



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE CIENCIAS

CARRERA DE QUÍMICA

“UTILIZACIÓN DE HARINA DE JACKFRUIT (*Artocarpus heterophyllus Lam*) EN GALLETAS CON BAJO ÍNDICE GLUCÉMICO”

Trabajo de Integración Curricular

Tipo: Proyecto de Investigación

Presentado para optar al grado académico de:

QUÍMICA

AUTORA: ARACELY GUADALUPE SEMANATE SACATORO

DIRECTORA: Ing. LINDA MARIUXI FLORES FIALLOS MsC.

Riobamba – Ecuador

2021

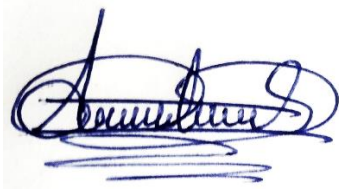
© 2021, Aracely Guadalupe Semanate Sacatoro

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

Yo, Aracely Guadalupe Semanate Sacatoro, declaro que el presente trabajo de integración curricular es de mi autoría y los resultados de este son auténticos. Los textos en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autora asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este trabajo de integración curricular; el patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Riobamba, 20 de agosto del 2021



Aracely Guadalupe Semanate Sacatoro

050426783-2

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS
CARRERA DE QUÍMICA

El Tribunal del Trabajo de Integración Curricular certifica que: El Trabajo de Integración Curricular; Tipo: Proyecto de Investigación, **“UTILIZACIÓN DE HARINA DE JACKFRUIT (*Artocarpus heterophyllus Lam*) EN GALLETAS CON BAJO ÍNDICE GLUCÉMICO”**, realizado por la señorita: **ARACELY GUADALUPE SEMANATE SACATORO**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del Trabajo de Integración Curricular, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal Autoriza su presentación.

	FIRMA	FECHA
Dr. Carlos Pilamunga Capus, PhD PRESIDENTE DEL TRIBUNAL	_____	2021-08-20
Ing. Linda Mariuxi Flores Fiallos, MsC DIRECTORA DE TRABAJO DE TITULACIÓN	_____	2021-08-20
Ing. Carlos Alcibar Medina Serrano, MsC MIEMBRO DEL TRIBUNAL	_____	2021-08-20

DEDICATORIA

Este proyecto de investigación se lo dedico con gran alegría y llena de satisfacción por haber culminado una etapa más en vida, a Dios por darme la sabiduría necesaria para superarme día a día. A mi familia, en especial a mis padres: Victor y Cecilia por guiarme, inculcarme valores que me han forjado como persona, por su infinito amor y apoyo incondicional en todo momento. A mi fuente de inspiración, Luis Guaiña, que ha estado siempre apoyándome a lo largo de esta trayectoria estudiantil, por motivarme día a día y darme valor para no decaer en los momentos difíciles. En especial a mi tío Marco Cañizares, quien confiaba plenamente en mis capacidades y que a pesar de que no está aquí junto a mí, desde el cielo me guía con su luz y me da fortalezas para seguir adelante.

Aracely

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios y a la Virgen de Guadalupe por darme la salud y la sabiduría, que me han permitido cumplir mi sueño de llegar a ser una profesional. A mis ángeles que desde el cielo me cuidan, iluminan y guían mi camino para ser una mejor persona día a día.

A mis padres por todo su amor, entrega, esfuerzo y sacrificio que han realizado para que yo pueda culminar una etapa más en mi vida. Mi madre Cecilia quien estuvo conmigo en todo momento apoyándome y preocupándose siempre por mi bienestar. Mi padre Victor, por sus consejos, palabras y valores que ha inculcado en mí para ser una persona de bien. A mi abuelita Carmen, por su infinito cariño y por estar siempre al pendiente de mí, de que no me faltará nada. A mis hermanos que me han brindado su apoyo incondicional a lo largo de esta trayectoria.

A Belén Valverde, más que una prima mi hermana del alma, la persona a quien admiro por ser un ejemplo para seguir, que con sus locuras y palabras me alientan a superarme día a día. A Luis por su amor y estar conmigo en todo momento apoyándome, que con su actitud positiva me motiva a vivir la vida sin complicaciones.

Mi gratitud a la Ing. Linda Flores e Ing. Carlos Medina, por transmitirme sus conocimientos, guiarme paso a paso en la ejecución de este trabajo de titulación y lograr culminar con éxito. De igual manera mi total agradecimiento a los técnicos docentes, en especial a la Ing. Karla Haro y Dra. Yolanda Buenaño por su paciencia, consejos y conocimientos que fueron importantes para el desarrollo de este proyecto.

A mi querida institución Escuela Superior Politécnica de Chimborazo por abrirme sus puertas para realizarme como una profesional, así como a los docentes de la carrera de Química, quienes con sabios consejos y experiencias lograron forjar en mí una persona con sólidos conocimientos. A mis compañeros de clase y amigos de la carrera por su amistad y los momentos en que compartimos risas, alegrías, tristezas, fracasos, pero siempre con la ilusión de algún día poder decir con orgullo y satisfacción “somos Químicos”.

Aracely

TABLA DE CONTENIDOS

ÍNDICE DE TABLAS.....	xi
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xii
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	xiii
ÍNDICE DE ECUACIONES	xiv
ÍNDICE DE ANEXOS	xv
RESUMEN.....	xvi
ABSTRACT	xvii
INTRODUCCIÓN	1

CAPÍTULO I

1.	MARCO TEÓRICO REFERENCIAL	7
1.1.	Jackfruit (<i>Artocarpus heterophyllus</i> Lam).....	7
1.1.1.	<i>Origen y distribución</i>	7
1.1.2.	<i>Jackfruit en el Ecuador</i>	7
1.1.3.	<i>Taxonomía y variedades</i>	7
1.2.	Morfología.....	8
1.2.1.	<i>Tamaño</i>	8
1.2.2.	<i>Flores</i>	8
1.2.3.	<i>Hojas</i>	9
1.2.4.	<i>Frutos</i>	9
1.2.5.	<i>Semillas</i>	9
1.3.	Datos ambientales/ Clima	10
1.3.1.	<i>Clima</i>	10
1.3.2.	<i>Suelo</i>	10
1.3.3.	<i>Temporada</i>	10
1.3.4.	<i>Propagación</i>	11
1.4.	Composición nutricional.....	11
1.5.	Usos.....	12
1.6.	Propiedades farmacológicas	13
1.7.	Procesamiento de la pulpa de Jackfruit	14
1.7.1.	<i>Limpieza y desinfección</i>	14
1.7.2.	<i>Selección</i>	14
1.7.3.	<i>Pelado</i>	14
1.7.4.	<i>Despulpado</i>	14

1.7.5.	<i>Corte o trozado</i>	15
1.7.6.	<i>Blanqueamiento</i>	15
1.7.7.	<i>Secado o deshidratado</i>	15
1.7.8.	<i>Molienda</i>	16
1.7.9.	<i>Tamizado</i>	16
1.7.10.	<i>Envasado</i>	16
1.8.	Técnicas de secado/deshidratación	16
1.8.1.	<i>Secado al aire libre</i>	16
1.8.2.	<i>Secado por liofilización</i>	17
1.8.3.	<i>Deshidratación por flujo de aire caliente (DAC)</i>	17
1.8.4.	<i>Deshidratación osmótica (DO)</i>	18
1.8.5.	<i>Deshidratación por rocío</i>	18
1.9.	Equipos de deshidratación	18
1.9.1.	<i>Túneles de secado</i>	18
1.9.2.	<i>Secadores tipo transportador por vibración</i>	19
1.9.3.	<i>Secadores rotativos</i>	19
1.9.4.	<i>Secadores neumáticos</i>	19
1.9.5.	<i>Secadores de lecho fluidizado</i>	19
1.9.6.	<i>Secadores por atomización</i>	19
1.9.7.	<i>Secador de bandejas</i>	20
1.10.	Efectos de la deshidratación en los alimentos	21
1.11.	Análisis proximal y/o bromatológico	22
1.11.1.	<i>Determinación de humedad</i>	22
1.11.2.	<i>Determinación de cenizas</i>	24
1.11.3.	<i>Determinación de grasa</i>	25
1.11.3.1.	<i>Método Goldfish</i>	25
1.11.3.2.	<i>Método Soxhlet</i>	26
1.11.3.3.	<i>Método Mojonnier</i>	27
1.11.3.4.	<i>Método Babcock o Gerber</i>	27
1.11.4.	<i>Determinación de fibra</i>	27
1.11.5.	<i>Determinación de proteínas</i>	28
1.11.5.1.	<i>Método Kjeldahl</i>	28
1.11.6.	<i>Determinación de carbohidratos</i>	29
1.11.7.	<i>Acidez titulable</i>	29
1.11.8.	<i>pH</i>	30
1.12.	Análisis microbiológico	30
1.12.1.	<i>Aerobios mesófilos</i>	30

1.12.2.	<i>Hongos y levaduras</i>	30
1.12.3.	<i>Coliformes totales</i>	30
1.12.4.	<i>Staphylococcus aureus</i>	31
1.13.	Harina	31
1.13.1.	<i>Principales componentes de una harina</i>	31
1.13.2.	<i>Clasificación de las harinas</i>	32
1.13.3.	<i>Propiedades funcionales de las harinas</i>	33
1.13.3.1.	<i>Índice de absorción de agua (IAA)</i>	33
1.13.3.2.	<i>Capacidad de retención de agua (CRA)</i>	34
1.13.3.3.	<i>Índice de solubilidad en agua (ISA)</i>	34
1.13.3.4.	<i>Índice de absorción de lípidos (IAL)</i>	34
1.13.3.5.	<i>Poder de hinchamiento (PH)</i>	34
1.13.4.	<i>Harina de quinua</i>	35
1.14.	Galletas	36
1.14.1.	<i>Ingredientes utilizados en la elaboración de galletas</i>	37
1.14.1.1.	<i>Harina</i>	37
1.14.1.2.	<i>Azúcar</i>	38
1.14.1.3.	<i>Grasas</i>	38
1.14.1.4.	<i>Agua</i>	39
1.14.1.5.	<i>Agentes fermentantes</i>	39
1.14.1.6.	<i>Otros ingredientes</i>	39
1.15.	Índice glucémico	40
1.16.	Análisis sensorial	41
1.16.1.	<i>Pruebas de consumidores</i>	42
1.16.2.	<i>Pruebas hedónicas</i>	42
1.17.	Análisis de varianza “ANOVA”	43

CAPÍTULO II

2.	MARCO METODOLÓGICO	44
2.1.	Localización de estudio	44
2.2.	Muestras / Población de estudio	44
2.3.	Descripción de la fase experimental	44
2.3.1.	<i>Proceso de obtención de la harina de Jackfruit</i>	44
2.3.1.1.	<i>Recepción de la materia prima</i>	44
2.3.1.2.	<i>Lavado y desinfección</i>	44
2.3.1.3.	<i>Despulpado</i>	45

2.3.1.4.	<i>Selección y pesado</i>	45
2.3.1.5.	<i>Desinfección y blanqueamiento térmico.</i>	45
2.3.1.6.	<i>Deshidratado</i>	45
2.3.1.7.	<i>Molienda</i>	45
2.3.1.8.	<i>Tamizado</i>	46
2.3.1.9.	<i>Envasado</i>	46
2.3.2.	<i>Análisis físico de la harina de jackfruit</i>	46
2.3.2.1.	<i>Determinación de acidez titulable (NTE INEN 521)</i>	46
2.3.3.	<i>Granulometría y Propiedades funcionales de la harina de jackfruit</i>	47
2.3.3.1.	<i>Determinación del tamaño de partícula (NTE INEN 517)</i>	47
2.3.3.2.	<i>Índice de absorción de agua (IAA)</i>	48
2.3.3.3.	<i>Capacidad de retención de agua (CRA)</i>	48
2.3.3.4.	<i>Índice de solubilidad en agua (% ISA)</i>	48
2.3.3.5.	<i>Índice de absorción de lípidos (IAL)</i>	49
2.3.3.5.	<i>Poder de hinchamiento (PH)</i>	49
2.3.4.	<i>Proceso de elaboración de las galletas con bajo índice glucémico</i>	49
2.3.4.1.	<i>Formulación</i>	49
2.3.4.2.	<i>Procedimiento de elaboración de las galletas de jackfruit.</i>	52
2.3.5.	<i>Análisis proximal de la harina y galletas de jackfruit</i>	52
2.3.5.1.	<i>Determinación de humedad</i>	52
2.3.5.2.	<i>Determinación de cenizas</i>	53
2.3.5.3.	<i>Determinación de extracto etéreo o grasa cruda</i>	54
2.3.5.4.	<i>Determinación de fibra</i>	54
2.3.5.5.	<i>Determinación de proteína</i>	55
2.3.5.6.	<i>Determinación de carbohidratos</i>	56
2.3.6.	<i>Análisis complementario de las galletas de jackfruit</i>	56
2.3.6.1.	<i>Determinación de azúcares totales</i>	56
2.3.6.2.	<i>Determinación del contenido calórico</i>	57
2.3.7.	<i>Análisis microbiológico de la harina y galletas de jackfruit</i>	58
2.3.8.	<i>Evaluación de la aceptabilidad de las galletas</i>	58
2.3.9.	<i>Análisis estadístico</i>	58

CAPÍTULO III

3.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	59
3.1.	Evaluación sensorial de la harina de jackfruit	59
3.2.	Análisis fisicoquímico y proximal de la harina de jackfruit	60

3.3.	Granulometría y Propiedades funcionales de la harina de jackfruit	65
3.2.1.	<i>Granulometría de la harina de pulpa y semillas de jackfruit</i>	<i>65</i>
3.2.2.	<i>Propiedades funcionales de la harina de pulpa y semillas de jackfruit</i>	<i>66</i>
3.4.	Análisis microbiológico de la harina y galletas de jackfruit.....	68
3.3.1.	<i>Análisis microbiológico de la harina de pulpa y semillas de jackfruit</i>	<i>68</i>
3.3.2.	<i>Análisis microbiológico de las galletas elaboradas con harina de jackfruit</i>	<i>69</i>
3.5.	Análisis del valor nutricional de las galletas	71
3.5.1.	<i>Humedad</i>	<i>71</i>
3.5.2.	<i>Cenizas</i>	<i>73</i>
3.5.3.	<i>Grasa.....</i>	<i>76</i>
3.5.4.	<i>Fibra</i>	<i>78</i>
3.5.5.	<i>Proteína</i>	<i>80</i>
3.5.6.	<i>Carbohidratos</i>	<i>83</i>
3.5.7.	<i>Azúcares totales</i>	<i>86</i>
3.6.	Índice glucémico de las galletas	90
3.7.	Evaluación de la aceptabilidad de las galletas	91
3.7.1.	<i>Olor</i>	<i>91</i>
3.7.2.	<i>Color</i>	<i>93</i>
3.7.3.	<i>Sabor</i>	<i>94</i>
3.7.4.	<i>Textura.....</i>	<i>96</i>
CONCLUSIONES.....		99
RECOMENDACIONES.....		100
GLOSARIO		
BIBLIOGRAFÍA		
ANEXOS		

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-1: Clasificación taxonómica del Jackfruit.....	7
Tabla 2-1: Variedades del Jackfruit	8
Tabla 3-1: Aporte nutricional del fruto y semillas de jackfruit por cada 100g de porción comestible	12
Tabla 4-1: Composición proximal de la harina de quinua cruda y tostada	35
Tabla 5-1: Requisitos bromatológicos para galletas	37
Tabla 6-1: Parámetros que debe cumplir una harina galletera	37
Tabla 7-1: Requisitos bromatológicos para una harina destinada a galletería	38
Tabla 1-2: Equivalencias aceptadas para la abertura de tamices	46
Tabla 2-2: Formulación de las galletas con harina de jackfruit y harina de quinua.....	50
Tabla 3-2: Formulación de las galletas del primer tratamiento JK40Q60	50
Tabla 4-2: Formulación de las galletas del segundo tratamiento JK50Q50.....	51
Tabla 5-2: Formulación de las galletas del tercer tratamiento JK60Q40.....	51
Tabla 1-3: Características organolépticas de la harina de jackfruit	59
Tabla 2-3: Propiedades fisicoquímicas de la harina de jackfruit	60
Tabla 3-3: Comparación entre la composición proximal de harina de jackfruit y harinas derivadas de cereales y leguminosas	64
Tabla 4-3: Propiedades funcionales de la harina de jackfruit	66
Tabla 5-3: Comparación propiedades funcionales entre harina de jackfruit y comerciales.....	67
Tabla 6-3: Análisis microbiológico de la harina de pulpa y semillas de jackfruit	68
Tabla 7-3: Requisitos microbiológicos para harinas (harina de trigo).....	69
Tabla 8-3: Análisis microbiológico de las galletas elaboradas con harina de jackfruit	70
Tabla 9-3: Requisitos microbiológicos para galletas: simples, con relleno o recubiertas.....	70
Tabla 10-3: Contenido de humedad en galletas elaboradas con harina de jackfruit	71
Tabla 11-3: Contenido de cenizas en galletas elaboradas con harina de jackfruit	73
Tabla 12-3: Contenido de grasa en galletas elaboradas con harina de jackfruit	76
Tabla 13-3: Contenido de fibra en galletas elaboradas con harina de jackfruit	78
Tabla 14-3: Contenido de proteína en galletas elaboradas con harina de jackfruit.....	81
Tabla 15-3: Contenido de proteína en galletas elaboradas con harina de jackfruit.....	83
Tabla 16-3: Contenido de proteína en galletas elaboradas con harina de jackfruit.....	86
Tabla 17-3: Comparación de la composición proximal entre galletas elaboradas con harina de jackfruit y galletas comerciales	89
Tabla 18-3: Índice glucémico para galletas elaboradas con harina de jackfruit	90

