



UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR

**Facultad de Ciencias Agropecuarias, Recursos Naturales y del
Ambiente**

Carrera de Agroindustria

Tema:

**“APROVECHAMIENTO DEL RESIDUO DE CÁSCARA DE NARANJA
TRAS LA EXTRACCIÓN DE ACEITE ESENCIAL PARA LA
ELABORACIÓN DE GALLETAS”**

**Proyecto de investigación previo a la obtención del título de Ingeniero
Agroindustrial, otorgado por la Universidad Estatal de Bolívar, a través de la
Facultad de Ciencias Agropecuarias, Recursos Naturales y del Ambiente,
Carrera de Agroindustria.**

Autores:

Jenny Lisbeth Lucio Villacis

Klever Lenin Vásconez Barragán

Director:

Ing. Juan Alberto Gaibor Chávez PhD.

Guaranda - Ecuador

2022

**APROVECHAMIENTO DEL RESIDUO DE CÁSCARA DE NARANJA
TRAS LA EXTRACCIÓN DE ACEITE ESENCIAL PARA LA
ELABORACIÓN DE GALLETAS.**

REVISADO Y APROBADO POR:



Ing. Juan Alberto Gaibor Chávez PhD.

Director



Ing. Víctor Danilo Montero Silva Mg.

Biometrista




Dra. Herminia del Rosario Sanaguano Salguero

Redacción Técnica

CERTIFICACIÓN DE LA AUTORÍA DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Nosotros Jenny Lisbeth Lucio Villacis, con cédula de identidad número 0202385696 y Klever Lenin Vásconez Barragán con cédula de identidad número 0250055613 declaramos que el trabajo y los resultados reportados en este informe, no han sido previamente presentados para ningún grado o calificación profesional; y, que las referencias bibliográficas que se incluyen han sido consultados y citados con su respectivo autor (es).

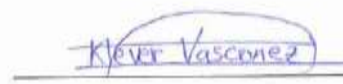
La Universidad Estatal de Bolívar, puede hacer uso de los derechos de publicación correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, su Reglamentación y la Normativa Institucional vigente.



Jenny Lisbeth Lucio Villacis

Autor

CI: 0202385696



Klever Lenin Vásconez Barragán

Autor


CI: 0250055613



Ing. Juan Alberto Gaibor Chávez PhD.

Director

CI: 0201051687



Dra. Herminia del Rosario Sanaguano Salguero

Redacción Técnica

CI: 0601587280





DRA. MSc. GINA CLAVIJO CARRION
Notaria Cuarta del Cantón Guaranda.

ESCRITURA N° 20220201004P00321

DECLARACIÓN JURAMENTADA.

OTORGAN:
JENNY LISBETH LUCIO VILLACIS Y
KLEVER LENIN VÁSCONEZ BARRAGÁN.
CUANTÍA: INDETERMINADA
Di 1 COPIA.

G.C.

En el Cantón Guaranda, Provincia de Bolívar, República del Ecuador, hoy lunes cuatro de abril del año dos mil veintidós, ante mí **DOCTORA MSc. GINA LUCIA CLAVIJO CARRIÓN, NOTARIA CUARTA DEL CANTÓN GUARANDA**, comparecen con plena capacidad, libertad y conocimiento, a la celebración de la presentes escritura, la señorita **JENNY LISBETH LUCIO VILLACIS**, de estado civil soltera; y, el señor **KLEVER LENIN VÁSCONEZ BARRAGÁN**, de estado civil soltero, por sus propios y personales derechos, en calidad de **OTORGANTES**.- Los comparecientes declaran ser de nacionalidad ecuatoriana, mayores de edad, de estado civil como se deja indicado, de ocupación ambos estudiantes, domiciliada la primera en la parroquia San Lorenzo, cantón Guaranda, Provincia de Bolívar; y, domiciliado el segundo en la parroquia Guanujo, cantón Guaranda, Provincia de Bolívar, con teléfono celular cero nueve ocho cuatro cero ocho uno nueve uno siete y con correo electrónico: klevervasconez5@gmail.com, hábiles en derecho para contratar y contraer obligaciones, a quienes de conocer doy fe, en virtud de haberme exhibido sus documentos de identificación en base a los cuales obtengo la certificaciones de datos biométricos del Registro Civil, mismas que agregó a esta escritura como documentos habilitantes. Advertidos los comparecientes por mí la Notaria de los efectos y resultados de esta escritura, así como examinados que fueron en forma aislada y separada de que comparecen al otorgamiento de esta escritura sin coacción, amenazas, temor reverencial, ni promesa o seducción, procedo a receptor la declaración juramentada en legal y debida forma, previo a la explicación de la gravedad del juramento de las penas de perjurio y de la responsabilidad que tienen de decir la verdad con claridad y exactitud, declaran: Nosotros **JENNY LISBETH LUCIO VILLACIS Y KLEVER LENIN VÁSCONEZ BARRAGÁN**, ambos de estado civil solteros, **DECLARAMOS BAJO JURAMENTO QUE:** Los criterios e ideas emitidos en el presente Proyecto de investigación de titulación, es de nuestra absoluta autoría, titulado "APROVECHAMIENTO DEL RESIDUO DE CÁSCARA DE NARANJA TRAS LA EXTRACCIÓN DE ACEITE ESENCIAL PARA LA ELABORACIÓN DE GALLETAS" previo a la obtención del título de Ingeniero Agroindustrial, otorgado por la Universidad Estatal de Bolívar, a través de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, Recursos Naturales y del Ambiente.- Es todo cuanto podemos declarar en honor a la verdad.- Para su celebración y otorgamiento de la presente escritura, se observaron los preceptos de ley que el caso requiere y leída que les fue a los comparecientes, íntegramente, por mí la Notaria, aquellos se ratifican en todas sus partes y firman junto conmigo en unidad de acto, incorporándose al protocolo de esta Notaria, la presente declaración juramentada, de todo lo cual doy Fe.-----

Jenny Lucio

SRTA. JENNY LISBETH LUCIO VILLACIS.
C.C. 0202385696

Klever Vasconez

SR. KLEVER LENIN VÁSCONEZ BARRAGÁN.
C.C. 0250055613

Gina Clavijo Carrion
DRA. MSc. GINA LUCIA CLAVIJO CARRION
NOTARIA CUARTA DEL CANTÓN GUARANDA.



Documento	Enlace/nombre de archivo
Presentado 2022-03-11-05 (05:00)	
Recibido por Herminia Aguda	
Mensaje Texto	
5% de esta página se comprime en 13 bytes.	

UNIVERSIDAD ESPITAL DE BOLIVIA FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS, RECURSOS NATURALES Y DEL AMBIENTE CARRERA DE AGROINDUSTRIAS TEXTIL

APROXIMACION DEL RESUMEN DE CASARUA TRASA LA EXTRACCION DE ACEITE ESENCIAL

PASA LA ELABORACION DE GALLITAS Proyecto de investigacion sobre la obtencion del aceite

de ingeniero agroindustrial, titulado por la Universidad Estatal de Bolívar a través de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, Recursos Naturales y del Ambiente, Carrera de Agroindustria. AUTORES: Herminia Aguda Villalón y Juan Alberto Barragan Barragan DIRECTOR: Ing. Juan Alberto Chávez PhD. Guayaquil - Ecuador 2022

HABITACION DEL RESUMEN DE CASARUA TRASA LA EXTRACCION DE ACEITE ESENCIAL PARA LA ELABORACION DE GALLITAS. RESUMEN: INTRODUCCION: Juan Alberto Chávez PhD, Director Ing. Herminia Aguda Villalón y Juan Alberto Barragan Barragan

El presente trabajo de investigación tiene como objetivo determinar el efecto de la extracción de aceite esencial de Casarua (Cassia tora) en la elaboración de galletas, considerando la influencia de la temperatura y el tiempo de extracción.

El presente trabajo de investigación tiene como objetivo determinar el efecto de la extracción de aceite esencial de Casarua (Cassia tora) en la elaboración de galletas, considerando la influencia de la temperatura y el tiempo de extracción.

El presente trabajo de investigación tiene como objetivo determinar el efecto de la extracción de aceite esencial de Casarua (Cassia tora) en la elaboración de galletas, considerando la influencia de la temperatura y el tiempo de extracción.

El presente trabajo de investigación tiene como objetivo determinar el efecto de la extracción de aceite esencial de Casarua (Cassia tora) en la elaboración de galletas, considerando la influencia de la temperatura y el tiempo de extracción.

El presente trabajo de investigación tiene como objetivo determinar el efecto de la extracción de aceite esencial de Casarua (Cassia tora) en la elaboración de galletas, considerando la influencia de la temperatura y el tiempo de extracción.

El presente trabajo de investigación tiene como objetivo determinar el efecto de la extracción de aceite esencial de Casarua (Cassia tora) en la elaboración de galletas, considerando la influencia de la temperatura y el tiempo de extracción.

El presente trabajo de investigación tiene como objetivo determinar el efecto de la extracción de aceite esencial de Casarua (Cassia tora) en la elaboración de galletas, considerando la influencia de la temperatura y el tiempo de extracción.

El presente trabajo de investigación tiene como objetivo determinar el efecto de la extracción de aceite esencial de Casarua (Cassia tora) en la elaboración de galletas, considerando la influencia de la temperatura y el tiempo de extracción.

ING. JUAN GAIBOR CHAVEZ PhD
DIRECTOR

DRA. HERMINIA SANAGUANO SALGUERO
REDACCION TÉCNICA

DEDICATORIA

En el presente trabajo de investigación y en toda mi etapa universitaria, dedico a Dios quien supo darme la fuerza para no rendirme, salud además bendecirme en este camino lleno de adversidades llamada “Universidad” del mismo modo, enseñarme a que todo lo que nos proponemos se puede lograr y llegar victoriosos hasta el final.

En especial dedico este logro más a mis padres y hermano que gracias a ellos soy quien soy en la actualidad en lo que ellos me han convertido, orgullosamente a Germán Lucio y Fanny Villacis, también a mi tía Gladys Lucio quien me ha brindado siempre apoyo, muy agradecida a ellos por estar en esta meta concluida tan anhelada e importante.

Y por último a toda mi familia y amigos, por el apoyo brindado, quienes han depositado su confianza en mí, para llegar a cumplir un objetivo más en mí proyecto de vida.

Jenny

DEDICATORIA

El presente trabajo de titulación va dedicado a Dios, quien, en los momentos más difíciles de mi vida estudiantil y personal, me sostuvo con su mano y me dio sabiduría, salud, paciencia, valor y fuerza para salir adelante enfrentando cada obstáculo con la finalidad de llegar a la meta.

A mis padres Wilmer y Leonila, por su apoyo incondicional y sacrificio durante estos años, gracias a ellos y a la motivación que me dieron, he logrado llegar hasta donde estoy. Gracias por haberme enseñado a ser un joven de bien con valores, a tratar a todos por igual sin importar quienes sean y a no rendirme por más difícil que sea el camino.

A mis abuelitos y a mis tíos, por estar siempre conmigo y brindarme su apoyo en esta etapa de mi vida, a mis hermanos por los momentos que compartimos durante todos estos años de mi vida estudiantil.

Este trabajo investigativo también va dedicado a mis amigos de la Universidad Estatal de Bolívar de manera especial al Ing. Daniel Rosillo por su apoyo moral, quienes me extendieron las manos en los buenos y malos momentos..

Klever

AGRADECIMIENTO

Agradecemos a Dios por bendecirnos, guiarnos a lo largo de toda la vida, por el apoyo, fortaleza en los momentos difíciles y por darnos salud.

Nuestro profundo agradecimiento a la Universidad Estatal de Bolívar, en especial a la Facultad de Ciencias Agropecuarias Recursos Naturales y del Ambiente, por confiar en nosotros, abrirnos las puertas y permitirnos formar en ella.

De manera especial a nuestros miembros del tribunal Ing. Juan Gaibor PhD (Director), Ing. Danilo Montero Mg. (Biometrista) y Dra. Herminia Sanaguano. (Redacción Técnica), por habernos guiado, no solo en la elaboración de esta investigación, si no a lo largo de toda nuestra carrera universitaria y por habernos brindado su apoyo, conocimientos para llegar a ser profesionales.

Agradecemos a todos los docentes que con su sabiduría, conocimientos y apoyo nos motivaron a desarrollarnos como personas y profesionales con ética, valores y principios.

Extendemos un agradecimiento a las secretarias de la Facultad, bibliotecarias, personal de servicio, etc. Que nos han recibido con los brazos abiertos.

Jenny y Klever

ÍNDICE GENERAL

Contenido	Pág.
ÍNDICE GENERAL.....	VIII
ÍNDICE DE TABLAS	XII
ÍNDICE DE FIGURAS.....	XIV
ÍNDICE DE ANEXOS.....	XV
RESUMEN.....	XVI
SUMMARY	XVII
CAPÍTULO I.....	1
1.1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.2. PROBLEMA	3
1.2.1. Planteamiento del problema.....	3
1.2.2. Situación problema.....	3
1.2.3. Formulación del problema	4
1.2.4. Sistematización	4
CAPÍTULO II	5
2. MARCO TEÓRICO.....	5
2.1. Naranja	5
2.1.1. Generalidades de la naranja	5
2.1.2. Taxonomía de la naranja	7
2.1.3. Valor nutricional de la naranja.....	7
2.1.4. Producción de naranja.....	8
2.1.5. Producción en Ecuador	9
2.1.6. Producción de naranja en la provincia de Bolívar	11
2.1.7. Cáscara de naranja.....	12
2.1.8. Composición química de cáscara de naranja	12

2.1.9.	Usos industriales y beneficios de la cáscara de naranja.....	13
2.2.	Harina de trigo.....	15
2.3.	Extracción con fluido supercrítico.....	16
2.3.1.	Aspectos fundamentales de los fluidos supercríticos.....	16
2.3.2.	Propiedades de los fluidos supercríticos	17
2.3.3.	Variables a tener en cuenta al momento de emplear la extracción mediante fluidos supercríticos.....	19
2.3.4.	Etapas de extracción por fluidos supercríticos.....	20
2.3.5.	Extracción de aceite esencial de naranja por el método de fluido supercrítico.....	20
2.4.	Las galletas	21
2.4.1.	Generalidades de la galleta.....	21
2.4.2.	Clasificación de las Galletas	21
2.5.	Estándares de calidad que debe tener la galleta.....	22
2.5.1.	Requisitos de las Galletas	22
2.6.	Materia prima en la elaboración de galletas	23
2.6.1.	Harina.....	23
2.6.2.	Azúcar	23
2.6.3.	Grasa	24
2.6.4.	Huevo	24
2.7.	Galletas de harina cáscara de naranja.....	24
CAPÍTULO III.....		26
3.	MARCO METODOLÓGICO	26
3.1.	Ubicación de la investigación.....	26
3.2.	Localización de la investigación	26
3.2.1.	Situación geográfica y climática de la localidad.....	26

3.2.2.	Zona de vida.....	27
3.3.	Materiales	27
3.3.1.	Material experimental	27
3.3.2.	Material de laboratorio.....	27
3.3.3.	Material de oficina	28
3.4.	Equipos	29
3.5.	Reactivos	29
3.6.	Insumos	30
3.7.	Métodos	30
3.7.1.	Factores de estudio.....	30
3.7.2.	Tratamientos.....	30
3.7.3.	Tipo de diseño experimental: (DCA).....	31
3.7.4.	Tipo de análisis	32
3.8.	Variables de respuesta	33
3.8.1.	Caracterización bromatológica de la harina de la cáscara de naranja.....	33
3.8.2.	Caracterización bromatológica de la galleta.	36
3.8.3.	Evaluación sensorial.....	39
3.8.4.	Análisis microbiológico de las galletas.....	40
3.9.	Métodos	41
3.9.1.	Proceso para la obtención del residuo de cáscara de naranja por fluido supercrítico.....	41
3.9.2.	Diagrama de flujo del proceso para la obtención del residuo de cáscara de naranja por fluido supercrítico.....	43
3.9.3.	Proceso para la elaboración de galletas a partir de harina de cáscara de naranja	43
3.9.4.	Diagrama de flujo del proceso para la elaboración de galletas	45

CAPÍTULO IV	46
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	46
4.1. Rendimiento de la harina de cáscara de naranja.....	46
4.2. Obtención del desecho resultado de la extracción de aceite de naranja .	46
4.3. Caracterización del desecho (harina del desecho posterior a la extracción del aceite esencial de cáscara de naranja)	48
4.4. Determinación del mejor tratamiento para la elaboración de galletas en base al análisis de fibra, grasa y proteína.....	49
4.4.1. Fibra	49
4.4.2. Grasa	51
4.4.3. Proteína	53
4.5. Análisis sensorial de los diferentes tratamientos de galletas.....	56
4.5.1. Color.....	56
4.5.2. Olor	57
4.5.3. Sabor	58
4.5.4. Textura	60
4.5.5. Aceptabilidad	62
4.6. Análisis bromatológicos y microbiológicos del mejor tratamiento.....	64
4.6.1. Análisis bromatológico	64
4.6.2. Análisis microbiológico	65
4.7. Comprobación de la hipótesis	66
4.8. Conclusiones	68
4.9. Recomendaciones	70
BIBLIOGRAFÍA	71
ANEXOS	82

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N°	Descripción	Pág.
1	Clasificación taxonómica de la naranja.....	7
2	Valor nutricional de la naranja.....	8
3	Superficie sembrada, cosechada y producción de naranja en Ecuador.....	10
4	Superficie sembrada, cosechada y producción de naranja en Bolívar	11
5	Composición química de la cáscara de naranja.....	12
6	Composición nutricional de la harina de trigo	16
7	Propiedades críticas de algunos compuestos comúnmente usados como fluidos supercríticos	18
8	Comparación de las propiedades físicas de gases, líquidos orgánicos y fluidos supercríticos	19
9	Requisitos Bromatológicos	22
10	Requisitos Microbiológicos	22
11	Composición proximal de la harina de cáscara de naranja	23
12	Localización de la investigación.	26
13	Aspectos generales del territorio.....	26
14	Equipos.....	29
15	Reactivos.....	29
16	Factores de estudio.....	30
17	Combinaciones de tratamientos	30
18	Características del experimento	31
19	Tabla de Análisis de Varianza-ANOVA.....	32
20	Requisitos de pH para galletas	36
21	Requisitos de humedad para galletas	37
22	Contenido de proteína para galletas	38
23	Escala prueba descriptiva.....	39
24	Escala prueba hedónica (aceptabilidad)	40
25	Requisitos para análisis microbiológico de aerobios mesófilos	40
26	Requisitos para análisis microbiológico de mohos y levaduras.....	40

27 Rendimiento de la harina de cáscara de naranja posterior a la extracción del aceite	46
28 Extracción del aceite esencial de naranja por el método de fluidos Supercrítico	47
29 Porcentaje de análisis bromatológico de la harina de naranja.....	48
30 Análisis de varianza (ANOVA) para Fibra.....	49
31 Pruebas de Múltiple Rangos para Fibra	50
32 Análisis de varianza (ANOVA) para Grasa	51
33 Pruebas de Múltiple Rangos para Grasa	52
34 Análisis de varianza (ANOVA) para Proteína	53
35 Pruebas de Múltiple Rangos para Proteína	54
36 Resumen Estadístico para el Color	56
37 Análisis de varianza (ANOVA) para el Color	56
38 Resumen Estadístico para Olor	57
39 Análisis de varianza (ANOVA) para Olor	58
40 Análisis de varianza (ANOVA) para Sabor	58
41 Pruebas de rangos múltiples para Sabor.....	59
42 Análisis de varianza (ANOVA) para Textura.....	60
43 Pruebas de Múltiple Rangos para Textura	61
44 Resumen Estadístico para Aceptabilidad	62
45 Análisis de varianza (ANOVA) para Aceptabilidad.....	63
46 Análisis bromatológico de la galleta	64
47 Análisis microbiológicos de galletas de cáscara de naranja.....	65
48 Valores de distribución F obtenidos del análisis de varianza de las respuestas experimentales.....	67

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N°	Descripción	Pág.
1	Partes del fruto de naranja.....	6
2	Producción mundial de naranja en toneladas	9
3	Producción de naranja en Ecuador	10
4	La naranja en la Provincia de Bolívar	12
5	Diagrama temperatura-presión de una sustancia pura.	17
6	Relación del tratamiento T3 con relación al porcentaje de fibra de la galleta ...	51
7	Relación del tratamiento T3 con relación al porcentaje de grasa de la galleta ..	53
8	Relación del tratamiento T1 con relación al % de proteína de la galleta.....	55
9	Relación del factor A con relación al sabor de la galleta.....	60
10	Relación del factor A con relación a la textura de la galleta.....	62

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo N°	Descripción
1	Mapa de ubicación de la investigación
2	Extracción por fluidos supercrítico de la naranja
3	Base general
4	Resultados de análisis microbiológicos
5	Resultados de análisis de proteína
6	Ficha de la evaluación sensorial
7	Resultados obtenidos del análisis sensorial
8	Fotografías
9	Glosario

RESUMEN

La presente investigación se realizó en el Laboratorio de Investigación de la Universidad Estatal de Bolívar. Los objetivos de estudio fueron: Obtener el desecho posterior a la extracción de aceite esencial de naranja por el método de fluidos supercríticos. Caracterizar el desecho obtenido (harina del desecho posterior a la extracción del aceite esencial de cáscara de naranja). Determinar el mejor tratamiento para elaboración de galletas. Realizar la evaluación sensorial y Realizar análisis bromatológicos, microbiológicos del mejor tratamiento. La materia prima de variedad Valencia, se recolectó de la Parroquia San Luis de Pambil, perteneciente a la Provincia Bolívar. Se obtuvo el residuo de cáscara de naranja tras la extracción de aceite esencial, bajo condiciones de operación aplicadas al equipo Fluidos Supercríticos a 200 bares de presión y 50 °C de temperatura. Se caracterizó a nivel de laboratorio el residuo obtenido (harina de cáscara de naranja), mediante análisis bromatológicos, se obtuvo 18,19% de fibra, 0,27% en grasa, 0,05% en cenizas, 1,57% de humedad y 4,78% de proteína. El mejor tratamiento para la elaboración de galletas se determinó aplicando un procedimiento de comparación múltiple, donde se estableció que el tratamiento T3 (70% harina de trigo y 30% harina de cáscara de naranja), presentó una media significativa de 7,45 en fibra y 17,6133 en grasa, razón por la cual este tratamiento difiere de los demás en cuanto a los parámetros de fibra y grasa. La evaluación sensorial se realizó con jueces seleccionados previamente, las galletas preferidas significativamente por los jueces fueron las galletas que tenían entre un 10% y 20% de sustitución de harina de cáscara de naranja, donde se evidenció la existencia de diferencias estadísticas significativas entre los parámetros sensoriales de sabor y textura de la galleta. En los análisis bromatológicos del mejor tratamiento de la galleta se reportaron: 1,60% de humedad, pH 6,06%, fibra 7,45% y proteína 10,99%, estos valores se destacan por ser superiores a los datos de otras investigaciones realizadas y con los valores de productos existentes en el mercado, mientras que los valores de ceniza 0,017%, carbohidratos 62,32% y grasa 17,61% son distintos a los valores encontrados en otras investigaciones. En cuanto a los análisis microbiológicos se reportaron la ausencia de mohos y levaduras, pero si 8 ufc/g para aerobios mesófilos, valores que están dentro del rango requerido según las normas INEN 1529-5 y INEN 1529-10.

