen una fuente potencial de enriquecimiento para la nutrición mejorando los canales de buena calidad con una alta productividad y mejor rentabilidad en animales rumiantes y no rumiantes. Además,

representa una alternativa económica al ser un producto que se obtiene de subproductos que evitan la contaminación ambiental (Espinosa, 2012).

2.3.3 Proceso de obtención de harinas

Para la obtención de harinas, se realizan dos operaciones unitarias básicas; el secado de la materia prima y la reducción de tamaño por molienda. El secado es el proceso donde se reduce el contenido de agua presente en el sólido la cual puede hallarse asociada al mismo a través de distintas fuerzas de atracción (Espinosa, 2012).

2.4 Obtención de Fibra dietética

2.4.1 Descripción química de la fibra dietética

Los polisacáridos que constituyen la fibra dietética implican polisacáridos amiláceos y oligosacáridos persistentes a la digestión como la celulosa, arabinoxilanas, hemicelulosa, polifructosa, arabinolactanas, oligofructanas, inulina, gomas, galactoligosacáridos, mucílagos y pectinas; análogos de hidratos de carbono como dextrinas indigeribles, dextrinas resistentes y maltodextrinas resistentes; compuestos sintéticos de hidratos de carbono como polidextrosa, metilcelulosa, hidroxipropilmetilcelulosa y almidones resistentes; ligninas y sustancias pépticas (Espinosa, 2012).

2.4.2 Aplicaciones de la fibra dietética

La fibra que se extrae de la cáscara puede ser utilizada en la industria alimenticia para formular productos dietéticos, bajos en calorías y ricos en fibras que requieren retención de aceites y humedad. Las propiedades y composición dependen mucho de la fuente de la cual se extrajo, lo que debe ir de acuerdo a sus propiedades físicas, químicas y sensoriales deseadas (Espinosa, 2012).

2.4.3 Proceso de obtención de fibra dietética

La naranja dispone de una estimable cantidad de fibra, tanto de tipo soluble como insoluble, siendo singularmente abundante en pectina, tanto en el albedo como en la pulpa. Los métodos de análisis para la medición de fibra cruda son pocas y los resultados reflejan una sexta o séptima parte de fibra total. Se realiza a base de la digestión ácida y alcalina. El aislamiento químico consiste en la solubilización de los carbohidratos, lípidos y proteínas utilizando agentes químicos como solventes, para separar de la fibra dietética compuesta como celulosa, hemicelulosa, pectinas y lignina (Espinosa, 2012).

La producción de fibra, así como sus propiedades, están en función de la fuente empleada (leguminosas o cereales, vegetales y frutas), de su estado de madurez, tiempo de producción, lugar de cosecha y procedimiento al que sea sometida (Pérez, 2003). Los métodos tradicionales para la obtención de Residuos Fibrosos (RF) involucran operaciones como trituración para disminuir el tamaño de la partícula; lavado para eliminar carga microbiana, residuos y azucares simples; secado y filtración para alargar su vida útil y, finalmente, la molienda y el envasado (Sanchez, 2001).

Actualmente, incluso son empleados métodos como extrusión, auto clavado e hidrólisis en medios ácidos o alcalinos, que se aplican en fuentes de alto contenido de FDI con el fin de hidrolizar trozos de esta fracción para conseguir una mejor relación FDS/FDI y para incitar a los Residuos Fibrosos propiedades funcionales deseables para un sistema alimenticio específico (Pérez, 2003).

Las industrias destinadas a la fabricación de jugos y concentrados cítricos ejecutan una serie de etapas para su producción. Los residuos obtenidos (cáscaras, semillas y sáculo) representan un 50% del fruto entero (Nawirska, Grigelmo.Miguel, & Martin-Belloso, 2005).



Figura 2-2 Sáculos de naranja

Fuente: Mendoza Nerio (2007)

2.5 Obtención de residuos fibrosos (Sáculo)

Según Mendoza (2007) una vez se haya lavado, cortado y extraído el jugo de la naranja se procede a la extracción de los sáculos, esto se realiza con un equipo TURMIX estándar a velocidad alta. Se apartaron manualmente los sáculos de las cáscaras, los cuales fueron troceados a un tamaño aproximado de ¼.

Las cáscaras disponen de un alto contenido de aceites esenciales que son utilizados en la industria alimentaria como potenciadores de sabor y aroma en la preparación de zumos, bebidas refrescantes, concentrados y esencias; también se usan para la producción de pectinas para la industria farmacéutica y de alimentos (Bao, Viera, & Torres, 2018).

Para extraer la fibra de naranja se procede a la rebaja de tamaño y la aplicación de ácido clorhídrico y de hipoclorito de sodio. El proceso para la obtención de fibra insoluble a partir de las cáscaras de naranja se muestra en la siguiente figura.

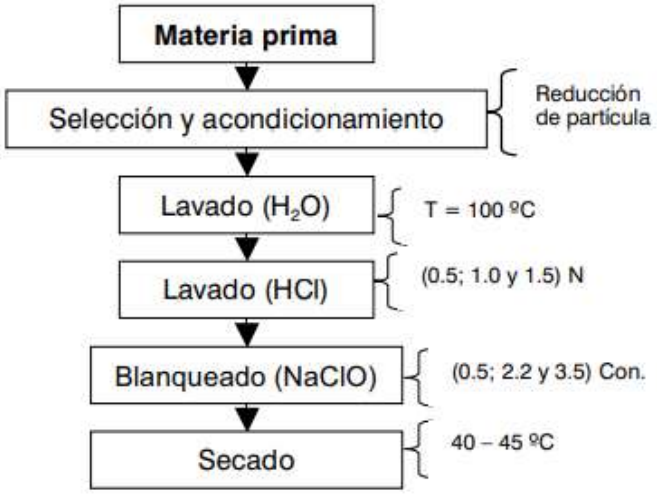

Figura 2-3 Diagrama de bloques sobre la obtención de fibra insoluble de cáscara de naranja

Fuente: Cayo Alvarez (2009)

2.5.1 Tratamiento de escaldado para la obtención de residuos fibrosos

El escaldado es una fase térmica corta aplicada a hortalizas y frutas, antes de ponerlas en conservación deshidratadas, congeladas o enlatadas; los alimentos suelen ser escaldados aplicándoles vapor, agua, aire caliente o por radiación microondas de 1 a 3 minutos, tomando en cuenta su tamaño y naturaleza. Ahora se aplican procesos térmicos de temperaturas altas y tiempos cortos (HTST) ya que favorecen a la preservación de ciertos nutrientes, vitaminas y protegen el color (Zambrano, 2008).

4.5.1.1 Tipos de escaldado

***4.5.1.1.1 Inmersión en agua*:** Este método consiste en pasar el alimento por agua caliente, a temperaturas de 75 – 100°C con tiempos controlados y con ello la

trasferencia de calor sobre el alimento es superior, pero las pérdidas a causa de la lixiviación son mayores y el volumen de agua que se necesita para este método es mayor que en los de vapor de agua (Durán & Pulido, 2007).

***4.5.1.1.2 Vapor de agua*:** Se utiliza vapor saturado a presión atmosférica o mayor; a este tipo de escaldado se caracteriza por el mecanismo de trasferencia de calor a baja lixiviación de elementos solubles bajo potencial de contaminación y pequeño volumen de agua necesario para su utilización. Este tipo de escaldador es más costoso que los escaldadores de agua (Durán & Pulido, 2007).

***4.5.1.1.3 Ebullición*:** Una vez extraídos los sáculos fueron sujetos a un procedimiento térmico por medio de un escaldado con agua a 95°C por 5 minutos, se destilaron con ayuda de un cedazo y se enjuagan con agua a temperatura ambiente (Mendoza, 2007).