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-1: Jackfruit (<i>Artocarpus heterophyllus</i> Lam)	9
Figura 2-1: Semillas de Jackfruit	10
Figura 3-1. Diagrama de un secador por atomización	20
Figura 4-1. Secador de bandejas tipo armario.....	21
Figura 5-1. Esquema del equipo de extracción Soxhlet	26

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1-2. Curva patrón a diferentes concentraciones del carbohidrato	57
Gráfico 1-3. Análisis fisicoquímico de la harina de pulpa y semillas de jackfruit.....	61
Gráfico 2-3. Análisis proximal de la harina de pulpa y semillas de jackfruit	63
Gráfico 3-3. Granulometría para la harina de pulpa y semillas de jackfruit	66
Gráfico 4-3. Diferencia de medias para el contenido de humedad.....	72
Gráfico 5-3. Intervalos de medias para el contenido de humedad en las galletas	73
Gráfico 6-3. Diferencia de medias para el contenido de cenizas	74
Gráfico 7-3. Diferencia de medias para el contenido de cenizas	75
Gráfico 8-3. Efecto de la proporción de HJK y HQ sobre el contenido de cenizas	75
Gráfico 9-3. Diferencia de medias para el contenido de grasa.....	76
Gráfico 10-3. Intervalos de medias para el contenido de grasa en las galletas	77
Gráfico 11-3. Efecto de la proporción de HJK y HQ sobre el contenido de grasa.....	78
Gráfico 12-3. Diferencia de medias para el contenido de fibra.....	79
Gráfico 13-3. Intervalos de medias para el contenido de fibra en galletas.....	79
Gráfico 14-3. Efecto de la proporción de HJK y HQ sobre el contenido de fibra	80
Gráfico 15-3. Diferencia de medias para el contenido de proteína	81
Gráfico 16-3. Intervalo de medias para el contenido de proteína en galletas.....	82
Gráfico 17-3. Efecto de la proporción de HJK y HQ sobre el contenido de proteína.....	83
Gráfico 18-3. Diferencia de medias para el contenido de carbohidratos	84
Gráfico 19-3. Intervalos de medias para el contenido de carbohidratos en galletas	84
Gráfico 20-3. Efecto de la proporción de HJK y HQ sobre el contenido de carbohidratos	85
Gráfico 21-3. Intervalo de medias para el contenido de azúcares totales en las galletas	87
Gráfico 22-3. Diferencia de medias para el contenido de azúcares totales	87
Gráfico 23-3. Aceptabilidad para el olor en las galletas de jackfruit	92
Gráfico 24-3. Comparación entre tratamientos para característica sensorial “Olor”	93
Gráfico 25-3. Aceptabilidad para el color en las galletas de jackfruit	93
Gráfico 26-3. Comparación entre tratamiento para característica sensorial “Color”	94
Gráfico 27-3. Aceptabilidad para el sabor en las galletas de jackfruit.....	95
Gráfico 28-3. Comparación entre tratamientos para característica sensorial “Sabor”	96
Gráfico 29-3. Aceptabilidad de la textura en las galletas de jackfruit.....	97
Gráfico 30-3. Comparación entre tratamientos para característica sensorial “Textura”	98

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1-1: Índice Glucémico	41
Ecuación 1-2: Acidez Titulable.....	47
Ecuación 2- 2: Tamaño de Partícula	47
Ecuación 3-2: Índice de absorción de agua.....	48
Ecuación 4-2: Capacidad de retención de agua.....	48
Ecuación 5-2: Índice de solubilidad en agua.....	48
Ecuación 6-2: Índice de absorción de lípidos	49
Ecuación 7-2: Poder de hinchamiento	49
Ecuación 8-2: Humedad.....	53
Ecuación 9-2: Cenizas.....	53
Ecuación 10-2: Grasa cruda o Extracto Etéreo	54
Ecuación 11-2: Fibra cruda o bruta.....	55
Ecuación 12-2: Proteína.....	56
Ecuación 13-2: Carbohidratos.....	56
Ecuación 14-2: Contenido Calórico	58
Ecuación 3- 1: Índice Glucémico.....	90

ÍNDICE DE ANEXOS

- ANEXO A:** HARINAS DE ORIGEN VEGETAL. DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE IÓN HIDRÓGENO O PH
- ANEXO B:** DETERMINACIÓN DE LA CANTIDAD DE MICROORGANISMOS. AEROBIOS MESÓFILOS. REP.
- ANEXO C:** CONTROL MICROBIOLÓGICO DE LOS ALIMENTOS. STAPHYLOCOCCUS AUREUS
- ANEXO D:** CONTROL MICROBIOLÓGICO DE LOS ALIMENTOS. MOHOS Y LEVADURAS VIABLES
- ANEXO E:** CONTROL MICROBIOLÓGICO DE LOS ALIMENTOS. DETERMINACIÓN DE MICROORGANISMOS COLIFORMES
- ANEXO F:** FORMATO DE ENCUESTA HEDÓNICA DE 9 PUNTOS
- ANEXO G:** RESULTADOS DEL ANOVA PARA EL ANÁLISIS PROXIMAL DE LAS GALLETAS DE JACKFRUIT
- ANEXO H:** TABULACIÓN DE LAS ENCUESTAS PARA ACEPTABILIDAD DE LAS GALLETAS
- ANEXO I:** PRUEBA NO PARAMÉTRICA DE KRUSKAL WALLIS PARA CARACTERÍSTICAS SENSORIALES
- ANEXO J:** OBTENCIÓN DE HARINA DE LA PULPA DE JACKFRUIT
- ANEXO K:** GRANULOMETRÍA Y PROPIEDADES FUNCIONALES DE HARINA DE JACKFRUIT
- ANEXO L:** ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO Y PROXIMAL DE LA HARINA Y GALLETAS DE JACKFRUIT
- ANEXO M:** ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE LA HARINA Y GALLETAS DE JACKFRUIT
- ANEXO N:** GALLETAS DE JACKFRUIT
- ANEXO O:** ENCUESTA DE ACEPTABILIDAD
- ANEXO P:** EJEMPLAR DE LA ENCUESTA DE ACEPTABILIDAD DE LAS GALLETAS

RESUMEN

El proyecto de investigación tuvo como objetivo estudiar la concentración de la harina de la pulpa de jackfruit (*Artocarpus heterophyllus* Lam) en distintas formulaciones de galletas para la obtención de un producto alimenticio con bajo índice glucémico. La investigación contempló cuatro etapas. La primera fue la caracterización de la harina de la pulpa de jackfruit mediante análisis fisicoquímico, para ello la pulpa fue acondicionada, deshidratada a 65 grados Celsius en un secador de bandejas y posteriormente analizada. Se formularon galletas utilizando diferentes proporciones de harina de jackfruit fortalecida con harina de quinua para enriquecer al producto obtenido, para esto se prepararon tres tratamientos de 40:60%, 50:50%, 60:40% con harina de jackfruit y harina de quinua respectivamente. La tercera etapa consistió en realizar un análisis proximal al producto obtenido, con el propósito de conocer el valor nutricional e índice glucémico que presentan las galletas. Finalmente se evaluó la aceptabilidad de las galletas mediante un análisis sensorial aplicado a 53 jueces no entrenados. Los resultados evidencian que la harina de la pulpa de jackfruit presenta un bajo contenido de humedad (7,99%) y proteína (5,56%), pero alto en fibra (4,29%); con buenas propiedades funcionales como absorción de agua (3,14g/g), poder de hinchamiento (6,32 g/g) y solubilidad en agua (34,4%). El tratamiento con 60% de harina de jackfruit obtuvo mayor aceptabilidad por parte de los panelistas y permitió obtener galletas con alto contenido en fibra (19,21%), pero con una menor cantidad de carbohidratos y con bajo índice glucémico. Además de proporcionar a las galletas un aroma y sabor más concentrado a la fruta, con color agradable, textura firme y compacta. Se recomienda reducir la temperatura de deshidratación o cualquier tratamiento térmico aplicado a la pulpa de jackfruit con el fin de evitar una desnaturalización en las proteínas o la alteración en sus propiedades funcionales.

Palabras clave: <QUÍMICA>, <JACKFRUIT (*Artocarpus heterophyllus* Lam)>, <PULPA DE JACKFRUIT>, <HARINA DE JACKFRUIT>, <GALLETAS>, <BAJO ÍNDICE GLUCÉMICO>.



1823-DBRA-UTP-2021

ABSTRACT

The research project aimed to study the concentration of jackfruit pulp flour (*Artocarpus heterophyllus* Lam) in different biscuit formulations to obtain a food product with a low glycemic index. The investigation included four stages. The first was the characterization of the flour with the jackfruit pulp by physicochemical analysis, for this the pulp was conditioned, dehydrated to 65 degrees Celsius in a tray dryer and later analyzed. Cookies were formulated using different proportions of jackfruit flour strengthened with quinoa flour to enrich the product obtained, for this three treatments of 40:60%, 50:50%, 60:40% with jackfruit flour and quinoa flour respectively were prepared. The third stage consisted of carrying out an analysis proximal to the product obtained, with the purpose of knowing the nutritional value and glycemic index that the cookies present. Finally, the acceptability of the cookies was evaluated through a sensory analysis applied to 53 untrained judges. The results show that the flour of the jackfruit pulp has a low moisture content (7,99%) and protein (5,56%), but high in fiber (4,29%); with good functional properties such as water absorption (3,14g/g), swelling power (6,32 g/g) and solubility in water (34,4, %). The treatment with 60% jackfruit flour obtained greater acceptability on the part of the panelists and allowed to obtain cookies with high fiber content (19,21%), but with a lower amount of carbohydrates and with low glycemic index. In addition to providing the cookies with a more concentrated aroma and flavor to the fruit, with pleasant color, firm and compact texture. It is recommended to reduce the dehydration temperature or any heat treatment applied to the jackfruit pulp in order to avoid a denaturation in the proteins or alteration in their functional properties.

Keywords: <CHEMISTRY>, <JACKFRUIT (*Artocarpus heterophyllus* Lam)>, <JACKFRUIT PULP>, <JACKFRUIT FLOUR>, <BISCUIT>, <LOW GLCEMIC INDEX>.

INTRODUCCIÓN

Actualmente un fruto novedoso llamado jackfruit (*Artocarpus heterophyllus Lam*) o también conocido como jaca, yaca, yafri, panapén, etc, ha llamado el interés de varios investigadores por conocer más acerca de este fruto, debido a los numerosos beneficios que esta presenta, desde su raíz hasta su fruto. Pues según (Prakash et al. 2009a, p.355), el extracto de su raíz es utilizado para la fiebre, diarrea, enfermedades de la piel y asma; la madera tiene propiedades sedantes, antidiabéticas; sus hojas son esenciales para heridas y enfermedades de la piel, como úlceras; el látex también es usado gracias a su acción antiinflamatoria y antibacteriana; sus semillas son diuréticas y los frutos tiernos son astringentes y carminativos; mientras que los frutos maduros son utilizados como tónico cerebral, laxantes y afrodisíacos. A pesar de los innumerables beneficios farmacológicos que presenta este fruto, hay que destacar que la pulpa también expone propiedades muy interesantes como es, su alto contenido en vitaminas, antioxidantes, una excelente fuente de potasio y rica en fibra ideal para mantener el equilibrio celular y mejorar la digestión (Herrera Canto 2015, p.169), pero sobre todo su bajo contenido en carbohidratos, que lo convierte en una fuente ideal para reducir el nivel de azúcar en la sangre.

En América Latina pero especialmente en Ecuador, la población tanto en adultos mayores como en adolescentes no siguen un correcto hábito alimenticio indispensable para mantener una dieta saludable, pues la ingesta diaria involucra un excesivo consumo en carbohidratos y menos proteínas como lo revela la encuesta realizada por el ENSANUT en 2013, donde a escala nacional el 60.9% corresponde a la energía aportada por carbohidratos, mientras que el 12.7% corresponde al aporte en proteínas. Además, a nivel nacional el 29.2% de la población sigue la tendencia hacia el consumo de carbohidratos, siendo el arroz el alimento principal, seguido del pan, la papa y el pollo. También se determinó que el consumo de este macronutriente va aumentando conforme va incrementando la edad, es así como el consumo de estos alimentos es mayor en hombres de 19 a 59 años que en mujeres (Freire et al. 2013, p.293-298), evidenciando que la dieta de la población de la población ecuatoriana tiende a inclinarse al consumo de alimentos con alto índice glucémico y densidad energética pero pobre en frutas y verduras.

Para entender este problema hay que plantearse ciertas interrogantes como: ¿Qué es el índice glucémico o IG?, pues no es más que un indicador del efecto de los alimentos en la respuesta de la glucosa plasmática; es decir, clasifica a los carbohidratos de un alimento en función al grado de afección a la glucemia y según la Fundación del Índice Glucémico existen tres categorías para clasificar al IG de un alimento: alto (más de 70), medio (56 – 69) y bajo (menos de 55) (Glycemic Index Foundation 2017). Y ¿Cuál es la preocupación de consumir un alimento con un elevado IG?, porque un excesivo consumo de carbohidratos especialmente de aquellos que presentan un alto índice glucémico está asociado a niveles altos de triglicéridos, bajos niveles de lipoproteínas de alta densidad (HDL), que conllevan a un mayor riesgo de desarrollar diabetes mellitus tipo II y

enfermedades cardiovasculares (Miller et al. 2011). Pero ¿Qué pasa con la diabetes?, según la Asociación Latinoamericana de Diabetes (ALAD), la prevalencia de diabetes a nivel de Latinoamérica es aproximadamente del 9.2% en personas de 20 a 79 años y en Ecuador la prevalencia de esta enfermedad es de 2.7% en la población de 10 a 59 años y 4.1% en la población de 30 a 59 años (Freire et al. 2013, p.647) y según el Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC) la diabetes mellitus es la segunda causa de muerte en Ecuador (Lugmaña et al. 2020).

De acuerdo con lo expuesto, se convierte en un reto hallar nuevas alternativas alimenticias que presenten altos contenidos en fibra, proteína y vitaminas, pero a la vez bajos en carbohidratos y calorías, ajustándose a los requerimientos dietéticos que son indispensables para llevar una dieta saludable. Es por ello por lo que en el presente trabajo de titulación tiene como propósito aprovechar las potencialidades y nutrientes que presenta la pulpa de jackfruit y que no han sido exploradas ampliamente, mediante la obtención de harina, la cual será utilizada en la elaboración de galletas y así demostrar que se puede obtener un producto con bajo índice glucémico gracias a este fruto, previniendo así diversas enfermedades provocadas por una dieta desordenada.

¿Con la harina de pulpa de jackfruit (*Artocarpus heterophyllus* Lam) se formula galletas con bajo índice glucémico?

Para responder a la interrogante y dar solución al problema planteado hay que considerar ciertos aspectos como los que se detallan a continuación:

A pesar de que no se ha logrado determinar aún el índice glucémico que presenta la pulpa de jackfruit, (Hettiaratchi, Ekanayake and Welihinda 2011, p. 56) logró realizar una comparación de los parámetros nutricionales de un desayuno a base de pulpa y semillas de jackfruit con respecto a un desayuno estándar, en el cual se demostró que el desayuno a base de jackfruit presenta un IG de 75 siendo categorizado como una dieta con bajo IG comparado con el desayuno estándar que tiene un IG de 100; esto se debe a que el desayuno de jackfruit presenta un alto contenido en fibra, a la glucosa lentamente disponible y a los gránulos de almidón gelatinizados en las semillas, contribuyendo así a una respuesta glucémica más baja.