Palabras claves: Fluido Supercrítico, Extracto, Subproducto, Harina de cáscara de naranja, Galleta.

SUMMARY

The present investigation was carried out in the Research Laboratory of the State University of Bolivar. The objectives of the study were: To obtain the waste after the extraction of orange essential oil by the supercritical fluid method. To characterize the waste obtained (flour from the waste after the extraction of orange peel essential oil). Determine the best treatment for the elaboration of cookies. Carry out sensory evaluation and perform bromatological and microbiological analyses of the best treatment. The Valencia variety raw material was collected from the San Luis de Pambil Parish, belonging to the Bolivar Province. The orange peel residue was obtained after the extraction of essential oil, under operating conditions applied to the supercritical fluids equipment at 200 bars of pressure and 50 °C of temperature. The obtained residue (orange peel flour) was characterized at laboratory level by bromatological analysis, and 18.19% fiber, 0.27% fat, 0.05% ash, 1.57% moisture and 4.78% protein were obtained. The best treatment for the production of cookies was determined by applying a multiple comparison procedure, where it was established that treatment T3 (70% wheat flour and 30% orange peel flour), presented a significant mean of 7.45 in fiber and 17.6133 in fat, which is why this treatment differs from the others in terms of fiber and fat parameters. The sensory evaluation was carried out with previously selected judges, the cookies significantly preferred by the judges were the cookies that had between 10% and 20% orange peel flour substitution, where it was evidenced the existence of significant statistical differences between the sensory parameters of flavor and texture of the cookie. In the bromatological analysis of the best treatment of the cookie were reported: 1.60% moisture, pH 6.06%, fiber 7.45% and protein 10.99%, these values stand out for being higher than the data of other research and with the values of existing products on the market, while the values of ash 0.017%, carbohydrates 62.32% and fat 17.61% are different from the values found in other research. The microbiological analyses reported the absence of molds and yeasts, but 8 cfu/g for mesophilic aerobes, values that are within the range required by INEN 1529-5 and INEN 1529-10.

Key words: Supercritical Fluid, Extract, By-product, Orange peel flour, Biscuit.

CAPÍTULO I

1.1. INTRODUCCIÓN

En la actualidad la generación de subproductos o residuos agroindustriales derivados del procesamiento de materias primas, constituye un grave problema a nivel mundial debido a que su eliminación representa una preocupación medioambiental. Los residuos cítricos que son un tipo de residuo agroindustrial, no son valorados en la mayoría de los casos para ser aprovechados como materia prima para la cadena de producción (Rosas et al ., 2016). El sector agroindustrial es uno de los más importantes a nivel mundial, dónde la generación de productos con valor agregado en todos sus niveles de procesamiento, así como también del consumo directo de productos primarios, genera exorbitantes cantidades de residuos (Saval, 2012). En concordancia con lo antes mencionado un grupo importante donde se produce la generación de residuos, está conformado por el procesamiento de frutas cítricas. Durante el procesamiento de frutas cítricas, se genera un 20% de cáscaras como desechos que están propensos al crecimiento microbiano (Olajumoke & Sade, 2018), este subproducto se puede transformar para obtener nuevos productos de alto valor económico, comercial o social, debido a que poseen un gran potencial para ser aprovechados en diferentes procesos, que incluyen la obtención de nuevos productos. Dentro de este contexto, cabe destacar que varios estudios han demostrado, que la adición de ingredientes de origen vegetal, permiten incrementar y mejorar el valor nutricional de los productos finales (Jeddou et al , 2016). Los subproductos derivados de la industria de jugos y extracción de aceites esenciales, están constituidos por cáscaras (albedo y flavedo), semillas, membranas y vesículas de jugo, representan aproximadamente el 50% del peso de la fruta entera original (Rojas, Perea, & Stashenko, 2010). Estos residuos y subproductos agroindustriales provenientes de la extracción de aceites esenciales, pueden transformarse en nuevos ingredientes comestibles, principalmente destinados para la obtención de polvos o harinas ricos en fibra dietética y otros compuestos valiosos, destinados para la alimentación animal y humana.

En la presente investigación se planteó el siguiente objetivo general: Aprovechar el residuo de cáscara de naranja tras la extracción de aceite esencial mediante el método de extracción por FSC, para la elaboración de galletas a partir de harina de trigo.

Además, se planteó los siguientes objetivos específicos: Obtener el desecho posterior a la extracción de aceite de naranja por el método de fluidos supercríticos. Caracterizar el desecho (harina del desecho posterior a la extracción del aceite esencial de cáscara de naranja). Determinar el mejor tratamiento para elaboración de galletas. Realizar la evaluación sensorial y Realizar análisis bromatológicos, microbiológicos del mejor tratamiento.

1.2. PROBLEMA

1.2.1. Planteamiento del problema

La naranja dulce (*Citrus sinensis*) es uno de los principales cítricos que se produce a gran escala en Latinoamérica, del cual solo se aprovecha la pulpa para la elaboración de jugos dejando de lado sus cáscaras como un desecho orgánico sin valor. En Ecuador se produjo 146159 Tm y la provincia de Bolívar 110472 Tm en el año 2020. Las cáscaras de las naranjas tienen múltiples beneficios además son ricas en compuestos bioactivos con propiedades antioxidantes y nutraceuticas (Meza, 2017).

Los aceites esenciales o extractos son líquidos volátiles extraídos de diversas partes de las plantas aromáticas como cortezas, semillas, flores, cáscaras, frutas, raíces, hojas, madera, frutos, plantas enteras y nombrados según la planta de la que se obtienen (Sharma et al., 2020). Están formados por compuestos terpénicos, y los terpenos están formados por largas cadenas de un hidrocarburo dietilénico, el isopreno, así como los isoprenos pueden unirse entre sí de muchas formas, así el número de esencias es muy alto (Zaruma & Illescas, 2014).

1.2.2. Situación problema

Sin embargo, existe poca o casi nula producción científica, acerca de la utilización del subproducto generado durante la extracción de aceites esenciales de naranja, mediante la tecnología de FSC. Esta realidad de la aplicación de esta tecnología (FSC) en la obtención de aceites esenciales a partir de cáscara de naranja y la generación de residuo, no es estudiado en debida forma, situación que genera un desconocimiento de los parámetros físicos y de operación en el funcionamiento de esta tecnología en el momento de extraer aceites. Es necesario conocer las características físicas, químicas de la materia prima antes y después del proceso.

De continuar esta realidad, el sector empresarial agroindustrial, se verá afectado debido a que no existe el debido aprovechamiento del residuo de cáscara de naranja tras la extracción del aceite esencial por FSC, perdiendo la oportunidad de utilizar este subproducto para fines agroindustriales.

1.2.3. Formulación del problema

En base de lo expuesto el presente estudio se orienta a elaborar harina del residuo de cáscara de naranja para su aprovechamiento.

Para lo cual se plantea la siguiente pregunta de investigación:

¿Cómo aprovechar el residuo de cáscara de naranja tras la extracción de aceite esencial mediante el método de extracción por FSC?

1.2.4. Sistematización

¿Qué desecho se obtiene posterior a la extracción de aceite de naranja por el método de FSC?

¿Cuál es la composición física y química del desecho obtenido (harina del desecho posterior a la extracción del aceite esencial de cáscara de naranja)?

¿Cuál es el tratamiento adecuado para la elaboración de galletas?

¿Cómo saber la aceptabilidad del producto?

¿Cuál es la composición bromatológico del producto obtenido (galletas)?

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Naranja

2.1.1. Generalidades de la naranja

La naranja es una fruta cítrica comestible obtenida del naranjo (*Citrus sinensis*), del naranjo amargo (*Citrus aurantium*) y de naranjos de otras variedades o híbridos, antiguos híbridos asiáticos originarios de India, Vietnam o el sureste de China; es un hesperidio carnoso de cáscara más o menos gruesa y endurecida y su pulpa está formada típicamente por once gajos u hollejos llenos de jugo, los cuales contienen vitamina C, flavonoides y aceites esenciales (Astudillo, 2018). Cuando se consume esta fruta en forma de zumo varían sus características nutricionales, ya que este apenas contiene fibra y tiene menores cantidades de vitaminas y minerales que la naranja entera (Mendoza, 2020).

Se menciona dos grupos importantes: naranja dulce o de consumo (*Citrus sinensis*) y la naranja amarga o agria (*Citrus aurantium*) (Njoroge, Koaze, & Sawamura, 2005). A la vez se hace una subdivisión, sabor dulce son las siguientes variedades Washington navel y Bahianina; intermedias como la criolla y las tardías como la Valencia, populares por su abundancia en jugo y una delgada cáscara (Saquina, 2018).

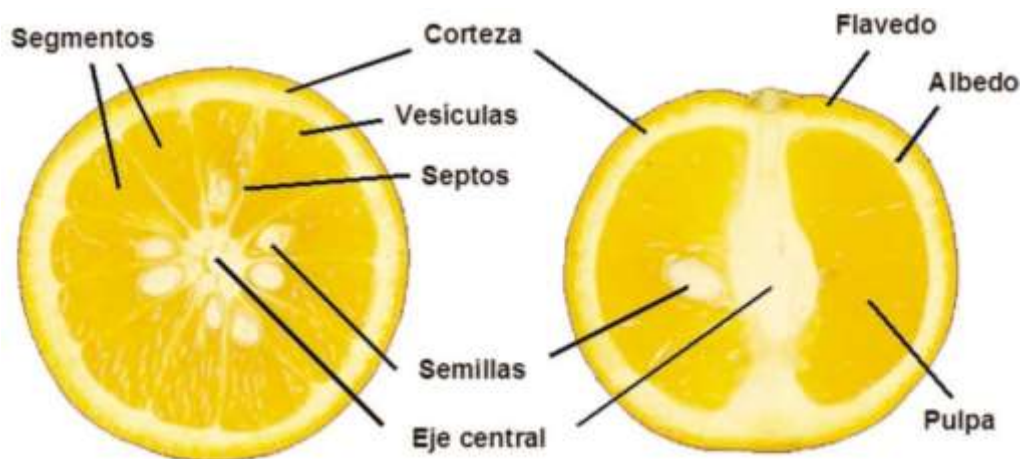
La naranja ayuda a la dieta una interesante cantidad de fibra soluble (pectinas), cuyas principales propiedades se relacionan con la disminución del colesterol además aporta gran cantidad de hidratos de carbono, así como con un correcto desarrollo de la flora intestinal (Kalenok, 2020).

Partes de la naranja: parte exterior (epicarpio, exocarpo o flavedo), es lo más visible y cambia de color verde a un precioso naranja cuando el fruto está maduro y listo para recoger. Sirve de capa protectora para el interior y evita que las inclemencias del tiempo lo estropeen. Se suele pelar y desechar para comer únicamente el interior, pero la piel o cáscara tiene muchos beneficios para la salud. Además, ahí

se concentran las glándulas de aceite que hacen que el cítrico desprenda su olor y de donde se obtienen perfumes. Parte blanca de la naranja (mesocarpio o albedo), es lo que une la parte exterior con la interior. Su grosor varía según la variedad de naranja porque en realidad forma parte de la cáscara, pero es amarga y por eso no se recomienda llegar a ella, por ejemplo, cuando se ralla la piel para preparar un bizcocho. Parte interior (endocarpo), es la pulpa de la naranja e incluye las semillas según la variedad porque, por ejemplo, nuestra Navelate no tiene. Los gajos (vesículas) es donde se almacena el zumo, están separados por las membranas (septos) y su número es diferente según la variedad. Es la parte comestible del fruto, una delicia llena de vitaminas de la que no hay que desperdiciar ni una gota (Mendoza, 2020).

Figura 1

Partes del fruto de naranja.



Nota. La figura muestra las partes de la naranja. Fuente: Astudillo (2018).

2.1.2. Taxonomía de la naranja

La taxonomía de la naranja se refiere a las diferentes especies que existen de ellas, su clasificación, cultivares y las mezclas e injertos dentro del género Citrus y aquellos relacionados, ubicados en el cultivo y en la naturaleza (Angulo, 2012).

Tabla 1

Clasificación taxonómica de la naranja

Taxonomía de la naranja	
Familia	Rutaceace
Genero	Citrus
Especie	Citrus sinensi
Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Subclase	Rosidae
Orden	Sapindale

Nota. Tomado de Universidad Católica Santiago de Guayaquil (2020).

2.1.3. Valor nutricional de la naranja

La naranja es una fruta de escaso valor calórico y bajo contenido de grasa. Aporta a la dieta una cantidad interesante de fibra soluble (pectinas), cuyas principales propiedades se relacionan con la disminución del colesterol y la glucosa en la sangre, así como con el desarrollo de la flora intestinal. En su composición también cabe destacar la elevada cantidad de ácido ascórbico o vitamina C, también contiene cantidades apreciables de ácido fólico, y en menor cantidad, provitamina A (Pozo et al., 2010).

Tabla 2*Valor nutricional de la naranja*

Parámetro	Cantidad (mg)
Calcio	36,00
Hierro	0,30
Yodo	2,00
Magnesio	12,00
Zinc	0,10
Sodio	3,00
Potasio	200,00
Fosforo	28,00
Selenio	1,00
Tiamina	0,10
Vitamina B6	0,06
Vitamina A	40,00
Folato	37,00
Vitamina C	50,00

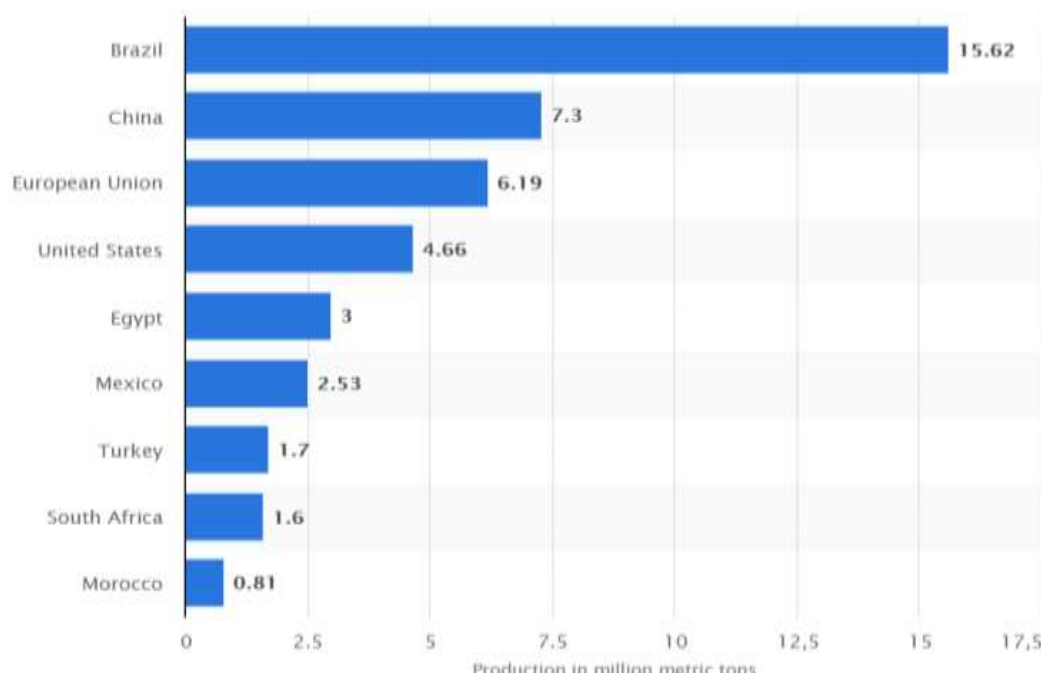
Nota: Tomado de Pozo et al (2010).

2.1.4. Producción de naranja

La naranja es uno de los cítricos mejor valorados en el mundo y la producción de naranjas representa más del 50% de los cítricos mundiales, se produce ampliamente en países como: Brasil, Estados Unidos, México y China (Tütem et al., 2020). Durante la campaña comercial 2019/2020, Brasil fue el principal productor mundial de naranjas, con un volumen de producción de 15,62 millones de toneladas métricas, ese año, el volumen de producción mundial de naranjas frescas ascendió aproximadamente 46,06 millones de toneladas métricas (Shahbandeh, 2020).

Figura 2

Producción mundial de naranja en toneladas.



Nota. La figura 2 se muestra la producción mundial de naranjas en el año 2020. Fuente: Shahbandeh (2020).

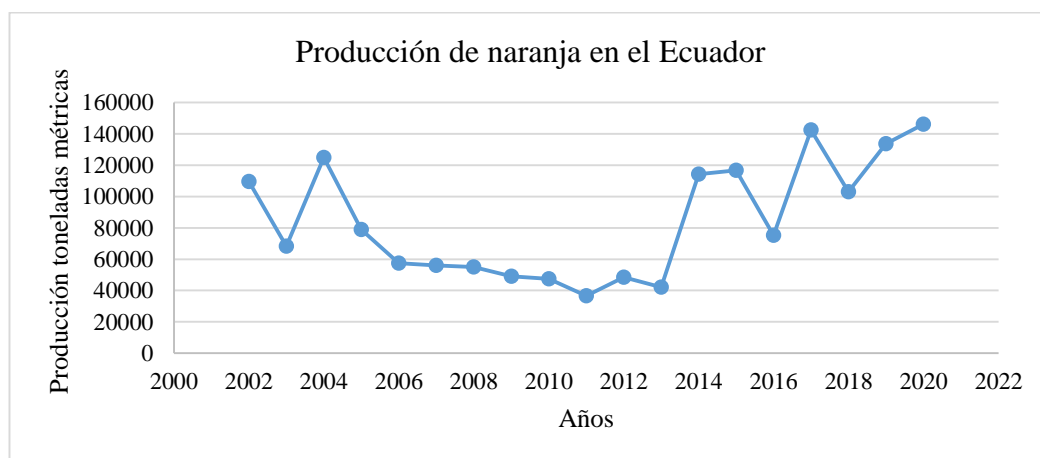
La naranja Valencia (*Citrus sinensis*) es una de las variedades de naranja que posee una alta demanda de consumo a nivel mundial, razón por la cual es una de las especies más cultivadas en el Ecuador y en el cantón Caluma, esta variedad posee pocas semillas, su cáscara es gruesa y firme, (Yances, 2018), además contiene un alto contenido de zumo con una acidez elevada de aroma excelente y sabor ligeramente ácido lo que lo hace que sea apta para la industrialización, especialmente la mayor parte de sus usos se destinan a la obtención de jugos y zumos (Hallo, 2013).

2.1.5. Producción en Ecuador

En la tabla 3 se presenta los datos de siembra, cosecha y producción desde el año 2002 hasta el año 2020 de la naranja.

Tabla 3*Superficie sembrada, cosechada y producción de naranja en Ecuador*

Año	Superficie plantada	Superficie cosechada	Producción toneladas métricas
2002	27.367	21.201	109.621
2003	26.449	23.740	68.218
2004	28.967	24.376	124.946
2005	24.566	20.020	78.974
2006	26.664	23.557	57.498
2007	21.989	19.063	56.060
2008	24.520	22.299	54.916
2009	25.508	22.822	49.088
2010	27.710	21.695	47.494
2011	24.675	21.681	36.607
2012	21.140	18.897	48.380
2013	19.485	17.371	42.050
2014	19.320	17.070	114.308
2015	26.143	22.282	116.809
2016	16.578	13.270	75.333
2017	19.780	15.910	142.546
2018	19.288	15.781	103.121
2019	20.603	18.444	133.688
2020	16.120	14.234	146.159

Nota. Tomado del Instituto Nacional de Estadística y Censos (2020).**Figura 3***Producción de naranja en Ecuador.**Nota.* La figura muestra la producción de naranja en las diferentes provincias del Ecuador. Fuente: ESPAC (2020).