4.5.1.2 Molienda.

El propósito fundamental de la molienda es reducir el tamaño de un material (en harina) que harán frente a las variables necesidades para el consumidor. Desgraciadamente el tipo de molienda empleada para la producción de harinas lleva a la pérdida de algunos nutrientes, como vitaminas, minerales y fibra (Durán & Pulido, 2007).

Para la extracción de fibras de naranja se procede a la reducción del tamaño en función a las operaciones de molido y tamizado (a diferencia granulometría 50 - 500 µm) y con ello desarrollar productos con alto contenido de fibra (Sanchez, 2001).

2.6 Aplicación de fibras dietéticas de naranja

Es de vital importancia conocer las propiedades que posee la fibra dietética de la naranja ya que de ello depende las funciones específicas que requieren ciertos tipos de alimentos, mejorando así la calidad sensorial, nutritiva y funcional del producto final (Mendoza, 2007). Hoy por hoy a nivel industrial, la pectina se retira regularmente de residuos de naranja, derivados de la producción de jugo (Zegada, 2015).

Las fibras de naranja resulta una extraordinaria alternativa para las industrias de pulpas y jugos en las que no solamente pueden aprovechar el jugo, sino también los residuos que pueden servir para otros fines tecnológicos y de esta forma abaratar los

costos de producción. La utilización de fibras dietéticas, actualmente está muy a la moda por sus beneficios funcionales y nutricionales, por lo cual, la mayoría de las industrias que utilizan esta importante sustancia alimentaria, definen que mientras la fibra tenga mayor poder de hidratación es mejor, porque ayuda a mantener la humedad del alimento, mejora la viscosidad, aumenta el volumen de la masa, contiene ácido graso *trans*, no sufre efectos de oxidación y excelente alimento terapéutico. Es un producto neutral en términos de sabor, aroma, color y no afecta las características organolépticas del producto que lo contiene (Chimborazo, 2011).

Ayala & Villa (2011) señalan que el procesamiento de frutas va acompañado de la generación de subproductos en proporciones considerables. Una de sus propuestas de aprovechamiento es la obtención de fibras dietéticas como aditivos alimentarios. Entre otros, estos han sido aplicados en productos horneados, bebidas, pastas, sopas, carnes, lácteos y confitería.

2.6.1 Utilización de desperdicios de la industria cítrica de naranja como fuente de fibra dietética en la producción de alimentos "Snack".

Se planteó formulaciones de un alimento de tipo "snack", aprovechando los residuos en polvo provenientes de la industria cítrica, como fuente de fibra dietética. Los "snack" comprenden una amplia gama de productos fáciles de comer, manipular y satisfacen al apetito en corto tiempo, a su vez su preparación es sencilla. Debido a los cambios de hábitos alimenticios su consumo ha ido en aumento (Sáenz, 2007).

A esto se suma la búsqueda de una alimentación saludable, que aporte vitaminas, bajo en colesterol y fibras dietéticas. La presente investigación tuvo como objetivo estudiar la incorporación de residuos de naranja en polvo, en combinación con otros ingredientes en la formulación de alimentos de "snack", ofreciendo un producto que sea rico en aporte energético y fibra dietética (Sáenz, 2007).

2.6.1.1 Métodos empleados

Se utilizaron los residuos de naranja de una industria procesadora de jugos, dicha industria divide el jugo de naranja del residuo, cáscara, albedo, compuestos de semillas, aceites esenciales y membranas carpelares (Sáenz, 2007).

2.6.1.1.1 Preparación del polvo de naranja*:* Los residuos de naranja fueron cocidos (5 minutos a 80°C), con la intención de reducir el contenido de los compuestos que confieren amargor; posteriormente se enfriaron con agua (3 minutos a 20 °C), y se desecaron a 60 °C en un túnel de aire forzado (2,0 m/s). Las semillas tuvieron un proceso distinto, se separaron manualmente y se disminuyó su tamaño en molinos (malla número 60) hasta obtener una granulometría entre 500 – 600 μm y se envasaron en frascos de vidrio en un lugar seco y oscuro (Sáenz, 2007).

2.6.1.1.2 Formulación y elaboración del "snack": Se plantearon 6 formulaciones, las variables consideradas fueron niveles húmedos del polvo de naranja (10,15 y 25%). Además, en la formulación se añadió miel y pasas corinto, dependiendo de los valores de inclusión del polvo de naranja (Sáenz, 2007).

2.6.1.1.3 Análisis fisicoquímico del polvo de naranja y del "snack": Se determinaron los contenidos de humedad del snack. Se determinó fibra soluble e insoluble y su fibra total. Mediante el método de micro Kjeldahl se comprobó las proteínas que contenía, y por medio de un secado en estufas se pudieron evaluar las cenizas, el contenido promediando que los "Snack" con 10% de humedad fue 1,9g/100m.s (Sáenz, 2007).

Tabla 2-2

Actividad de humedad y agua (Aw) de los "snack" de acuerdo a sus niveles de humedad del residuo y formulación

Humedad Del residuo	Snack 1	Snack 2	Snack 1	Snack 2
	Actividad de agua		Humedad (g/100g de producto)	
25%	0,71 – 0,3 aA	0,69 – 0,2 aA	17,4 – 0,2 aA	16,5 – 0,3 aB
15%	0,66 – 0,2 bB	0,67 – 0,2 bB	14,1 – 0,2 bB	14,0 – 0,1 bA
10%	0,65 – 0,1 bB	0,65 – 0,1 bB	12,6 – 0,1 cA	12,8 – 0,2 cA

Fuente: Sáenz (2007)

Las letras diferentes indican diferencias significativas del 5%. Las mayúsculas comparan horizontalmente el: 1 Polvo de naranja: 33,3%; miel: 33,3%; maní: 16,6%; 2 Polvo de naranja: 28,6%; miel: 35,7%; maní 17,85%.

Los lípidos de los "snack" presentaron diferencias significativas, como los muestran los resultados de humedad del polvo y formulación, verificando valores que

oscilan entre 12 y 14g /100g m.s en los “snack”. Refiriéndose a la proteína se encontraron resultados similares (Sáenz, 2007).

Tabla 2-3

Fibra dietética del "snack" de acuerdo a su humedad del residuo de naranja y a su formulación.

Humedad del residuo	Snack 1	Snack 2	Snack 1	Snack 2	Snack 1	Snack 2
	Fibra Total (g/100 g m.s)		Fibra Soluble (g/100g m.s)		Fibra Insoluble (g/100g m.s)	
25%	20,4 – 0,8c	17,3 – 0,6c	3,0 – 0,2aA	2,6 – 0,3aB	17,4 - 0,4bA	14,7 – 0,5bB
15%	21,0 – 0,6b	19,5 – 1,1b	3,6 – 0,1aA	2,5 – 0,3aB	17,5 – 0,4bA	17,0 – 0,5bB
10%	22,8 – 0,8a	20,9 – 0,7a	3,7 – 0,2aA	3,1 – 0,2aB	19,1 – 0,4aA	17,8 – 0,7aB

Fuente: Sáenz (2007)

Las letras indican diferencias significativas de 5%. Las minúsculas se comparan verticalmente. Las letras mayúsculas se comparan horizontalmente.

2.6.1.1.4 Aporte calórico: Los valores fluctuaron por 10% de kcal/100g para el snack 1 y 2 correspondientemente. En la tabla se aprecia la información nutricional de la mejor formulación. La que retribuyó a 33,3% la colocación de polvo de naranja y nivel de 10% de humedad de la misma (Sáenz, 2007).

2.6.2 Utilización de fibra dietética de naranja en alimentos (Yogur)

En la elaboración de yogur se efectúa la fermentación láctica, posteriormente, se adicionan otros ingredientes que no afectan negativamente su calidad fisiológica (Chimborazo, 2011).