Según estudios, la temperatura óptima de secado para semillas de jackfruit es de 65°C, con una pérdida de humedad del 37.4 – 56% (Morales 2017; Delgado Cedeño and Reyes Noriega 2015) y un rendimiento total de 36.4 – 61% (Tulyathan et al. 2002; Delgado Cedeño and Reyes Noriega 2015). Por otra parte, algunas caracterizaciones realizadas a la harina obtenida de las semillas de jackfruit demuestran que esta presenta un alto contenido en carbohidratos y proteínas, además de tener excelente capacidad de absorción de agua y aceite (Tulyathan et al. 2002; Ocloo et al. 2010), convirtiéndola en una harina ideal para ser empleada en panadería y pastelería.

Se han planteado estudios sobre la formulación de productos de panadería como cake, pan o galletas a base de una sustitución parcial de harina de trigo por harina de jackfruit. Tal es el caso del cake elaborado por (Delgado Cedeño and Reyes Noriega 2015) en el que emplea proporciones del 70-30%, 50-50% y 30-70% de harina de jackfruit y harina de trigo respectivamente, demostrando

que el tratamiento con mayor sustitución de jackfruit presenta mayor aceptabilidad en cuanto a características organolépticas, además de tener un bajo contenido en grasa (0.3%) y fibra dietética convirtiéndolo en un alimento de bajo poder calórico.

Por otra parte (Opkala 2010) desarrolló y evaluó dos productos de panadería (pan y galletas) elaboradas con harina de pulpa y harina de semillas de jaca en un 30%, 40% y 50% de sustitución con harina de trigo, demostrando que tanto el pan como las galletas con una sustitución del 30% (20% harina de pulpa:10% harina de semillas) fueron favorables en cuanto a características sensoriales y aceptabilidad. Los resultados demostraron que el pan presentó mayor contenido proteico con respecto a las galletas, de igual manera sucedió para el caso del contenido de fibra que fue menor pese al enriquecimiento con 20% de harina de pulpa; mientras que en el contenido de humedad y grasa se reportaron valores altos que se encuentran fuera del rango establecido. Además, recomienda aumentar la sustitución de harina de pulpa, lo cual podría ayudar a incrementar el contenido en vitaminas.

En base a lo anterior, en el presente trabajo de titulación se planteó formular tres tipos de galletas utilizando diferentes proporciones de harina de jackfruit obtenida de la pulpa con el fin de obtener un producto con bajo índice glucémico, para ello se utilizó harina de quinua para fortalecer el producto obtenido, gracias a su alto contenido en proteínas y minerales (Carballido 2020). En primer lugar, se realizó una revisión bibliográfica sobre el jackfruit (características, propiedades, datos ambientales y aportes nutricionales), procesamiento para la obtención de harina, técnicas y equipos de secado, ingredientes empleados en la elaboración de galletas, análisis fisicoquímicos y parámetros bromatológicos destinados a harinas y galletas, pruebas de aceptabilidad y pruebas estadísticas.

En segundo lugar, se describe la metodología utilizada para la obtención de la harina a partir de la pulpa; los métodos de análisis para la caracterización de la harina, así como el análisis químico y microbiológico de las galletas; la etapa de formulación de las galletas, así como el proceso de elaboración de estas; las técnicas para evaluar la aceptabilidad de las galletas y las pruebas estadísticas a utilizar.

Gracias a la caracterización fisicoquímica realizada a la harina de jackfruit se logró determinar las propiedades que presenta esta con respecto a otras harinas. La etapa de formulación consistió en desarrollar tres tratamientos utilizando las siguientes proporciones: 40%:60%, 50%:50% y 60%:40% de harina de jackfruit y harina de quinua respectivamente, posteriormente con un análisis químico se logró determinar que tratamiento presentó un mejor valor nutricional y por ende un bajo índice glucémico. Finalmente, las galletas fueron sometidas a una encuesta hedónica para evaluar cuál de los tres tratamientos tuvo mayor aceptabilidad por parte de los consumidores, en función a las características sensoriales que presentaba cada una de ellas.

Esta investigación contribuye para que los pequeños productores de jackfruit den a conocer este fruto y puede ser comercializado a nivel nacional, gracias a las propiedades que este presenta y a

los productos derivados que se pueden obtener. Además, se espera que las galletas obtenidas en el presente trabajo investigativo sean de beneficio para la comunidad, pues contribuirían a una mejor alimentación principalmente a personas que tienen que limitar el consumo de carbohidratos.

OBJETIVOS

Objetivo General

- Estudiar la concentración de la harina de la pulpa del jackfruit (*Artocarpus heterophyllus* Lam) empleando distintas formulaciones en galletas para la obtención de un producto alimenticio con bajo índice glucémico.

Objetivos Específicos

- Caracterizar la harina de la pulpa del jackfruit mediante análisis físicos y químicos, con la finalidad de determinar la calidad que esta presenta con respecto a otras harinas comerciales.
- Identificar la mejor formulación de las galletas, en función de la calidad sensorial de las mismas para la obtención de un alimento con bajo índice glucémico.
- Analizar el contenido de grasa total, azúcares, índice glucémico, carbohidratos, fibra y proteína del producto final; mediante análisis proximal, con el propósito de conocer el valor nutricional que presenta cada galleta.
- Evaluar la aceptabilidad de las galletas mediante análisis sensorial para establecer el grado de acogida por parte de los consumidores en cada formulación.

HIPÓTESIS GENERAL

Al menos una de las formulaciones de harina de la pulpa de jackfruit fortificada con harina de quinua permite obtener galletas con bajo índice glucémico y con buena aceptabilidad por parte de los consumidores.

IDENTIFICACIÓN DE VARIBALES

Variable independiente:

- Concentración de la harina de la pulpa de jackfruit.

Variables dependientes:

- Índice glucémico de las galletas elaboradas con harina de jackfruit.
- Aceptabilidad de las galletas.

CAPÍTULO I

1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

1.1. Jackfruit (*Artocarpus heterophyllus* Lam)

1.1.1. Origen y distribución

El jackfruit (*Artocarpus heterophyllus* Lam) es un fruto tropical perteneciente a la familia Moraceae, originaria de la India y del este de la península de Malasia. Su distribución también comprende ciertas zonas de Australia, Isla Mauricio, Kenia, Uganda, Brasil, Jamaica, Las Bahamas, Estados Unidos y México (Luna Esquivel et al. 2013, p.66). También es cultivada a bajas latitudes en Birmania, Ceilán, el sur de China, Filipinas y en forma limitada en Queensland (Loo Alcívar and Mite Bernal 2019, p.5).

1.1.2. Jackfruit en el Ecuador

Los cultivos de Jackfruit en el Ecuador se concentran a mayor escala en las provincias de Guayas, Los Ríos, Napo, Sucumbíos, Orellana, Santo Domingo, en ciertas localidades de las provincias de Manabí, Esmeraldas y actualmente al noroccidente de Pichincha (Esquivel Crespo and Macías Aguirre 2020a).

1.1.3. Taxonomía y variedades

En la tabla 1-1 se observa la clasificación taxonómica del Jackfruit

Tabla 1-1: Clasificación taxonómica del Jackfruit

Reino	Plantae
Subreino	Traqueobionta – plantas vasculares
División	Magnoliophyta – angiospermas, fanerógamas
Clase	Magnoliopsida – dicotiledóneas
Subclase	Hamamelidae
Orden	Urticales
Familia	Moraceae
Genero	Artocarpus
Especie	<i>Artocarpus heterophyllus</i> Lam

Fuente: (Prakash et al. 2009b, p.353).

Realizado por: Semante, A. 2021.

Las variedades existentes de Jackfruit se deben a ciertas características morfológicas, fenotípicas, organolépticas y al clima en el que se desarrollan. En la tabla 2-1 se detallan algunas variedades de esta fruta.

Tabla 2-1: Variedades del Jackfruit

ESPECIE	NOMBRE CIENTÍFICO	SINÓNIMOS
Jackfruit	<i>Artocarpus heterophyllus</i> Lam	<ul style="list-style-type: none"> • <i>A. Philippinensis</i> Lam • <i>A. máxima</i> Blanco • <i>Soccus arboreus major</i> Rumph • <i>Polyphema jaca</i> Lour • <i>A. Brasiliensis</i> Gomez
Chempedak	<i>Artocarpus Integer</i>	<ul style="list-style-type: none"> • <i>A Champeden</i> Lour • <i>A. intergrifolia</i> L.f. • <i>A. polyohema</i> Pers
Blanco	<i>Artocarpus Odoratissimus</i> Blanco	<ul style="list-style-type: none"> • <i>A. Mutabilis</i> • <i>A. tarap</i>
Blume	<i>Artocarpus Rigidus</i> Blume	<ul style="list-style-type: none"> • <i>A Dimorphophylia</i>
Frutipán	<i>Artocarpus Altitis</i>	

Fuente: (Haq 2006, p.4–14).

Realizado por: Semanate, A. 2021.

1.2. Morfología

1.2.1. Tamaño

Generalmente los árboles de jackfruit llegan a medir entre 8 a 25 m de altura, con un diámetro en el tallo de 30 a 80 cm (Prakash et al. 2009b, p.354). La forma de la copa de este árbol suele ser cónica o piramidal cuando se trata de árboles jóvenes, pero a medida que el árbol va envejeciendo, la copa se va abultando y adquiriendo una forma redonda que alcanza un diámetro de 3.5 – 6.7 cm (Elevitch and Manner 2006, p.3).

1.2.2. Flores

El jackfruit es una especie monoica; es decir, produce inflorescencias tanto femeninas como masculinas en el mismo árbol. Las flores femeninas son de color verde, forma oblonga y llegan a crecer hasta 4 a 12 cm, con un diámetro de 2 a 7 cm; mientras que las masculinas son de forma

cilíndrica o se asemeja a un barril, su tamaño va de 2 a 11 cm y de 1 a 5 cm de diámetro (Luna Esquivel and Medina Tiznado 2018, p.6).

1.2.3. Hojas

Sus hojas son de color verde; son enteras, brillantes, su forma va desde elípticas hasta ovaladas. Llegan a medir de 4 a 25 cm de largo y de 2 a 12 cm de ancho (Meriño Serrano 2019, p.12).

1.2.4. Frutos

Están formados por una cáscara exterior rugosa, de color verde a amarillo marrón según el estado de madurez que alcance. Tiene un núcleo fibroso central y la coloración de la pulpa varía entre ámbar a amarillo oscuro; tiene un sabor dulce, aromático y suave. Por lo general cada fruto pesa entre 2 a 3 kg, su forma es cilíndrico a ovoide, la mayoría de estos miden de 30 a 40 cm de longitud. Esta distribuido de la siguiente manera: 59% corresponde a la pulpa, 37 % de cáscara y 4% de semilla (Valdez López and Cruz Cansino [sin fecha]).



Figura 1-1: Jackfruit (*Artocarpus heterophyllus* Lam)

Fuente: Semanate, A. 2021.

1.2.5. Semillas

Las semillas de este fruto son de color marrón claro, redondeadas, de 2 a 3 cm de longitud por 1 a 1.5 cm de diámetro. Están cubiertas por una delgada membrana blanquecina. Según (Prakash et al. 2009a, p. 354) se puede encontrar desde 30 hasta 500 semillas en cada fruta. Cada semilla se encuentra dentro de la pulpa o parte comestible.

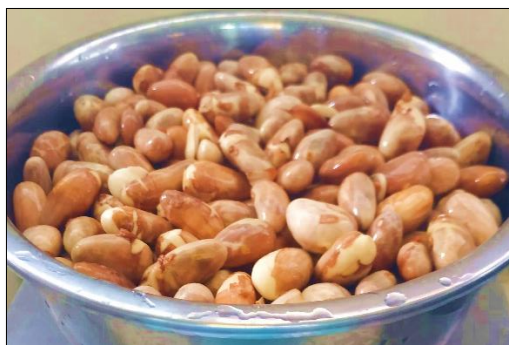


Figura 2-1: Semillas de Jackfruit

Fuente: Semanate., A. 2021.

1.3. Datos ambientales/ Clima

Tanto (Luna Esquivel and Medina Tiznado 2018), como (Esquivel Crespo and Macías Aguirre 2020b) y (Elevitch and Manner 2006) consideran que existen ciertos factores importantes que se deben tener en cuenta para una buena producción de Jackfruit, como los que se mencionan a continuación:

1.3.1. Clima

Para la producción de Jackfruit el clima debe ser tropical cálido - húmedo, a una altitud por debajo de los 1000 m. Cuando el árbol todavía es joven es susceptible a heladas y no puede soportar la sequía. Para un buen desarrollo debe tener un riego adecuado y vientos moderados (Luna Esquivel and Medina Tiznado 2018, p.7).

1.3.2. Suelo

El jackfruit florece rápidamente en un terreno que sea rico en nutrientes, pero si es un suelo con mezcla de piedras calizas florecerá más lento. Según (Elevitch and Manner 2006, p.6) se requiere de suelos profundos, aluviales, arenosos o arcillosos; la acidez que tolera va desde moderadamente ácido hasta alcalino, con un pH de 5.0 – 7.5.

1.3.3. Temporada

El fruto se madura en un periodo de 150 a 180 días, principalmente en los meses de marzo a junio, de abril a septiembre o junio y agosto (Esquivel Crespo and Macías Aguirre 2020b, p.11).

1.3.4. Propagación

La propagación se puede dar tanto por las semillas como por injertos, siendo esta última la más exitosa, ya que se obtienen rendimientos del 70 – 80%, mientras que las semillas tienen una viabilidad de un mes antes de la siembra, es por ello por lo que se recomienda sembrarlas apenas son extraídas (Luna Esquivel and Medina Tiznado 2018, p.7).

1.4. Composición nutricional

El jackfruit está compuesto principalmente por agua entre un 70 a 95%, además de presentar otros componentes como lo menciona (Saxena, Bawa and Raju 2011, pp.280–283) en su estudio, que se detalla a continuación:

- Compuestos volátiles: incluyen isovalerato de isopentilo (28.4%) e isovalerato de butilo (25.6%), ácido palmítico (8.3%) e isovalerato de etilo (6.2%). Posterior a los 6 días de maduración se reportó la presencia de ésteres de acetato de butilo y acetato de 3-metilbutilo.
- Contenido fenólico: en la etapa inicial de maduración se reportó un alto contenido fenólico, obteniendo 23 mg de flavonoides y 45 mg de fenoles totales por cada 100 g de pulpa.
- Vitaminas y minerales: según el análisis realizado por cada 100 g de tejido comestible se reportó la presencia de tiamina (39 µg), riboflavina (130 µg), fósforo (41 mg), potasio (88 mg), calcio (90 mg), hierro (0.5 mg), vitamina A y vitamina C (7 mg).
- Ácidos grasos: ácido capríco, mirístico, láurico, palmítico, oleico, esteárico, linoleico y ácido araquídico.
- Azúcares: las frutas maduras contienen un alto porcentaje de glucosa, fructosa, sacarosa y otros azúcares como la ramnosa, xilosa, arabinosa y galactosa.
- Ácidos: el contenido de ácidos fue de 0.3 – 0.9% de ácido málico, cítrico, succínico y oxálico; pero estos disminuyen en grado poco significativo a medida que va madurando la fruta.

El aporte nutricional en vitaminas, minerales, proteínas y carbohidratos es alto, pero varía considerablemente entre la pulpa fresca verde y madura con las semillas frescas y secas, como se muestra en la tabla 3-1.