2.1.6. Producción de naranja en la provincia de Bolívar

En la provincia las variedades abundan y se disputan, la preferencia de un mercado seducido por su calidad y sabor, realmente diferenciados ante otros frutos de la Costa o importados. Valencia tardía (*Citrus sinensis*), Valencia común, Valencia delta, Thompson (*Citrus Aurantium var. Thompson*), Washington (*Citrus sinensis* 'Washington Navel'), Naranja lima (*Citrus × aurantifolia*), Naranja Agria (*Citrus × aurantium*) y Naranja pomelo (*Citrus × paradisi*), son algunas de las variedades que se cultivan en este territorio (Michelena, 2019).

Tabla 4

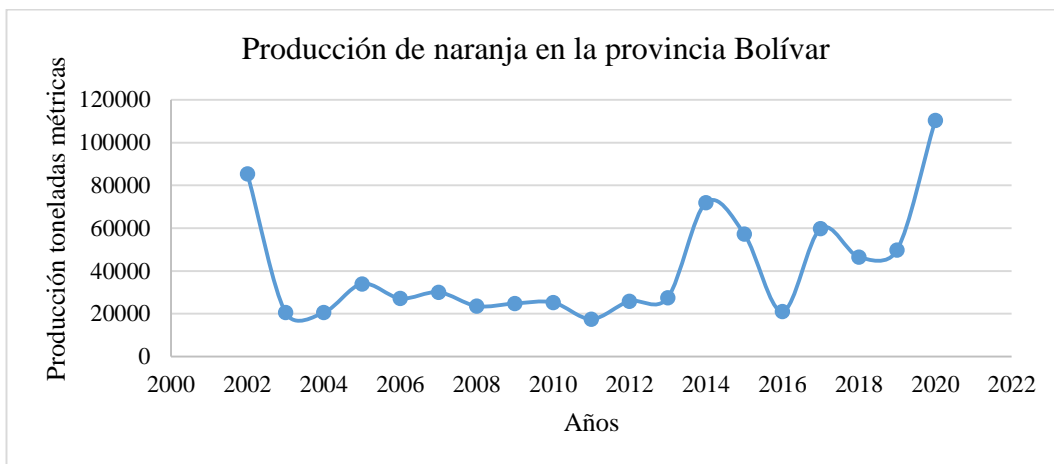
Superficie sembrada, cosechada y producción de naranja en Bolívar

Año	Superficie plantada	Superficie cosechada	Producción toneladas métricas
2002	12.168	8.264	85.427
2003	10.696	10.065	20.591
2004	13.836	10.065	20.591
2005	11.448	9.817	33.995
2006	13.436	12.043	27.183
2007	11.110	10.444	30.063
2008	9.569	9.705	23.611
2009	11.564	10.530	24.833
2010	13.244	10.886	25.282
2011	11.234	10.268	17.568
2012	12.500	11.755	25.917
2013	10.696	10.065	27.570
2014	11.447	10.753	71.997
2015	11.635	9.980	57.323
2016	5.115	4.685	21.047
2017	5.347	4.869	59.891
2018	5.155	4.825	46.590
2019	6.957	6.169	49.813
2020	9.034	8.838	110.472

Nota. Tomado del Instituto Nacional de Estadística y Censos (2020).

Figura 4

La naranja en la Provincia de Bolívar.



Nota. La figura muestra la producción de naranja en la provincia Bolívar. Fuente: ESPAC (2020).

2.1.7. Cáscara de naranja

Los residuos generados a partir de la naranja son la cáscara y el bagazo, el cual se genera al extraer el zumo de la fruta, la cáscara es el principal residuo aprovechable de la naranja, es un desecho rico en aceites esenciales, azúcares y pigmento (Moncayo, Reyes, & Carillo, 2018).

Dada la composición de fibra, proteínas y grasa de los residuos de cáscara de naranja, se puede preparar harinas a partir de los mismos tanto para el enriquecimiento de balanceados de consumo animal como para formulación de alimentos de consumo humano gracias a sus propiedades funcionales (Ulloa, 2012).

2.1.8. Composición química de cáscara de naranja

La cáscara de naranja posee altas cantidades de compuestos bioactivos, es rica en agua, en elementos nutricionales como azúcares solubles, proteínas y minerales (Rafiq et al, 2018). La piel de naranja constituye una fuente excelente de fibra dietética y compuestos antioxidantes como la vitamina C y flavonoides totales, ante lo expuesto la cáscara de naranja podría ser adecuada para la formulación de nuevos

alimentos funcionales ricos en fibra y antioxidantes (M'hiri, Ioannou, Ghoul, & Boudhrioua, 2015).

Tabla 5

Composición química de la cáscara de naranja

Parámetros	Valor
Sólidos solubles (°Brix)	7,100 ± 1,200
pH	3,930 ± 0,003
Total de acidez	0,290 ± 0,003
Humedad (%)	60,500
Ceniza (%)	3,290 ± 0,190
Grasa (%)	0,200
Proteína (%)	1,500
Carbohidratos (%)	89,000 ± 1,100
Pectina (%)	17,000 ± 5,000
Lignina (%)	3,200 ± 0,400
Aceites esenciales (mL/kg)	1,450 ± 0,160

Nota. Datos tomados de Centro de Investigación y desarrollo Tecnológico en Electroquímica, S.C. (2017).

2.1.9. Usos industriales y beneficios de la cáscara de naranja

2.1.9.1. Beneficios de la cáscara de naranja

La cáscara de naranja tiene más fito-nutrientes y flavonoides que su pulpa, uno de ellos es la pectina, una fibra natural que protege el estómago de posibles inflamaciones que ayuda a mantener los niveles de azúcar en sangre; además, alivia problemas intestinales como la acidez y el ardor de estómago, las flatulencias o las diarreas (Muñoz, 2020).

2.1.9.2. Usos industriales de la cáscara de naranja

2.1.9.2.1. Extracción de pectina

La pectina a nivel industrial se extrae de la cáscara de los cítricos, la cáscara de los cítricos contiene una cantidad relativamente alta de pectina entre un 20 y 30% en

comparación con la piel de manzana (Palanisamy, Dhivya, Aravind, & Kumaresan, 2014).

2.1.9.2.2. Obtención de aceites

Los aceites esenciales son una mezcla de fracciones volátiles compuesta principalmente por hidrocarburos como terpenos, compuestos oxigenados y compuestos fenólicos, de la composición total de la corteza de la naranja, un 4,9% en base seca está compuesto por aceites, polifenoles y otros extractos, por lo cual es posible extraer aceites de la misma (Singh et al ., 2010).

2.1.9.2.3. Obtención de harina

Las harinas cítricas son productos en forma de polvo granulado que se obtiene a través de procesos de secado y molienda de los desechos de frutas cítricas que se generan luego del procesamiento industrial de las mismas. Los desechos de frutas cítricas a partir de los cuales se obtienen las harinas cítricas están compuestos principalmente por las cáscaras, semillas y membranas capilares (Cabrera et al, 2020).

La harina de desechos de naranja tiene presencia de metales y otros compuestos que funcionan como micronutrientes en la alimentación de los seres vivos. Estas harinas con propiedades de hidratación puede emplearse en la fabricación de galletas y harinas con propiedades emulsificantes pueden utilizarse en la formulación de helados. Además, se pueden emplear como saborizantes y aromatizantes de los productos (Ulloa, 2012).

La obtención de harinas cítricas se basa en dos operaciones unitarias básicas, el secado de la materia y su posterior trituración de tamaño por molienda. El secado se refiere a la reducción del contenido de agua de un material. El agua presente en un sólido puede hallarse asociada al mismo a través de distintas fuerzas de atracción, por lo cual se encuentran en el producto bajo diferentes formas de acuerdo al grado de asociación y relación con la estructura física y la naturaleza química de los tejidos (Muñoz, 2020).

Posterior al proceso de secado se realiza la reducción de tamaño. Esta operación unitaria se basa en someter al sólido a esfuerzos de compresión, impacto, cortado, cizalladura y fricción; ya sea a través de la trituración o molienda. En el caso de molienda, se utilizan molinos que por medio de fricción e impacto con elementos móviles reducen el tamaño de la partícula hasta alcanzar un polvo de granulometría similar a una harina convencional como la de trigo, es decir un tamaño de partícula cercano a las 250 μm (Cabrera et al, 2020).

2.2. Harina de trigo

El trigo *Triticum* es una planta no perenne que pertenece a la familia de las gramíneas (*Poaceae*) produce un conjunto de frutos modificados que se fusionan con su sola semilla, en una espiga terminal y puede ser silvestre o cultivada. El grano de trigo se utiliza para producir harina, sémola y malta, así como una gran variedad de productos alimentarios como pan, galletas, cerveza, whisky, aperitivos, pastas etc. (Ballat, 2014). La harina de trigo es el producto finamente triturado resultante de la molturación del grano de trigo (*Triticum aestivum*) industrialmente limpio o la mezcla de este con el (*Triticum durum*), en la proporción máxima del (80 % y 20%), el producto resultante puede presentar variaciones en su composición (la relación existe entre proteínas, tipo de proteínas, porcentaje de almidón) que lo hacen más indicado para unos u otros usos industriales: panificación tradicional, panificación industrial, bollería, galletas, etc. (AFHSE, 2015).

Tabla 6*Composición nutricional de la harina de trigo*

Nutrientes	Cantidad	Unidad
Proteínas	17,3	G
Grasa	2,6	G
Fibra dietética	1,8	G
Calcio	31	Mg
Hierro	4,2	Mg
Potasio	446	Mg
Sodio	3,8	Mg
Fósforo	411	Mg
Magnesio	153	Mg
Vitamina B1	0,45	Mg
Vitamina B2	0,12	Mg
Vitamina E	1,7	Mg

Nota. Tomado de Universidad de Guayaquil Silva (2016).

2.3. Extracción con fluido supercrítico

Este método es de desarrollo más reciente, el material vegetal cortado en trozos pequeños, licuado o molido, se empaca en una cámara de acero inoxidable y se hace circular a través de la muestra un fluido en estado supercrítico (por ejemplo CO₂) (Bolufer, 2016). Las esencias son así solubilizadas y arrastradas mientras que el FSC, que actúa como solvente extractor, se elimina por descompresión progresiva hasta alcanzar la presión y temperatura ambiente. Finalmente se obtiene una esencia cuyo grado de pureza depende de las condiciones de extracción, además ofrece una ventaja de que no se alteran las propiedades químicas de la esencia por las bajas temperaturas utilizadas para su extracción (Rodríguez, Meléndez, & Real, 2012).

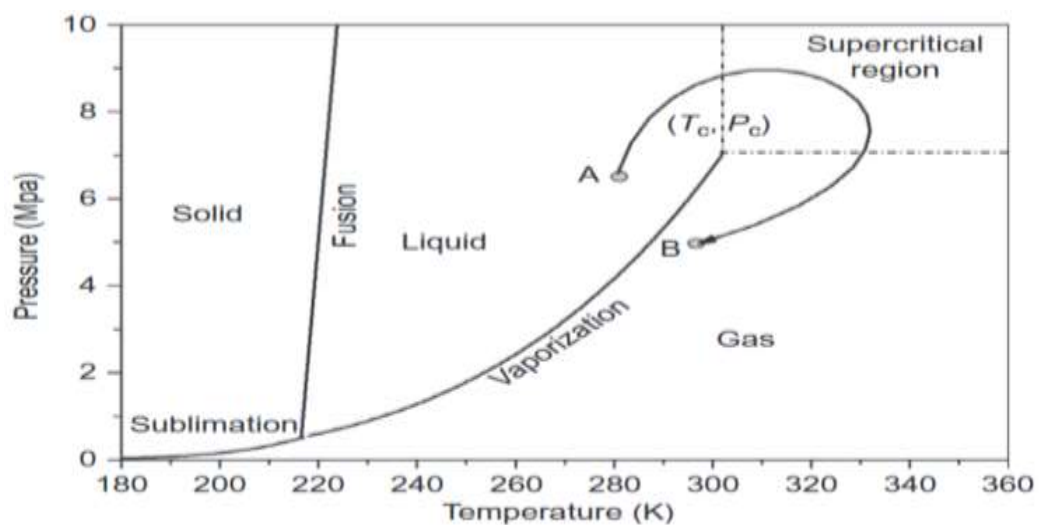
2.3.1. Aspectos fundamentales de los fluidos supercríticos

El estado supercrítico de una sustancia concreta se puede demostrar empleando un diagrama general de presión-temperatura (PT), que se muestra en la figura para el CO₂, los tres estados más comunes de la materia sólido, líquido y gas están divididos por distintos límites de fase, la curva de equilibrio vapor-líquido o también llamada punto de ebullición o curva de presión de vapor termina en el punto

crítico con una temperatura crítica, T_c y una presión crítica, P_c . En efecto un fluido FSC, es un fluido con una temperatura y una presión superiores a T_c y P_c , así pues, en dicha región no existen límites de fase y, por lo tanto, sólo existe una única fase homogénea, independientemente de la presión y la temperatura, por lo que es posible que una sustancia pase del estado líquido al estado gaseoso, tal y como se muestra en la trayectoria PT de A a B, sin ninguna transición de fase (Erkey, 2011).

Figura 5

Diagrama temperatura-presión de una sustancia pura.



Nota. La figura muestra el diagrama temperatura en función a la presión Erkey (2011).

2.3.2. Propiedades de los fluidos supercríticos

Cuando una sustancia está por encima de sus valores críticos, recibe el nombre de F, en ese mismo contexto existen varios disolventes para la tecnología de SFE, como el dióxido de carbono, el etano, el óxido nitroso, el propano, el amoníaco, el n-pentano, el hexafluoruro de azufre, el fluoroforno y el agua (Tahere et al., 2020).

Tabla 7

Propiedades críticas de algunos compuestos comúnmente usados como fluidos supercríticos

Fluido supercrítico	Temperatura crítica (Tc)	Presión crítica (Pc)
CO ₂	31	72
NO ₂	36,5	70,5
Etano	32,3	47,6
Propano	96,7	42,4
n-Pentano	196,9	32,9
Amoniaco	132,5	109,8
Fluoroformo	26	46,9
S6F	45,5	38,0
Agua	374,2	214,8
Metanol	240	78
Etileno	10	51

Nota. Emerging extraction techniques: Microwave-assisted extraction (2020).

La densidad de un FSC es similar a la de los líquidos, lo que le brinda la característica de poseer un gran poder solvatante, pudiendo actuar con gran cantidad de solutos, al mismo tiempo la viscosidad es similar a la de los gases y la difusividad es superior a la de los líquidos, lo que favorece la capacidad de penetración en los poros de la muestra (Román et al, 2016).

En cuanto a la difusividad los fluidos supercríticos tienen difusividades semejantes a la de los gases, disminuye la difusividad al bajar la temperatura y al aumentar la presión (Cotera & Yauri, 2018), por otro lado, la viscosidad de los fluidos supercríticos es similar a la de los gases, también varía con la presión y con la temperatura, esta aumenta al hacerlo la presión a temperatura constante (Rojas M. , 2012).

Tabla 8

Comparación de las propiedades físicas de gases, líquidos orgánicos y fluidos supercríticos

Fase	Densidad (g cm ³)	Viscosidad(P) x 10 ⁴	Difusividad(cm ² s ⁻¹) x 10 ⁴
Gases	~10 ⁻³	0,4 – 3,4	100 – 10,000
Líquido orgánico	0,6 – 1,1	32 – 251	0,05 – 0,2
Fluido supercrítico	0,2 – 0,9	2,1 – 10,8	0,11 – 3,45

Nota. Tomado de Emerging extraction techniques: Microwave-assisted extraction (2020).

2.3.3. Variables a tener en cuenta al momento de emplear la extracción mediante fluidos supercríticos

Las principales variables a tener en cuenta durante el proceso de extracción por FSC son: densidad del fluido (P y T), tipo de extracción (Dinámica o estática), volumen y velocidad de flujo del disolvente o tiempo de extracción, modificador (tipo y forma de adición), características de la muestra (tamaño de partícula, contenido de humedad, entre otros), tipo de restrictor y sistema de colección (tipo y volumen de disolvente y disolvente de elución, temperatura, entre otros) (Brunner, 2013).

Ciertos factores como tamaño de partícula, forma y porosidad del material afectan directamente la transferencia de masa del proceso, con el fin de aumentar la extracción, la matriz sólida debe ser triturada para aumentar el área de contacto y transferencia de masa, por otra parte la competencia del agua con el soluto para interactuar con el solvente contribuye con la disminución de los rendimientos en los procesos de extracción, por lo cual es necesario el secado adecuado de la materia prima (Román et al, 2016).

Los efectos sobre la densidad del disolvente, causados por la afectación en la solvatación se ven influenciados por la temperatura y presión, por lo que el poder de solvatación puede modificarse manipulando la presión y la temperatura del proceso. Dicho esto, la selección de las condiciones de operación depende de las características del compuesto empleado, en investigaciones realizadas se ha

establecido que los aceites esenciales se deben extraer a temperaturas entre 29 y 60 °C y presiones entre 10 y 25 MPa (Pereira & Meireles, 2010).

Por último, otra de las variables a considerar al momento de realizar extracciones son las modificaciones o solventes, los cuales contribuyen a aumentar la eficiencia de extracción del CO₂, contribuyendo al aumento de la solubilidad del mismo.

2.3.4. Etapas de extracción por fluidos supercríticos

El proceso de extracción por fluidos supercríticos, consta de 4 etapas:

Presurización: Se eleva la presión, por encima de la presión crítica de la sustancia a emplear como solvente.

Ajuste de temperatura: Se eleva o disminuye la temperatura, por cualquier medio físico o mecánico, para llevar el solvente a la temperatura adecuada de extracción (por encima de su temperatura crítica).

Extracción: El FSC entra en contacto con la muestra que contiene el soluto de interés en el extractor.

Separación: El solvente se descomprime a una presión inferior a la crítica, lo que provoca que se libere del soluto (Kiran, Debenedetti, & Peters, 2012).

Una gran variedad de compuestos y materias primas pueden ser extraídos por este proceso, como extracción de aceites esenciales, jugos concentrados de frutas, jugo de vegetales, extracción de medios de cultivo fermentados y desalcoholizado de bebidas alcohólicas (Domínguez & Parzanese, 2010).

2.3.5. Extracción de aceite esencial de naranja por el método de fluido supercrítico

Dadas las nuevas tendencias basadas en producción más limpia, cero desperdicios y productos “verdes”, muchos productos que hasta ahora sólo son desecho se han convertido en un factor importante de la industria (Ahmad et al ., 2019). El aceite esencial de la cáscara de la naranja se denomina limoneno, este producto es

utilizado como materia prima para la fabricación de productos cosméticos, farmacéuticos, químicos, agropecuarios, entre otros. El método de extracción que genera un producto de mayor pureza es por medio de fluidos supercríticos (Gutiérrez & Roldán, 2010).

Las condiciones óptimas de FSC son de 347,07 atm, una temperatura de 55 °C, un tiempo de extracción de 30,16 min y un volumen de etanol de 147,05 µL. Además, los rendimientos de extracción basados en la SFE variaron en el rango de 0,04% a 1,18% (p/p) (Ghadiri, Raofie, Qomi, & Davoodi, 2020).

2.4. Las galletas

2.4.1. Generalidades de la galleta

La Norma Técnica Ecuatoriana NTE-INEN 2085 (2005) define a las galletas, como “Productos obtenidos mediante horneado apropiado de las figuras formadas por el amasado de derivados del trigo u otras farináceas con otros ingredientes aptos para el consumo humano”.

Las galletas contienen principalmente cereales y estos son la base de la alimentación por su alto contenido en hidratos de carbono en general, las galletas están compuestas por harina, grasa, agua, azúcar, huevos, mantequilla y otros ingredientes como especias, aromas, condimentos o aditivos, además esta masa es enriquecida con alimentos nutritivos con la finalidad de otorgarle un valor agregado y obtener una galleta de calidad (Alamo, Rodríguez, & Feijo, 2020).

2.4.2. Clasificación de las Galletas

En la Norma Técnica Ecuatoriana NTE-INEN 2085 (2005), Primera revisión, se clasifica a las galletas en los siguientes tipos:

- a) Tipo I Galletas Saladas. - Son aquellas que tienen un sabor salado.
- b) Tipo II Galletas Dulces. - Son aquellas que tienen un sabor dulce,
- c) Tipo III Galletas Wafer. - Producto obtenido a partir del horneado de una masa líquida (oblea) adicionada de un relleno para formar un sánduche.
- d) Tipo IV Galletas con relleno. - Son galletas a las cuales se les añade relleno.

- e) Tipo V Galletas revestidas o recubiertas. - Son aquellas que exteriormente presentan un revestimiento o baño, estas pueden ser simples o rellenas.

2.5. Estándares de calidad que debe tener la galleta

2.5.1. Requisitos de las Galletas

Las galletas se deben regir a los requisitos bromatológicos, de acuerdo a lo que se observa en las Tablas 9 y 10, respectivamente.

Tabla 9

Requisitos Bromatológicos

Requisitos	Min	Max	Método de ensayo
pH en soluciones acuosas al 10%	5,5	9,5	NTE INEN 526
Proteína % (%N x 5,7)	3,0	--	NTE INEN 519
Humedad %	--	10,0	NTE INEN 518

Nota. Tomado de Servicio Ecuatoriano de Normalización (2005).

Tabla 10

Requisitos Microbiológicos

Requisito	n	m	M	c	Método de ensayo
R.E.P. ufc/g	3	$1,0 \times 10^3$	$1,0 \times 10^4$	1	NTE INEN 1529-5
Mohos y levaduras upc/g	3	$1,0 \times 10^2$	$2,0 \times 10^2$	1	NTE INEN 1529-10

Nota. Tomado de Servicio Ecuatoriano de Normalización (2005).