2.6.2.1 Elaboración de yogur con adición de fibra de naranja

Realizados los procesos de elaboración del yogur, como recepción, filtración, pasteurización, inoculación, incubación y enfriamiento, se tiene el proceso de adición (sabor y color) en el cual una vez batido el yogur se añaden las frutas o mermeladas, sabores y colores permitidos para los alimentos. En este caso también se añade las fibras dietéticas de naranja hasta un 3% según lo dicta la norma CODEX; por último, se

tienen los procesos de mezcla, envasado, refrigeración y almacenamiento (Chimborazo, 2011).

2.6.3 Aplicación de fibra dietética en la elaboración de cupcake

Son productos que gozan de una alta demanda debido a su color, sabor, textura y variada decoración, se realiza de harina de trigo que le otorga textura y volumen, la fibra insoluble se compone de celulosa y lignina lo cual resulta de mayor calidad debido a que tiene una composición equilibrada, capacidad de retención de agua, así como mayor fermentación colónica (Cabello, 2019).

Tabla 2-4

Información nutricional del cupcake.

COMPONENTE	UNIDAD	CANTIDAD
Energía	Kcal	227
Proteína	g	3.03
Hidratos de carbono	g	29.77
Fibra	g	0.8
Azúcar	g	14.6
Grasa	g	10.93
Colesterol	mg	31
Sodio	mg	201
potasio	mg	67

Fuente: Cabello, (2019)

2.6.4 Rendimiento de harina de cáscara de naranja en alimentación de Tilapias

En la Universidad Simón Rodríguez de Venezuela se realizó esta investigación que describe la viabilidad del aprovechamiento de las cáscaras de naranja en un programa para la alimentación de Tilapia roja o pargo rosado (Alvarez, Hernández, Rovero, & Rangel, 2000).

Para el mantenimiento de los peces se utilizan alimentos procesados que resultan muy caros y la mayoría de los ingredientes empleados en la formulación son importados, es por ello que esta investigación evaluará diversas mezclas de harina de

cáscara de naranja como reemplazante parcial de un alimento comercial en la alimentación del pargo rosado. Uno de las ventajas de los desechos de naranjas, son la contribución en carotenoides totales presentes, los cuales pueden resultar beneficiosos para ser agregados en raciones para animales (Alvarez, Hernández, Rovero, & Rangel, 2000).

2.6.4.1 Procesamiento

La harina de cáscara de naranja se fabricó mediante el procesamiento de frutas recogidas en una planta agrícola, las naranjas fueron lavadas con agua potable y secadas con papel absorbente (Alvarez, Hernández, Rovero, & Rangel, 2000).

Las cáscaras se hicieron pedazos y se trasladaron a una estufa con temperatura de 40°C para tener una humedad de 16%. El pulverizado se hizo con un molino modelo MLW 214. Se determinó de forma similar que la comercial (Alvarez, Hernández, Rovero, & Rangel, 2000).

Los tratamientos y composición se presentan en la tabla 2-4.

Tabla 2-5

Tratamientos y composición de las raciones

Tratamiento	Composición
Control	100% AC
I	80% HCN + 20% AC
II	50% HCN + 50% AC
III	20% HCN + 80% AC

Fuente: Moreno Alvarez (2000)

Nota: HCN: Harina de cáscara de naranjas; AC: Alimento comercial

Al culminar el experimento se llevaron a muestreo tres animales por tratamiento, con la finalidad de determinar previo su sacrificio, el procedimiento de cambio de color muscular y análisis de nutrientes.

2.7 Origen geográfico

El origen de la naranja es dudoso, si bien algunos autores lo localizan en Japón y China. En España el naranjo fue difundido por los árabes en el siglo X. En esos días hasta ahora han resistido muchas modificaciones debidas a la selección natural y a hibridaciones tanto naturales como producidas por el hombre (Menéndez, 2017).

2.8 Análisis químico de la naranja

Schvab (2013), informa que el jugo de naranja es un producto complejo formado por agua, azúcares, ácidos orgánicos, sales minerales, vitaminas y pigmentos, además de una serie de componentes orgánicos inestables responsables de su aroma y sabor. Mediante su análisis químico se determina de manera clara sus componentes determinadas en la siguiente tabla 2-6.

Tabla 2-6

Características fisicoquímicas del jugo y cáscaras de naranja (Citrus sinensis L.)

Parámetros	**Jugo**	**Cáscara**
Sólidos solubles (°Brix)	10,0+0,2	N
Acidez iónica (pH)	3,90+0,10	N
Acidez titulable (g. ácido cítrico)	0,33+0,01	N
Carotenoides totales (mg/mL)	0,0078+0,0002	0,014+0,002
Relación °Brix/ Acidez	15,15+0,06	N
Grasa (%)	N	3,06+0,20
Humedad (%)	N	56,39+0,30

Fuente: Valencia (1999)
Realizado por: Moreno Álvarez M.

- * Tasas promedios de tres respuestas + ds
- N: valores no determinados

2.9 Evaluación microbiológica

La evaluación microbiología es muy importante para comercializar un producto, esto depende de los parámetros vigentes en las normativas. Debido a los resultados que observaremos en la tabla 2, los valores de pH en las frutas presentes, están constituidas principalmente por mohos y levaduras. Los valores están dentro del rango permitido para verduras y hortalizas mostrados en la siguiente tabla (Álvarez, 2015).

Tabla 2-7

Caracterización microbiológica del jugo y cáscaras de naranja

Análisis	**Jugo**	**Cáscara**
Aerobios mesófilos UFC/mL	5,6x103	4,3x101
Mohos UFC/mL	7,3x102	5,3x101
Levaduras UFC/mL	3,8x103	6,4x101
Aerobios psicrófilos UFC/mL	N	<10
NMP/mL Coliformes totales	N	<3
Escherichia coli	N	ND

Fuente: Valencia (1999)
Realizado por: Moreno Álvarez M.

- ND: Valores no detectados
- N: Evaluación no determinadas

CAPÍTULO 3: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1 Tipo o Diseño de Investigación:

Investigación teórica con un enfoque documental, la misma que se ajusta a la selección y recopilación de información, por medio de la lectura crítica de documentos y materiales bibliográficos existentes en un documento, con el fin de tener antecedentes para profundizar en las teorías y aportaciones ya emitidas sobre el tema que es el principal estudio.

Con análisis instrumental y sensorial se puede lograr informaciones más precisas para definir el término “calidad”. Las pruebas sensoriales como instrumentos de medida deben ser incluidas como garantía de calidad de alimentos (Cardello, 2000).

La determinación instrumental es muy importante, ya que ayuda a caracterizar la calidad en función de su coloración, a su vez influye sobre otras como la percepción del flavor y dulzor (Tepper, 1993).

3.2 Métodos de Investigación:

El método a utilizar para determinar la cantidad de fibras dietéticas a partir de la cáscara de naranja para su aplicación en coproductos agroindustriales será por medio de revisiones bibliográficas en las siguientes fuentes como: artículos científicos, libros, revistas técnicas, normas técnicas ecuatorianas, fichas técnicas, tesis de pregrado, posgrado y doctorado, se utilizará también buscadores web como: Scielo, Pubmed, Dialnet, Researchgate, Google académico, academia, entre otros, con las siguientes palabras clave: fibras dietéticas. Esta revisión bibliográfica nos permitirá determinar su eficiencia en complemento con otros subproductos, valores nutricionales y los beneficios de consumir alimentos con fibras dietéticas.