Tabla 3-1: Aporte nutricional del fruto y semillas de jackfruit por cada 100g de porción comestible

Aporte Nutricional	Pulpa verde y fresca (*)	Pulpa madura y fresca (**)	Semillas frescas (**)	Semillas secas (**)
Calorías (kJ)	50 – 210	88 – 410	-	-
Humedad (g)	76.2 – 85.2	72.0 – 94.0	51.6 – 57.7	-
Proteína (g)	2.0 – 2.6	1.3 – 1.9**	6.6	-
Grasa (g)	0.1 – 0.6	0.1 – 0.3**	0.4	-
Carbohidratos (g)	9.4 – 11.5	18.9 – 25.4**	38.4	-
Fibra (g)	2.6 – 3.6	1.0 – 1.1**	1.5	-
Cenizas (g)	0.8	0.8 – 1.0**	1.25 – 1.50	2.96 %
Calcio (mg)	30.0 – 73.2	22.0 – 37.0	0.05 – 0.55	0.13 %
Fósforo (mg)	20.0 – 57.2	38.0 – 41.0	0.13 – 0.23	0.54 %
Hierro (mg)	0.4 – 1.9	0.5 – 1.1	0.002 – 1.2	0.005 %
Sodio (mg)	3.0 – 35.0	2.0 – 41.0	-	-
Potasio (mg)	287.0 – 323.0	407**	-	-
Vitamina A (IU)	30.0	540**	-	-
Tiamina (mg)	0.05 – 0.15	0.03 – 0.09	-	-
Niacina (mg)	-	4**	-	-
Ácido ascórbico (mg)	12.0 – 14.0	8 – 10**	-	-

Fuente: *(Goswami and Chacrabati 2015, p.321); ** (Simba Casa 2014, p.9).

Realizado por: Semanate, A. 2021.

1.5. Usos

Todas las partes de la planta de Jackfruit son usadas tanto en la alimentación como en la medicina natural; así lo menciona (Herrera Canto 2015, p.169 – 171), como se detalla a continuación:

- Los bulbos se emplean generalmente secos y se fríen en aceite para consumirlos como papas fritas. También se los fermentan y destilan para producir licor de alto grado alcohólico. La pulpa madura es dulce y se lo usa en las compotas, jaleas, mermeladas, postres o en juegos.
- Las semillas se pueden consumir hervidas, asadas, cocidas o se las seca para posteriormente molerlas y obtener una harina que puede ser empleada en repostería. Presenta un efecto afrodisíaco, debido al ligero aroma a chocolate que exhala al ser tostada.

- La madera que se obtiene del árbol de jackfruit es muy utilizado en la fabricación de muebles y marquetería debido a su intenso color amarillo; también es empleada en la construcción y la fabricación de instrumentos musicales.
- El látex se desprende de todas las partes del árbol, se calienta y se emplea como cemento en la reparación de porcelana y loza. Además, es utilizado para calafatear las embarcaciones. Por otra parte, contiene de 82.6% - 86.4% de resinas que pueden ser empleadas en barnices.
- El aserrín o virutas de la madera se hierven para obtener un colorante amarillo, gracias a su alto contenido en carotenos. Este colorante es utilizado para teñir la seda y el algodón.
- La corteza se emplea en la producción de celulosa, gracias a su alto contenido en fibra y por ser resistente a hongos, termitas y bacterias (Castillo Terán, Sarzosa Morillo and Villacís Alvarado 2014, p.8).

1.6. Propiedades farmacológicas

Según la revisión realizada por (Baliga et al. 2011, pp.1802–1809), sugiere que los diversos fitoquímicos son los responsables de las propiedades farmacológicas que tiene el jackfruit como, por ejemplo: la actividad antioxidante contra la peroxidación lipídica, que de acuerdo con (Valdez López and Cruz Cansino [sin fecha]) se debe al alto contenido de ácido ascórbico y vitamina A que están presentes en el fruto o los flavonoides como la artocarpesina que tienen un efecto antiinflamatorio. También se ha demostrado que los extractos metanólicos y etanólicos tanto de la raíz, corteza y semillas son efectivas en la actividad bacteriana; es así como la artocarpina y artocarpesina presenta efectos inhibidores sobre las bacterias cariogénicas.

En los trabajos realizados por (Baliga et al. 2011) y (Herrera Canto 2015) hacen referencia a estudios en donde se ha logrado evidenciar que los extractos tanto de las hojas como de las semillas presentan actividad antiasmática, antifúngica, antihelmíntica, antineoplásica y antidiarreica; inhiben la biosíntesis de melanina y tienen efectos curativos sobre heridas; son empleadas en el tratamiento de la conjuntivitis, diabetes y problemas relacionados con la presión arterial.

Los extractos de las raíces son muy empleados en el tratamiento de la piel, asma y problemas del estómago muy empleadas en el tratamiento de la piel; mientras que las flores son utilizadas para detener las hemorragias. Según Chanda et al. (2009) “citado por” (Valdez López and Cruz Cansino [sin fecha]) señalan estudios realizados en animales que evidencian el efecto antiinflamatorio y las propiedades anticancerígenas que posee el tallo del jackfruit.

Por otra parte (Fernando et al. 1991, pp. 279–281) hacen énfasis en el efecto hipoglucemiante del extracto acuoso de la hoja del jackfruit tanto en ratas como en humanos, al observar una disminución del índice glucémico del 25% y 34% a las 3 y 5 horas posterior a la administración.

1.7. Procesamiento de la pulpa de Jackfruit

1.7.1. Limpieza y desinfección

Son los pasos previos y obligatorios a cualquier procesamiento que va a sufrir un fruto. En la limpieza se eliminarán las impurezas macro de la materia prima; mientras que la desinfección es una etapa que ayuda a eliminar la mayor parte de carga microbiana que se encuentre en la fruta. Esta operación se puede realizar mediante métodos físicos que consisten en la aplicación de temperaturas y métodos químicos que se basan en la aplicación de alguna sustancia desinfectante en proporciones aceptables durante un período de tiempo (Moncayo et al. [sin fecha], pp.9–10).

Para (Garmendia and Vero 2015, pp.2–3) entre los métodos físicos más empleados se incluyen el curado, en el cual el producto es sometido a temperaturas y humedades altas durante varios días con el fin de eliminar ciertas enfermedades que dañan al producto; y el tratamiento térmico por inmersión en agua caliente, que se trata de procesos cortos en el cual los productos se sumergen en agua caliente a temperaturas de 50 – 70°C. Por otra parte, los tratamientos con agentes desinfectantes se lo realizan en solución acuosa por inmersión o aspersión y dependen en gran medida de la sustancia que se vaya a utilizar, su concentración, pH, temperatura, tiempo de contacto y de los microorganismos que se quiera eliminar.

1.7.2. Selección

Una vez que la materia prima se encuentre limpia y desinfectada se procede a seleccionar aquellas que se vayan a utilizar en el proceso separándolas de aquellas que no presenten uniformidad con el lote, en cuanto al grado de madurez, color, tamaño, forma o presente algún daño microbiológico (Bosquez Molina, Galicia Cabrera and Sánchez Díaz Lima 2014, p.9).

1.7.3. Pelado

Esta operación consiste en remover la piel del fruto u hortaliza mediante medios físicos como el uso de cuchillos, medios térmicos como la aplicación de calor o mediante métodos químicos; que se basan en la descomposición de la pared celular de las células externas haciendo que se remueva la piel por la desintegración de los tejidos (Paltrinieri, Figuerola and Rojas 1993, p.90).

1.7.4. Despulpado

Consiste en separar la pulpa de las semillas y la cáscara. Esta operación se realiza en un equipo en donde la fruta es impulsada por un conjunto de paletas unidas a un eje que gira a velocidad

constante, propiciando que la masa se ajuste contra la malla y allí es arrastrada, logrando que la pulpa pase a través de los orificios de la malla (Paltrinieri, Figuerola and Rojas 1993, p.91).

El proceso para obtener la pulpa del Jackfruit consiste en: *cortar transversalmente la fruta para obtener dos mitades, se retira la pulpa y se desecha el bagazo, posteriormente se lava con agua para eliminar el látex que haya quedado contenido y finalmente se retira las semillas restantes de cada uno de los gajos de la pulpa* (Quintana Pérez 2017, p.37).

1.7.5. Corte o trozado

Es una operación que permite alcanzar la uniformidad en la penetración del calor en los procesos térmicos, lograr una mejor presentación en el envasado al ser uniforme en formas y pesos. Cabe mencionar que en esta etapa se debe contar con herramientas que produzcan cortes limpios y que no produzcan daño excesivo en los tejidos, de tal modo que se obtenga el mayor rendimiento del material a procesar (María and Echeverriarza 2005, p.15).

En el caso del secado, según (María and Echeverriarza 2005, pp.18–19), es recomendable cortar en forma de cubos, rodajas, trozos o tiras que no sobrepasen de 0.5 a 1 cm de grosor, para favorecer la eficacia del proceso.

1.7.6. Blanqueamiento

Es un proceso que se realiza con el fin de inactivar las enzimas que pueden ocasionar oscurecimiento, ablandar el producto, eliminar parcialmente el contenido de agua en los tejidos, fijar y acentuar tanto el color como el sabor natural de las frutas. Además, favorece la retención de la vitamina C. Consiste en sumergir las frutas o verduras en agua a temperaturas de 90 a 95°C por 2 a 3 minutos (Opkala 2010, p.24).

Siguiendo los métodos descritos de Haq (2006) “citado por” (Castillo Martinez 2007, p.42) se utiliza una solución de metabisulfito de sodio al 0,1% para blanquear las rodajas de la pulpa del jackfruit durante 3 minutos y posteriormente se las somete a un escaldado al vapor por 5 minutos. (García Mahecha, Cortes Rodríguez and Rodríguez Sandoval 2010, p.5963) considera que durante este proceso las vitaminas solubles en agua tienden a disminuir.

1.7.7. Secado o deshidratado

La deshidratación o secado es un proceso que se emplea para la conservación de alimentos que consiste en eliminar la mayor parte de agua libre en el producto (Paltrinieri, Figuerola and Rojas 1993, p. 101), favoreciendo la estabilidad de los alimentos, inhibiendo la acción microbiológica y limitando

los cambios fisicoquímicos que se producen durante el almacenamiento (Campo Vera, Gélvez Ordoñez and Ayala Aponte 2018, pp.106–107).

Cabe recalcar que, aunque el concepto de los términos “deshidratación” y “secado o desecado” involucre la eliminación de la mayor proporción de agua en un alimento, según (de Michelis and Ohaco [sin fecha], p.4) la diferencia entre estos dos términos radica en que el primero hace referencia al proceso en el cual las variables tiempo y temperatura se pueden controlar, mientras que el secado es un proceso que se desarrolla en condiciones ambientales no controlables.

1.7.8. Molienda

El término “molienda” implica la pulverización o la desintegración de un material sólido. Es un proceso que reduce el volumen y tamaño promedio de las partículas de una muestra sólida, esta reducción se lleva a cabo dividiendo o fraccionando la muestra por medios mecánicos hasta el tamaño deseado (Garcés et al. [sin fecha], pp.1–2).

Entre los equipos más utilizados para la molienda se encuentran: el molino de martillos, molino de rodillos, molino de tronillo sin fin, molino de discos, etc.

1.7.9. Tamizado

Es el procedimiento por el cual se seleccionan las partículas sólidas de distintos tamaños por medio de un tamiz. Este proceso es empleado en harinas, leche en polvo, azúcar, etc. (Garda 2020, p.17).

1.7.10. Envasado

Una vez que se obtiene el producto final se debe alargar la vida útil del mismo mediante el almacenamiento en envases con buenas propiedades de barrera contra el oxígeno, vapor de agua y luz (Bedri 2018).

1.8. Técnicas de secado/deshidratación

1.8.1. Secado al aire libre

El secado al aire libre o al sol es una de las técnicas más usadas y antiguas en el mundo. Aunque es un método que ofrece ciertas ventajas como: no requerir ningún costo adicional y no necesitar de estructuras permanentes; también presenta ciertas limitaciones como: la pérdida de humedad no es constante, ya que depende del clima; el tiempo de secado es muy extenso y los niveles

finales de humedad son bajos lo que representa una posibilidad de deterioro del producto; además el producto está expuesto a contaminación por diversos factores (Ayala A., Serna C. and Mosquera V. 2010, p.122).

1.8.2. Secado por liofilización

La liofilización o secado al vacío, es un proceso de secado con mayor interés en la actualidad como método de conservación de alimentos, ya que permite prolongar el tiempo de vida útil conservando las propiedades organolépticas y nutricionales del producto (Orrego Alzate 2008, p. 57). Este proceso es utilizado con el fin de reducir las pérdidas de los componentes volátiles o termosensibles responsables del color y el aroma en los alimentos (Ayala A., Serna C. and Mosquera V. 2010, p.122).

Además, los productos que se obtienen de este proceso se caracterizan por su baja actividad de agua, bajos cambios de volumen y de forma, alta capacidad de rehidratación, aumento en su porosidad y por presentar un estado vítreo (factores que influyen fuertemente al momento de la rehidratación) (Ramírez Navas 2006, p.8).

El proceso de liofilización consiste en la eliminación de agua de un producto por sublimación del agua libre de la fase sólida junto a la evaporación de algunas porciones remanentes de agua no congelable. Para (Pereira García et al. 2013) la liofilización involucra tres etapas: congelación del material a secar a bajas temperaturas; secado por sublimación del hielo del producto congelado a bajas presiones (esta etapa se da en dos fases: secado primario y secado secundario) y almacenamiento del producto seco en condiciones controladas.

1.8.3. Deshidratación por flujo de aire caliente (DAC)

Este proceso consiste en eliminar el agua que contienen los alimentos por medio del calor, impidiendo el crecimiento de microorganismos que alteran la calidad del producto. Según Vega y Fito (2005) “citado por” (Sttefania 2009) manifiesta que las frutas y vegetales deshidratados por medio de esta técnica afectan a las propiedades sensoriales y valor nutricional del producto; es por ello, que recomienda utilizar temperaturas entre 40 – 80° C y velocidades de aire de 2.0 ± 0.2 m/s. Además, este proceso de deshidratación se realiza en equipos de: túneles de secado, secadores de bandejas, de tambor o giratorios, secadores neumáticos, de lecho fluidizado, secadores de tolva o de banda. Por lo general estos equipos están diseñados para que suministren un elevado flujo de aire en las fases iniciales del proceso, que luego se va reduciendo conforme se desplaza el producto.

1.8.4. Deshidratación osmótica (DO)

Es un proceso en el cual se sumerge el alimento a deshidratar en una solución concentrada de 75 a 90% de azúcar creando dos flujos: un flujo de agua que sale del producto y flujo de solutos que ingresara de la solución del producto. Gracias a esta técnica se puede incorporar cualquier agente conservante o solución de interés nutritivo que ayude a mejorar la calidad del producto, además de perder alrededor del 60% de agua a temperaturas moderadas de 30 a 50° C en ausencia de oxígeno, sin ningún cambio de fases (Pereira García et al. 2013).

De acuerdo con (Cesar Augusto 2007, p. 50) la DO depende del espesor del producto como de las propiedades del jarabe o almíbar que se utilice como solución osmótica. Además, recomienda que en el caso de deshidratación de frutas se debe utilizar temperaturas entre 40 – 80°C.

1.8.5. Deshidratación por rocío

La deshidratación por rocío o por atomización es un proceso en donde el alimento a deshidratar ingresa como un fluido y se dispersa en forma de gotas líquidas que se secan rápidamente cuando entran en contacto con una corriente de aire caliente. La ventaja de este método es su gran rapidez, debido al tamaño pequeño de las partículas que favorecen un secado eficiente. Por lo general el material que es deshidratado mediante este método consisten en esferas huecas o fragmentos de esferas, los cuales presentan buenas propiedades de rehidratación (Toledo, Singh and Kong 2018, p. 344).

1.9. Equipos de deshidratación

1.9.1. Túneles de secado

Consiste en una cabina equipada con rieles para mover unos vagones en donde se coloca el material a secar, estos vagones se mueven a lo largo de la cámara de secado halados por una cadena móvil; por el un extremo del equipo ingresa el vagón cargado del producto y por el otro extremo se retira el vagón con la muestra seca. Estos equipos funcionan por medio de un sistema de calefacción que calienta el aire que ingresa a la cámara y este circula a través de los vagones, dicho sistema de calefacción puede ser por convección directa o haciendo uso de energía radiante (Cánovas 1996, p.15).

1.9.2. Secadores tipo transportador por vibración

Es un equipo que se emplea en procesos de secado continuos, el aire caliente se inyecta en la parte inferior en el compartimiento del transportador vibracional que lleva el alimento a secar, luego a través de un sistema de lecho fluidizado pasa a la parte superior y posteriormente a un conducto colector; dicho sistema de lecho fluidizado se mantiene en la zona de secado por vibración del transportador y utiliza pequeños obstáculos para retener el material seco. En cada zona del equipo existe un control del aire y temperatura y por lo general el tamaño promedio de los transportadores oscila entre 70 cm de ancho y 8 cm de profundidad. La capacidad del secado está limitada por el tiempo de retención del material en el transportador (Carrasco Quishpe 2011, p.36).