En donde:

R.E.P: Recuento en placa

n: número de unidades de muestra

m: nivel de aceptación

M: nivel de rechazo

c: número de unidades entre m y M

2.6. Materia prima en la elaboración de galletas

Según Alamo, Rodríguez, & Feijo (2020) los ingredientes principales de las galletas son harina de trigo blando, azúcar, sal, leche, huevos, mantequilla, lecitina, anti aglutinante, bicarbonato de sodio y agua, para algunos tipos de galletas es necesario que haya un cierto desarrollo de gluten mientras que para otras galletas (aquellas que tengan que ser fácilmente desmenuzables y sin prácticamente elasticidad) no se debe desarrollar gluten.

2.6.1. Harina

Las harinas blandas son indispensables para la elaboración de galletas, la masa que se obtiene es menos elástica y menos resistente al estiramiento que la masa obtenida con harina fuerte, las proteínas del gluten, Requisitos Min. Max. Método de ensayo pH en solución acuosa al 10% - 5 NTE INEN 526 Proteína % (%N x 5,7) 3 NTE INEN 519 Humedad % - 10 NTE INEN 518 pueden separarse en función de su solubilidad, las más solubles son las gliadinas, que constituyen aproximadamente la tercera parte del gluten y contribuyen a la cohesión y elasticidad de la masa, más blanda y más fluida y las dos terceras partes restantes son las glutaminas, contribuyen a la extensibilidad, masa más fuerte y firme (Cabeza, 2009).

2.6.1.1. Requisitos físicos y químicos de las harinas

Tabla 11

Composición proximal de la harina de cáscara de naranja

	Humedad %	Proteína %	Grasa %	Cenizas %
Harina de cáscara de naranja	3,31	5,07	1,64	4,86

Nota. Tomado de Revista de Energía Química y Física (2017).

2.6.2. Azúcar

Los azúcares en su estado cristalino contribuyen decisivamente sobre el aspecto y la textura de las galletas, la adición de azúcar reduce la viscosidad de la masa y el tiempo de relajación, promueve la longitud de las galletas y reduce su grosor y peso; las galletas ricas en azúcar se caracterizan por una estructura altamente cohesiva y

una textura crujiente, la cantidad de azúcar influyen durante todo el proceso, desde el amasado hasta el envasado (Rubio, 2019).

2.6.3. Grasa

Las grasas desempeñan una misión antiglutinante en las masas, contribuyen a su plasticidad y su adición suaviza la masa y actúa como lubricante, Además, las grasas juegan un papel importante en la textura de las galletas. La grasa contribuye a un aumento de la longitud y una reducción en grosor y peso de las galletas, que se caracterizan por ser una estructura fragmentada, fácil de romper, sin embargo las fuentes de grasa que más comúnmente se utilizan son grasas de origen animal (mantequilla), grasas de origen vegetal con un alto nivel de saturación (coco y palma) (Salvador, 2015).

2.6.4. Huevo

Es uno de los alimentos más nutritivos que existen en la naturaleza; es fuente importante de proteínas, grasas y vitaminas A, D, E, K y B1 (Riboflavina). En la elaboración de galletas aporta textura y sabor (Llerena, 2010).

2.7. Galletas de harina cáscara de naranja

La cáscara de naranja es una rica fuente de fibra dietética y antioxidantes. El desarrollo de galletas funcionales incorporando cáscara de naranja en polvo (5%, 10%, 15% y 20%). La fibra dietética total, insoluble y soluble en las galletas suplementadas con polvo de cáscara de naranja oscilaron entre el 8,33% y el 13,33%, 5,43% a 7,36% y 2,82% a 6,00%, respectivamente, mientras que el contenido de la misma en las galletas de control fue de 2,70%, 1,74% y 0,95% respectivamente. El polvo de cáscara de naranja puede utilizarse con éxito hasta un 20% para el desarrollo de galletas funcionales ricas en fibra y antioxidantes sin afectar atributos sensoriales (Rani, Sangwan, & Malik, 2020).

La utilización de polvos de cáscara de naranja con 100 gramos de harina refinada se incluyó en los niveles 0%, 5%, 10% y 15%. Las galletas se prepararon utilizando el polvo de la cáscara de naranja. El aumento de la cantidad de energía proteínas,

grasas, hidratos de carbono, calcio y hierro en estos productos alimenticios, el polvo producido a partir de la piel de naranja en el producto alimenticio aumentó. Así, estas galletas se conservaron durante 45 días (Kumari & Kumari, 2018).

CAPÍTULO III

3. MARCO METODOLÓGICO

3.1. Ubicación de la investigación

Se realizó en la planta de procesos agroindustriales de la Carrera de Agroindustria y en el Laboratorio de Investigación de la Universidad Estatal de Bolívar.

3.2. Localización de la investigación

Tabla 12

Localización de la investigación.

Provincia	Bolívar
Cantón	Guaranda
Parroquia	Veintimilla
Sector	Laguacoto
Dirección	Laguacoto II. (Guaranda Km.1 1/2 Vía San Simón)

3.2.1. Situación geográfica y climática de la localidad

Tabla 13

Aspectos generales del territorio

Altitud Promedio	2622 msnm
Latitud	01°36'52''S
Longitud	78°59'54''W
Temperatura media anual	14.4 °C
Temperatura máxima	21 °C
Temperatura mínima	7 °C
Humedad relativa	70%
Precipitación media anual	980 mm
Heliofanía promedio	900 /horas/luz/año
Velocidad de viento	6 m/s

Nota. Tomado de Estación Meteorológica Laguacoto II. UEB (2021).

3.2.2. Zona de vida

La investigación en estudio se encuentra en la zona de vida según Holdridge, L. bosque Seco Montano Bajo (bs-MB).

3.3. Materiales

3.3.1. Material experimental

- Naranja variedad valenciana (*Citrus sinensis*)

3.3.2. Material de laboratorio

- Pera de succión
- Mesas de acero inoxidable
- Cuchillos
- Recipientes de acero inoxidable
- Dedales
- Cazos
- Filter Papers
- Crisoles
- Pissetas
- Capsulas
- Pinza
- Espátula
- Desecador
- Vasos de precipitación
- Lana de polipropileno
- Envases color ámbar
- Matraz Erlenmeyer
- Pipetas
- Probetas
- Tablas de picar
- Recipientes de plástico

- Fundas metalizadas
- Erlenmeyer
- Mortero
- Embudos de vidrio
- Fundas herméticas
- Cucharas
- Tamiz
- Bandejas de aluminio y
- plástico
- Bolillo
- Latas de pan
- Viales
- Espátulas

3.3.3. Material de oficina

- Tijeras
- Computadora portátil
- Hojas de papel
- Esferos
- Lápices
- Cuaderno
- Portafolio

3.4. Equipos

Tabla 14

Equipos

Nombre	Marca	Código	Serie
Molino	RETSCH	5860627	1215240818M
Incubadora	eLos Breed	29912967	B055N
Estufa	MEMMERT	204448	
Mufla	THERMOLINE SCIENTIFIC	8088761	1,2561E+12
Determinador de grasa	TRADE RAYPA	8099670	31909
Extractor de gases	FLORES VALLES	20382937	FL6155
Fluidos supercríticos	APPLIED SEPARATIONS	20384968	
Balanza digital	OHAUS	20382943	
Balanza analítica	OHAUS	20382942	B705643621
Calentador eléctrico	IKA	3157284	3412599
Refrigeradora	LG		707TRCN06731
pH-metro	METTLER TOLEDO	8089406	B203637764
Refractómetro	MR90		
Cámara climatizadora	BINDER	8089024	10-09445
Horno	INOX	8089510	12110359
Batidora	Oster		

3.5. Reactivos

Tabla 15

Reactivos

Reactivo	Concentración	Código	Marca
Hexano	99,9%	I-21-04	FISHER SCIENTIFIC
Ácido sulfúrico	96,9%	Cor-10-01	FISHER CHEMICAL
Metanol	99,9%	I-32-01	FISHER CHEMICAL

3.6. Insumos

- Cáscaras de naranja
- Harina de Trigo
- Margarina
- Azúcar
- Huevos
- Sal

3.7. Métodos

3.7.1. Factores de estudio

En la tabla 14 nos muestra el factor de estudio con sus respectivos niveles.

Tabla 16

Factores de estudio

Factores (proporciones de harina)	Código	% de harina
Proporciones de harina de trigo y harina de cáscara de naranja	A	90 – 10
		80 - 20
		70 - 30

3.7.2. Tratamientos

Los tratamientos que se derivan de los factores de estudio y que se utilizaron como referencia para el Desarrollo de la investigación, se presentan en la tabla a continuación:

Tabla 17

Combinaciones de tratamientos

N° Tratamientos	Código	Harina de trigo (%)	Harina de cáscara de naranja (%)
1	a_1	90	10
2	a_2	80	20
3	a_3	70	30

3.7.3. Tipo de diseño experimental: Diseño Completamente al Azar (DCA)

En base a la necesidad de establecer el efecto del factor y nivel de estudio propuesto en la investigación, se aplicó un Diseño Completamente al Azar (DCA) con un solo factor, el cual se ajusta al siguiente modelo matemático:

$$Y_{ijk} = \mu + A_i + \varepsilon_{ijk}$$

Dónde:

Y_{ijk} = Variable sujeta de medición

μ = Media General

A_i = Efecto del Factor A

ε_{ijk} = Efecto del Error Experimental

Características del Experimento

Tabla 18

Características del experimento

Atributos del Diseño Factorial	
Número de factores experimentales	1
Número de tratamientos	3
Número de repeticiones	3
Número de unidades experimentales	9
Tamaño de unidad experimental	200 g
Variables de respuesta	8

3.7.4. Tipo de análisis

Análisis de varianza (ANOVA), según el siguiente detalle:

El análisis de varianza ANOVA, para el diseño unifactorial.

Tabla 19

Tabla de Análisis de Varianza-ANOVA

Fuente de variabilidad	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	F_0	Valor-p
Tratamientos	$SC_{TRAT} = \sum_{i=1}^k \frac{Y_i^2}{n_i} - \frac{Y^2}{N}$	k-1	$CM_{TRAT} = \frac{SC_{TRAT}}{k-1}$	$\frac{CM_{TRAT}}{CM_E}$	$P(F > F_0)$
Error	$SC_E = SC_T - SC_{TRAT}$	N- k	$CM_E = \frac{SC_E}{N-k}$		
Total	$SC_T = \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^N Y_{ij}^2 - \frac{Y^2}{N}$	N-1			

Pruebas de rangos múltiples

Método LSD (diferencia mínima significativa)

$$H_0: \mu_i = \mu_j$$

$$H_A: \mu_i \neq \mu_j$$

El modelo aplico un procedimiento de comparación múltiple para determinar cuáles medias son significativamente diferentes de otras, indicando que muestra diferencia estadísticamente significativa con un nivel del 95,0% de confianza.

Modelo matemático para prueba de rangos múltiples LSD:

$$LSD = t_{\alpha/2, N-k} \sqrt{2CM_E/n}$$

Significado de los términos:

LSD = Valor de la diferencia mínima Significativa

$t_{\alpha/2}$ = Valor de la tabla T Student a una cierta significancia

$N - k$ = Grados de libertad que corresponden al error

CM_E = Cuadro medio del error

n = es el número de observaciones para los tratamientos i y j

3.8. Variables de respuesta

3.8.1. Caracterización bromatológica de la harina de la cáscara de naranja

3.8.1.1. Análisis Bromatológicos

a. Contenido de humedad

La metodología empleada para la determinación de humedad fue AOAC 925,10. Se colocó 3,032 g de muestra (harinas de las dos variedades del tubérculo) en cada una de las capsula de porcelana vacía previamente pesada, consecuentemente con una pinza se colocó en la estufa de marca MEMMERT a 130 °C por 1 h. Completando con el proceso se colocó las capsulas de porcelana con las muestras, en el desecador por 40 min hasta obtener un peso constante. Todos los análisis se realizaron por triplicado y los resultados expresados en porcentajes del peso total.

Se aplicó la siguiente ecuación para el cálculo de humedad

$$\%Humedad = \left[\frac{M_f - M_c}{M_i - M_c} \right] X 100$$

Donde:

M_f : Peso del crisol con la muestra seca (g)

M_i : Peso del crisol con la muestra inicial (g)

M_c : Peso del crisol seco y vacío (g)

b. Determinación de Proteína

Para la determinación de la proteína se aplicó el método de Dumas norma UNE-EN 15104: consiste en la combustión de la muestra en una cámara de alta temperatura (900 °C) en presencia de oxígeno. Este proceso conduce a la liberación de CO₂, H₂O y N. La detección de los gases se hace en una columna de Detector de Conductividad Térmica (DCT), el equipo se calibró utilizando un ácido L-aspártico al 98% de pureza. El factor de conversión utilizado para obtener el porcentaje de proteína fue de 6,25 y se aplicó la siguiente ecuación.

$$\text{Proteína cruda (\%)} = \% \text{ nitrógeno} \times 6,25$$

c. Determinación de cenizas

Para la determinación de cenizas se utilizó el método 923,03 (AOAC, 1990), calcinando la muestra en una mufla a 555 °C, luego se calculó como peso constante luego de 8 horas (Hang, Zhang, & Cao, 2020).

Fórmula para el cálculo de cenizas:

$$\% \text{Cenizas} = \frac{(P1 - P2)}{P} \times 100 \times \frac{85}{100 - H}$$

Donde:

P1 : Peso del crisol más las cenizas

P2 : Peso del crisol

P : Peso inicial de la porción de muestra

H : Humedad de la muestra (%).

d. Determinación de grasa

Para determinación del contenido de grasa se aplicó la norma AOAC 2003,06, en un Erlenmeyer se procedió a pesar 1 g de muestra (harinas de las dos variedades del tubérculo), se añadió 100 ml HCl (ácido clorhídrico) y seguidamente se puso en la

plancha de calentamiento durante 1 hora para la digestión, con agitación constantemente. La solución de la digestión se filtró y se lavó 3 veces con agua caliente. Los residuos fueron secados en la estufa a 130 °C por 40 min posteriormente se colocó en el desecador por 40 min. Inmediatamente los residuos fueron colocados en los dedales de celulosa y llevados al equipo de determinador de grasa de marca TRADE RAYPA con 50 ml de C₆H₁₄ (hexano) grado HLPC en los cazos. Los cazos con residuos fueron llevados a la estufa a una temperatura 130 °C por 40 min para la evaporación del hexano, finalmente los cazos se colocó en el desecador por 40 min para obtener un peso constante.

$$\% \text{grasa} = \frac{P_2 - P_1}{\text{muestra}} * 100$$

Donde:

%G : Porcentaje de grasa

P₂: es el peso del cazo final

P₁: es el peso de cazo inicial

e. Determinación de fibra

Se lo obtuvo mediante la aplicación del método de la norma NTE INEN 522:2013, para harinas de origen vegetal, el cual consistió en digerir la muestra sin grasa con una solución de ácido sulfúrico, lavar y nuevamente digerir con solución de hidróxido de sodio, lavar, secar y pesar (INEN, 2013).

Cálculo:

El contenido de fibra cruda en muestras de harina de origen vegetal se calcula mediante la ecuación siguiente:

$$F_c = \frac{(m_1 - m_2) - (m_3 - m_4)}{m} X 100$$

Donde:

F_c : contenido de fibra cruda, en porcentaje de masa.

m : masa de la muestra desengrasada y seca, en g.

m_1 : masa de crisol conteniendo asbestos y la fibra seca, en g.

m_2 : masa de crisol contiendo asbesto después de ser incinerado, en g.

m_3 : masa de crisol del ensayo en blanco conteniendo asbestos, en g

m_4 : masa de crisol del ensayo en blanco conteniendo asbesto, después de ser incinerado, en g.

3.8.2. Caracterización bromatológica de la galleta.

a. Determinación de pH

Para determinar el pH se tomaron 10 g de galleta y 100 ml de agua destilada, se mezcló en un vaso de precipitación y se ubicó el potenciómetro (NTE INEN 526) (INEN, 2013).

Tabla 20

Requisitos de pH para galletas

Requisitos	Mín.	Máx.	Método de ensayo
pH en solución acuosa al 10 %	5,5	9,5	NTE INEN 526

Nota. Tomado de Servicio Ecuatoriano de Normalización (2013).

a. Determinación de humedad

Se pesó 3 g de la galleta en un crisol previamente pesado. Después se llevó a la estufa a 130 °C por 1 hora. Luego de dicho tiempo, se pesaron los recipientes con su contenido, según lo establece la norma NTE INEN 518 (INEN, 2005).

Cálculos

$$H = \frac{W_2 - W_1}{W_0} \times 100$$

Dónde:

H : Humedad

W_0 : peso de la muestra (g).

W_1 : peso del recipiente más la muestra después del secado.

W_2 : peso del recipiente más la muestra antes del secado.

En la Tabla 21 se presenta el valor de humedad que debe tener la galleta como requisito según la normativa.

Tabla 21*Requisitos de humedad para galletas*

Requisitos	Mín.	Máx.	Método de ensayo
Humedad %	-	10,0	NTE INEN 518

Nota. Tomado de Servicio Ecuatoriano de Normalización NTE INEN 2085 (2005).

b. Determinación de proteína

Para la determinación de la proteína se aplicó el método de Dumas norma UNE-EN 15104: consiste en la combustión de la muestra en una cámara de alta temperatura (900 °C) en presencia de oxígeno. Este proceso conduce a la liberación de CO₂, H₂O y N. La detección de los gases se hace en una columna de Detector de Conductividad Térmica (DCT), el equipo se calibró utilizando un ácido L-aspartico al 98% de pureza. El factor de conversión utilizado para obtener el porcentaje de proteína fue de 6,25 y se aplicó la siguiente ecuación.

$$\text{Proteína cruda (\%)} = \% \text{ nitrógeno} \times 6,25$$

Tabla 22

Contenido de proteína para galletas

Requisitos	Mín.	Máx.	Método de ensayo
Proteína % (% N X 5.7)	3,0	-	NTE INEN 519

Nota. Tomado de Servicio Ecuatoriano de Normalización (2005).

c. Análisis de fibra

Para la determinación del contenido de fibra se aplicó el método WEENDE. Se precedió a pesar en un Erlenmeyer 0,5001 g de muestra, en cada Erlenmeyer se añadió 100 ml de H₂SO₄ (ácido sulfúrico) y se colocó en una plancha de calentamiento por 1 h para realizar la digestión, la solución de la digestión fue filtrada y lavada 3 veces con agua caliente. Los residuos fueron colocados en 100 ml de NaOH (hidróxido de sodio), se repitió la digestión por 1 h en la plancha de calentamiento, seguidamente se procedió a filtrar y lavar con agua caliente. Los residuos se llevaron a secar en la estufa a una temperatura de 130 °C por 40 min, seguidamente colocados en el desecador por 40 min hasta obtener los pesos constantes.

Los resultados fueron expresados en porcentaje de pérdida de masa comparada con la masa original aplicando la siguiente ecuación:

$$\text{Contenido de fibra \%} = \left(\frac{W_2}{W_1} \right) * 100$$

Donde

W_2 :es el peso de muestra en g

W_1 :es el peso del residuo en g

d. Análisis de carbohidratos

Se obtuvieron por diferencia usando la siguiente ecuación.

$$100 - (\text{weight in grams [protein + fat + water + ash + alcohol] in 100 g of food}).$$

3.8.3. Evaluación sensorial

La evaluación se realizó sobre las siguientes características: color, olor, sabor y textura; además de la aceptación general. En la Tabla 23 se presenta la escala de intervalo que se usará para la calificación en la prueba descriptiva que detalla.

Tabla 23

Escala prueba descriptiva

Propiedades	Atributos	Muestras		
		a1	a2	a3
Color	Amarillo			
	Café			
	Crema			
Olor	A naranja			
	A trigo			
	Dulce			
Sabor	Amargo			
	Astringente			
	Crujiente			
Textura	Seca			
	Dura			

Nota. Tomado de Muñoz (2020).

Dónde: 0 = nada, 1 = ligeramente, 2 = moderado, 3 = bastante, 4 = demasiado, 5 = extremadamente.

Para la prueba afectiva se usará la escala hedónica que se muestra en la Tabla 24.

Dónde: 0 = me disgusta, 1 = me disgusta ligeramente, 2 = ni me gusta ni me disgusta, 3 = me gusta ligeramente, 4 = me gusta, 5 = me gusta mucho

Tabla 24*Escala prueba hedónica (aceptabilidad)*

Propiedades	Muestras		
	a1	a2	a3
Color			
Olor			
Sabor			
Textura			
Aceptación General			

Nota. Tomado de Muñoz (2020) y elaborado por los autores.**3.8.4. Análisis microbiológico de las galletas****a. Aerobios mesófilos.**

Se realizó con el método de ensayo, estipulado en la NTE INEN 1529-5 (INEN, 2006).

Tabla 25*Requisitos para análisis microbiológico de aerobios mesófilos*

Requisitos	n	m	M	c	Método de ensayo
R.E.P. ufc/g	3	$1,0 \times 10^2$	$1,0 \times 10^4$	1	NTE INEN 1529 – 5

Nota. Tomado de Servicio Ecuatoriano de Normalización (2005).**b. Mohos y levaduras**

Se lo realizó con el método de ensayo, estipulado en la NTE INEN 1529-10 (INEN, 2013).

Tabla 26*Requisitos para análisis microbiológico de mohos y levaduras*

Requisitos	n	m	M	c	Método de ensayo
Mohos y levaduras	3	$1,0 \times 10^2$	$2,0 \times 10^2$	1	NTE INEN 1529 -10

Nota. Tomado de Servicio Ecuatoriano de Normalización (2005).