CAPÍTULO 4: ANÁLISIS DE RESULTADOS

4.1 Búsqueda de información orientada a la caracterización de la fibra dietética industrial de naranja.

Los valores obtenidos representan la caracterización de la naranja que son residuos compuestos de semillas, cáscaras, albedo, aceites esenciales y membranas carpelares, que representan un volumen considerable mostrando diferencias marcadas en relación a métodos y procesos de extracción del rendimiento de fibra soluble e insoluble, considerando que la naranja contiene más fibra que jugo. Asimismo, la fibra se encuentra en mayor concentración en las cáscaras y capas exteriores de los vegetales de acuerdo a la investigación. Lo que se utiliza para realizar formulaciones para productos de uso alimentario de consumo humano o animal.

4.1.1 Características Nutricionales del bagazo

Las propiedades nutricionales del bagazo de Citrus lo sitúan como un forraje no tradicional sustancioso (14 a 25 % de materia seca), energético, de alta digestibilidad en rumen, con escaso aporte proteico, con algún contenido de fibra de alta degradabilidad y rico en minerales como el calcio y vitaminas (INTA, 2019).

4.1.2 Características de los residuos fibrosos de la naranja

La fibra de naranja posee un contenido bajo en proteínas, la concentración de fibra dietética es alta y tiene concentraciones similares de la fibra soluble e insoluble. En general, la fibra soluble es fermentada por las bacterias en el intestino grueso y produce los ácidos grasos mencionados, pero no tiene un efecto laxante, sin embargo, la fibra insoluble produce un efecto laxante y apoya a la formación del bolo fecal. Se ha reportado que el mejor efecto de la fibra dietética se obtiene en una proporción de 70% de fibra insoluble y de 30% de fibra soluble, en la siguiente tabla se aprecia los componentes de los residuos (Vera, 2017).

Tabla 4-1

Elementos de los residuos fibrosos de la naranja

Determinación	Composición (%)
pH	4.29 - 0.15
Cenizas	3.33 - 0.74
Proteína cruda	5.63 - 0.14
Extracto etéreo	0.59 – 0.08
Fibra dietética total	39.52 – 2.08
Fibra dietética soluble	20.05 – 1.71
Fibra dietética insoluble	19.02 – 1.34

Fuente: Vera (2017)

4.1.3 La cáscara de naranja

Martinez Melo et al. (2008), realizaron la determinación de las características nutritivas de las cáscaras de naranja con muestras homogéneas donde determinaron la Proteína cruda (PC), Ceniza, Ca y P, donde se encontraron niveles medios de proteína cruda de 7.71%, además del contenido de MS estuvo por debajo de 20.68%, el contenido de materia orgánica y ceniza de 95 y 4.47% dando a conocer la importancia de secar estos residuos, como lo demuestra la siguiente tabla 4-2.

Tabla 4-2

Valores bromatológicos de las cáscaras de naranja al salir de la industria a la otra (Citrus sinensis %)

	Minium	Mean	maximum	SD
DM	17.79	18.83	28.68	1.08
CP	6.44	7.71	8.92	0.96
OM	95.11	95.35	96.53	0.14
Ash	4.47	4.66	4.89	0.14
Ca	0.81	0.88	0.98	0.05
P	0.10	0.11	0.14	0.01
pH	3.41	3.65	3.90	0.17

*Nota: DM= materia seca; CP= proteína cruda; OM= materia orgánica; CA= calcio; P= fósforo; SD= desviación estándar. Fuente: Martinez Melo et al. (2008)

Se encontraron niveles medios de proteína cruda de 7.71%, además el contenido de materia seca (MS) estuvo por debajo de 20.68%, donde se puede confirmar las características de estos residuos, que contienen bajo nivel de proteína cruda y alto contenido de humedad (Martinez Melo et al. 2008).

4.1.4 Características mantenidas en estibas

4.1.4.1 Materia seca (MS)

Las variaciones encontradas por los efluentes de las cáscaras cítricas donde la humedad se consideró elevada y se caracterizó por tener baja retención de líquidos. Un factor primordial es la fluctuación del contenido de MS, la respiración celular unido a la fermentación espontánea en estos residuos altos en humedad y carbohidratos, ya que en ambos procesos se obtiene agua y se libera calor en forma de energía. Las cáscaras de naranja mantenidas en estibas obtienen un 19.4% a comparación de otros cítricos con un 15.03% de MS, lo que puede ser a causa de la diferencia de niveles en la humedad (Martinez Melo et al., 2008).

4.1.4.2 Temperatura

Los valores de temperatura mantuvieron un rango de 37.0 a 42.0 ºC, de estos surgieron valores debido al proceso exotérmico, los cuales fueron distintos a cada uno de los estratos, los incrementos de temperatura varían debido a los procesos fermentativos respiratorios, los cuales tienen en común la producción de calor, dióxido de carbono y agua a partir de carbohidratos (Martinez Melo et al., 2008).

Estos valores fueron distintos a los encontrados por Martínez donde el ensilaje de naranja obtiene una temperatura de 36.6 ºC, comparados a los obtenidos por los ensilajes de caña *(Saccharum officinarum)* con valores de 35.6 a 37.6 ºC, los procesos exotérmicos son más intensos en las estibas de cáscaras de naranja, favoreciendo las condiciones aeróbicas en las características de estos residuos (Martinez Melo et al., 2008).

4.1.4.3 Valor de pH

En la estiba de residuo de cáscaras de naranja el pH presentó interacción (P <0.01) y profundidad de muestreo, los valores de las cáscaras de naranja en estibas no superan la cifra de 3.73 unidades lo que caracteriza a este residuo como alto en acidez, y una rápida fermentación que impide el desarrollo de bacterias de putrefacción (Martinez Melo et al., 2008).

4.1.4.4 Calcio (Ca)

No se encontraron diferencias en la capa de 5-15 y 15-30 cm. Mientras tanto en la zona de más de 30 cm fue superior el nivel de calcio en el día 10. Se encontró interacción (P <0.01) y profundidad. Lo que puede deberse al arrastre del elemento en los afluentes desde los estratos superiores y medio profundo (Martinez Melo et al., 2008).

4.1.4.5 Cenizas

Se presentan mayores valores (P<0.05) en el primer día en la capa profunda, mientras que al décimo día el valor fue similar a la medida, pero menor, los resultados pudieron estar dados por la pérdida de minerales en el sustrato profundo que posiblemente arrastraron minerales solubles junto a los líquidos efluentes y esta consecuencia pudo ser mayor a 30 cm de profundidad (Martinez Melo et al., 2008).

4.1.4.6 Fósforo (P) y proteína cruda (PC)

La inexistencia de interacción entre los factores conlleva a un análisis donde los resultados no cambiaron en los días transcurridos ni en las profundidades. Los valores pudieron estar dados por el efecto del pH, las cáscaras cítricas demostraron la eliminación de microorganismos proteolíticos y hongos filamentosos en las 24h, en cambio en el transcurso de los 60 días se encontró la presencia de Lactobacillus con un pH de 3.7 a 3.9 (Martinez Melo et al., 2008).

4.1.5 Contenido de fibra

Las investigaciones cercanas al 40% de la fibra insoluble y soluble se encuentran en concentraciones similares. Estos resultados en la concentración de fibra dietética son similares a los publicados por Mosa (2015).