1.9.3. Secadores rotativos

Son equipos en forma de cilindros giratorios, en el cual el alimento a secar se encuentra en movimiento. El sistema de calentamiento se da por contacto entre el producto a secar y los tubos calentados a vapor situados en el interior o el aire calentado por carbón, gas u otro combustible (Cesar Augusto 2007, p.53).

1.9.4. Secadores neumáticos

Estos equipos consisten en columnas por las que circula una corriente de aire caliente en forma ascendente; es así como el alimento que es colocado en la parte inferior del deshidratador es transportado por la corriente de aire. Por lo general este tipo de secadores trabajan a una velocidad de aire muy alta y se reduce sobre el final (Cesar Augusto 2007, p.49).

1.9.5. Secadores de lecho fluidizado

Son equipos en los que se hace pasar una corriente de aire caliente a través de una placa o malla que va desde abajo hacia arriba y en el cual el aire separa las partículas del alimento moviéndolas como un líquido que se encuentra en ebullición. En este equipo se realiza un secado uniforme y a velocidades de aire moderadas (Cesar Augusto 2007, p.52).

1.9.6. Secadores por atomización

Son equipos que constan de un ventilador de potencia apropiada, un sistema de calentamiento de aire, un atomizador, una cámara de desecación y un sistema para retirar el producto seco como se observa en la figura 3-1.

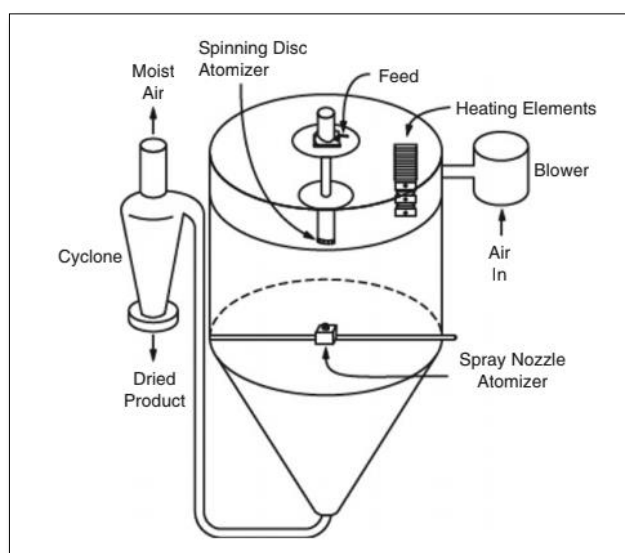


Figura 3-1. Diagrama de un secador por atomización

Fuente: (Toledo, Singh and Kong 2018).

El alimento ingresa y es atomizado, viajando en paralelo con el aire caliente. El material seco es separado del aire caliente en un separador ciclónico, posteriormente se retira y se enfría continuamente. La tasa de secado de las partículas debe ser a una reducción en el nivel de humedad, de tal modo que desde el momento que la partícula abandona el atomizador e ingresa al ciclón, se evite la adherencia de la partícula a una superficie sólida del equipo. Además, el calor puede dañar al producto si se prolonga el tiempo de contacto con el aire caliente y a altas temperaturas.

La trayectoria y la velocidad de las partículas son las que determinarán el tiempo de secado; mientras que la velocidad y tiempo de secado dependerán de la temperatura del aire caliente, el coeficiente de transferencia de calor y el diámetro de la gota del líquido. (Toledo, Singh and Kong 2018, pp.344–345).

1.9.7. Secador de bandejas

Es un equipo diseñado con bandejas perforadas, de manera que dejen fluir el aire y las cuales son colocadas en armarios. De esta manera el alimento es colocado sobre estas bandejas y sobre ellas hay un flujo de aire caliente a humedad y temperaturas controladas (INEN 1986, p.3).

En la figura 4-1, se observa un secador tipo armario que consiste en una cabina en el que el producto a deshidratar se esparce en las bandejas, cada bandeja es de forma rectangular con un área promedio de 1.25 m^2 y se recomienda esparcir el material hasta una altura máxima de 1.5 cm. Las bandejas pueden ser de fondo liso o enrejado, si son estas últimas, el alimento se debe colocar sobre papel, tela o fibra sintética especial donde la circulación del aire caliente fluya sobre

el material desde arriba hacia abajo. En el equipo la temperatura y el flujo deben ser uniformes, por lo general con una velocidad de flujo de aire de 200 pies/min por cada 100 kg (Carrasco Quishpe 2011, p.34).



Figura 4-1. Secador de bandejas tipo armario

Realizado por: Semanate, A. 2021.

El secado en este equipo se puede dar de dos formas: de flujo horizontal (cuando el aire circula paralelamente al lecho a secar) y de flujo transversal (cuando el aire circula perpendicularmente al lecho a secar). Los rendimientos térmicos en este equipo suelen estar comprendidos entre el 20% y 50% o incluso pueden ser más bajos. Por lo general estos equipos se utilizan cuando se desea deshidratar pequeñas cargas de productos que no excedan los 25 a 50 kg (Maupoey et al. 2016, p.23).

1.10. Efectos de la deshidratación en los alimentos

En el proceso de deshidratación ocurren ciertas alteraciones en las propiedades físicas, químicas y biológicas de los alimentos que se ven afectados por el método o técnica de secado que se emplee, así como el tiempo y temperaturas que se utilicen. De acuerdo con (Caicedo Morales 2017, p.23) los cambios que se pueden dar son los siguientes:

AROMA: Durante la deshidratación se producen pérdidas de componentes volátiles que se encuentren en el alimento. Estas pérdidas dependerán de la temperatura, concentración de sólidos

en el producto, presión y solubilidad de las sustancias volátiles en el vapor de agua. Esto ocurre a medida que el agua va eliminándose, los solutos se van desplazando hacia la superficie del alimento y la evaporación del agua hace que la concentración de los solutos aumente, lo que provoca alteraciones en el aroma.

COLOR: Se producen cambios químicos en las clorofilas, carotenoides, antocianinas, betalainas y otros pigmentos; mientras más prolongado sea el proceso de deshidratación y más elevada sea la temperatura, más serán las pérdidas de estos pigmentos. Además, la oxidación y la actividad enzimática favorecen el desarrollo del pardeamiento durante la deshidratación, pero ello se puede evitar aplicando tratamientos previos al secado como blanqueamiento o tratamiento con ácido ascórbico u otros agentes químicos.

TEXTURA: Tanto la velocidad de secado como la temperatura influyen directamente sobre la textura del alimento, pues a temperaturas altas producen cambios físicos y químicos en la superficie del alimento que conducen a la formación de una capa dura e impermeable; mientras que a menor velocidad de secado se obtiene un alimento seco en su superficie y húmedo en su interior.

NUTRIENTES: La cantidad de nutrientes en un alimento seco o deshidratado diferirá del mismo cuando se encuentre en estado fresco. Por ejemplo, a temperaturas elevadas y por un tiempo prolongado, las proteínas resultan menos útiles en la dieta; las grasas tienden a oxidarse más rápidamente a altas temperaturas; las vitaminas solubles en agua son parcialmente oxidadas; en las frutas existe una deterioración de los carbohidratos, que puede ser a causa del pardeamiento enzimático o la reacción de caramelización (Castillo Martinez 2007, p.43).

1.11. Análisis proximal y/o bromatológico

El análisis proximal o también llamado análisis bromatológico es uno de los procedimientos analíticos empleados para evaluar las características, propiedades y medir la cantidad de nutrientes presentes en un alimento, comprenden las determinaciones más frecuentes como: determinación de humedad, cenizas, proteína bruta, fibra cruda, extracto etéreo (grasa cruda) y elementos libres de nitrógeno (ELN) que constituyen una medida indirecta del contenido total de carbohidratos. Para la evaluación de cada uno de los componentes se aplican metodologías específicas y su resultado se expresa en porcentaje (Barrera et al. 2003, p.94).

1.11.1. Determinación de humedad

La determinación de humedad es uno de los métodos más importantes empleado en el procesamiento, control y conservación de los alimentos, puesto a que independientemente del procesamiento que se le dé al producto, este contendrá agua en mayor o menor proporción, que

va a estar presente en dos formas: el agua libre, que es la más predominante y la que se elimina por evaporación; y el agua ligada que se halla combinada con las proteínas, con las moléculas de sacáridos, como agua de cristalización en los carbohidratos o absorbida sobre la superficie de las partículas coloidales (DEPARTAMENTO DE ALIMENTOS Y BIOTECNOLOGÍA 2007, p.1).

Algunos autores (Nielsen 2017; Zumbado Fernández 2004; DEPARTAMENTO DE ALIMENTOS Y BIOTECNOLOGÍA 2007) mencionan que la determinación del contenido de humedad en los alimentos se realiza por diversas razones:

- El contenido de humedad en un alimento representa un índice de calidad y estabilidad del producto.
- El contenido de humedad es necesario para calcular el contenido de otros componentes alimentarios de forma uniforme (es decir, en base al peso seco).
- El contenido de humedad debe determinarse para calcular el contenido total de carbohidratos.
- Un contenido de humedad muy alto puede acelerar los procesos de degradación hidrolítica de los componentes de los alimentos y propician el desarrollo de microorganismos.
- El control de humedad es decisivo en procesos industriales como molienda de cereales, mezclado de productos sólidos, elaboración de productos alimenticios.
- Es de gran importancia conocer el contenido de agua en las materias primas al momento de formular nuevos productos y evaluar las pérdidas durante el procesamiento.

Los métodos más utilizados para valorar el contenido de humedad en un alimento se basan en métodos de secado y destilación directa (DEPARTAMENTO DE ALIMENTOS Y BIOTECNOLOGÍA 2007, pp.2–5), como los que se mencionan a continuación:

Secado en estufa: Es un método convencional, rápido y preciso, que se basa en la pérdida de peso de la muestra por evaporación del agua. Este método requiere de muestras que sean térmicamente estables y que no contengan compuestos volátiles que se desprendan durante el secado. También tiene la desventaja de que existe una descomposición en la muestra.

Secado en estufa de vacío: El principio de este método es la relación fisicoquímica de la presión del vapor con la presión del sistema a una temperatura dada. El equipo consiste en una estufa con salida de aire constante y donde la presión no excede los 100 mm Hg y a una temperatura de 70°C, evitando que la muestra se descomponga y se evaporen los compuestos volátiles. La desventaja de este método es la baja eficiencia en alimentos con alta humedad y la limitación en las muestras a analizar.

Secado en termobalanza: Es un método semiautomático que se basa en abordar de manera constante y continua la humedad de la muestra y registro continuo de la pérdida de peso hasta que la muestra se sitúe a peso constante, el error en la pesada es mínimo y el tamaño de la muestra es pequeña.

Destilación azeotrópica: Es un método que se basa en la destilación simultánea del agua con un líquido inmiscible en proporciones constantes. Por lo general entre los disolventes más empleados en el proceso son el tolueno o xileno. El dispositivo utilizado en el proceso es el fácil manejo, existe mayor precisión que el secado en estufa, se previene la oxidación de la muestra. Las desventajas de este método es que los disolventes que se emplean son inflamables, además de que se puede registrar altos residuos debido a la destilación de los componentes solubles en el agua como el glicerol y alcohol; y cualquier impureza puede generar resultados erróneos.

Método de Karl Fischer: Es un método estándar para ensayos y útil para determinar el contenido agua en grasas y aceites previniendo que la muestra se oxide; la precisión y la exactitud son más altos que los otros métodos. La desventaja de este método es que los reactivos que se utilizan para preparar el reactivo de Fischer deben ser de grado analítico, además de que es inestable y debe estandarizarse in situ. El dispositivo que se utiliza en la titulación debe protegerse de la humedad, ya que el reactivo es un poderoso deshidratante. Este método se aplica a alimentos con bajo contenido de humedad; por ejemplo, frutas y vegetales deshidratados, aceites, café tostado y no es recomendable para alimentos con altos contenidos en agua.

Otro método que se emplea en la determinación de humedad es la espectroscopia de infrarrojo cercano (NIR), su principio consiste en que frecuencias específicas de la radiación infrarroja son absorbidas por los grupos funcionales característicos del agua, así el contenido de humedad es determinado por la medición de la energía que es reflejada o transmitida por la muestra, la cual es inversamente proporcional a la energía absorbida (Nielsen 2017, p.114).

1.11.2. Determinación de cenizas

Las cenizas son los residuos inorgánicos que quedan después de la ignición u oxidación completa de la materia orgánica presente en un producto alimenticio. La determinación de cenizas es un método empleado para conocer la cantidad total de minerales en un alimento, existen dos métodos: calcinación seca y calcinación húmeda. El contenido de cenizas se puede expresar en base húmeda o base seca (Nielsen 2017, p.118).

La calcinación en seco es un método que se basa en la descomposición de la materia orgánica en presencia de oxígeno hasta convertirse en CO_2 y óxidos de N_2 , quedando solo la materia inorgánica, mediante el uso de la mufla a temperaturas de 500-600°C, con este procedimiento el agua y los componentes volátiles son evaporados; mientras que las sustancias orgánicas son quemadas y los minerales se convierten en óxidos, sulfatos, fosfatos, cloruros y silicatos. Algunos materiales volatilizados son el Fe, Se, Pb y Hg (Cheung 2015, p.136).

La calcinación húmeda se basa en la descomposición de la materia orgánica en medio ácido utilizando ácidos o agentes oxidantes, por lo que la materia inorgánica se determina por gravimetría de las sales que precipiten y por otro método analítico para las sales que permanezcan

en disolución acuosa o ácida. Aquí se producen cenizas alcalinas, ácidas o neutras y se basan en el tipo de anión o catión, es por ello por lo que se producen tartratos, citratos, carbonatos, entre otros (DEPARTAMENTO DE ALIMENTOS Y BIOTECNOLOGÍA 2007, p.7).

Algunos autores (Cheung 2015; Nielsen 2017) coinciden que materiales vegetales con el 15% o menos contenido de humedad pueden ser calcinados sin un secado previo; mientras que alimentos con alto contenido de humedad y grasa requieren tratamientos previos como secarlos o extraer la grasa antes de ser calcinados.

1.11.3. Determinación de grasa

La palabra “grasa” se emplea para referirse a lípidos de consistencia sólida o semisólida a temperatura ambiente, mientras que los que están en estado líquido a la misma temperatura se denominan “aceites”.

El tejido adiposo de los animales, la leche y derivados, las semillas de la mayoría de las plantas contienen gran cantidad de lípidos. Aunque las frutas y vegetales no son buena fuente de estos, sin embargo, algunos como el aguacate y la aceituna contienen una proporción de alrededor del 20%. En la alimentación los lípidos aportan energía al organismo almacenando los excesos de grasas que consume, ya que proporcionan 2,3 veces kilocalorías que los carbohidratos y proteínas (9,2 kcal/g d lípidos, 4kcal/g de proteínas y 4kcal/g de carbohidratos).

La determinación del contenido de grasa o extracto etéreo en un alimento es muy importante, ya que los lípidos inciden de forma directa en las características organolépticas como sabor y olor en los productos en los que se encuentran presentes. Además, conocer el contenido de grasa en un alimento representa un índice d estabilidad, puesto que estos nutrientes son sensibles a sufrir procesos de oxidación o enranciamiento, lo que provoca olores y sabores desagradables al producto. (Zumbado Fernández 2004, p.179)

El contenido total de grasa es comúnmente determinado por métodos de extracción con solventes orgánicos que se basan en la separación de la fracción lipídica del resto de los componentes de la matriz. Estos métodos se pueden clasificar en: continuos (método de Goldfish), semicontinuos (método Soxhlet), discontinuos (Mojonnier, Folch) métodos de extracción sin disolvente húmedo (Babcock o Gerber) (Cheung 2015, p.138).

1.11.3.1. Método Goldfish

La grasa se extrae continuamente con un solvente orgánico, el solvente es calentado y volatilizado y luego se condensa sobre a muestra. El solvente continuamente gotea sobre la muestra para extraer la grasa. El contenido de grasa se determina por la pérdida de peso de la muestra o por el peso de la grasa extraída (Nielsen 2017, p.125).