Dónde:

n: número de muestras que se debe analizar.

m: límite de aceptación.

M: límite de rechazo.

c: número de muestras defectuosas aceptables, que se pueden encontrar dentro del rango m y M.

3.9. Métodos

3.9.1. Proceso para la obtención del residuo de cáscara de naranja por fluido supercrítico

a. Recolección de materia prima

Se compró naranjas de la variedad valenciana, provenientes de la parroquia San Luis de Pambil del cantón Guaranda Provincia Bolívar.

b. Clasificación

La materia prima se clasificó en materia prima sana, sin podredumbre y otros defectos que pueda tener, esto se lo realizó mediante inspección visual.

c. Lavado

Se utilizó agua potable para una primera eliminación de impurezas, y posteriormente se utilizó agua clorada a razón 10 ppm para eliminar cualquier tipo de microorganismos presentes que puedan contaminar el producto.

d. Pelado

Se realizó de forma manual, seccionando a la naranja en cuatro partes, con la finalidad de obtener la cáscara sin daños, para evitar pérdidas.

e. Troceado

Con la ayuda de un cuchillo y tabla de picar se procedió a realizar cortes aproximados de 1 cm.

f. Deshidratado

El material vegetal fue secado en una estufa Memmert a 55 °C por 23 horas.

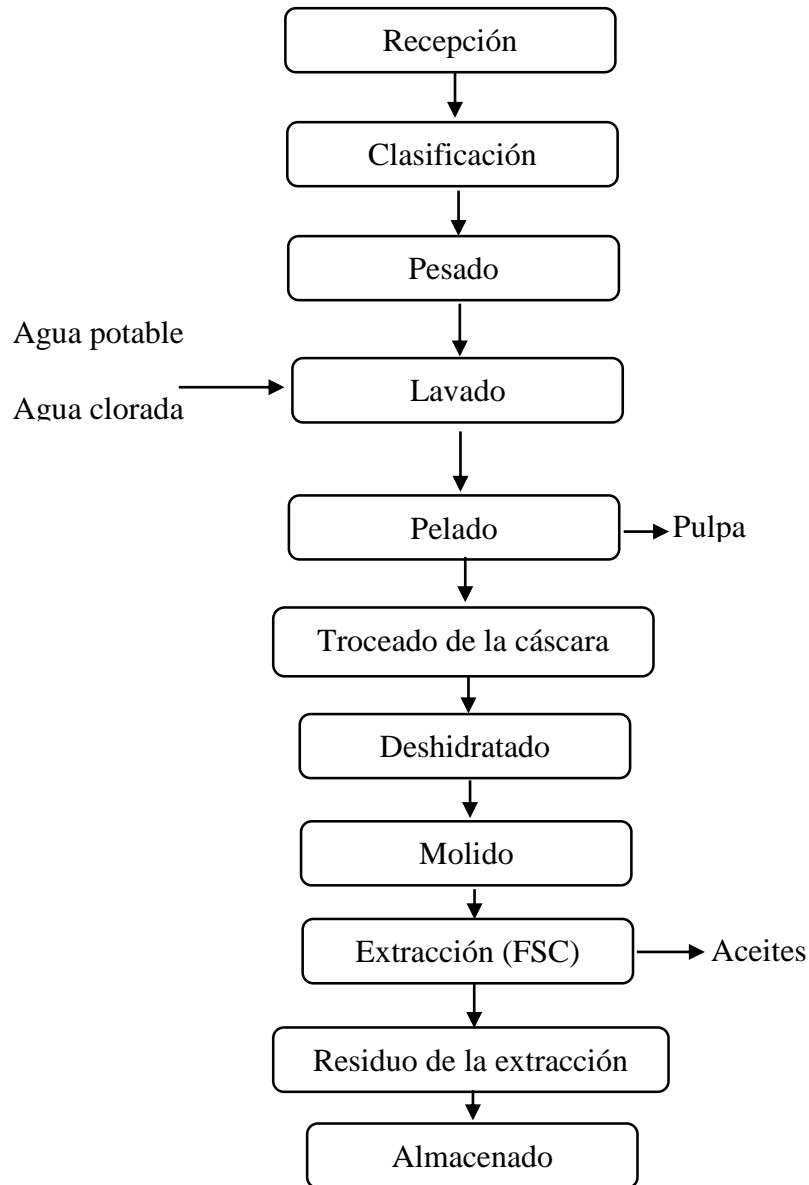
g. Molido

Este proceso se realizó con la ayuda de un molino eléctrico, con el fin de triturar totalmente todas las partículas y así obtener la harina de cada matriz para sus respectivos análisis.

h. Extracción

Las muestras fueron llevadas al equipo de extracción supercrítica y a través de fluido supercrítico.

3.9.2. Diagrama de flujo del proceso para la obtención del residuo de cáscara de naranja por fluido supercrítico



3.9.3. Proceso para la elaboración de galletas a partir de harina de cáscara de naranja

En el proceso para la elaboración de galletas se utilizó el siguiente procedimiento:

a. Recepción

Para la elaboración de galletas se receptaron todos los insumos necesarios.

b. Pesado

Las materias primas e insumos necesarios para la elaboración de las galletas fueron pesadas previamente en una balanza electrónica expresamos en gramos (g).

c. Mezclado

En este proceso se realizó la mezcla de todos los ingredientes en una batidora por 20 minutos, luego de haber transcurrido el tiempo se añadió los 2 tipos de harina (harina de trigo y de cáscara de naranja) y por ultimo seguir batiendo hasta obtener una masa uniforme.

d. Moldeado

Se procedió a extender la masa en una superficie plana y se les dio forma a las galletas para luego ubicarlas en un molde engrasado.

e. Horneado

Se efectuó el proceso de horneado en un horno, con un tiempo estándar para cada tipo de galleta, en este caso a una temperatura de 170 °C por 20 minutos.

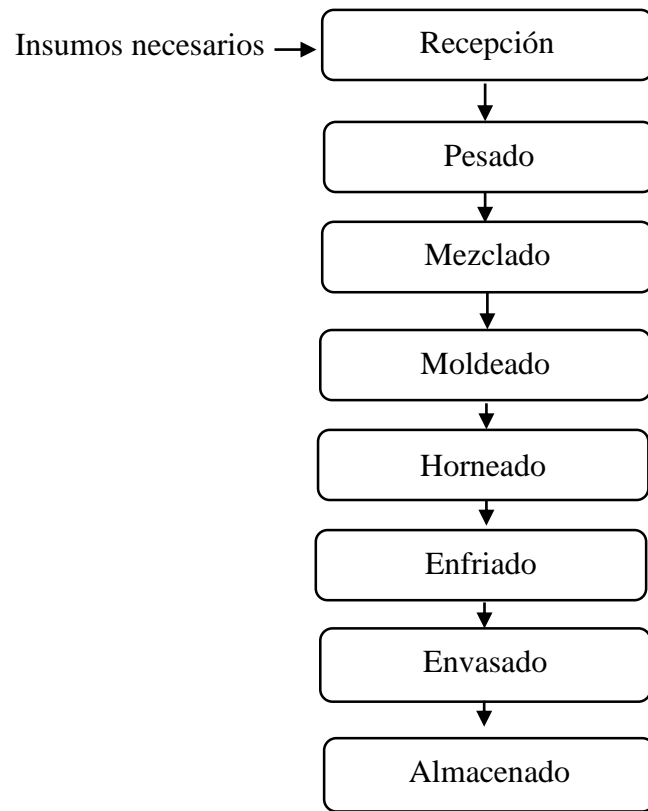
f. Enfriado

Luego que las galletas se retiraron del horno, se dejó enfriar las galletas a temperatura ambiente.

g. Almacenado

Ya frías las galletas, se guardaron en envases herméticos para evitar su deterioro.

3.9.4. Diagrama de flujo del proceso para la elaboración de galletas



CAPÍTULO IV

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Rendimiento de la harina de cáscara de naranja

En la siguiente tabla se presenta el rendimiento obtenido de la harina de cáscara de naranja.

Tabla 27

Rendimiento de la harina de cáscara de naranja posterior a la extracción del aceite

Variabales	Harina de cáscara de Naranja
Peso naranja (g)	4849,98
Peso de la pulpa(g)	3771,82
Peso de la cáscara (g)	1078,16
Peso del deshidratado(g)	314,07
Peso de la harina(g)	288,72
Rendimiento %	5,97

Nota. Trabajo experimental

En la tabla 27 se da a conocer el rendimiento de la harina de cáscara de naranja, presenta un 5,97% lo cual es muy bajo debido a que la naranja posee un 88% de agua. La cáscara de naranja al someterse a un proceso de deshidratado reduce considerablemente el volumen de la misma afectando notablemente su rendimiento para la obtención de harina.

4.2. Obtención del desecho resultado de la extracción de aceite de naranja

El resultado del desecho obtenido de la harina de naranja por FSC se reportan en la siguiente tabla.

Tabla 28*Extracción del aceite esencial de naranja por el método de fluido supercrítico*

Muestra	Repetición	CONDICIONES DE TRABAJO				CONDICIONES INICIALES DE EXTRACCIÓN						
		Peso vial vacío (g)	Peso muestra (g)	T (°C)	P (Bar)	Tiempo estabilización T (min)	Tiempo de estabilización P (min)	Tiempo estabilización sistema (min)	Tiempo de extracción final (min)	Peso vial con muestra (g)	Cantidad extracto (g)	Peso final muestra (g)
N1	R1	24,066	20	50	200	5	11	40	40	24,167	0,101	18,99
N1	R2	24,167	20	50	200	5	11	40	40	24,299	0,132	18,936
N1	R3	24,299	20	50	200	5	11	40	40	24,352	0,053	18,946
N1	R4	24,352	20	50	200	5	11	40	40	24,413	0,061	19,061
N2	R1	24,413	20	50	200	5	11	40	40	24,504	0,091	19,078
N2	R2	24,504	20	50	200	5	11	40	40	24,522	0,018	19,082
N2	R3	24,522	20	50	200	5	11	40	40	24,6251	0,103	19,328
N2	R4	24,625	20	50	200	5	11	40	40	24,7278	0,103	19,168
N3	R1	24,728	20	50	200	5	11	40	40	24,84	0,112	18,49
N3	R2	24,84	20	50	200	5	11	40	40	24,873	0,033	19,27
N3	R3	24,873	20	50	200	5	11	40	40	25,0047	0,132	19,14
N3	R4	25,005	20	50	200	5	11	40	40	25,1228	0,118	19,18
N4	R1	25,123	20	50	200	5	11	40	40	25,1711	0,048	18,93
N4	R2	25,171	20	50	200	5	11	40	40	25,2732	0,102	18,901

Nota. Trabajo experimental

En la tabla 28 se reportan los resultados del desecho (harina de cáscara de naranja) y el extracto obtenido, además se da a conocer las condiciones de trabajo, la cantidad en (g) de muestra, el número de repeticiones de extracción, la presión y temperatura a las que el equipo trabajó, mientras que en las condiciones iniciales de extracción tenemos el tiempo de estabilización del sistema en general, el tiempo de extracción final fue de 40 min con el fin de extraer la mayor cantidad de extracto. Dentro de este marco se evidencia variaciones en cada repetición para la cantidad del extracto, esto se debe a la variación del peso del vial y la manipulación de la válvula de flujo de descargar del extracto, por otra parte, las variaciones en el peso de la muestra final (desecho) se atribuye a la pérdida de muestra durante la descarga, debido a que la muestra se encontraba compactada y adherida en las paredes del vessel.

4.3. Caracterización del desecho (harina del desecho posterior a la extracción del aceite esencial de cáscara de naranja)

En la tabla 29 se detalla los resultados obtenidos de la caracterización de la harina de naranja posterior a la extracción del aceite esencial

Tabla 29

Porcentaje de análisis bromatológico de la harina de naranja

VARIABLES	Método	Harina de Naranja %
Fibra	WEENDE	18,19
Grasa	AOAC 2003.06	0,27
Ceniza	AOAC 923.03	0,05
Humedad	AOAC 925.10	6,71
pH	INEN 526	5,19
Proteína	UNE-EN 15104	4,78

Nota. Trabajo experimental

En la tabla 29 se da a conocer los resultados del análisis bromatológico de la harina de cáscara de naranja posterior a la extracción del aceite esencial en donde se realizó análisis de fibra, grasa, ceniza, humedad, pH y proteína. Los valores que se obtuvieron fueron: fibra 18,19%, grasa 0,27%, ceniza 0,05%, humedad 6,71 %, pH 5,19, proteína 4,78 %. Han, Zhang, & Cao (2020), reportaron resultados superiores

para fibra con 40,56%, ceniza con 3,89%. En otros estudios los datos encontrados por Zaker, Sawate, Patil, & Sadawarte (2016) de la variedad Nagpur reportó en grasa 4,41%, ceniza 2,53%, fibra 55,47%, así mismo los datos obtenidos por Caggia et al., (2020) de la variedad Tarocco o naranja sanguínea son superiores en fibra 70,5%, ceniza 5,67%, humedad 7,85%, por otro lado los resultados de Elhadi .S (2013) son inferiores a los reportados en la tabla 29 en fibra 3,33%, pero significativamente mayores en cuanto a grasa 2,10%, ceniza 6.78%. , por otra parte de acuerdo al parámetro indicado en la norma INEN 616 (2006), menciona que el 2% en ceniza, 15% de humedad y 11% de proteína son los valores máximos en harinas para la elaboración de galletas, por lo que podemos indicar que los valores presentes en la tabla 29 están dentro de los parámetros requeridos.

Se evidencia que la diferencia entre los resultados, posiblemente se debe al método de análisis empleado, al lugar de producción, también se puede atribuir discrepancias a las diferentes zonas climáticas para el cultivo y a la variedad de naranja empleada en el estudio.

4.4. Determinación del mejor tratamiento para la elaboración de galletas en base al análisis de fibra, grasa y proteína

4.4.1. Fibra

Para establecer diferencias entre tratamientos en la tabla 30, se aplicó el análisis de varianza (ANOVA), el cual se detalla a continuación:

Tabla 30

Análisis de varianza (ANOVA) para Fibra

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	7,65216	2	3,82608	297,62	0,00
Intra grupos	0,0771333	6	0,0128556		
Total (Corr.)	7,72929	8			

Nota. Trabajo experimental

La tabla 30, indica el efecto que tiene los tratamientos del contenido de fibra en las galletas. Los valores-p prueban la significancia estadística de cada uno de los tratamientos. Puesto que el valor p es menor que 0,05, se establece que, si existe una diferencia estadísticamente significativa entre la media de fibra entre un nivel de tratamiento y otro, con un nivel del 95,0% de confianza. Al respecto la existencia de significancia estadística se debe a que la suplementación de galletas con diferentes niveles de harina de cáscara de naranja se asoció con el aumento notable en el contenido de fibra.

Para determinar cuáles medias son significativamente diferentes de otras en la tabla 31, se realizó la prueba de rangos múltiples, según se detalla a continuación:

Tabla 31

Pruebas de Múltiple Rangos para Fibra

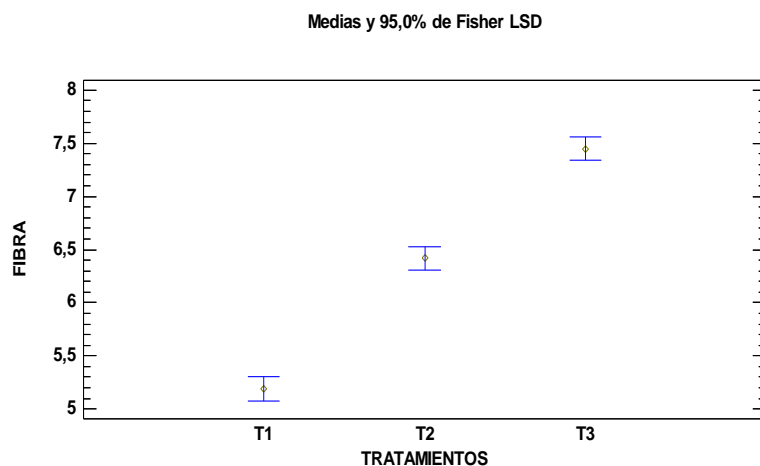
Tratamiento	Casos	\bar{X}	Grupos Heterogéneos
T3	3	7,4500	A
T2	3	6,4033	B
T1	3	5,1933	C

Nota. Trabajo experimental

En esta tabla 31 se detalla la aplicación de comparación múltiple para determinar cuáles medias son significativamente diferentes de otras. Se han identificado 3 grupos heterogéneos, lo que muestra que existen diferencias estadísticamente significativas, en efecto esto se debe a medida que a mayor incorporación de harina de cáscara de naranja difiere de manera altamente significativa en el contenido de fibra de la galleta. Además, se puede apreciar que el valor medio más alto de fibra, se reportó en el tratamiento T3 (7,45). Por el contrario, en tratamiento T1 se observa el valor de fibra media más baja.

Figura 6

Relación del tratamiento T3 con relación al porcentaje de fibra de la galleta.



Nota. En la figura se presenta el método empleado para discriminar entre las medias es el procedimiento de diferencia mínima significativa (LSD) de Fisher.

En la figura cada uno de los tratamientos son diferentes, se determinó que estos tratamientos en esta investigación tienen un efecto estadísticamente significativo sobre el porcentaje de fibra con un nivel de confianza del 95,0%, esto se debe al alto contenido de fibra que posee la harina de cáscara de naranja.

4.4.2. Grasa

Para establecer diferencias entre tratamientos en la tabla 32, se aplicó el análisis de varianza (ANOVA), el cual se detalla a continuación:

Tabla 32

Análisis de varianza (ANOVA) para Grasa

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	0,1784	2	0,0892	49,56	0,0002
Intra grupos	0,0108	6	0,0018		
Total (Corr.)	0,1892	8			

Nota. Trabajo experimental

La tabla 32 da a conocer el efecto que tienen los tratamientos del contenido de grasa en las galletas. Los valores-p prueban la significancia estadística de cada uno de los tratamientos. Puesto que el valor p es menor que 0,05, se establece que existe una diferencia estadísticamente significativa entre la media de grasa entre un nivel de tratamiento y otro, con un nivel del 95,0% de confianza. En efecto los diferentes niveles de harina de cáscara de naranja incorporados para la elaboración de galletas tuvieron un efecto estadísticamente significativo sobre el contenido de grasa en los tratamientos, esto se debe a que al incrementar el nivel de harina se evidencia un ligero incremento significativo en el contenido de grasa.

Para determinar cuáles medias son significativamente diferentes de otras en la tabla 33, se realizó la prueba de rangos múltiples, según se detalla a continuación:

Tabla 33

Pruebas de Múltiple Rangos para Grasa

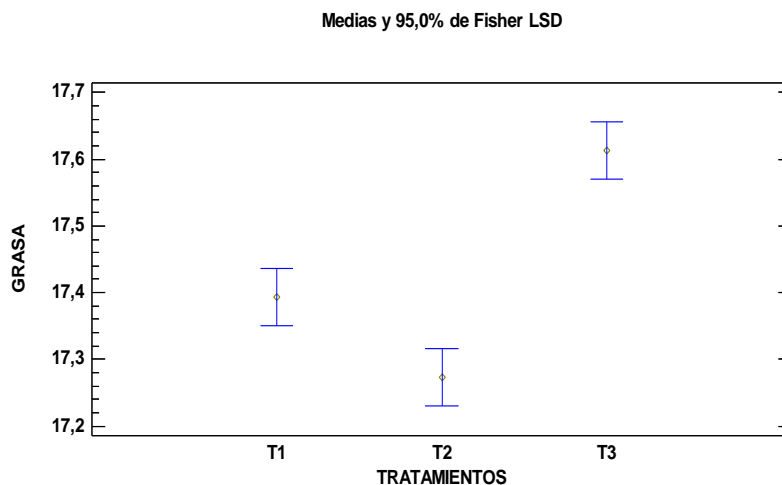
Tratamiento	Casos	\bar{X}	Grupos Heterogéneos
T3	3	17,613	A
T1	3	17,393	B
T2	3	17,273	C

Nota. Trabajo experimental

Esta tabla 33 se detalla la aplicación de comparación múltiple para determinar cuáles medias son significativamente diferentes de otras. Se han identificado 3 grupos heterogéneos, lo que muestra que existen diferencias estadísticamente significativas, esto se debe en gran medida a los diferentes niveles de harina de cáscara de naranja empleados para la galleta. Además, se puede apreciar que el valor medio más alto de grasa, se reportó en el tratamiento T3 (17,6133). Por el contrario, en el tratamiento T2 se observa el valor de grasa media más baja.

Figura 7

Relación del tratamiento T3 con relación al porcentaje de grasa de la galleta.



Nota. En la figura se presenta el método empleado para discriminar entre las medias es el procedimiento de diferencia mínima significativa (LSD) de Fisher.

En la figura cada uno de los niveles del T3 son diferentes, se determinó que estos tratamientos en esta investigación tienen un efecto estadísticamente significativo sobre el porcentaje de grasa con un nivel de confianza del 95,0. A partir de lo anteriormente expuesto se debe a los diferentes niveles de harina de cáscara de naranja que se emplearon.