Tabla 4-3

Fibra dietética en harinas de subproductos de naranja

Determinación	Naranja (%)	Mosa & Kkalil.2015	Romero. López, et al, 2011
Fibra dietética total	39.52 ± 2.08	46.36±0.03	41.5±0.0
Fibra dietética soluble	20.05 ± 1.17	19.45±0.05	18.6±0.8
Fibra dietética insoluble	19.02±1.34	26.91±0.04	22.9±0.6
FDI/FDS	0.95	1.38	1.23
FDI/ FDT %	48.1	58.05	55.18
FDS/ FDT %	50.73	41.95	44.82

Fuente: Guerra Baños & Otros. (2020)

Las relaciones FDI/FDT alrededor del 50 %, indica una relación equivalente de ambos tipos de fibras. Los investigadores Gorinstein Zachwieja, Folta, Barton, Piotrowicz, Zemser, Weisz, Trakhtenberg & Martín-Belloso (2001) recomiendan, que el mejor efecto proporcionado por la fibra dietética se obtiene en proporción de 50 a 70 % de fibra insoluble y 30 a 50 % de fibra soluble. Por otra parte, al comparar el contenido de fibra dietética de la harina de naranja con otras fuentes, se encontró muy por arriba del contenido de frutas como la manzana, donde la cáscara contiene solamente 0.91 ± 0.09% de fibra dietética total, con igual contenido de fibra soluble e insoluble (Guerra Baños, Luna Jimenez , Gonzalez Cortes, & Jimenez Vera , 2020).

4.2 Determinación de los procesos para la obtención de fibras dietéticas a partir de residuos que mejoren subproductos.

4.2.1 Impacto del escaldado en la fibra dietética

El tiempo de escaldado deberá ser el suficiente para alcanzar una temperatura en el interior de 75°C con un tiempo de 5 y 10 minutos, para el agua en ebullición y aproximadamente 5 min con el uso de vapor; a estas condiciones son favorables la inactivación de enzimas, reduce el número de microorganismos, remueve aromas y sabores indeseables, establece el color y suavizar el producto para favorecer el posterior proceso de conservación (Zambrano, 2008).

La particularidad mecánica de las verduras y frutas se debe a su pared celular que es un complicado químico dinámico conformado por compuestos poliméricos y no poliméricos. La mayoría de estos son resistentes a la hidrólisis del sistema digestivo, en el hombre los principales polímeros que constituyen la pared celular están la pectina, lignina, hemicelulosa y celulosa (Zambrano, 2008).

La utilización del escaldado sobre un producto vegetal causa el rompimiento de las células y la disminución de sustancias pécticas, provoca alteraciones irreversibles en la estructura celular y tejido vegetal refiriéndose en sus características físicas. No obstante, si no se hace un proceso de escaldado, durante el secado ocurren reacciones que afectan la calidad del producto, especialmente el oscurecimiento por la acción de las enzimas oxidativas (Aguilar, de la Luz Reyes, & De la Garza, 1999).

4.2.2 Efecto de la ebullición en la fibra dietética

Respectivamente los tratamientos térmicos de vapor y ebullición no tienen diferencias significativas, fueron iguales (80 – 81 respectivamente). Los restos sin tratamientos presentaron una elevada carga microbiana, al contrario de los exhibidos térmicamente (Mendoza, 2007).

4.2.3 Repercusión de la molienda en la fibra dietética

La granulometría del polvo (500-600 μm), permite una mayor capacidad de absorción de agua y de lípidos, esto posibilita a que el residuo de naranja produzca un aumento de volumen en el proceso digestivo como consecuencia de la mayor absorción

de agua, en la tabla mostrada a continuación se muestra el efecto de esos procesos (Sáenz, 2007).

Tabla 4-4

Efecto de la molienda y escaldado en la fibra de naranja

Conceptualización	Categorías	Indicadores	Ítems	Técnicas Instrumentales
El escaldado es un procedimiento térmico y la molienda es un proceso mecánico que decrece un material en fracciones finas. Ambos son factores críticos que afectan de lleno a la fibra dietética de naranja.	Escaldado: Tiempo de escaldado y temperaturas. Molienda: Tamaño de partículas	A1: 75°C A2: 80°C A3: 85°C A4: 90°C B1: 5 min. B2: 10 min C1: 200 μm C2: 250 μm	¿La T° afectará la calidad y rendimiento de la fibra de naranja? ¿Los tiempos de escaldado son adecuados? ¿El tamaño de las partículas influye en las propiedades físicas de la fibra?	Control con termómetro (°C) Control con cronómetro INEN 517, 1980 – 12 (Método de Tamices)

Elaborado por: Chimborazo (2011)

Dependiendo de la granulometría que tenga la fibra, será el tipo de alimento o procesos en el cual se incorporará, la fibra dina (<500 μm) se emplea como sustituto de grasas y mientras que la de mayor tamaño se utiliza en hojuelas, panadería o en productos donde su textura lo permite (Sánches, 2005).

4.2.4 Rendimiento de la fibra insoluble

La naranja contiene más fibras que el jugo extraído. Así mismo, la fibra está generalmente concentrada en la cáscara y capas exteriores, abarcan un contenido de fibra de 3,9 g mientras que el contenido de fibra máximo es de 2.84; la modificación puede ser atribuida a las distintas variedades y al proceso de extracción (Cayo Alvarez, 2009).

Los resultados del rendimiento de fibra insoluble se muestran en la siguiente tabla 4-5 expresados en gramos seguidos de los tratamientos respectivamente.

Tabla 4-5

Rendimiento de la fibra insoluble a partir de cáscaras de naranja

Ensayo	HCI	NaCIO	Rend. (g)	%
1	0.5	0.52	1,49	6,1730
2	1.5	0.52	0,56	2,3200
3	0.5	3.52	1,28	5,3030
4	1.5	3.52	2,76	11,4345
5	1	2.25	1,22	5,0544
6	0.5	0.52	0,91	3,7701
7	1.5	0.52	0,84	3,4801
8	0.5	3.52	1,19	4,9301
9	1.5	3.52	2,84	11,7659
10	1	2.25	1,43	5,9244

Fuente: Cayo Alvarez (2009)

4.2.5 Composición proximal

Los análisis obtenidos de composición proximal se realizaron mediante el método soxhlet de AOAC (1997): humedad por el (método 925,09), lo que permitió agrupar a los componentes en categorías de interés nutricional, la harina obtenida de la cáscara de naranja muestra el mayor componente de extracto libre de nitrógeno y menor del extracto etéreo, comparando con varios investigadores (Guerra Baños, Luna Jimenez , Gonzalez Cortes, & Jimenez Vera , 2020).

Tabla 4-6

Composición fisicoquímica de harina de subproductos de naranja

Determinación	Harina de naranja (%)	Ha. que et al, 2015	Martínez-Fernández
pH	4.29 ± 0.15	3.81 ± 0.46	
Humedad	8.73 ± 0.11	8.10 ± 0.14	3.31
Cenizas	3.33 ± 0.74	2.55 ± 0.14	4.86
Proteína cruda	5.63 ± 0.14	7.40 ± 0.16	5.07
Extracto etéreo	0.59 ± 0.08	2.19 ± 0.08	1.64
Fibra cruda	11.27 ± 0.10	7.31 ± 0.10	
Extracto libre de nitrógeno	79.18 ± 0.22	-	

Fuente: Guerra Baños & Otros (2020)

Esta investigación produjo harina con una humedad de 8.75 al 0.11% secada a 55ºC, que permitió obtener harina de naranja con valores apropiados de humedad, para un almacenamiento a temperatura ambiente. Los resultados están acordes con los parámetros indicados por las normas para harinas vegetales, de acuerdo con la NTE INEN 616, se recomienda una humedad por debajo de 14.5%, de igual la norma Codex Alimentarius CODEX STAN 152-1985, se recomienda un máximo de 15.5% de humedad (Guerra Baños, Luna Jimenez , Gonzalez Cortes, & Jimenez Vera , 2020).

4.2.6 Estudio de la hidrólisis enzimática de residuos de naranja

Los estudios realizados en la etapa de hidrolisis enzimática de los residuos de naranja, se realizaron en una operación discontinua *(batch),* para determinar las variables más efluentes en el proceso y optimizarlas. Los resultados constituidos por tres polímeros principales: celulosa (18.6%), hemicelulosa (14.6%) y pectina (18.6%), sin olvidar el contenido de glucosa y fructosa libre (35.2%) en su composición. Debido al contenido de glucosa libre para calcular el rendimiento y los efectos de las distintas variables a estudiar en la hidrólisis (Guerra Baños, Luna Jimenez , Gonzalez Cortes, & Jimenez Vera, 2020).