1.11.3.2. Método Soxhlet

Es un procedimiento que emplea un equipo llamado “Soxhlet” (como se observa en la figura 5-1), diseñado de modo que una proporción del solvente esté en contacto con la muestra por un tiempo relativamente largo. Este equipo consta de un tubo extractor provisto de un sifón y una tubuladura lateral, dicho extractor está conectado por su extremo inferior a un balón esmerilado en el cual se coloca el solvente que por lo general se utiliza éter de petróleo, hexano o éter etílico; mientras que el extremo superior se ajusta a un condensador vertical que actúa como refrigerante. En el tubo extractor se coloca un dedal de celulosa que contiene la muestra y permite la entrada del solvente al tiempo que un tapón de algodón impide la salida del sólido. Posteriormente el equipo se coloca en una fuente de calor a la temperatura de ebullición del solvente, el cual se evapora y asciende por la tubuladura lateral del extractor, se condensa en el refrigerante y cae sobre la muestra acumulándose en el tubo extractor y atravesando las paredes porosas del dedal para hacer contacto con la muestra y solubilizar las grasas presentes. Cuando el nivel del solvente en el tubo extractor sobrepasa el nivel del sifón, el extractor se descarga y pasa al balón el solvente contenido con la grasa extraída, para a partir de ese instante dar comienzo al nuevo reflujo. Pasado el tiempo necesario para la extracción dependiendo del alimento, se elimina el solvente del balón por evaporación, quedando en este último el residuo lipídico extraído, el cual se determina por diferencia de pesos entre la masa del balón que contiene el residuo y la masa del balón vacío previamente tarado (Zumbado Fernández 2004, p.181).

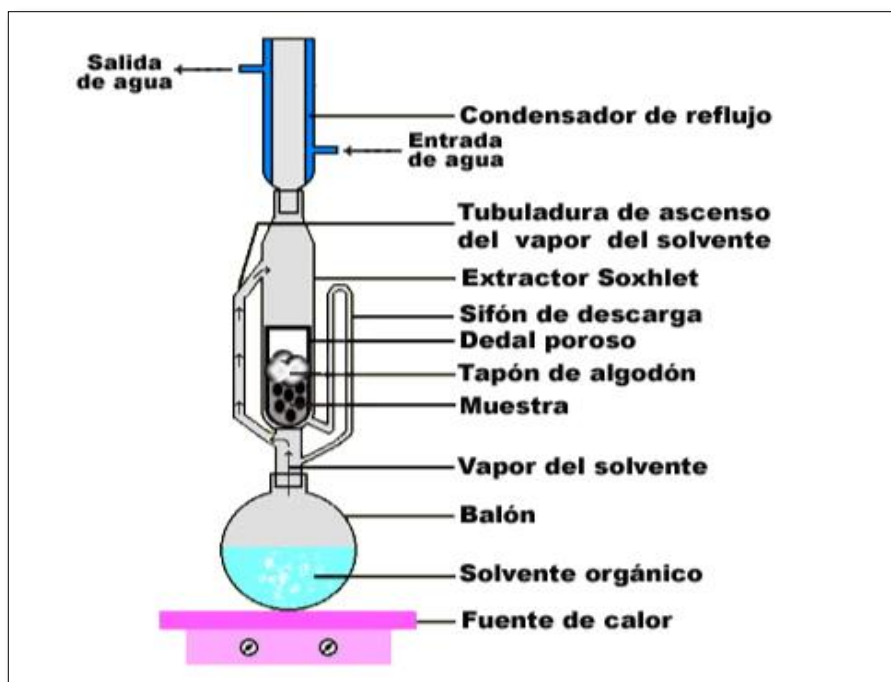


Figura 5-1. Esquema del equipo de extracción Soxhlet

Fuente: (Zumbado Fernández 2004).

1.11.3.3. Método Mojonnier

El método Mojonnier o también conocido como Rose-Gottlieb que consiste en extraer la grasa con amoníaco y etanol con posterior efecto de deshidratación sobre los fosfolípidos, la grasa es disuelta con una mezcla de éter etílico y éter de petróleo que actúan como disolventes lipídicos, separando algunos compuestos no lipídicos que se pueden encontrar en la fase etérea. El extracto que contiene la grasa se seca y se expresa en porcentaje de grasa por peso (DEPARTAMENTO DE ALIMENTOS Y BIOTECNOLOGÍA 2007, p.13).

1.11.3.4. Método Babcock o Gerber

Es una prueba volumétrica que se usa para expresar el porcentaje de grasa en la leche o carne en peso. El procedimiento se basa en añadir ácido sulfúrico a una muestra conocida, este ácido digiere la proteína generando calor y liberando la grasa. Posteriormente mediante centrifugación y adición de agua caliente se aísla la grasa del cuello graduado de la botella (Nielsen 2017, p.127).

1.11.4. Determinación de fibra

La fibra cruda o bruta se refiere a las sustancias que forman parte de la pared celular de los alimentos de origen vegetal, dicha fracción está constituida por celulosa, lignina, pentosas, suberina, cutina, aliguanatos, pectinas y pequeñas cantidades de sustancias nitrogenadas (Peralta, Maldonado and Centeno [sin fecha], p.24).

La fibra dietética (FD) es la parte comestible de las plantas o carbohidratos que no son digeribles en el tracto intestinal. La FD incluye oligosacáridos, polisacáridos, lignina y otras sustancias asociadas a las plantas. De acuerdo con la solubilidad de la FD se divide en: fibra dietética soluble (FDS) que comprenden pectinas, gomas, mucílagos, hemicelulosas y celulosas; y fibra dietética insoluble (FDI) que incluyen celulosa, hemicelulosas y lignina (Robles 2001).

La determinación de fibra cruda se realiza con una muestra previamente seca y desengrasada mediante la extracción de los componentes que no forman parte de la fibra como proteínas y carbohidratos asimilables, se lleva a cabo en dos etapas: digestión ácida con ácido diluido (H_2SO_4) y digestión básica con álcali diluido ($NaOH$), posteriormente el residuo insoluble (fibra cruda) es aislado mediante filtración, el residuo se seca y finalmente se lleva a incineración, las cenizas son pesadas para determinar el porcentaje de fibra (Zumbado Fernández 2004, p.190).

1.11.5. Determinación de proteínas

El contenido total de proteínas en los alimentos está conformado por una mezcla compleja de proteínas que se encuentran en combinación con carbohidratos o lípidos. Son los componentes abundantes en las células animales y humanas, que se encuentran constituidas por 20 aminoácidos, lo cuales influyen en la calidad de las proteínas. Existen numerosos métodos para medir el contenido de proteínas que se basan en determinaciones de nitrógeno, enlaces de péptidos, aminoácidos aromáticos, capacidad de unión al tinte, absorptividad ultravioleta de las proteínas y propiedades de dispersión de la luz, pero el más común es el método Kjeldahl (Cheung 2015, p.139).

1.11.5.1. Método Kjeldahl

El método Kjeldahl es un procedimiento que originalmente fue destinado a determinar los cambios en proteínas durante la germinación del grano y la fermentación en la industria cervecera. Este método mide el contenido de proteína en un alimento y se estima multiplicando el contenido de nitrógeno por un factor de conversión de nitrógeno a proteína (Sáez-Plaza, García Asuero and Martín 2019, p.15). El método es ideal para la determinación cuantitativa de nitrógeno en compuestos relativamente lábiles, tales como aminas y amidas (Connors 1981, p.491). Este método se divide en tres etapas:

Digestión o mineralización: Este paso involucra la conversión de nitrógeno orgánico en ión amonio mediante el tratamiento con ácido sulfúrico concentrado en presencia de un catalizador y ebullición, así el nitrógeno proteico es transformado en sulfato de amonio por acción del ácido sulfúrico caliente (García Martínez, Fernández Segovia and Fuentes López [sin fecha], p.3).

(Connors 1981, p. 491) considera que la adición de sulfato de potasio a la mezcla sulfúrica de digestión ayuda a elevar el punto de ebullición y así reducir el tiempo de digestión. Además, se ha determinado que, si la relación de sal a ácido es demasiada alta, la excesiva temperatura que se alcanza puede ocasionar pérdidas del amoníaco, por lo que sugiere que la concentración óptima de sal deber ser entre 1,0 – 1,5 g de sulfato de potasio por mililitro de ácido sulfúrico.

Destilación: En esta etapa se neutraliza el ácido sulfúrico con hidróxido de sodio, liberando el amoníaco que se separa de la mezcla por destilación con arrastre de vapor, sometiéndolo a calentamiento directo la solución que se va a destilar. Después, el vapor atraviesa la solución llevando consigo el amoníaco volátil, que se condensa y recoge en un volumen conocido de una solución estándar de ácido clorhídrico (Connors 1981, p.492).

Valoración: La cuantificación del nitrógeno amoniacal se realiza por medio de una volumetría ácido-base usando como indicador una disolución alcohólica de una mezcla de rojo de metilo y

azul de metileno. Se valora el ácido sulfúrico o clorhídrico sobrante con una disolución de hidróxido de sodio valorado (García Martínez, Fernández Segovia and Fuentes López [sin fecha], pp.4–5).

1.11.6. Determinación de carbohidratos

Los carbohidratos digeribles son convertidos en monosacáridos y oligosacáridos, los cuales proveen energía metabólica, dentro de este grupo de carbohidratos digeribles se encuentran la glucosa, fructosa, sacarosa, lactosa, maltosa, rafinosa y estaquiosa. Los polisacáridos no digeribles comprenden la mayor proporción de la fibra dietética y pueden dividirse en solubles e insolubles (Cheung 2015, p.140).

El contenido carbohidratos disponibles en un alimento puede ser determinado por diferencia entre 100 y la sumatoria de los porcentajes de humedad, cenizas, proteína, grasa total y fibra dietética total (Vera 2016, p.23).

$$HC\ disp. = 100 - \sum (\%H + \%C + \%P + \%G + \%FD\ Total)$$

O también se puede realizar por el método fenol-ácido sulfúrico, que es un método colorimétrico rápido y simple para determinar carbohidratos totales en una muestra, el cual detecta todas las clases de carbohidratos incluyendo mono-, di-, oligo- y polisacáridos, los cuales reaccionan en presencia de un ácido fuerte y calor para generar derivados del furano que se condensan con fenol para formar compuestos estables de color oro amarillo que pueden ser medidos espectrofotométricamente. Generalmente los resultados que se obtienen se expresan en términos de un carbohidrato (Nielsen 2017, p.138).

1.11.7. Acidez titulable

La acidez es un parámetro importante en la industria de los alimentos, pues no solo afecta al sabor, sino que influye en la capacidad de proliferación de microorganismos (bacterias y hongos) (METTLER TOLEDO [sin fecha], p.3)

El ensayo de acidez titulable es un método volumétrico que mide la concentración total de un ácido en el alimento. Este método usa una solución estándar, generalmente hidróxido de sodio y un indicador de fenolftaleína. En la titulación el hidróxido de sodio reacciona con el ácido orgánico presente en la muestra. El punto final del indicador tiene un pH de 8.2 donde existe un cambio de color de claro a rosa. Los valores de normalidad de la solución de hidróxido de sodio, el volumen usado y el volumen de la muestra son utilizados para calcular la acidez titulable y se expresa en términos de algún ácido predominante en la muestra (Nielsen 2017, p.180).

1.11.8. pH

El pH representa la acidez actual o activa, es decir la concentración de H^+ libres en un alimento. Se puede medir por determinación del potencial eléctrico entre electrodos de referencia, usando un pH-metro estandarizado con soluciones buffer o por determinación colorimétrica mediante indicadores adecuados (Cheung 2015, p.145).

1.12. Análisis microbiológico

El análisis microbiológico permite identificar el número total de microorganismos presentes en un alimento; es decir, gracias a este análisis se puede conocer las condiciones higiénicas con la que fue tratado dicho alimento, con el fin de prevenir enfermedades transmitidas por estos organismos.

1.12.1. Aerobios mesófilos

Se incluyen bacterias, mohos y levaduras que pueden desarrollarse a temperaturas mayores o inferiores a 30°C. El recuento total indica el grado de contaminación de una muestra y las condiciones que han favorecido la reducción o aumento de la carga microbiana; es decir, refleja la calidad del producto. Por ejemplo, si el recuento es elevado, eso puede significar contaminación de la materia prima, inadecuada manipulación durante el proceso de elaboración, malas condiciones de almacenamiento y temperatura excesivas (Andino and Castillo 2010, p.29).

1.12.2. Hongos y levaduras

La presencia de estos microorganismos se asocia a materia prima contaminada o ambiente contaminado haciendo que disminuya la vida útil del alimento. El crecimiento puede ser lento en alimentos de baja acidez y alta actividad de agua (a_w) o rápido en alimentos ácidos y de baja a_w . Generalmente los hongos crecen a valores extremos de pH (1-11); mientras que las levaduras lo hacen en pH de 2 – 9 (Andino and Castillo 2010, p.29).

1.12.3. Coliformes totales

Son bacterias gram negativos pertenecientes a la familia *Enterobacteriaceae* que se caracterizan por fermentar la lactosa con producción de gas, a temperatura de 35 a 37°C en 48 horas. Los géneros más comunes son: *Escherichia*, *Enterobacter*, *Citrobacter*, *Proteus* y *Klebsiella*. Estos microorganismos se eliminan fácilmente con tratamiento térmico. La presencia de bacterias

coliformes en los alimentos no significa necesariamente que hubo contaminación fecal o que existen patógenos entéricos presentes; más bien es un indicativo de que hubo contaminación posterior al tratamiento térmico, asociados a malos hábitos de manipulación de los alimentos (Andino and Castillo 2010, p.31).

1.12.4. *Staphylococcus aureus*

Los estafilococos son cocos gram positivos que requieren de una fuente de nitrógeno orgánico para su crecimiento, producen un pigmento dorado que se destruye a 60°C. Se encuentra en las fosas nasales, piel o lesiones de humanos. La presencia de estos microorganismos en los alimentos constituye un riesgo a la salud, ya que pueden producir toxiinfección debido a toxinas termoestables (enterotoxinas) presentes en los alimentos. Los análisis microbiológicos de *S. aureus* son importantes para aquellos productos que han sido sometidos a excesiva manipulación durante su elaboración o después del proceso térmico. Por ende, altos recuentos sugieren contaminación por manipulación, contacto con equipos, ambiente contaminado, conservación inadecuada del producto o falta de refrigeración (Andino and Castillo 2010, p.34).

1.13. Harina

La harina es el polvo fino de color blanco o crema que se obtiene del cereal molido y de otros alimentos ricos en almidón. Aunque se pueden obtener harinas de distintos cereales, la habitual es la de trigo, seguido de la de centeno, avena, cebada, maíz o de arroz. También se puede obtener de algunas leguminosas como (garbanzos, soja, maní, habas, lentejas, etc.) y a partir de semillas de ciertas especies (Montilla Arias 2015, pp.234–235).

1.13.1. *Principales componentes de una harina*

Carbohidratos: El almidón es el principal carbohidrato presente en las harinas en forma de gránulos de diferentes tamaños, contiene 25% de amilosa y 75% de amilopectina, las unidades básicas de glucosa unidas entre sí por enlaces α (1-4) de estructura lineal con bajo peso molecular y estructuras con ramificaciones unidas por enlaces α (1-6) de mayor peso molecular. El almidón es un polisacárido con estructura helicoidal o granular, insoluble en agua, cuando se calienta los gránulos empiezan a gelatinizar, pero si se llega a los 60°C los enlaces débiles comienzan a disociarse produciendo hinchamiento y cambios en la estructura interna. Este componente aporta del 70 – 80% de calorías consumidas por el organismo. El almidón se clasifica en: almidones glucémicos o digeribles, aquellos que son degradados hasta glucosa por acción de las enzimas del

tracto digestivo y almidones resistentes, que escapan de la digestión en el intestino delgado y son fermentados en el colon por acción de la microflora bacteriana.

Proteínas: El gluten es la proteína más importante, es una sustancia pegajosa blanco-grisácea que se obtiene de la separación y lavado del almidón presente en la harina (Aristizábal 1999, p.9). El gluten está formado por sustancias proteicas (75 – 85%) con bajos niveles de grasas (5 – 10%), proporciones de carbohidratos y sales minerales. El gluten confiere buena capacidad de absorción de agua, cohesividad, viscosidad y elasticidad en la masa (Wieser 2007, p.115). Entre las proteínas más importantes que forman el gluten se encuentran las gluteninas y prolaminas (esta denominación dependerá de la especie, es así como en el caso del trigo se habla de gliadinas). Las gluteninas son polímeros formados por multicadenas de alto y bajo peso molecular, estabilizados por puentes disulfuro y que aportan fuerza, elasticidad y tiempo de desarrollo a la masa; mientras que las gliadinas son monómeros que interactúan por fuerzas no covalentes y que están asociadas con el aumento en la viscosidad y extensibilidad de la masa. Ambas fracciones son proteínas de almacenamiento que se acumulan durante el período de llenado del grano y son usadas como fuente de nitrógeno durante la germinación de las semillas (de la O Olán et al. 2010, p.990).