4.4.3. Proteína

Para establecer diferencias entre tratamientos en la tabla 34, se aplicó el análisis de varianza (ANOVA), el cual se detalla a continuación:

Tabla 34

Análisis de varianza (ANOVA) para Proteína

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	1,64362	2	0,821811	29,3	0,0008
Intra grupos	0,16826	6	0,028044		
Total (Corr.)	1,81189	8			

Nota. Trabajo experimental

La tabla 34 refleja el efecto que tienen los tratamientos del contenido de proteína en las galletas. Los valores-p prueban la significancia estadística de cada uno de los tratamientos. Puesto que el valor p es menor que 0,05, se establece que existe una diferencia estadísticamente significativa entre la media de Proteína entre un nivel de tratamiento y otro, con un nivel del 95,0% de confianza, la existencia de significancia estadística se debe en gran medida a que el aumento del nivel de harina de cáscara de naranja tuvo un efecto estadístico significativo sobre la galleta en cuanto al contenido de proteína.

Para determinar cuáles medias son significativamente diferentes de otras, en tabla 35 se realizó la prueba de rangos múltiples, según se detalla a continuación:

Tabla 35

Pruebas de Múltiple Rangos para Proteína

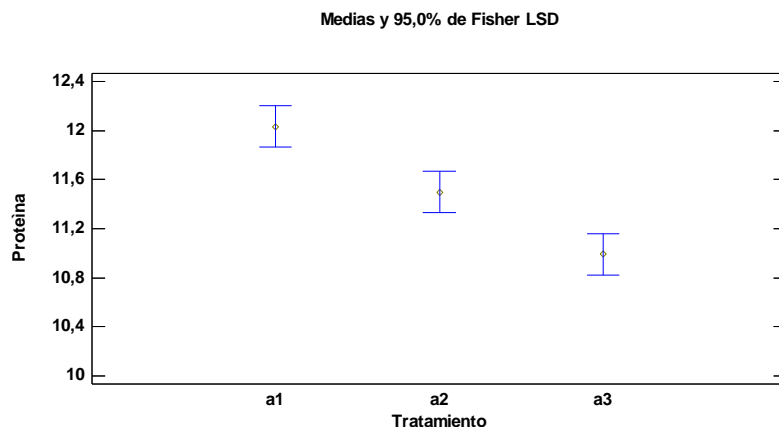
Tratamiento	Casos	\bar{X}	Grupos Heterogéneos
T1	3	12,04	A
T2	3	11,50	B
T3	3	10,99	C

Nota. Trabajo experimental

En esta tabla 35 se detalla la aplicación de comparación múltiple para determinar cuáles medias son significativamente diferentes de otras. Se han identificado 3 grupos heterogéneos, lo que muestra que existen diferencias estadísticamente significativas, esto se debe en gran medida a los diferentes niveles de harina de cáscara de naranja que se incorporaron para la elaboración de galletas. Además, se puede apreciar que el valor medio más alto de proteína, se reportó en el tratamiento T1 (12,0367). Por el contrario, en el tratamiento T3 se observa el valor de proteína media más baja.

Figura 8

Relación del tratamiento T1 con relación al porcentaje de proteína de la galleta.



Nota. En la figura se presenta el método empleado para discriminar entre las medias, es el procedimiento de diferencia mínima significativa (LDS) de Fisher.

En la figura cada uno de los tratamientos son diferentes, se determinó que estos tratamientos en esta investigación tienen un efecto estadísticamente significativo sobre el porcentaje de proteína con un nivel de confianza del 95,0%, debido a que el aumento del nivel de harina de cáscara de naranja tuvo un efecto reductor significativo en el contenido de proteína sobre cada tratamiento, esto podría deberse al bajo contenido de proteína de la harina de cáscara de naranja.

En las tablas 31 y 33 se aplicó un procedimiento de comparación múltiple que determinó que el tratamiento T3 (70% harina de trigo; 30% harina de cáscara de naranja) presenta una media significativa de 7,45 en Fibra y 17,6133 para grasa, por lo que este tratamiento difiere de los demás en cuanto a los parámetros de fibra y grasa. Por lo tanto, el mejor tratamiento para la elaboración de galletas corresponde al tratamiento T3 o a3 (70% harina de trigo; 30% harina de cáscara de naranja), debido a que la selección se realizó tomando en consideración el contenido de fibra y grasa por determinación de análisis bromatológicos.

4.5. Análisis sensorial de los diferentes tratamientos de galletas

4.5.1. Color

Para establecer si los datos poseen una distribución normal en el atributo color, se realizó un resumen estadístico, el cual se detalla a continuación:

Tabla 36

Resumen Estadístico para el Color

Recuento	30
Promedio	2,76667
Desviación Estándar	1,22287
Coefficiente de Variación	44,20%
Mínimo	1
Máximo	5
Rango	4
Sesgo Estandarizado	-0,282906
Curtosis Estandarizada	-1,42166

Nota. Trabajo experimental

En la tabla 36 se observa el resumen estadístico para color, de particular interés aquí son el sesgo estandarizado y la curtosis estandarizada. En este caso el valor del sesgo estandarizado es -0,283 y el valor de la curtosis es -1, 422, esto indica que están dentro del rango de una distribución normal ya que estos dos valores deben estar entre -2 y 2.

En la tabla 37 se establece las diferencias entre tratamientos, se aplicó el análisis de varianza (ANOVA), el cual se detalla a continuación:

Tabla 37

Análisis de varianza (ANOVA) para el Color

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	2,86667	2	1,43333	0,96	0,3972
Intra grupos	40,5000	27	1,50000		
Total	43,3667	29			

Nota. Trabajo experimental

La tabla 37, indica el efecto que tienen los catadores sobre el color de la galleta. Los valores-p prueban la significancia estadística de cada uno de los tratamientos. Puesto que el valor p es mayor o igual que 0,05, se establece que no existe una diferencia estadísticamente significativa entre la media de color entre un nivel de tratamientos y otro, con un nivel del 95,0% de confianza. Es posible que la ausencia de significancia estadística sea por la presencia de jueces semi entrenados en la evaluación sensorial de la galleta.

4.5.2. Olor

Para establecer si los datos poseen una distribución normal en el atributo olor, se realizó un resumen estadístico, el cual se detalla a continuación:

Tabla 38

Resumen Estadístico para Olor

Recuento	30
Promedio	3,06667
Desviación Estándar	0,944433
Coefficiente de Variación	30,80%
Mínimo	1
Máximo	5
Rango	4
Sesgo Estandarizado	-0,312081
Curtosis Estandarizada	-0,741188

Nota. Trabajo experimental

En la tabla 38 se presenta el resumen estadístico para el olor, de particular interés aquí son el sesgo estandarizado y la curtosis estandarizada. En este caso el valor del sesgo estandarizado es -0,312 y el valor de la curtosis es -0,741, esto indica que están dentro del rango de una distribución normal ya que estos dos valores deben estar entre -2 y 2.

En la tabla 39 se estable diferencias entre tratamientos, se aplicó el análisis de varianza (ANOVA), el cual se detalla a continuación:

Tabla 39*Análisis de varianza (ANOVA) para Olor*

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	0,06667	2	0,033333	0,03	0,9658
Intra grupos	25,8000	27	0,955556		
Total (Corr.)	25,8667	29			

Nota. Trabajo experimental

La tabla 39, indica el efecto que tiene los catadores sobre el olor de la galleta. Los valores-p prueban la significancia estadística de cada uno de los tratamientos. Puesto que el valor p es mayor que 0,05, se establece que no existe una diferencia estadísticamente significativa entre la media de olor entre un nivel de tratamientos y otro, con un nivel del 95,0% de confianza. De lo antes mencionado es probable que la ausencia de significancia estadística sea por la presencia de jueces semi entrenados en la evaluación sensorial de la galleta.

4.5.3. Sabor

En la tabla 40 se establece diferencias entre tratamientos, se aplicó el análisis de varianza (ANOVA), el cual se detalla a continuación:

Tabla 40*Análisis de varianza (ANOVA) para Sabor*

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	8,06667	2	4,03333	3,62	0,0405
Intra grupos	30,1000	27	1,11481		
Total (Corr.)	38,1667	29			

Nota. Trabajo experimental

La tabla 40 indica el efecto que tiene los catadores sobre el sabor de la galleta. Los valores-p prueban la significancia estadística de cada uno de los tratamientos. Puesto que el p es menor que 0,05, se establece que existe una diferencia estadísticamente significativa entre la media de Sabor entre un nivel de tratamientos

y otro, con un nivel del 95,0% de confianza, en efecto la existencia de significancia estadística se debe a que la incorporación a diferentes niveles de harina de cáscara de naranja influyó sobre el sabor de la galleta en cada uno de los tratamientos.

En la tabla 41 se determina cuáles medias son significativamente diferentes de otras, se realizó la prueba de rangos múltiples, según se detalla a continuación:

Tabla 41

Pruebas de rangos múltiples para Sabor

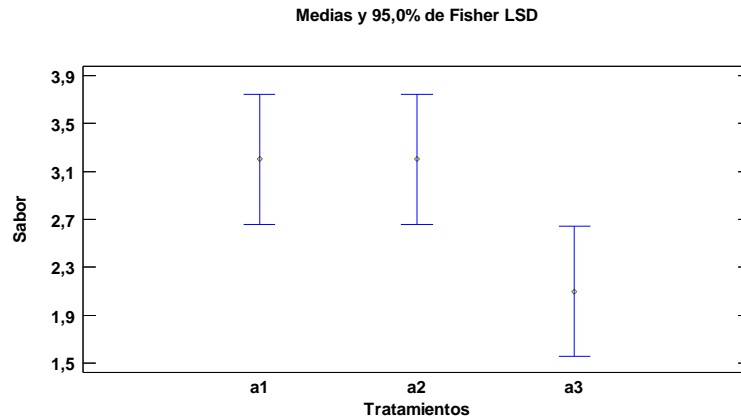
Tratamientos	Casos	\bar{X}	Grupos Homogéneos
T2	10	3,20	A
T1	10	3,20	A
T3	10	2,00	B

Nota. Trabajo experimental

En la tabla 41 se aplicó un procedimiento de comparación múltiple para determinar cuáles medias son significativamente diferentes de otras. Se han identificado 2 grupos homogéneos, lo que muestra que no existen diferencias estadísticamente significativas entre los 2, en efecto es probable que la ausencia de significancia estadística sea por la presencia de jueces semi entrenados en la evaluación sensorial de la galleta. Además, se puede apreciar que el valor medio más alto de sabor, se reportó en la galleta los tratamientos T2 y T1 (3,2). Por el contrario, en el nivel T3 se observa el valor de sabor media más baja.

Figura 9

Relación del factor A con relación al sabor de la galleta.



Nota. En la figura presenta el método empleado actualmente para discriminar entre las medias es el procedimiento de diferencia mínima significativa (LSD) de Fisher.

En la figura cada uno de los niveles del factor A son diferentes, se determinó que estos factores en esta investigación tienen un efecto estadísticamente significativo sobre el sabor de la galleta con un nivel de confianza del 95,0%, debido a que la incorporación de harina de cáscara de naranja difiere notablemente en el sabor de la galleta según la percepción sensorial expresado por el juez semi entrenado.

4.5.4. Textura

En la tabla 42 se puede establecer diferencias entre tratamientos, se aplicó el análisis de varianza (ANOVA), el cual se detalla a continuación:

Tabla 42

Análisis de varianza (ANOVA) para Textura

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	9,86667	2	4,9333	2,9	0,0040
Intra grupos	46,0000	27	1,7037		
Total (Corr.)	55,8667	29			

Nota. Trabajo experimental

La tabla 42, indica el efecto que tiene los catadores con la textura de la galleta. Los valores-p prueban la significancia estadística de cada uno de los tratamientos. Puesto que el valor p es mayor que 0,05, se establece que existe una diferencia estadísticamente significativa entre la media de Textura entre un nivel de tratamientos y otro, con un nivel del 95,0% de confianza. Dentro de este contexto es probable que la presencia de la diferencia significativa se atribuya a los jueces semi entrenados en la evaluación sensorial de la galleta así mismo se le puede atribuir por la incorporación de harina de cáscara de naranja.

Para determinar cuáles medias son significativas diferentes de otras, se realizó la prueba de rangos múltiples, según se detalla a continuación:

Tabla 43

Pruebas de Múltiple Rangos para Textura

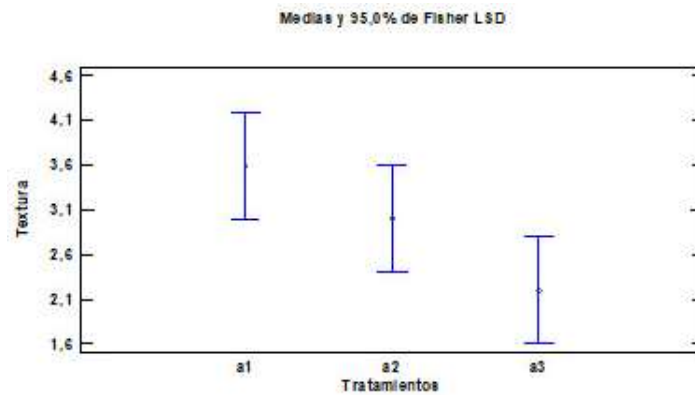
Tratamientos	Casos	\bar{X}	Grupos Heterogéneos
T1	10	3,60	A
T2	10	3,00	B
T3	10	2,10	C

Nota. Trabajo experimental

En esta tabla 43 se detalla la aplicación de comparación múltiple para determinar cuáles medias son significativamente diferentes de otras. Se han identificado 3 grupos heterogéneos lo que muestra que existen diferencias estadísticamente significativas, esto se debe a que los diferentes niveles de harina de cáscara de naranja empleados difieren notablemente en cada tratamiento sobre la textura de la galleta. Además, se puede apreciar que el valor medio más alto de textura, se reportó en la galleta el tratamiento T1 (3,6). Por el contrario, en el nivel T3 se observa el valor de la textura media más baja.

Figura 10

Relación del factor A con relación a la textura de la galleta.



Nota. En la figura presenta el método empleado para discriminar entre las medias es el procedimiento de diferencia mínima significativa (LSD) de Fisher.

En la figura cada uno de los niveles del factor A son diferentes, se determinó que estos factores en esta investigación tienen un efecto estadísticamente significativo sobre la textura de la galleta con un nivel de confianza del 95,0%. Esto se debe a que la harina de cáscara de naranja difiere notablemente en la percepción sensorial del catador sobre la textura de la galleta.

4.5.5. Aceptabilidad

Para establecer si los datos poseen una distribución normal en la aceptabilidad, se realizó un resumen estadístico, el cual se detalla a continuación:

Tabla 44*Resumen Estadístico para Aceptabilidad*

Recuento	30
Promedio	3,23333
Desviación Estándar	0,897634
Coficiente de Variación	27,76%
Mínimo	1
Máximo	5
Rango	4
Sesgo Estandarizado	-1,79761
Curtosis Estandarizada	1,23374

Nota. Trabajo experimental

En la tabla 44 se muestra el resumen estadístico para aceptabilidad, de particular interés aquí son el sesgo estandarizado y la curtosis estandarizada. En este caso el valor del sesgo estandarizado es -1,798 y el valor de la curtosis es 1,234, esto indica que están dentro del rango de una distribución normal ya que estos dos valores deben estar entre -2 y 2.

En la tabla 45 se establece las diferencias entre tratamientos se aplicó el análisis de varianza (ANOVA), el cual se detalla a continuación:

Tabla 45*Análisis de varianza (ANOVA) para Aceptabilidad*

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	2,46667	2	1,23333	1,59	0,2218
Intra grupos	20,9000	27	0,77407		
Total (Corr.)	23,3667	29			

Nota. Trabajo experimental

La tabla 45 indica el efecto que tienen los catadores en la Aceptabilidad de la galleta. Los valores-p prueban la significancia estadística de cada uno de los tratamientos. Puesto que el valor p es mayor que 0,05, se establece que no existe una diferencia estadísticamente significativa entre la media de Aceptabilidad entre un nivel de tratamientos y otro, con un nivel del 95,0% de confianza. De lo antes

mencionado es probable que la ausencia de significancia estadística sea por la presencia de jueces semi entrenados en la evaluación sensorial de la galleta, demás se observó que la incorporación de harina de cáscara de naranja a diferentes niveles difiere significativamente en la aceptabilidad de la galleta.

4.6. Análisis bromatológicos y microbiológicos del mejor tratamiento

4.6.1. Análisis bromatológico

Tabla 46

Análisis bromatológico de la galleta

Variables	Método	Galleta de Naranja %
Fibra	WEENDE	7,45
Grasa	AOAC 2003.06	17,61
Ceniza	AOAC 923.03	0,027
Humedad	AOAC 925.10	1,51
pH	INEN 526	6,06
Proteína	UNE-EN 15104	10,99
Carbohidratos	Por cálculo	62,32

Nota. Trabajo experimental

En la tabla 46 se da a conocer los resultados del análisis bromatológico de galleta de cáscara de naranja en donde se realizó análisis de fibra, grasa, ceniza, humedad, pH, proteína y carbohidratos. Los valores que se obtuvieron fueron: fibra 7,45%, grasa 17,61%, ceniza 0,027%, humedad 1,51 %, pH 6,06, proteína 10,99 %, carbohidratos 62,32%, investigaciones anteriores realizadas por Rani, Sangwan, & Malik (2020) reportaron datos inferiores fibra 0,93 %, en grasa 15,33% y en proteína 7,36% sin embargo presenta valores superiores en ceniza 1,36% y humedad 6,30%. En otros estudios los datos encontrados por Kumari & Kumari (2018) obtuvieron datos inferiores proteína 6,94%, carbohidratos 56,85% y grasa 15,74% también según Ayo, Ayo, & Igweaka (2018) los datos que obtuvieron fueron mayores de humedad 6,25%, ceniza 2,15%, proteína 8,15 y de grasa 17,5%. Además los parámetros que indica según la norma INEN 519, de proteína supera al 3% que establece, la norma INEN 518, de humedad no excede el valor máximo permitido y la norma INEN 526, de pH donde el valor reportado en esta investigación cumple con lo establecido por esta norma.

4.6.2. Análisis microbiológico

Tabla 47

Análisis microbiológicos de galletas de cáscara de naranja.

Parámetro	Resultado	Unidad	Método	Observación
Recuento Total de aerobios mesófilos	800	UFC/g	Placas Petrifim (AOAC 990.12)	Presencia de colonias de coloración roja
Recuento Mohos y Levaduras	ND	UFC/g	Placas Petrifim (AOAC 997.02)	No hubo formación de colonias en las placas

Nota. Trabajo experimental

En la tabla 47 se reflejan los datos obtenidos del análisis microbiológico de la galleta donde los valores que se registraron en el recuento de aerobios mesófilos fueron: 800 UFC/g y ausencia de mohos y levaduras. Que de acuerdo a la Norma INEN NTE 2074 la misma que establece que en un recuento de aerobios mesófilos es permitido hasta 10.000 UFC/g por lo tanto los datos obtenidos se encuentran dentro del rango establecido por esta norma.

4.7. Comprobación de la hipótesis

Hipótesis Nula (H_0)

La sustitución parcial de la harina de trigo por la harina de cáscara de naranja no afecta a la calidad de las galletas.

Hipótesis Alterna (H_a)

La sustitución parcial de la harina de trigo por la harina de cáscara de naranja afecta directamente a la calidad de las galletas

Para aceptar o rechazar la hipótesis planteada se procedió a aplicar la prueba “F de Fisher”. Se compararon los valores de los análisis de varianza realizados para cada una de las respuestas experimentales: fibra, grasa y evaluación sensorial: color, olor, sabor, textura y aceptabilidad de las galletas, valores que se denominan F teórico. Estos resultados fueron comparados con un valor denominado F tabulado, extraído de las tablas estadísticas de distribución F, obtenidos de la siguiente manera:

Grados de libertad para el numerador ($k - 1$), donde $K =$ número de tratamientos, entonces:

$$\text{GL numerador} = (k - 1)$$

$$\text{GL numerador} = (3-1)$$

$$\text{GL numerador} = 2$$

Grados de libertad para el denominador $k (n - 1)$, donde $n =$ replicas, entonces:

$$\text{GL denominador} = k (n - 1)$$

$$\text{GL denominador} = 3(3 - 1)$$

$$\text{GL denominador} = 3(2)$$

$$\text{GL denominador} = 6$$

Ingresando a la tabla de distribución F al 0,05 de nivel de significancia, con 2 para los grados de libertad del numerador y 6 grados de libertad para denominador, se obtiene un valor de F tabulado de 5,14

Tabla 48

Valores de distribución F obtenidos del análisis de varianza de las respuestas experimentales.

Respuesta experimental	F teórico	F tabulado
Fibra	297,62	5,14
Grasa	49,56	5,14
Proteína	29,3	5,14
Color	0,96	5,14
Olor	0,03	5,14
Sabor	3,62	5,14
Textura	2,9	5,14
Aceptabilidad	1,59	5,14

Regla de decisión

H_0 = si el valor F teórico $>$ F tabulado, aceptamos la hipótesis nula y rechazamos la hipótesis alterna

H_a = si el valor F teórico $<$ F tabulado rechazamos la hipótesis nula y aceptamos la hipótesis alterna

Decisión

De acuerdo al análisis estadístico realizado a los valores de Fisher teórico, los mismos que fueron menores a los de Fisher tabulado, se evidencio que existe una significancia estadística al 95% de confianza, en base a estos resultados obtenidos procedemos aceptar la hipótesis alterna (H_a) y rechazar la hipótesis nula (H_0).