4.2.7 Caracterización de Flavedo y Albedo

En la siguiente tabla se puede apreciar las pruebas preliminares donde se puede visualizar la posible interacción entre los factores y sus niveles respectivos para definir los parámetros para la extracción (Tarazona, 2019).

Tabla 4-7

Resultados de rendimiento de pruebas preliminares HAM

Material vegetal	Estado fisiológico	Tiempo de extracción (segundos)	Peso de la muestra vegetal	Potencia (Watts)	Rendimiento en (%)
Flavedo y albedo de naranja común (Citrus sinensis)	1. Estado de coloración (2) verde 80%	30	25(gs)	50	0.25
				100	0.27
		50	25(gs)	50	0.38
				100	0.37
	2. Estado de coloración (5) Amarillo 80%	30	25(gs)	50	0.24
				100	0.26
		50	25(gs)	50	0.37
				100	0.35

Fuente: Tarazona (2019)

Los resultados de rendimiento presentaron un valor inferior, puesto que el rendimiento de pectina, debe estar por encima de 0.99% dependiendo de la cantidad de material vegetal y el tiempo de hidrólisis. Donde se realizaron alteraciones en el diseño, aumentando la cantidad de material a 50 gramos por cada muestra de extracción solvente, se aumentó el tiempo a 2.5 y 5 minutos (Tarazona, 2019).

4.2.1 Resultados del pH de la pectina obtenida

Los resultados obtenidos de pH final de pectina confirman que se encuentra dentro del nivel adecuado de ácido (pH 3 y 3.5) siendo los límites permitidos para la comercialización de pectina según las normas técnicas establecidas (Tarazona, 2019).

4.2.8 Características de las semillas de naranja

Este estudio se realizó en la Universidad de los Andes en la ciudad de México, las cantidades iniciales del material a utilizar fueron de 1176 g (balanza analítica Oertling TP20 1600g) luego se procedió a la división de las semillas, ubicando el material en contacto con agua en un vaso de precipitación de 2L, para dividirlo manualmente del resto de residuos. Las semillas recolectadas fueron secadas por 12

horas en una estufa “JP Selecta SA” a una temperatura de 60ºC obteniendo una masa final de 142g (Escalante, Santos , & Larez Velásquez, 2012).

Tabla 4-8

Porciones usadas durante el proceso de obtención del aceite de semillas de naranja procedentes de residuos

Masa de residuo inicial (g)	Masa de semillas húmedas (g)	Masa de semillas secas (g)	% (p/p) aceite en semillas secas	% (p/p) aceite en semillas húmedas	% (p/p) aceite en material inicial
1176	236	148	42.7	24.8	5.1

Fuente: Escalante, Santos , & Larez Velásquez (2012)

En la tabla 4-8 se resumen las cantidades iniciales de semillas de partida y de semillas húmedas y secas que se ocuparon durante este estudio. Como se puede mostrar, el contenido de aceite en los residuos iniciales fue alrededor de un 5,1% (p/p), una cantidad nada baja, considerando que éstos provienen de desechos (Escalante, Santos, & Larez Velásquez, 2012).

Para implantar la composición química del aceite se utilizó el método de extracción con Soxhlet, se analizó por CG-EM para la mezcla de ésteres obtenidos luego de la transesterificación con metanol. Los componentes de la mezcla se reconocieron a través de sus respectivos espectros de masas como: linoleato, oleato palmitato y estearato. Lo cuales están dentro de los intervalos obtenidos en estudios similares (Escalante, Santos , & Larez Velásquez, 2012).

4.3 Descripción de aplicaciones de la fibra dietética de naranja en productos alimenticios.

4.3.1 Utilización de fibra dietética en Yogur

Al incluir fibras dietéticas de naranja aportamos propiedades nutritivas y sensoriales, aunque podría alterar ligeramente la viscosidad del yogur, debido a que la fibra de naranja tiene una influencia de hidratación mayor que otras fibras de cereales (Chimborazo, 2011).

4.3.2 Productividad de harina de naranja en alimentación de Tilapias

Según los resultados obtenidos en la evaluación se concluye que el tratamiento (I) con 80% de harina de cáscara de naranja (HCN) y 20% de alimento comercial (AC) no cumple con los requerimientos nutricionales con excepción de los valores de Calcio y cenizas totales, sin embargo, el tratamiento (II) con 50% de HCN y 50% de AC obtuvo una composición óptima, exceptuando el porcentaje de proteína cruda. El tratamiento (III) con 20% de HCN y 80% de AC tuvo una composición más idónea que el resto de los tratamientos (Alvarez, Hernández, Rovero, & Rangel, 2000).

La aplicación de harina de cáscara de naranja representa una alternativa conveniente, puesto que permite disminuir el 20% de los costos de producción en la fabricación de raciones para la alimentación de Tilapia (Alvarez, Hernández, Rovero, & Rangel, 2000).

4.3.3 Aplicación de harina de naranja en la elaboración de cupcake

4.3.3.1 Resultado en la curva del secado.

Los resultados obtenidos nos muestran los porcentajes de humedad con un porcentaje de 72.67% esto dependerá de la variación de tiempo y temperatura que se apliquen en los distintos medios de deshidratación (Cabello, 2019).

4.3.3.2 Resultados de humedad.

La fibra dietética presenta un valor de 27.33% tomando en cuenta que el contenido de humedad depende de la calidad de materia prima y grosor de la cáscara, el valor y los resultados están dentro de la NTE INEN 2532 donde detalla el contenido máximo de humedad siendo este un 30% (Cabello, 2019).

4.3.3.3 Resultado de cenizas

La determinación de ceniza presentó un valor bajo de 3.28% siendo aceptado, lo que indica menores posibilidades de contaminantes en su composición según la NTE INEN 2532 donde especifica que el contenido de cenizas es de 16% para que los resultados se cumplan (Cabello, 2019).

4.3.3.4 Pruebas referenciales

Los análisis realizados de la fibra dietética de naranja muestran diferencias significativas en los tratamientos realizados, con una aceptabilidad de 52.49g/100g,

mostrando una textura agradable, mientas mayor contenido de fibra, tiende a presentar una textura con mayor dureza, tomando en cuenta que la textura es un atributo fundamental en la calidad en la industria de los alimentos, frescos como procesados. Dejando como resultado que para un mejor efecto se debe tener agregar una proporción de 50 a 70% de fibra insoluble y de 30 a 50% de fibra soluble. El contenido de Fibra Dietética Total de residuos está en función de la fuente de la cual entra en la característica (Cabello, 2019).

4.3.4 Utilización de desperdicios de la industria cítrica de naranja como fuente de fibra dietética en la producción de alimentos "Snack".

4.3.4.1 Aporte calórico.

El aporte varió en valores entre 329,8 y 339,4 kcal/100g para ambos snack, la segunda formulación presentó un mayor aporte calórico por contener mayor contenido de maní, el cual presenta un importante contenido de lípidos (Sáenz, 2007).

El polvo de naranja se conformó con una composición química (base materia seca) de 2,8% de cenizas, 0,9% de lípidos, 6,7% de proteínas y 26,2% de hidratos de carbono. El contenido de fibra dietética total del residuo de harina fue de 63,4% perteneciendo un 10% a fibra soluble (FDS) y un 53,4% a fibra dietética insoluble (FDI) (Sáenz, 2007).

Refiriéndose en cambio a la granulometría del polvo se halló entre 500 y 600 μm. La humedad se registró con 10 y 15% de actividad (Sáenz, 2007).