1.13.2. Clasificación de las harinas

Tanto (Javolois López 2017; Mendez Pérez 2018; Montilla Arias 2015) clasifican a las harinas de acuerdo con el poder de panificación o fuerza de la harina, esta clasificación se basa en el contenido de gluten o proteínas y a la estructura del almidón presente en la harina, en base a ello se pueden distinguir los siguientes tipos:

- **Harinas débiles o flojas:** También llamadas harinas de repostería y galletería, ya que se usan de para hacer bizcochos, galletas, magdalenas, etc. Tienen un bajo contenido en proteínas (7.5 al 10%), lo que permite formar un gluten blando, débil y sin elasticidad, ocasionando una baja retención del gas. Además, presentan baja capacidad de absorción de agua y poca tolerancia a la fermentación.
- **Harinas de media fuerza:** También llamadas harinas panificables. Tienen un contenido de 10 – 11% de proteína.
- **Harinas duras o de fuerza:** Proviene de granos de trigo duro, generalmente de especies exóticas o especiales. También se les llama harinas de primavera, porque es la época de siembra de estos trigos o harina flor, puesto que necesitan un tipo especial de molienda en la que se utiliza la parte central del grano (flor). Son empleadas en la elaboración de pan. Contienen del 10 al 13% en proteínas formando un gluten fuerte y elástico que le confiere buena capacidad de retención de gas, gran resistencia al estirado y excelente capacidad de absorción de agua (750 g de agua por kg).

- Harinas de gran fuerza: Son utilizadas en masas de brioches, masas con alto contenido en grasas y azúcar. Debido a su alto contenido en proteínas (mayor al 13%) se emplean en la elaboración de pastas alimenticias.

Otros autores (López 2009; Canarias 2017) clasifican a las harinas de acuerdo con la forma de extracción de la harina. A estas se las designa con una valoración numérica de ceros del 1 al 4, que determinan el grado de pureza (contenido de minerales o cenizas) en las harinas. En algunos países de América y Europa utilizan esta designación.

- Harina 0 (harina de gran fuerza): Son menos refinadas, contienen mayor cantidad de impurezas y se emplean en recetas más espesas.
- Harina 00 (harina de media fuerza): Son empleadas en la elaboración de panes debido a su alto contenido de proteínas, lo que hace posible la formación de gluten y consiguiendo que las piezas guarden sus formas.
- Harina 000 (harina floja): Tienen la misma finalidad que las harinas 00.
- Harina 0000 (harina muy floja): Es la más refinada y la más blanca al tener una escasa formación de gluten, puesto que no tiene buena capacidad de retención de gas los panes pierden forma, por ello se utiliza en la elaboración de los panes de molde, en masas de hojaldre, pasteles, etc.

1.13.3. Propiedades funcionales de las harinas

1.13.3.1. Índice de absorción de agua (IAA)

El índice de absorción de agua se refiere a la capacidad que presenta una harina o almidón para asociarse con el agua, ya sea en forma unida, hidrodinámica, capilar o atrapa físicamente (Hasmadi et al. 2020, p.1821). Esta capacidad depende del tamaño de los gránulos, relación amilosa/amilopectina, fuerzas intra e intermoleculares, etc. Las diferentes proporciones entre las regiones cristalinas (amilopectina) y amorfas (amilosa) dentro de los gránulos de almidón puede influir en una variación en el IAA, pues si existen más zonas amorfas tiende a absorber más agua y viceversa. Otro factor que se puede considerar para una modificación en el IAA es la temperatura, puesto a que un incremento en este factor produce un rompimiento de las fuerzas intergranulares de la región amorfa y de las estructuras cristalinas, originando una desorganización del gránulo (FAO 2019) y por ende un aumento en la capacidad de absorción de agua.

1.13.3.2. Capacidad de retención de agua (CRA)

La capacidad de retención de agua hace referencia a la cantidad de agua que un alimento o macromolécula (proteína o carbohidrato) puede retener en su superficie, sin que haya liberación de líquido. Esta propiedad depende tanto de factores intrínsecos como extrínsecos, los primeros están relacionados con el tipo de molécula, peso molecular, linealidad, etc., mientras que los extrínsecos están relacionados con el pH, temperatura, presencia de cationes, etc. (Ramírez Ortiz 2017, p.22).

1.13.3.3. Índice de solubilidad en agua (ISA)

El índice de solubilidad en agua es utilizado como una medida del grado de conversión del almidón y la cantidad de compuestos solubles que son liberados del gránulo después de la cocción. Además, es empleado como un indicador de la digestibilidad del almidón, pues implica la degradación de compuestos moleculares como la gelatinización y dextrinización (Huamani-H et al. 2020).

1.13.3.4. Índice de absorción de lípidos (IAL)

El índice de absorción de lípidos se refiere a la capacidad de retención de aceites o grasas bajo la acción de una fuerza física o mecánica (Ramírez Ortiz 2017, p. 22). Es un indicador de la velocidad a la que la proteína se une a la grasa. Dicha propiedad es importante, pues la grasa tiene la propiedad de retener el sabor y aumentar la sensación de los alimentos en la boca (Hasmadi et al. 2020, p.1822), es así como cuando la retención es baja proporciona una sensación no grasosa en productos fritos; pero cuando la retención es alta produce jugosidad y da mejor textura a los productos cárnicos (Ramírez Ortiz 2017, p.22).

1.13.3.5. Poder de hinchamiento (PH)

Es una medida del volumen obtenido de una masa definida producida cuando se alcanza el equilibrio en presencia de un exceso de solvente, en este caso el agua. (Ramírez Ortiz 2017, p.22). Esta propiedad está relacionada con el contenido de amilopectina, pues la amilosa actúa como inhibidor del hinchamiento. El PH es proporcional con el incremento de la temperatura, puesto a que cuando los gránulos del almidón son calentados progresivamente en agua, se llega a un punto en donde el almidón comienza a hincharse, aumentando la viscosidad y el poder de espesamiento (Prieto Méndez et al. 2009, p.118).

1.13.4. Harina de quinua

La quinua es un cereal ampliamente cultivado en la región de los Andes. Constituye uno de los principales componentes de una dieta completa y balanceada, por su contenido en proteínas de alto valor biológico, rico en minerales como fósforo, potasio, magnesio, calcio, entre otros, y de alto valor nutritivo por proporcionar altos porcentajes en aminoácidos esenciales a diferencia del trigo. Su contenido calórico tanto en grano como en productos procesados alcanza los 350 Cal/100 gr, caracterizándolo como un alimento apropiado para zonas y épocas frías. Este cereal es recomendado en las dietas de los niños por ayudar al desarrollo y crecimiento del organismo, conservando el calor y energía del cuerpo, es fácil de digerir (Arroyave Sierra and Esguerra Romero 2006, pp.33-35). Debido a su valor nutritivo y al no contener gluten hace posible su uso en la formulación de productos aptos para celíacos y a la vez introducida en la alimentación de poblaciones con riesgo nutricional (del Castillo, Lescano and Armada 2009).

La harina de quinua es el producto resultante de la molienda de los granos crudos o tostados de quinua. Esta harina se caracteriza por presentar alto contenido en proteínas y carbohidratos a diferencia de otros cereales como el trigo o el maíz. Pero hay que tomar en cuenta que, al momento de moler los granos de quinua, el omega 3 presente en la harina es susceptible a la oxidación, por lo que se recomienda consumirla en poco tiempo. Esta harina no contiene gluten, por lo que no es panificable. Sin embargo, se puede añadir a otros productos para enriquecerlos con proteínas (Carballido 2020). En la tabla 4-1 se muestra los valores para la composición proximal de la harina de quinua cruda y tostada.

Tabla 4-1: Composición proximal de la harina de quinua cruda y tostada

PARÁMETROS	HARINA DE QUINUA CRUDA	HARINA DE QUINUA TOSTADA
Humedad (%)	7,04	9,24
Proteína (%)	13,81	12,22
Cenizas (%)	2,89	2,54
Fibra cruda (%)	3,79	6,11
Grasa (%)	7,60	5,39
Carbohidratos (%)	64,88	64,47

Fuente: (Mira Vásquez and Sucoshañay Villalva 2016, p.29).

Realizado por: Semanate, A. 2021.

1.14. Galletas

Galletas o también denominadas “cookies”, son productos a base de cereales que son horneados en diversas formas y tamaños, presentan un contenido de humedad menor al 5%, con varias inclusiones de grasa, azúcar y otros ingredientes como el chocolate, rellenos, etc. (Zhou and Hui 2014, p.586).

Por otra parte, la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2085:2005 define a las galletas como los productos obtenidos mediante el horneado apropiado de las figuras formadas por el amasado de derivados del trigo u otras harinas con ingredientes aptos para el consumo humano y los clasifica en seis categorías (NTE INEN 2085 2005, p. 1), como se muestra a continuación:

- Galletas simples: Son aquellas que no contienen ningún agregado posterior al horneado.
- Galletas saladas: Son aquellas que tienen connotación salada.
- Galletas dulces: Son aquellas que tienen connotación dulce.
- Galletas Wafer: Es el producto obtenido a partir de una masa líquida (oblea) adicionada un relleno para formar un sánduche.
- Galletas con relleno: Aquel producto al que se le añade cualquier tipo de relleno.
- Galletas revestidas o recubiertas: Es un producto que exteriormente presentan un revestimiento o baño, y que pueden ser simples o rellenas.
- Galletas bajas en calorías: Es aquel producto al cual se le ha reducido su contenido calórico en por lo menos un 35% comparado con el alimento normal correspondiente.

Otros criterios de clasificación se basan de acuerdo con la textura y característica de la masa o en función del sabor (Zhou and Hui 2014, p.586):

Según la textura de la masa:

- Galletas de masa corta o blanda: Contienen mayor cantidad de grasa y azúcar.
- Galletas de masa dura: Requieren niveles más bajos de grasa y azúcar.
- Galletas fermentadas o no fermentadas.

En función del sabor:

- Galletas dulces: Preparadas con masa blanda y con alto contenido en agua y grasa.
- Galletas semidulces: Elaboradas con masa dura y con bajo contenido en grasa y azúcar.
- Galletas de sal: Son elaboradas con masa fermentada o masa dura, tienen un bajo contenido en azúcar, pero alto en grasa.

Según la NTE INEN 2085:2005 las galletas se deben elaborar en condiciones sanitarias apropiadas, a partir de materias primas sanas, limpias, exentas de impurezas y en perfecto estado de conservación. Además, deben cumplir con los siguientes requisitos bromatológicos (tabla 5-1).

Tabla 5-1: Requisitos bromatológicos para galletas

REQUISITO	MÍNIMO	MÁXIMO
pH en solución acuosa al 10%	5,5	9,5
Proteína (% N \times 5,7)	3,0	---
Humedad %	---	10,0

Fuente:(NTE INEN 2085 2005).

Realizado por: Semanate, A. 2021.

1.14.1. Ingredientes utilizados en la elaboración de galletas

Los ingredientes principales empleados en la elaboración de galletas son: harina, grasa, azúcar y otros ingredientes que se agregan en menor proporción.

1.14.1.1. Harina

La harina más utilizada en repostería es la harina de trigo que contiene un 85% de endospermo, 13% de salvado y un 2% de germen. Sin embargo, la selección de la harina dependerá de la masa que se quiera obtener (Zhou and Hui 2014, pp.586–587), por ejemplo, si se desea obtener una masa corta se utilizará una harina débil (7-9% de gluten), pero si se necesita una masa dura y fermentada se debe usar una harina fuerte (9-11% de gluten). Por otra parte, el contenido de almidón debe ser bajo, ya que así se evita una reducción en la longitud de la galleta del horneado y deben ser tratadas con agentes reductores. En cuanto al contenido proteico (Cabeza Rodríguez 2009, p.5) sugiere que la harina destinada a la elaboración de galletas debe presentar un contenido inferior al 10%, ya que al añadir agua comienza el proceso de retención de gas, haciendo que la proteína se acomode durante la cocción; pero si el contenido es superior al 10%, la masa de las galletas llegará a encogerse durante la cocción y posteriormente a endurecerse. Además, detalla ciertos parámetros que debe cumplir una harina destinada a galletería, como se observa en la tabla 6-1.

Tabla 6-1: Parámetros que debe cumplir una harina galletera

PARÁMETROS	VALORES
Tenacidad (P)	30/35 (tenacidad limitada)
Extensibilidad (L)	130/150 (muy extensible)
Fuerza (W)	105/90 (floja)
Equilibrio (P/L)	0,10/0,30 (trigos flojos)
Degradación	Menor al 10%

Fuente: (Cabeza Rodríguez 2009).

Realizado por: Semanate, A. 2021.

Por otra parte, en la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 616:2015 establece ciertos requisitos bromatológicos que debe cumplir una harina destinada a pastelería y galletería, tomando como referencia a la harina de trigo, como se muestra en la tabla 7-1.

Tabla 7-1: Requisitos bromatológicos para una harina destinada a galletería

REQUISITOS	UNIDAD	LÍMITE PERMITIDO
Humedad	% (máximo)	14,5
Proteína (materia seca)	% (mínimo)	7,0
Cenizas (materia seca)	% (máximo)	0,8
Acidez (expresado en Ácido sulfúrico)	% (máximo)	0,2
Grasa (materia seca)	% (máximo)	2,0
Tamaño de partícula	% (mínimo)	95

Fuente:(NTE INEN 616 2015).

Realizado por: Semanate, A. 2021.

1.14.1.2. Azúcar

El azúcar ejerce una acción suavizante sobre las proteínas; tiene un efecto lubricante en los filamentos del gluten lo que contribuye a adquirir volumen; gracias al azúcar se produce las reacciones de caramelización y de Maillard que favorecen al color en las galletas; además juega un papel importante en la fermentación de la levadura, produciendo así dióxido de carbono que ayuda a adquirir el volumen adecuado en la masa. También restringe el desarrollo del gluten al competir por el agua, generando una reducción en la viscosidad de la masa y tiempo de relajación, lo cual promueve la longitud en las galletas al reducir su grosor y su peso. Entre los azúcares más empleados en la elaboración de galletas se encuentran: la glucosa, sacarosa, maltosa, jarabes invertidos, miel o productos ricos en fructosa (Zhou and Hui 2014, p.587). Las galletas ricas en azúcar se caracterizan por presentar una estructura altamente cohesiva y una textura crujiente (Maache-Rezzoug et al. 1998, p.41).

1.14.1.3. Grasas

Las grasas juegan un papel muy importante en la elaboración de galletas, ya que su adición contribuye a la plasticidad y suavidad de la masa, además de actuar como lubricante. En cuanto a la textura, la incorporación de la grasa hace que la galleta resulte menos dura y con una estructura

fragmentable, también aumenta la longitud y reduce el grosor y peso de la galleta (Cabeza Rodríguez 2009, p.7).

Las grasas que se emplean deben ser de alta calidad, ya que pueden sufrir lipólisis por la separación de los ácidos grasos del glicerol, ya sea debido a la saponificación por presencia de agentes fermentantes, oxidación química o acción de enzimas; Es por ello por lo que se agregan junto con agentes oxidantes para prevenir la rancidez oxidativa y desarrollo desagradable. Las más empleadas son el aceite vegetal, mantequilla o grasa interestificada (Zhou and Hui 2014, p.588).

1.14.1.4. Agua

El agua cumple las siguientes funciones: forma la red del gluten, es indispensable en el proceso de hinchamiento del almidón, ayuda a la solubilización y distribución de los ingredientes por toda la masa, es fundamental en la hidratación de las proteínas y carbohidratos, permite la aireación de las galletas por la formación del vapor, es importante en el control de la temperatura de la masa y la actividad enzimática. Una variación en el contenido de agua en al menos 1% puede modificar las propiedades reológicas de las galletas (Zhou and Hui 2014, pp.588–589).