4.8. Conclusiones

- Se obtuvo harina a partir del desecho después de la extracción de aceite esencial de la cáscara de naranja por fluidos supercríticos, es el mejor método para obtener residuos de calidad y libres de solventes orgánicos que permiten ser utilizados para la elaboración de nuevos productos alimenticios.
- Al caracterizar la harina (del desecho posterior a la extracción del aceite esencial de cáscara de naranja), los valores reportados del análisis bromatológico como: humedad, cenizas, proteína cumplen con lo establecido en la norma técnica NTE- INEN 616, mientras que para la grasa, fibra los resultados no son similares a investigaciones realizadas, esto se debe al método de análisis empleado y a la variedad de naranja.
- El mejor tratamiento para la elaboración de galletas de acuerdo a las formulaciones realizadas, se determinó aplicando un procedimiento de comparación múltiple, conforme al análisis bromatológico en cuanto a los parámetros de fibra y grasa, estos presentan una media significativa alta de 7,45 y 16,6133 en relación a los demás tratamientos, así se concluye que el mejor tratamiento es el T3 (70% harina de trigo – 30% harina de cáscara de naranja) proporciones de harina.
- La evaluación sensorial se desarrolló con un grupo de jueces seleccionados previamente, las galletas preferidas significativamente por los jueces, de acuerdo a los resultados obtenidos en el análisis sensorial, fueron las galletas que tenían entre un 10% y 20% de harina de cáscara de naranja, donde se evidenció la existencia de diferencias estadísticas significativas entre los parámetros de sabor y la textura de la galleta, mientras que en el color, olor y aceptabilidad no se evidenció la existencia de diferencias significativas.
- Los valores obtenidos del análisis bromatológico del mejor tratamiento (70% harina de trigo-30%harina de cáscara de naranja) reporta que la humedad y el pH están dentro de los parámetros requeridos en la norma

técnica NTE-INEN 2085, por otra parte la calidad nutricional se destaca en el contenido de fibra (7,45%), proteína(10,99%), ya que es significativamente superior en comparación con productos existentes en el mercado y otras investigaciones , los cuales poseen porcentajes bajos, por otra parte los valores de cenizas, grasa y carbohidratos no son similares a los datos de investigaciones realizadas.

- De igual manera las galletas dentro de los requisitos microbiológicos presentan ausencia de mohos y levaduras, esto se debe al correcto uso de las normas de higiene, sin embargo presenta 800 UFC/g de aerobios mesófilos que es un valor aceptable de acuerdo a la Norma INEN NTE 2074, debido que en lugar de trabajo nos adecuados para la elaboración de galletas ya que en la planta se manipulan varios productos lo cual podría representar la presencia de algún patógeno en el ambiente de trabajo.

4.9. Recomendaciones

- En la obtención del residuo (harina del desecho posterior a la extracción del aceite esencial de cáscara de naranja) hay que tener en cuenta las condiciones de operación del sistema, referente a presión y temperatura a emplear, con el fin de evitar alteraciones en la calidad bromatológica del residuo.
- Para el análisis bromatológico del desecho (harina), así como para la galleta hay que tener precisión en el pesado de las muestras debido a que dicho factor puede afectar en los resultados obtenidos.
- Previo al desarrollo de la evaluación sensorial, los jueces deben pasar por un entrenamiento y preparaciones previas, con el fin de evitar variaciones y errores en los datos a obtener.
- Es necesario incentivar y promover el aprovechamiento de residuos para la formulación de productos agroindustriales, que puedan ayudar a mejorar la calidad nutricional o el desarrollo de nuevos productos en el mercado.
- Desinfectar y esterilizar los materiales y equipos lo que permitirán obtener productos de calidad microbiológica con el fin de evitar riesgos a la salud del consumidor.
- Realizar un estudio comparativo en otras variedades de naranja.

BIBLIOGRAFÍA

AFHSE. (2015). *infoalimenta*. Obtenido de Cereales y derivados:

http://www.infoalimenta.com/biblioteca-alimentos/6/67/harina-de-trigo/detail_templateSample/

Ahmad et al . (2019). Supercritical Fluid Extraction: A Review. *J. Biol. Chem. Chron*, 5(1). Obtenido de

https://www.researchgate.net/publication/333207577_Supercritical_Fluid_Extraction_A_Review

Alamo, J., Rodríguez, B., & Feijo, S. (2020). *Diseño del proceso de producción de galletas artesanales a partir de la harina de algarroba en el distrito de Cura Mori, Piura*. Universidad de Piura. Obtenido de

https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/4620/PYT_Informe_Final_Proyecto_GalletasDeAlgarroba.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Angulo, M. (2012). *Clasificación Taxonómica De La Naranja*. Obtenido de Clasificacion Taxonomica De La Naranja:

<https://www.buenastareas.com/ensayos/Clasificacion-Taxonomica-De-La-Naranja/5620229.html>

Astudillo, S. (2018). Importancia de la producción de naranja en Caluma y el cantón. *Tesis de grado*. Universidad San Francisco de Quito, Quito. Obtenido de

<http://repositorio.usfq.edu.ec/bitstream/23000/7935/1/141127.pdf>

Ayo, J., Ayo, V., & Igweaka, C. (2018). Phytochemical, Physicochemical and Sensory quality of Acha-orange Peel Flour Blend Biscuits. *Nasarawa State University, Keffi*. Obtenido de <http://patnsukjournal.net/Vol14No1/P11.pdf>

Ballat, M. (2014). *Researchagate*. Obtenido de

https://www.researchgate.net/publication/304827436_Desarrollo_de_un_producto_de_panificacion_mediante_harina_compuesta_de_trigo_mandioca_y_soja

Bolufer, P. (2016). Los fluidos supercríticos. *interempresas*. Obtenido de

<https://www.interempresas.net/Quimica/Articulos/152961-Los-fluidos-supercriticos.html>

Brunner, G. (2013). *Gas Extraction: An Introduction to Fundamentals of Supercritical Fluids and the Application to Separation Processes*. Springer. Obtenido de

https://books.google.com.br/books?id=GIfnCAAAQBAJ&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false

Cabeza, S. (2009). Funcionalidad de las materias primas en la elaboración de galletas. *Tesis de master*. Universidad de Burgos. Obtenido de

https://riubu.ubu.es/bitstream/handle/10259.1/117/Cabeza_Rodriguez.pdf?sequence=5

Cabrera et al. (2020). Utilización de subproductos de naranja (*Citrus sinensis var. valencia*) en la alimentación para rumiantes. *Abanico veterinario*, 10(11), 5. Obtenido de

http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2448-61322020000100106

Caggia et al. (16 de abril de 2020). Use of a citrus by-product as a fat substitute ingredient in bakery and confectionery products. *Frontiers in nutrition*. doi:<https://doi.org/10.3389/fnut.2020.00046>

Cotera, Y., & Yauri, F. (2018). Influencia de la presión y temperatura en la extracción de aceite esencial inka muña (*Satureja inkana*) por CO₂ supercrítico. *Tesis*. Universidad Nacional del Centro del Perú, Huancayo-Perú. Obtenido de

<http://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/UNCP/4784/Cotera%20Curi%20-%20Yauri%20Cantorin.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Domínguez, L., & Parzanese, M. (2010). *Alimentos argentinos*. Obtenido de http://www.alimentosargentinos.gob.ar/contenido/sectores/tecnologia/Ficha_01_Fluidos.pdf

Elhadi .S, A. M. (2013). Physicochemical Properties of Wheat Bread Supplemented with Orange Peel By-Products. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 3. doi:10.11648/j.ijnfs.20130201.11

Erkey, P. (2011). Aspectos fundamentales de los fluidos supercríticos. Elsevier. Recuperado el 2021, de

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780080453293000020>

Ghadiri, K., Raofie, F., Qomi, M., & Davoodi, A. (2020). Response surface methodology for optimization of supercritical fluid extraction of orange peel essential oil. *Researchgate*. Obtenido de

https://www.researchgate.net/publication/348360705_Response_Surface_Methodology_for_Optimization_of_Supercritical_Fluid_Extraction_of_Orange_Peel_Essential_Oil

Gómez, L., Tiwari, B., & García, M. (2020). Emerging extraction techniques: Microwave-assisted extraction. En S. K. Maria Dolores Torres, *Sustainable Seaweed Technologies* (págs. 1-3). Elsevier.

doi:<https://doi.org/10.1016/C2018-0-01462-0>

Gutiérrez, E., & Roldán, J. (2010). Factibilidad del proyecto de extracción de aceites esenciales de la naranja en Antioquia. Obtenido de <https://repository.eia.edu.co/bitstream/handle/11190/668/RSO00052.pdf?sequence=1>

Hallo, J. (2013). Estudio físico-químico y cromatográfico comparativo del fruto de naranja variedades valencia (*Citrus sinensis*) y tangelo (*Citrus paradisi* x

Citrus reticulata) en dos estados de madurez proveniente del cantón “Las Naves”. *Trabajo de Titulación*. Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Quevedo, Ecuador. Recuperado el 22 de marzo de 2022, de <https://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/247/1/T-UTEQ-0004.pdf>

Han, L., Zhang, J., & Cao, X. (25 de diciembre de 2020). Efectos del polvo de cáscara de naranja sobre las propiedades reológicas de maduración de masa de trigo. *Ciencia de los Alimentos y Nutrición*, 2021(80), 4. doi:DOI: 10.1002/fsn3.2080

Hang, L., Zhang, J., & Cao, X. (2020). Effects of orange peel powder on rheological properties of wheat dough and bread aging. *Food Science & Nutrition*. doi:<https://doi.org/10.1002/fsn3.2080>

INEN. (2005). *Instituto Ecuatoriano de Normalización*. Obtenido de Instituto Ecuatoriano de Normalización:
<https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/2085-1.pdf>

INEN. (2005). *Instituto Ecuatoriano de Normalización*. Obtenido de Instituto Ecuatoriano de Normalización:
<https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/518.pdf>

INEN. (2006). *Servicio Ecuatoriano de Normalización*. Obtenido de Servicio Ecuatoriano de Normalización:
<https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/1529-5.pdf>

INEN. (2013). *Instituto Ecuatoriano de Normalización*. Obtenido de Instituto Ecuatoriano de Normalización:
<https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/526-1R.pdf>

INEN. (2013). *Servicio Ecuatoriano de Normalización*. Obtenido de Servicio Ecuatoriano de Normalización:
<https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/522-1R.pdf>

- INEN. (2013). *Servicio Ecuatoriano de Normalización*. Obtenido de Servicio Ecuatoriano de Normalización: Control microbiológico de los alimentos. Mohos y levaduras viables. Recuentos en placa por siembra en profundidad Instituto Ecuatoriano de Normalización. (25 de 01 de 2006). *INEN*. Recuperado el 30 de enero de 2022, de INEN:

<https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/616.pdf>
- Instituto Nacional de Estadística y Censos . (2020). *Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua – ESPAC*. Recuperado el 16 de enero de 2022, de INEC: <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/encuesta-de-superficie-y-produccion-agropecuaria-continua-bbd/>
- Jeddou et al . (2016). Structural, functional, and antioxidant properties of water-soluble polysacchar-ides from potatoes peels. *Food Chemistry*, pp 7 - 11. doi:<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.02.108>
- Kalenok, R. (2020). *Infobae*. Obtenido de Por qué consumir naranja: propiedades curativas y aportes nutricionales aportes nutricionales:

<https://www.infobae.com/mix5411/2020/08/25/por-que-consumir-naranja-propiedades-curativas-y-aportes-nutricionales/>
- Kiran, E., Debenedetti, P., & Peters, C. (2012). *Supercritical Fluids: Fundamentals and Applications* (Vol. 366). Springer. Obtenido de

https://books.google.com.ec/books/about/Supercritical_Fluids.html?id=R6DqCAAQBAJ&redir_esc=y
- Kumari, R., & Kumari, N. (2018). Studies on the Utilization of Orange Peel Powder in the Development of Food Product. *International Journal of Science and Research*. Obtenido de

<https://www.ijsr.net/archive/v9i10/SR20928122212.pdf>
- Llerena, K. (2010). Utilización de harina de trigo y quinua para la elaboración de galletas, para los niños del parvulario de la E.S.P.O.CH. *Tesis de grado*. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba. Obtenido de

<http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/1685/1/84T00052.pdf>

M'hiri, N., Ioannou, I., Ghoul, M., & Boudhrioua, N. (2015). Proximate chemical composition of orange peel and variation of phenols and antioxidant activity during convective air drying. *Journal of new sciences, Agriculture and Biotechnology*, 9. doi:<https://www.jnsociences.org/agri-biotech/40-volume-special-journees-scientifiques-de-l-inat/190-proximate-chemical-composition-of-orange-peel-and-variation-of-phenols-and-antioxidant-activity-during-convective-air-drying.html>

Martínez et al. (2017). Caracterización Físicoquímica de desechos de naranja (*Citrus Sinensis*) y lechuga. *Revista de Energía Química y Física*. Obtenido de https://www.ecorfan.org/bolivia/researchjournals/Energia_Química_y_Física/vol4num10/Revista_de_Energ%C3%ADa_Qu%C3%ADmica_y_F%C3%ADsica_V4_10_6.pdf

Mendoza, A. (2020). Caracterización físico-química del flavedo deshidratado de naranja (*Citrus x sinensis*) y su uso como insumo en la elaboración de cupcakes". *Tesis de grado*. Universidad Técnica, Quevedo. Obtenido de <https://repositorio.uteq.edu.ec/handle/43000/3797>

Meza, E. (2017). Extracción y evaluación del aceite esencial de las cáscaras de la naranja. *Extracción y evaluación del aceite esencial de las cáscaras de la naranja*. Universidad de Guayaquil, Guayaquil, Guayas.

Michelena, E. (2019). *Nuestro Mundo*. Obtenido de <https://nuestromundo.com.ec/bolivar-de-cosecha-un-dulce-homenaje-a-la-naranja/>

Moncayo, M. d., Reyes, A., & María, C. (29 de diciembre de 2018). Aprovechamiento de subproductos agronómicos. *TLATEMOANI Revista Académica de Investigación*, 117. Obtenido de <http://www.eumed.net/rev/tlatemoani/index.html>

- Muñoz, M. (2020). Desarrollo de una galleta a partir de la sustitución parcial de harina de trigo por las obtenidas de las cáscaras de naranja (*Citrus × sinensis*) y zanahoria (*Daucus carota*). *Componente Práctico del Examen Complexivo*. Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, Guayaquil.
- Njoroge, S., Koaze, H., & Sawamura, M. (2005). Essential Oil Constituents Of Three Varieties Of Kenyan Sweet Oranges (*Citrus Sinensis*). *Flavour And Fragrance Journal*.
- NTE INEN 2085. (2005). Requisitos. Galletas. Norma Técnica Ecuatoriana. Quito.
- Olajumoke, R., & Sade, O. (2018). Orange peel flour: A potential source of antioxidant and dietary fiber in pearl-millet biscuit. *Journal of Food Biochemistry*. Obtenido de <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/jfbc.12523>
- Palanisamy, K., Dhivya, E., Aravind, J., & Kumaresan, K. (2014). Extraction and Analysis of Pectin from Citrus Peels: Augmenting the Yield from Citrus limon Using Statistical Experimental Design. *Iranica Journal of Energy & Environment*, 5(3). Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/273144860_Extraction_and_Analysis_of_Pectin_from_Citrus_Peels_Augmenting_the_Yield_from_Citrus_limon_Using_Statistical_Experimental_Design
- Pereira, C., & Meireles, A. (2010). Supercritical Fluid Extraction of Bioactive Compounds: Fundamentals, Applications and Economic Perspectives. *Food and Bioprocess Technology*, 3(3), 340-372. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/272538255_Supercritical_Fluid_Extraction_of_Bioactive_Compounds_from_Botanic_Matrices_Experimental_Data_Process_Parameters_and_Economic_Evaluation
- Pozo et al. (2010). *Valor Nutricional de las Naranjas y Clementinas*. Ministerio de Medio Ambiente y Medio. Obtenido de

file:///C:/Users/User/AppData/Local/Microsoft/Windows/INetCache/IE/VHGLZU7U/432011819[1].pdf

Rafiq et al. (2018). Cáscara de cítricos como fuente de ingrediente funcional. *Revista de la Sociedad Saudí de Ciencias Agrícolas*, 17(4), 4. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1658077X16300960>

Rani, V., Sangwan, V., & Malik, P. (2020). Orange Peel Powder: A Potent Source of Fiber and Antioxidants for Functional Biscuits. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*. Obtenido de

file:///C:/Users/User/Downloads/Polvo%20de%20c%20C3%A1scara%20de%20naranja%20-%20fuente%20de%20fibra%20y%20antioxidantes%20para%20galletas%20funcionales%20(1).pdf

Rodríguez, M., Meléndez, L., & Real, S. (2012). *Procedimientos para la extracción de aceites esenciales en plantas aromáticas* (Primera ed.). México: Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C. Obtenido de https://cibnor.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1001/540/1/rodriguez_m.pdf

Rojas, J., Perea, A., & Stashenko, E. (2010). Obtención de aceites esenciales y pectinas a partir de subproductos de jugos cítricos. *Revista de la facultad de química farmacéutica*, 16(1), 111.

doi:<http://www.scielo.org.co/pdf/vitae/v16n1/v16n1a13.pdf>

Rojas, M. (2012). *Diseño y síntesis de materiales "a medida" mediante el método SOL-GEL* (Vol. 111). España: UNED. Recuperado el 2021, de

https://www.todostuslibros.com/libros/disen-y-sintesis-de-materiales-a-medida-mediante-el-metodo-sol-gel_978-84-362-6496-8

Román et al. (2016). *Guía de extracción por fluidos supercríticos: fundamentos y aplicaciones*. Servicio Nacional de Aprendizaje. Colombia: SENA. Obtenido de

https://repositorio.sena.edu.co/bitstream/handle/11404/4698/guia_extraccion_fluidos_supercriticos.pdf;jsessionid=620E1F633591AC13B28B593AAD7A4B33?sequence=1

Rosas et al . (2016). Revalorización de algunos residuos agroindustriales y su potencial de aplicación a suelos agrícolas. *Revista Agroproductividad*, 9(8).
Obtenido de

<https://revistaagroproductividad.org/index.php/agroproductividad/article/view/796/661>

Rubio, M. (2019). *Sustitución total o parcial de la sacarosa por oligofructosa e isomaltulosa en galletas*. Universitat Politècnica de València. Obtenido de <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/119535/Rubio%20-%20Sustituci%C3%B3n%20total%20o%20parcial%20de%20la%20sacarosa%20por%20oligofructosa%20e%20isomaltulosa%20en%20galletas.pdf?sequence=1>

Salvador, A. (2015). *Evaluación de los cambios estructurales de galletas elaboradas con sustitutos de grasa*. Universitat Politècnica de València. Obtenido de

https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/54180/TFG%20Desamparados%20Embuenas_14362703806137344823069462138445.pdf?sequence=2

Saquina, D. (2018). Evaluación de la actividad antibacteriana del aceite esencial de naranja (*Citrus Sinensis*) sobre la cepa de *Staphylococcus Aureus*. *Tesis de grado*. Universidad Técnica De Ambato, Cevallos.

Saval, S. (2012). Aprovechamiento de Residuos Agroindustriales: Pasado, Presente y Futuro. *Revista de la Sociedad Mexicana de Biotecnología y Bioingeniería*, 16(2), 14. Obtenido de

https://smbb.mx/wp-content/uploads/2017/10/Revista_2012_V16_n2.pdf

Shahbandeh, M. (12 de agosto de 2020). *Statista*. Obtenido de

<https://www.statista.com/statistics/1044840/major-orange-producers-worldwide/>

Sharma et al. (12 de Octubre de 2020). Essential Oils as Additives in Active Food Packaging. *Journal Pre-proofs*, 6-7. doi:

<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.128403>

Silva, C. (2016). *Elaboración de pan con harina de trigo, enriquecido con harina de soya y fibra soluble para mejorar su valor nutritivo*. Universidad de Guayaquil. Obtenido de

[http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/12939/1/TESIS%20SR.%20CARLOS%20SILVA%20FINAL%2010%20oct%20con%20ANALISIS%20\(1\).pdf](http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/12939/1/TESIS%20SR.%20CARLOS%20SILVA%20FINAL%2010%20oct%20con%20ANALISIS%20(1).pdf)

Singh et al . (2010). Ethanol Production from Orange Peels: Two-Stage Hydrolysis and Fermentation Studies Using Optimized Parameters through Experimental Design. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 6(58), 8. Obtenido de <https://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/jf903163t>

Tahere et al. (2020). Supercritical fluid extraction inseparation and preconcentration of organic and inorganic species. En *New Generation Green Solvents for Separation and Preconcentration of Organic and Inorganic Species* (págs. 425-426). Elsevier. Recuperado el 2021, de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780128185698000103>

Tovar, A. (2017). Valorización integral de cáscaras de naranja mediante extracción de pectina y elaboración de carbon activado. *Tesis*. Centro de Investigación y desarrollo Tecnológico en Electroquímica, S.C., Santiago de Querétaro, México. Obtenido de

<https://cideteq.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1021/191/1/Valorizaci%C3%B3n%20integral%20de%20c%C3%A1scaras%20de%20naranja%20mediante%20extracci%C3%B3n%20de%20pectina%20y%20elaboraci%C3%B3n%20de%20carb%C3%B3n%20activado.pp.pdf>

Tütem et al. (2020). Nutritional Composition and Antioxidant Properties of Fruits and Vegetables. En A. K. Jaiswal. Dublín, Irlanda: Elsevier.

doi:<https://doi.org/10.1016/B978-0-12-812780-3.00022-2>

Ulloa, C. (2012). Estudio de las Opciones de Reutilización Energética o Material de Cáscaras de naranja. *Tesis de grado*. Universidad San Francisco de Quito, Quito. Obtenido de

<https://repositorio.usfq.edu.ec/bitstream/23000/6983/1/136137.pdf>

Yances, S. (2018). mportancia de la producción de naranja en Caluma y el impacto que tiene en los festivales del cantón. *Trabajo de Titulaciòn*. Universidad San Francisco de Quito, Quito, Ecuador. Recuperado el 22 de marzo de 2022, de

<https://repositorio.usfq.edu.ec/bitstream/23000/7935/1/141127.pdf>

Zaker, M. A., Sawate, A. R., Patil, B., & Sadawarte, S. K. (2016). Studies on Effect of Orange Peel Powder Incorporation on Physical, Nutritional and Sensorial Quality of Cookies. *International journal of engineering research & technology (IJERT)*, 05(09).

doi:<http://dx.doi.org/10.17577/IJERTV5IS090125>

Zaruma, M. A., & Illescas, J. P. (2014). Determinacion del efecto antibacteriano de aceitesesenciales obtenidos de la familia Myracaceae y Lamiceae”. *antibacteriano de aceitesesenciales obtenidos de la familia Myracaceae y Lamiceae*”. Universidad de Cuenca, Cuenca, Ecuador. Obtenido de <https://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/5311/1/TESIS.pdf>

ANEXOS


Anexo 1: Mapa de ubicación de la investigación



Fuente: Google Maps, 2020

Anexo 2: Extracción por fluidos supercrítico de la naranja.