4.3.4.2 Características sensoriales

No se registraron diferencias significativas en sus características sensoriales de calidad, la acidez varió entre 6 – 7 (levemente suave), el dulzor entre 6,9 – 7,8 (intensidad levemente suave), el aroma obtuvo valores de 6,9 – 7,7 (intensidad levemente suave) en el snack (Sáenz, 2007).

Respecto en la aceptabilidad, existieron diferencias significativas entre ambos tratamientos, el snack 2, con residuos a una humedad de 25% fue más aceptado.

Tabla 4-9

Información nutricional de snack por 100 gramos de producto

Formulación	Snack
Humedad residuos de naranja (%)	10
Energía (Kcal/100g)	330
Humedad, g	13
Proteínas, g	6
Lípidos, g	11
Cenizas, g	2
Hidratos de carbono, g	49
Fibra dietética total	20

Fuente: Sáenz (2007)

4.3.4.3 Características físicas y químicas del snack

Con una actividad promedio de agua de 0,67% que obtuvieron del snack evitan de gran medida el desarrollo de microorganismos patógenos, aunque existieron diferencias significativas entre los tratamientos por las distintas humedades en los residuos de naranja (Sáenz, 2007).

La fibra en el snack fue cercana a un tercio del contenido del residuo de naranja, ingrediente que le aporta en mayor proporción este elemento. Los snack presentaron una diferencia notable en su contenido de fibra dietética, el que disminuyó al utilizar el polvo de naranja con mayor humedad, existiendo diferencias en los destinos niveles de humedad (Sáenz, 2007).

El contenido de FDS del snack obtuvo diferencias dependiendo de sus formulaciones, el snack 1 presentó mayor fibra que el snack 2, debido a la mayor proporción de polvo de naranja que fue utilizado (Sáenz, 2007).

Considerando que los requerimientos diarios de fibra dietética están estimados en 28g/día para mujeres y 35% g/día para los hombres, de acuerdo con la composición nutricional del snack, una porción de 3 unidades de este producto aportaría entre 4 a 6g de fibra dietética (Sáenz, 2007).

Conclusiones

- La investigación realizada muestra que la fibra dietética tiene una baja concentración de proteínas y una alta concentración de fibra dietética, similares en la fibra soluble e insoluble para el uso de productos alimentarios, siendo utilizados como aditivos para la formulación de alimentos al ser una de las fuentes más importantes de nutrientes, demostrando que la harina que se obtiene de los residuos de la naranja sirve para la alimentación humana y animal.

- Se evaluó el efecto de las condiciones en el proceso de escaldado, si no se realiza con el adecuado procedimiento pueden existir diversas alteraciones irreversibles tanto, en el tejido vegetal y su estructura celular, comprobado así que, a mayor tiempo, mayor temperatura del proceso de escaldado, esto influye en el rendimiento y la capacidad de absorción y retención del agua en la fibra.

- La utilización de fibra dietética como ingrediente en productos alimenticios aporta altos beneficios nutricionales, ayudando en la disminución del aporte calórico siendo utilizado como materia prima de muy bajo costo y siendo un agente terapéutico para ciertas patologías.

Recomendaciones

- Se recomienda desarrollar estudios sobre el tamaño de partículas para tener mayor información al momento de la extracción de fibras de naranja con respecto a las propiedades físico químicas en el uso de todo el residual fibroso que se obtenga, para evitar que este influya en el rendimiento final.

- Es primordial indagar el efecto de las variables (pH, temperatura, concentraciones y otras) sobre la fibra desarrollada, simulando condiciones de procesamiento de productos alimenticios, para así proveer etapas de diseño de productos y procesos donde se pueda obtener información que sirva en la aplicación de nuevos productos, tomando en cuenta que la fibra de naranja es un producto seco, obtenido de residuos agroindustriales resistentes a la acción microbiana.

- La fibra dietética tiene usos fundamentales en la industria alimentaria ya que puede ser utilizada como ingrediente o aditivo, debido a las propiedades que se puede utilizar de estos residuos. Para promover nuevos estudios sobre la fibra de naranja en cuanto a nuevas alternativas para su uso en otro tipo de alimentos como ingrediente funcional y terapéutico, proporcionando valor agregado a la cadena de cítricos siendo una fuente importante de nutrientes.

REFERENCIAS

Aguilar, C. N., de la Luz Reyes, M., & De la Garza, H. (1999). Aspectos bioquímicos de la relación entre el escaldado TB-TL y la textura de vegetales procesados. *Journal of the Mexican Chemical Society*, 54-62.

Alimentatec, B. A. (2016, Enero 15). *Desarrollan un nuevo prceso para obtener fibras dietéticas a partir de subproductos cítricos*. From Portal Alimentatec: https://alimentatec.com/desarrollan-un-nuevo-proceso-para-obtener-fibras-dieteticas-a-partir-de-subproductos-citricos/

Alvarez, C., Chamarro, E., & Matos. (2009). Obtención de Fibra Insoluble a Partir de Cáscaras de Naranja (Citrus sinensis). *Revista Investigación Universitaria*, 26-28.

Álvarez, M. J. (2015). *Evaluación de la actividad antioxidante de extractos de flavonoides de cáscara de naranja en el aceite de soja desodorizado*. From Scielo: http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0378-18442004000900011

Alvarez, M., Hernández, J. G., Rovero, R., & Rangel, A. T. (2000). ALIMENTACIÓN DE TILAPIA CON RACIONES. *CYTA - Journal of Food*, 29-30.

Astudillo, S. Y. (2018). Importancia de producción de naranja en Caluma y el impacto que tiene en los. *UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO USFQ*, 16-18.

Ayala, & Villa, R. (2011). Agro-industrial potential of exotic fruit by products as a source of food additives. *Food Research International*, 1866-1874. From Food Research Internatui.

Bao, J. A., Viera, A. H., & Torres, S. M. (2018). Aprovechamiento integral de Naranjas (Citrus sinensis) Residuales de la variedad Washington Navel. *Centrosur*, 1-10.

Cabello, A. Y. (2019). *Caracterización físico químico del flavedo desidratado de naranja (Citrus sinensis) y su uso como insumo en la elaoración de cupcakes.* Tesis, Universidad Técnica de Quevedo, Ciencias de los alimentos , Quevedo - Ecuador. From https://repositorio.uteq.edu.ec/jspui/bitstream/43000/3797/1/T-UTEQ-0059.pdf

Campelo Valle, G. A. (2020). Situación actual de los productores de naranja (Citrus sinensis) en el Ecuador. *(Bachelor's thesis, BABAHOYO: UTB.*

Cardello, A. (2000). Predictores de aceptación, consumo y satisfacción de alimentos en situaciones alimentarias específicas . *Food Quality and Preference*, 201-216.

Cayo Alvarez, E. (2009). Obtención de Fibra Insoluble a Partir de Cáscaras de Naranja. *Revista Investigacion Universitaria*, 28.

Cedeño, J. (2014, Febrero). *Cáscaras de piña, y mango deshidratadas como fuente de fibras dietéticas en producción de galletas*. From Harina de Cáscara: http://repositorio.espam.edu.ec/bitstream/42000/439/1/TESIS%20GALLETAS.pdf

Cervantes Delfin, K., Cruz López, A., & Campos Mondragon, M. (2016). Subproductos ontenidos a partir de distintas cáscaras de fruta. *Revista Iberoamericana de Producción Académica y Gestión Educativa, 3*(5), 12-13.

Chimborazo, M. F. (2011). "Efecto de Escaldado y Molienda en las Capacidades de Absorción y Retención de Agua en la Fibra Dietética de Naranja (Citrus sinensis)". *UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO*, 22.