Muestra	Repetición	CONDICIONES DE TRABAJO				CONDICIONES INICIALES DE EXTRACCIÓN						
		Peso vial vacío (g)	Peso muestra (g)	T (°C)	P (bar)	Tiempo estabilización T (min)	Tiempo de estabilización P (min)	Tiempo estabilización sistema (min)	Tiempo de extracción final (min)	Peso vial con muestra (g)	Cantidad extracto (g)	Peso final muestra (g)
N1	R1	24,066	20	50	200	5 min	11 min	40 min	40 min	24,167	0,101	18,99
N1	R2	24,167	20	50	200	5 min	11 min	40 min	40 min	24,299	0,132	18,936
N1	R3	24,299	20	50	200	5 min	11 min	40 min	40 min	24,352	0,053	18,946
N1	R4	24,352	20	50	200	5 min	11 min	40 min	40 min	24,413	0,061	19,061
N2	R1	24,413	20	50	200	5 min	11 min	40 min	40 min	24,504	0,091	19,078
N2	R2	24,504	20	50	200	5 min	11 min	40 min	40 min	24,522	0,018	19,082
N2	R3	24,522	20	50	200	5 min	11 min	40 min	40 min	24,6251	0,103	19,328
N2	R4	24,625	20	50	200	5 min	11 min	40 min	40 min	24,7278	0,103	19,168
N3	R1	24,728	20	50	200	5 min	11 min	40 min	40 min	24,84	0,112	18,49
N3	R2	24,84	20	50	200	5 min	11 min	40 min	40 min	24,873	0,033	19,27
N3	R3	24,873	20	50	200	5 min	11 min	40 min	40 min	25,0047	0,132	19,14
N3	R4	25,005	20	50	200	5 min	11 min	40 min	40 min	25,1228	0,118	19,18
N4	R1	25,123	20	50	200	5 min	11 min	40 min	40 min	25,1711	0,048	18,93
N4	R2	25,171	20	50	200	5 min	11 min	40 min	40 min	25,2732	0,102	18,901

 DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN	LABORATORIOS DE INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN <small>Laguacoto II, Km 1 1/2, vía a San Simón, Cantón Guaranda, Provincia Bolívar, Ecuador.</small>	Versión	1
	INFORME DE RESULTADOS	Año	2021
		Página	Página 1 de 4


Anexo 3: Base general

INFORME DE ENSAYOS N°005


DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA					
Solicitante:	Klever Vásconez – Jenny Lucio				
Muestra:	Harina de cáscara de naranja, galletas de harina de trigo y harina de cáscara de naranja				
Código: asignado:	UEB INV01 – INV02				
Estado de la muestras:	Pulverizadas				
Envase de recepción:	Bolsas metalizadas / 60 g				
Análisis requerido(s):	Grasa, fibra, ceniza, humedad, pH				
Fecha de recepción:	03 de Enero de 2022				
Fecha de análisis:	04 de Enero – 24 de Enero del 2022				
Fecha de informe:	24 de Enero de 2022				
Técnico (s) asignado	MPWF				
RESULTADOS OBTENIDOS					
PARÁMETROS BROMATOLÓGICOS					
Código laboratorio	Muestra	Parámetro	Unidad	Método	Resultado
INV01	T1	Fibra	%	WEENDE	18,05
INV01	T2				18,27
INV01	T3				18,25
INV02	T4				5,28
INV02	T5				5,11
INV02	T6				5,19
INV03	T7				6,37
INV03	T8				6,44
INV03	T9				6,4
INV04	T10				7,25
INV04	T11				7,54
INV04	T12				7,56

	LABORATORIOS DE INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN <small>Laguacoto II, Km 1 1/2, vía a San Simón, Cantón Guaranda, Provincia Bolívar, Ecuador.</small>		Versión	1
	INFORME RESULTADOS	DE	Año	2021
			Página	Página 2 de 4

INV01	T1	Grasa	%	AOAC 2003.06	0,34
INV01	T2				0,21
INV01	T3				0,25
INV02	T4				17,39
INV02	T5				17,44
INV02	T6				17,35
INV03	T7				17,32
INV03	T8				17,26
INV03	T9				17,24
INV04	T10				17,65
INV04	T11				17,57
INV04	T12				17,62
INV01	T1	Ceniza	%	AOAC 923.03	0,05
INV01	T2				0,05
INV01	T3				0,05
INV02	T4				0,02
INV02	T5				0,02
INV02	T6				0,02
INV03	T7				0,02
INV03	T8				0,02
INV03	T9				0,02
INV04	T10				0,03
INV04	T11				0,03
INV04	T12				0,02

	LABORATORIOS DE INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN <small>Laguacoto II, Km 1 1/2, vía a San Simón, Cantón Guaranda, Provincia Bolívar, Ecuador.</small>		Versión	1
	INFORME RESULTADOS	DE	Año	2021
			Página	Página 3 de 4

INV01	T1	Humedad	%	AOAC 925.10	0,05
INV01	T2				0,05
INV01	T3				6,62
INV02	T4				1,47
INV02	T5				1,52
INV02	T6				1,55
INV03	T7				2,11
INV03	T8				1,86
INV03	T9				2,01
INV04	T10				1,6
INV04	T11				1,65
INV04	T12				1,55
INV01	T1	pH	%	INEN 526	5,437
INV01	T2				5,169
INV01	T3				4,96
INV02	T4				6,767
INV02	T5				6,667
INV02	T6				6,565
INV03	T7				6,296
INV03	T8				6,221
INV03	T9				6,201
INV04	T10				6,115
INV04	T11				6,063
INV04	T12				5,992

 DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN	LABORATORIOS DE INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN Laguacoto II, Km 1 1/2, vía a San Simón, Cantón Guaranda, Provincia Bolívar, Ecuador.		Versión	1
	INFORME RESULTADOS	DE	Año	2021
			Página	Página 4 de 4

INV01	T1	Carbohidratos	%	Por cálculo	69,99
INV01	T2				69,82
INV01	T3				70,21
INV02	T4				63,97
INV02	T5				63,66
INV02	T6				63,9
INV03	T7				62,57
INV03	T8				62,88
INV03	T9				62,98
INV04	T10				62,35
INV04	T11				62,41
INV04	T12				62,2

Los resultados de los análisis corresponden a 3 determinaciones por análisis.





Firmado electrónicamente por:

**EDGAR MARCELO
VILCACUNDO
CHAMORRO**

Ing. Marcelo Vilcacundo


Director DIVIUEB

Anexo 4: Resultados de análisis microbiológicos

Informe de Resultados - Ensayos de Microbiología							
Muestra:		Gallinas					
Fecha de muestreo		28/01/2022					
Parámetro	Resultado	Unidad	Método	Valor de referencia	Observación	Fotografía	
Recuento Total de aerobios mesófilos	900	UFC/g	Placas Petrifilm (AOAC 990.12)	---	Presencia de colonias de coloración roja		
Recuento Mohos y Levaduras	ND	UFC/g	Placas Petrifilm (AOAC 997.02)	---	No hubo formación de colonias en las placas		

UFC/g: unidades formadoras de colonia por gramo
 ND: No detectable

Anexo 5: Resultados de análisis de proteína

 DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN	LABORATORIOS DE INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN <small>Lagunas 1, No 1 102, Ito a San Simón, Cacha Guano, Provincia Bolívar, Ecuador.</small>	Código	
		Versión	1
		Año	2022
		Página	Página 1 de 1

INFORME DE ENSAYOS N°07-2022

DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	
Solicitante	Lucio Villacis Jenny Lisbeth, y Vásconez Barragán Klever Lenin
Muestra	Harina de galletas y harina de cáscara de naranja
Código asignado UEB	INV 01- INV 02- INV 03- INV 04
Estado de la muestra	Seca - pulverizada
Envase de recepción	Bolsas metalizadas -. Aproximadamente 1 g de muestra
Análisis requerido(s)	Proteína
Fecha de recepción	29-01-2022
Fecha de análisis	29/01/2022
Fecha de informe	01 de febrero del 2022
Técnico asignado	MIPV

RESULTADOS OBTENIDOS					
Código laboratorio	Muestra	Parámetro	Método	Unidad	Resultado
INV 01	T1-R1	Proteína	DUMAS	%	11,87
	T1-R2				12,25
	T1-R3				11,99
INV 02	T2- R1				11,81
	T2-R2				11,54
	T2-R3				11,35
INV 03	T3- R1				11,12
	T3-R2				10,80
	T3-R3				11,05
INV 04	T4- R1				4,82
	T4-R2				4,89
	T4-R3				4,62

Los resultados de los análisis corresponden a 3 determinaciones por muestra.



Ing. Marcelo Vilcacundo
Director DIVUEB

Anexo 6: Ficha de la evaluación sensorial



UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR



**FACULTAD DE CIENCIAS
AGROPECUARIAS RECURSOS
NATURALES Y DEL AMBIENTE**

CARRERA DE AGROINDUSTRIA

FICHA DE EVALUACIÓN SENSORIAL

Tema:

“APROVECHAMIENTO DEL RESIDUO DE CÁSCARA DE NARANJA TRAS LA EXTRACCIÓN DE ACEITE ESENCIAL PARA LA ELABORACIÓN DE GALLETAS” Ud. Está recibiendo 9 muestras de galletas por favor deguste cada una de las muestras, designe le valor que crea sea conveniente. El análisis sensorial que se realizara es sobre: color, olor, sabor, textura y aceptación.

Autores: Jenny Lucio y Klever Vásquez.

Nombre del catador:..... **Fecha:**.....

Marque con una X según su opinión en los atributos.

Propiedades	Atributos	Muestras		
		a1	a2	a3
Color	Amarillo			
	Café			
	Crema			
Olor	A naranja			
	A trigo			
Sabor	Dulce			
	Amargo			
	Astringente			
Textura	Crujiente			
	Seca			
	Dura			

Nota. Tomado de (Muñoz, 2020) y elaborado por el autor.

Para la prueba afectiva se usará la escala hedónica para la aceptabilidad.

Dónde: 0 = me disgusta, 1 = me disgusta ligeramente, 2 = ni me gusta ni me disgusta, 3 = me gusta ligeramente, 4 = me gusta, 5 = me gusta mucho

Propiedades	Muestras		
	a1	a2	a3
Color			
Olor			
Sabor			
Textura			
Aceptación General			

Nota. Tomado de (Muñoz, 2020) y elaborado por el autor.

Firma:

.....

Anexo 7: Resultados obtenidos del análisis sensorial

Tratamiento	Número de Panelistas	Color	Olor	Sabor	Textura	Aceptabilidad
a1	1	5	4	4	5	4
a1	2	2	1	3	3	4
a1	3	3	3	4	5	7
a1	4	1	2	3	3	3
a1	5	2	3	3	3	3
a1	6	4	5	5	5	6
a1	7	2	3	1	2	3
a1	8	2	3	3	4	3
a1	9	1	2	3	4	4
a1	10	3	4	3	2	3
a2	1	3	3	3	5	3
a2	2	1	3	3	1	2
a2	3	3	4	3	4	4
a2	4	2	4	4	1	3
a2	5	3	2	3	3	3
a2	6	4	4	3	2	3
a2	7	4	3	3	4	3
a2	8	1	2	5	4	4
a2	9	3	2	1	3	3
a2	10	2	4	4	3	4
a3	1	4	3	3	3	3
a3	2	4	4	2	1	4
a3	3	4	4	1	4	4
a3	4	4	3	2	1	1
a3	5	1	2	3	1	3
a3	6	4	4	1	2	3
a3	7	1	2	1	2	2
a3	8	2	2	0	0	0
a3	9	4	3	4	5	4
a3	10	4	4	3	2	4

Anexo 8: Fotografías



Recepción de la materia prima



Limpieza y desinfección de la naranja



Pelado y picado de la cáscara de naranja



Cáscara de naranja picada en trozos



Deshidratado de la cáscara de naranja



Triturado de la cáscara



Acondicionamiento del equipo FSC



Carga de la muestra en el equipo

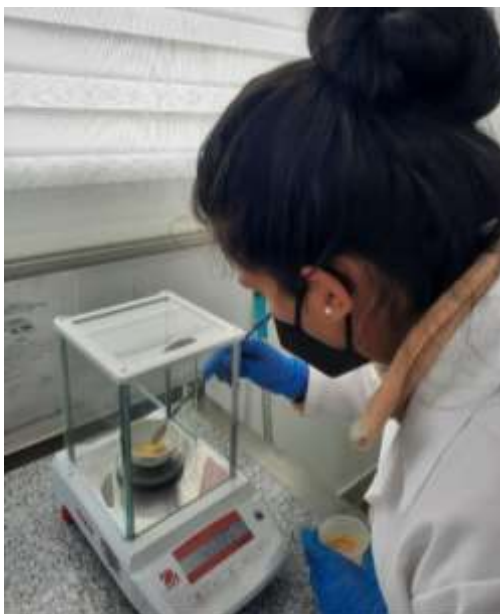


Obtención del residuo tras la extracción



Obtención del aceite esencial

Caracterización de la harina



Preparación de muestras



Registro del contenido de humedad



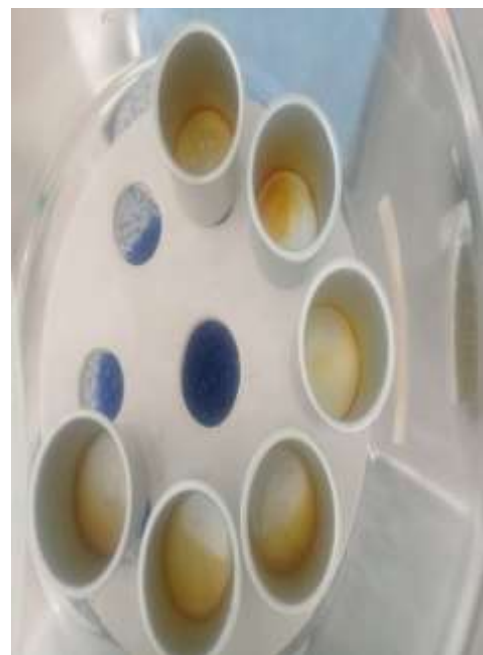
Determinación de fibra



Registro del contenido de fibra



Obtención de grasa más hexano



Determinación del contenido de grasa



Calcinación de la muestra en la mufla



Determinación de ceniza



Determinación de pH



Determinación de proteína

Elaboración de galletas con los diferentes tratamientos



Pesado de insumos



Batido y amasado



Moldeado de las galletas

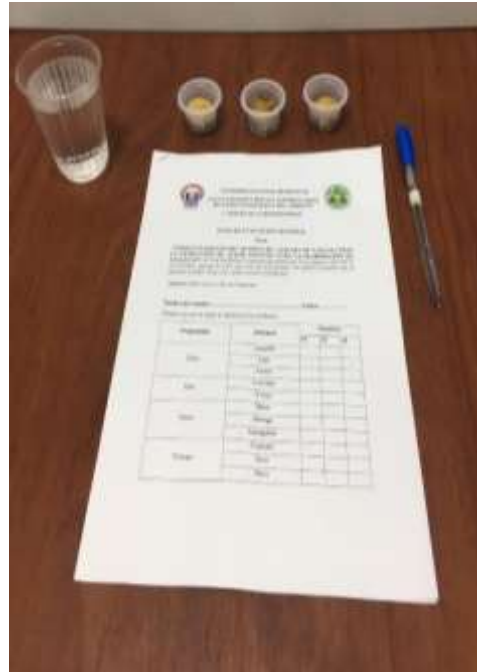


Horneado de las galletas

Evaluación sensorial



Preparación de muestras



Ficha de evaluación sensorial



Entrega de fichas de evaluación sensorial



Explicación de instrucciones

Análisis bromatológicos de la galleta



Preparación de muestras para humedad



Registro de humedad



Colocación de muestras en el extractor de grasa



Determinación de grasa



Determinación de pH



Determinación de fibra



Determinación de proteína

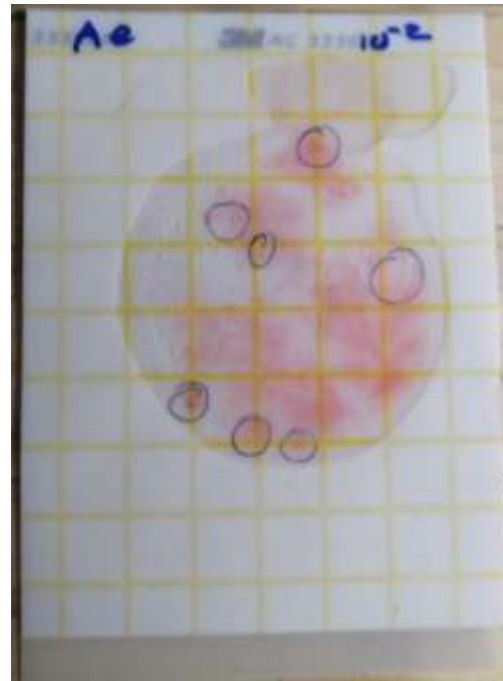


Determinación de ceniza

Análisis microbiológico de la galleta



Recuento Mohos y Levaduras



Recuento Total de aerobios mesófilos



Anexo 9: Glosario de términos técnicos

- **Albedo:** es la parte blanca esponjosa de la piel de los cítricos, es la parte que contiene más pectinas.
- **Actividad antioxidante:** La actividad antioxidante es la capacidad de una sustancia para inhibir la degradación oxidativa (la peroxidación lipídica), de tal manera que un antioxidante actúa, principalmente, gracias a su capacidad para reaccionar con radicales libres.
- **Extractos:** Se definen como preparados concentrados con consistencia líquida, sólida o viscosa. Normalmente, se obtienen por maceración (extracción en equilibrio con agua o alcohol) o percolación (extracción por agotamiento con agua o alcohol).
- **Híbrido:** se refiere a un animal o vegetal procreado por dos individuos de distinta especie, la hibridación es un fenómeno frecuente entre plantas, el cual consiste en el cruzamiento de diferentes taxa separados por aislamiento ecológico o reproductivo.
- **Hesperidio:** Fruto simple, es también una baya modificada, característica del género Citrus derivado de una flor con ovario súpero, pluricarpelar, polispermo, carnoso e indehisciente.
- **Impregnación:** Técnica empleada para proteger los materiales de la acción del medio ambiente.
- **Desmenuzables:** Hace alusión que tiene la susceptibilidad de ser desmenuzado o que es capaz o que se puede fragmentar con mayor sencillez y elemental en triturar o partir en porciones muy diminutas o explorar en algo con detalle.
- **Fitonutrientes:** Se trata de sustancias de origen vegetal que, si bien no tienen valor nutricional específicamente, excepto algunos de ellos, tienen un efecto beneficioso sobre la salud del organismo y pueden contribuir a prevenir diferentes enfermedades.

- **Fitoquímicos:** Los fitoquímicos corresponden a metabolitos secundarios sintetizados por las plantas, que incluyen terpenos, ácidos fenólicos y tiólicos, lignanos y flavonoides, siendo estos últimos los más relevantes.
- **Flavedo:** Constituido por un tejido parenquimatoso rico en pigmentos (clorofila, carotenos y xantofilas) y que contiene las células en cuyo interior se encuentra el aceite esencial o “esencia”.
- **Flavonoides:** Los flavonoides son pigmentos naturales presentes en los vegetales y que protegen al organismo del daño producido por agentes oxidantes, como los rayos ultravioletas, la polución ambiental, sustancias químicas presentes en los alimentos, etc.
- **Fluido supercrítico:** Un fluido supercrítico es cualquier sustancia a una temperatura y presión por encima de su punto crítico termodinámico.
- **Nutraceuticos:** Los nutraceuticos son productos basados en ingredientes procedentes de la propia naturaleza (animales, plantas o minerales) y se caracterizan por ser ricos en determinados nutrientes, lo cual determina su incidencia en la nutrición y en nuestra salud.
- **Polifenoles:** Los polifenoles son un grupo de sustancias naturales del metabolismo secundario de las plantas, están presentes en las plantas con una alta capacidad antioxidante.
- **Polisacáridos:** Los polisacáridos son carbohidratos complejos formados por un gran número de azúcares simples, los cuales se unen entre sí mediante los enlaces glucosídicos.
- **Subproductos:** Un subproducto es todo aquel bien que se obtiene de manera secundaria dentro del proceso productivo, es decir, que se consigue al mismo tiempo que el producto principal, pero tiene un valor de venta mucho menor que este.