Dhingra, D., Michael, M., Rajput, H., & Patil, P. T. (2012). Dietary fibre in foods. *J Food Sci Technol, 49*(3), 255-266. From https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3614039/

Durán, & Pulido. (2007). Análisis de la Molienda en el proceso de elaboración de mezcal. *Artículo Técnico de Información Tecnológica*, 6.

Escalante, M., Santos , I., & Larez Velásquez, C. (2012). Aprovechamiento de desechos orgánicos: 1. Extracción y caracterización del aceite de semillas de naranja colectadas en expendios ambulantes de jugos. *Avances en química, 7*(3), 181-186.

Espinosa, C. E. (2012). *Estudio de las operaciones de reutilización energética o material de cáscara de naranja.* Universidad San Francisco de Quito, Quito. From https://repositorio.usfq.edu.ec/bitstream/23000/6983/1/136137.pdf

FAO. (2007). *Report on Funcional Foods.* FAO. From http://www.fao.org/3/ae532e/ae532e02.htm

FEN, F. (2017). Ingestas dietéticas y fuentes de zinc, selenio y vitaminas A, E y C. *ANIBES*.

García, M. (2019). Análisis de plaguicidas y calidad de frutos cítricos en el mercado interno de Corrientes-Argentina. *Cultivos Tropicales*, 40.

Gorinstein S, Z. Z.-B. (2001, Febrerp). Comparative contents of dietary fiber, total phenolics, and minerals in perimmons and apples. *J Agric Food Chem*, *49*(2), 952-957. From https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/11262055/

Guerra Baños, M. E., Luna Jimenez , A. L., Gonzalez Cortes, N., & Jimenez Vera , R. (2020). Caracterización de Harina de naranja (Citru sinensis) para uso alimentario. *European Scientific Journal, 16*(6), 17-18. From http://dx.doi.org/10.19044/esj.2020.v1n6p12

Huaman, P., & Jahiro, K. (2019). *Aprovechamiento de los residuos de espinaca (Espinacea Oleracea L.) mediante tratamiento térmico para la obtención de fibra dietética, en el Distrito de Palcamayo- Tarma.* Universidad Nacional del Centro de Perú, Ciencias Aplicadas, Tarma- Perú. From http://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/UNCP/5566/T010_70239790_Tn.pdf?sequence=1

INTA. (2019, Agosto 23). *Características nutricionales del bagazo de cítricos para alimentar vacas*. From ConTextoGanadero : https://www.contextoganadero.com/internacional/caracteristicas-nutricionales-del-bagazo-de-citricos-para-alimentar-vacas

López, M. C. (2017). *Caracterización de fibras dietéticas procedentes de coproductos agroindustriales para su aplicación, como produto alimentario intermedio, en alimentos entiquecidos en fibra: Propiedades Tecnofuncionales y Fisiofuncionales.* From Universidad Miguel Hernández: http://dspace.umh.es/bitstream/11000/5330/1/TD%20L%C3%B3pez%20Marcos%2C%20Mar%C3%ADa%20Cruz.pdf

M., M. A., Gómez, C., Mendoza, J., & Belén, D. (1999). Carotenoides totales en cáscaras de naranja Citrus sinensis L. *Valencia. Rev. Unellez de Ciencia y Tecnología*, 92-99.

Martinez Melo, J., Chongo García, B., Vasquez Jordan, H., Hernandez Sosa, N., Fontes Marrero, D., Lezcano, Y., & Cubillas Lañez, N. (2008, Abril 02). Caracteristicas nutritivas de los hollejos humedos de naranja (Citrus sinensis cv. Velencia) mantenidas en estibas. *Técnica pecuaria en México , 46*(2), 183-193. From https://www.redalyc.org/pdf/613/61346206.pdf

Mendoza. (2007, Diciembre). *Obtención de Fibra Dietética a partir de Sáculos de Naranja aplicando un tratamiento con vapor*. From Universidad Tecnológica de la Mixteca: http://jupiter.utm.mx/~tesis_dig/10354.pdf

Menéndez, I. (2017, Mayo 06). *La naranja, origen, propiedades y beneficios* . From Guerrillero: http://www.guerrillero.cu/la-naranja-origen-propiedades-y-beneficios-i/

Moreno, Á. (2004, Septiembre 9). *EVALUACIÓN DE LA ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE DE EXTRACTOS DE FLAVONOIDES DE CÁSCARA DE NARANJA EN EL ACEITE DE SOJA DESODORIZADO.* From Redalyc: https://www.redalyc.org/pdf/339/33909611.pdf

Mosa, Z. &. (2015). Comparative study between the effects of mango and orange peels preparations on the total dietary fiber. IOSR Journal of Environmental Science. *Toxicology and Food Technology*, 129 - 136.

Nawirska, Grigelmo.Miguel, & Martin-Belloso. (2005). *Fibra dietaria en subproductos.*

Olabinjo, Ogunlowo, Ajayi, & Olalusi. (2017). International Journal of Environmet. *Agriculture and Biotechnology*.

Pérez, N. (2003). *Elaboración y caracterización de complementos alimenticios con un alto contenido de fibras dietéticas de maracuyá (pasiflora edulis).* México. From Universidad Autónoma de Yucatán.

Rivera Quixchan, J. M., Gonzales Cortes, N., Reyes Garcia, Z., & Jimenez Vera, R. (2018). Componentes prebioticos del platano:fibra dietética y almidón resitente. *Ibreoamericana de Ciencias*, 40-50.

Robles, Q. (2001). Que es la Fibra Dietética. *Centro Nacional de Alimentación y Nutrición*, 13-14. From Centro Nacional de Alimentación y Nutrición.

Sáenz, C. (2007). Utilización de residuos de la industria de jugos de naranja como fuente de fibra dietética en la elaboración de alimentos. *ALAN ARCHIVOS LATINOAMERICANOS DE NUTRICIÓN*, 186--190.

Sánches, B. (2005). Caracterización Fisicoquímica y Funcional de la Fibra Dietéticas del fruto de Níspero y la cáscara de Mango. *Tesis Ingenieria en Alimentos*, 76.

Sanchez, F. P. (2001). *Obtencion de Residuos Fibrosos (RF) mediante escaldado por ebullición.*

Schvab, M. d. (2013). PARÁMETROS DE CALIDAD DE JUGOSDE NARANJA ENTRERRIANAS. *Revista Iberoamericana de Tecnología*, 3-8.

Tarazona, L. F. (2019). *Caracterización fisicoquímica de pectias provinientes de residuos de naranja (Citrus sinersis) variedad común, generadas mediante extraccón asistida por microndas.* Tesis, Universidad Nacional Abierta y a Distancia , Bogotá - Colombia. From https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/28059/lhiguerata.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Tepper, B. J. (1993, junio). *EFECTOS DE UNA LIGERA VARIACIÓN DE COLOR EN LA ACEPTACIÓN DEL JUGO DE NARANJA POR LOS CONSUMIDORES.* From Wiley Online Library: https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1745-459X.1993.tb00209.x

USDA. (2009). *Monografía de la naranja II.* Dirección general adjunta de planeación Estrategica y analisis sensorial. México: Articulo Tecnico de producción. From www.oeidrusveraruz.gob.mx

Vega, M. C. (2015). Antioxidantes: perspectiva actual para la salud humana. *Chilena de nutrición.*

Vera, R. J. (2017, Septiembre). *La fibra de la naranja y la salud*. From La Ciencia : https://www.uv.mx/cienciahombre/revistae/vol25num3/articulos/fibra/

Zambrano, J. (2008). Efecto del Escaldado y la Adición de Preservativos sobra la Calidad de la Pulpa de Mango Tipo “Bocado” Almacenada Bajo Refrigeración. *Artículo Técnico* , 9.

Zegada, F. (2015). Extracción de pectina de residuos de cáscara de. *Investigación y desarrollo.*, 65-76.