1.14.1.5. Agentes fermentantes

También denominadas “levaduras químicas”, son agentes que permiten airear la masa haciéndola más ligera y porosa, de esta manera le proporciona el grosor correcto y la textura suave a la galleta. Los más empleados son los bicarbonatos, que su función principal es generar gas para aumentar el volumen final de la pieza antes de terminar el horneado y desnaturalizar así las proteínas; dentro de este grupo se encuentra el bicarbonato sódico que en presencia de humedad y con cualquier sustancia ácida libera anhídrido carbónico, mientras que en ausencia de ácidos libera algo de dióxido de carbono y lo restante queda como carbonato sódico; generalmente el bicarbonato es empleado para ajustar el pH de la masa. Otro agente fermentante muy utilizado en la producción de galletas es el bicarbonato amónico, por producir masas blandas, debido a su descomposición por acción del calor desprendiendo anhídrido carbónico, amoníaco gaseoso y agua (Zhou and Hui 2014, p.589).

1.14.1.6. Otros ingredientes

Existen otros ingredientes que se utilizan en menor proporción y que ayudan a mejorar la calidad de la galleta, según la NTE INEN 2085:2005 los define como agentes de tratamiento, que son sustancias que se añaden a la harina para mejorar la calidad del producto durante la cocción o el

color de esta e incluyen a: blanqueadores, acondicionadores de masa y mejoradores de harina (NTE INEN 2085 2005, p.3).

Otros autores como (Cabeza Rodríguez 2009; Llor Alcívar and Mite Bernal 2019) consideran que también se deben emplear otros componentes que mejoran las propiedades organolépticas de las galletas, como las que se detallan a continuación:

- Bisulfito sódico o metabisulfito de sodio: Son agentes acidulantes que se utilizan para acondicionar la masa o modificar el gluten. El metabisulfito de sodio actúa como un agente reductor, rompiendo los enlaces disulfuro que unen a las cadenas de las proteínas, debilitando las propiedades elásticas del gluten, contribuyendo a un menor tiempo en el amasado y consiguiendo que la masa sea blanda y no se contraiga una vez moldeada.
- Lecitina: Es un agente emulsionante que proporciona mayor extensibilidad a la masa y permite una mayor absorción de agua, aunque un incremento en la temperatura puede afectar a la estabilidad de la emulsión.
- Sal: Confiere sabor a las galletas y ayuda a endurecer la red del gluten, produciendo masas menos adherentes.
- Salvado: Reduce la elasticidad y aumenta la absorción de agua en la masa.
- Vainilla: Es utilizado como saborizante, posee actividad antioxidante y favorecer a un menor valor de peróxido en las galletas.

1.15. Índice glucémico

El concepto de índice glucémico (IG) fue propuesto por Jenkins y sus colaboradores en 1981, como un método para evaluar y clasificar a los alimentos ricos en carbohidratos en base a los efectos que producen sobre la glucemia posprandial (Jenkins, Wolever and Jenkins 1988, p.149).

El IG se define como el área de incremento bajo la curva postprandial de la glucosa plasmática producido por la ingesta de una cantidad estándar de carbohidratos disponibles en un alimento (generalmente 50 g) con relación a la misma cantidad de carbohidratos de un alimento de referencia (glucosa o pan blanco) expresada en porcentaje (Jenkins et al. 1981, pp.363–364). Es así como alimentos con más del 70% del área bajo la curva de glicemia se consideran de alto IG, aquellos entre 55 y 70 se consideran de IG intermedio, mientras que alimentos con escaso incremento glucémico (menor a 55) son denominados como de bajo IG (Aguirre P., Galgani F. and Díaz B. 2006, p.3).

El nivel de IG está determinado por la velocidad a la cual los almidones presentes en un alimento son digeridos y absorbidos en el intestino; es así como almidones con lenta tasa de digestión liberan glucosa gradualmente a la sangre e inducen una menor respuesta glucémica respecto a aquellos almidones de más rápida tasa de digestión (Aguirre P., Galgani F. and Díaz B. 2006, p.3). Así, los alimentos con altos IG se proponen como un factor dietético que incrementa el desarrollo de

enfermedades crónicas. Por otro lado, el consumo de alimentos con bajo IG tienen beneficios comprobados para la salud como lo aseguran algunos autores (Hatekar and Ghodke 2009; Philippou et al. 2009), pues mejoran los niveles de glucosa y lípidos en la sangre, facilitan el control de la pérdida de peso al prevenir fluctuaciones marcadas de glucosa posprandial, regulando el apetito y reduciendo el hambre. También reducen los niveles de resistencia a la insulina.

Otra medida que se ha incorporado recientemente para evaluar el efecto glucémico total de una dieta y que ha sido muy utilizado en estudios epidemiológicos es la carga glucémica (CG), que es el producto del valor del índice glucémico por el contenido total de carbohidratos de un alimento (Jenkins et al. 2002, p.266). Se consideran valores altos de CG aquellos que sobrepasan el valor de 20; mientras que los de baja CG son aquellos inferiores a 10 (Morales Guerrero et al. 2016, p.1098).

Ecuación 1-1: Índice Glucémico

$$CG = \frac{IG \times (g \text{ de HC en una ración})}{100}$$

Fuente: (Morales Guerrero et al. 2016, p. 1098).

El IG representa la calidad de los carbohidratos, mientras que la CG representa la calidad y cantidad de carbohidratos y se puede interpretar como una medida de demanda de insulina dietética (Jiménez-Cruz, Seimandi-Mora and Bacardi-Gascon 2003, p.332).

1.16. Análisis sensorial

En 1975 la División de Evaluación Sensorial del Instituto de Tecnologías Alimentarias desarrollaron la siguiente definición:

“La evaluación sensorial es una disciplina científica usada para evaluar, medir, analizar e interpretar las reacciones a las características de los productos tal como las perciben los sentidos como el gusto, la vista, el olfato, el oído y el tacto” (Stone, Bleibaum and Thomas 2020, p.15).

El análisis sensorial dentro de la industria alimentaria es muy variado y para ello se emplean ciertas técnicas de análisis sensorial que se aplican de acuerdo con el objetivo o aspecto que se quiera evaluar en el alimento o producto (González Regueiro et al. 2014, p.3), como se detalla a continuación:

- Pruebas analíticas: Buscan medir o describir en detalle las características organolépticas de un producto.
- Pruebas de consumidores: Se emplea para evaluar las preferencias de los consumidores o medir la satisfacción que les proporciona el producto.

1.16.1. Pruebas de consumidores

Estas pruebas miden la preferencia de un producto por parte de los consumidores buscando la aceptación de este. Las panelitas deben ser un grupo representativo de la población de consumidores del producto evaluado, en la cual miden las muestras de manera global, respondiendo a las preguntas: ¿Cuánto le gusta o disgusta el producto? o ¿Qué producto prefiere? (González Regueiro et al. 2014, p.3). Estas pruebas se clasifican en dos grupos:

Pruebas de preferencia: En estas pruebas el juez o panelista debe elegir entre varias muestras cual es la de su preferencia. Son pruebas sencillas y fáciles de realizar, los consumidores pueden ser de todas las edades y no requieren ser entrenados. Las diferencias se determinan mediante un análisis estadístico no paramétrico. El principal inconveniente es que no se determina el nivel de satisfacción (Ramírez Navas 2012, p.89).

Pruebas de aceptabilidad: Son pruebas que se utilizan para determinar el grado de aceptación de un producto por parte de los consumidores, pues permiten medir cuánto agrada o desagrade dicho producto. Generalmente se emplean pruebas de ordenamiento, de comparación pareada o escalas categorizadas (Ramírez Navas 2012, p.90).

1.16.2. Pruebas hedónicas

En estas pruebas el consumidor valora el grado de satisfacción que le produce un producto utilizando una escala que le proporciona el analista. Por lo general los tipos de escalas que se emplean son: escalas nominales, escalas ordinales, y escalas proporcionales o de intervalos, en las que los números establecen el orden y proporcionan datos sobre las diferencias del grado de aceptación de los productos (González Regueiro et al. 2014, p.4). La más utilizada es la escala hedónica de nueve puntos o escala Likert que es la más recomendada porque permite determinar si existen diferencias de aceptación entre los productos, aunque existen otras escalas como la de 7, 5 y 3 puntos. Esta escala puede ser representada gráfica, numérica o textualmente, horizontal o verticalmente (Ramírez Navas 2012, p.91).

(Watts et al. 1992, p.87) mencionan algunas reglas generales para realizar la prueba de escala hedónica de nueve puntos, como se indican a continuación:

- **Descripción de los panelistas:** En esta prueba a los panelistas se les pide evaluar muestras codificadas de varios productos, indicando cuanto les agrada cada muestra, marcando una de las categorías que va desde “me gusta extremadamente” hasta “me disgusta extremadamente”.
- **Presentación de muestras:** Las muestras se presentan en recipientes idénticos y codificados aleatoriamente, cada muestra deberá tener un código diferente y el orden de presentación de las muestras puede ser aleatorizado o balanceado para cada panelista.

1.17. Análisis de varianza “ANOVA”

En 1923 Fisher introdujo los términos varianza y análisis de varianza para estudiar la variación experimental entre distintos métodos. Desde entonces se ha convertido en la herramienta estadística más utilizada porque permite analizar datos provenientes de un experimento comparativo (Díaz Cadavid 2009, p.48).

El matemático Scheffé define al análisis de varianza como: *“la técnica estadística que permite analizar mediciones que dependen de varios tipos de efectos que operan simultáneamente, con el fin de estimar los efectos y decidir cuáles de ellos son importantes”* (Scheffé 1999, p.3).

El ANOVA se ajusta a las características del diseño experimental en estudio; es decir, no es un método fijo, pues se adapta a cada diseño y se puede clasificar de varias maneras. Es decir, si el diseño es de un factor se aplica el ANOVA de clasificación simple o de una sola vía; pero si es multifactorial, el ANOVA correspondiente será de dos vías o tres vías cuando se analizan dos o tres factores respectivamente, o incluso se puede llegar a analizar más factores (Díaz Cadavid 2009, p.48).

Existen algunos supuestos o propiedades que se deben cumplir para realizar el análisis de varianza “ANOVA”:

- Las poblaciones deben seguir una distribución normal.
- Las poblaciones deben tener la misma varianza o desviación estándar.
- Las muestras deben ser aleatorias e independientes.

En el caso de que no se cumplan con las condiciones de normalidad o independencia de los datos, se deberá hacer uso de una prueba de hipótesis diferente o pruebas no paramétricas que no requieren de estos supuestos (Quevedo Urías and Pérez Salvador 2014, p.322).

CAPÍTULO II

2. MARCO METODOLÓGICO

2.1. Localización de estudio

Esta investigación se llevó a cabo en los laboratorios de la Facultad de Ciencias de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. En primer lugar, el proceso para la obtención de la harina de jackfruit se realizó en el laboratorio de Procesos Industriales. El análisis proximal de la harina y galletas de jackfruit se realizó en el laboratorio de Bromatología. Del mismo modo tanto la harina obtenida como las galletas fueron analizadas microbiológicamente en el laboratorio de Análisis Clínicos.

2.2. Muestras / Población de estudio

En esta investigación se utilizó las frutas de Jackfruit (*Artocarpus heterophyllus* Lam) que fueron adquiridas de algunas zonas de la región Costa como Caluma, Quevedo, Guayaquil y ciertas localidades pertenecientes a Ibarra y Puerto Quito.

2.3. Descripción de la fase experimental

2.3.1. *Proceso de obtención de la harina de Jackfruit*

2.3.1.1. *Recepción de la materia prima*

Se seleccionó aquellas frutas de jackfruit que se encontraban en un estado intermedio de madurez; es decir aquellas que presentaban en su cáscara una coloración verde claro.

2.3.1.2. *Lavado y desinfección*

Para esta operación la fruta fue lavada con toda la cáscara en una solución clorada, para ello se agregó 2 mL de hipoclorito de sodio por cada litro de agua y se dejó reposar por 5 minutos. Posteriormente fue lavada con abundante agua.

2.3.1.3. Despulpado

Para obtener la pulpa y las semillas, la fruta fue cortada en sentido vertical teniendo precaución al momento de hacerlo para que no se riegue el látex que contiene el centro de la fruta. Para evitar que el látex se adhiera a las manos o al cuchillo, se fregó un poco de aceite comestible tanto en el cuchillo como en las manos. Posteriormente se procedió a sacar la pulpa y separándola de las semillas.

2.3.1.4. Selección y pesado

Una vez obtenidas la pulpa y las semillas, se seleccionó a aquellos bulbos tiernos y no muy maduros, ya que así se facilita el secado. En cuanto a las semillas se seleccionó aquellas que no se encontraban en estado de germinación y semillas que no tenían ningún defecto. Posteriormente se procedió a pesar tanto las semillas como la pulpa, en una balanza mecánica.

2.3.1.5. Desinfección y blanqueamiento térmico.

La pulpa y las semillas aptas para deshidratación fueron desinfectadas nuevamente, en este caso se utilizó bicarbonato de sodio por su acción antimicrobiana, para ello se agregó 1 cucharadita de bicarbonato por cada litro de agua, en la cual se introdujo el material a secar y se dejó actuar por no más de 5 minutos, después se lavó con abundante agua.

Posterior a esto, se realizó el blanqueamiento térmico para la pulpa en agua caliente entre 5 a 90°C durante 5 minutos. Este paso es importante, ya que así se inactivan las enzimas que oscurecen a la pulpa durante el secado además de acentuar el color natural de la misma.

2.3.1.6. Deshidratado

Para el deshidratado de la pulpa y las semillas se utilizó un secador de bandejas tipo armario, con una capacidad de 1 kg por bandeja. Este proceso se llevó a cabo a una temperatura de 65°C para la pulpa y 70°C para las semillas. Se controló el peso de las bandejas con la pulpa y semillas de jackfruit en intervalos de tiempo de 30 minutos.

2.3.1.7. Molienda

Una vez deshidratadas la pulpa y semillas se procedió a la molienda, para ello se utilizó un molino manual, esta operación fue repetida varias veces hasta obtener partículas uniformes y del mismo tamaño.

2.3.1.8. Tamizado

El producto obtenido de la molienda fue tamizado utilizando tres tipos de tamices para así ir separando las partículas más grandes de las más pequeñas y volverlas de nuevo al molino. Los tamices elegidos se basan según la Norma INEN 154.

Tabla 1-2: Equivalencias aceptadas para la abertura de tamices

Designación (ASTM)	Abertura del tamiz (INEN)
No. 50	300 μm
No. 60	250 μm
No. 100	150 μm

Fuente: (INEN 1986, p.3).

Realizado por: Semanate, A. 2021.

2.3.1.9. Envasado

El producto tamizado fue envasado en fundas ziplock y cerradas al vacío con el fin de evitar que absorban de nuevo humedad. Finalmente fueron etiquetadas con el nombre: “Harina de Jackfruit”.

2.3.2. *Análisis físico de la harina de jackfruit*

El análisis físico de la harina obtenida de la pulpa y semillas de jackfruit comprende la evaluación sensorial, determinación de pH y acidez titulable. Todos los ensayos se realizaron por duplicado. La evaluación sensorial consistió en describir las características organolépticas que presentó cada harina, la determinación de pH se realizó según la NTE INEN 526 (ANEXO A).

2.3.2.1. *Determinación de acidez titulable* (NTE INEN 521)

Para la determinación de acidez titulable se pesa 5 g de muestra preparada y se transfiere a un matraz Erlenmeyer de 100 mL, se agrega 50 mL de alcohol al 90% (v/v) y se agita fuertemente. Dejar en reposo durante 24 o 2 horas, agitando de vez en cuando. Con una pipeta se toma una alícuota de 10 mL de líquido sobrenadante y se transfiere a un Erlenmeyer de 50 mL junto con 2 mL de solución indicadora de fenolftaleína. Posteriormente se agrega lentamente y con agitación una solución de 0.02 o 0.01 N de hidróxido de sodio (NaOH) hasta conseguir un color rosa persistente. El contenido de acidez de la harina se determina mediante la siguiente ecuación:

Ecuación 1-2: Acidez Titulable

$$A = \frac{490 NV}{m (100 - H)} \times \frac{V_1}{V_2}$$

Fuente: (NTE INEN 521 1980, p.2).

En donde:

A = contenido de acidez en porcentaje de masa de ácido sulfúrico en muestra seca.

N = normalidad del NaOH

V = volumen de NaOH empleado en la titulación en mL

V_1 = volumen del alcohol empleado en mL

V_2 = volumen de la alícuota tomada para la titulación en mL

m = masa de la muestra en g

H = porcentaje de humedad en la muestra

2.3.3. *Granulometría y Propiedades funcionales de la harina de jackfruit*

La granulometría se refiere al tamaño de partícula que presenta la harina, mientras que las propiedades funcionales se refieren a la capacidad de absorción y retención de agua y aceite, índice de solubilidad en agua y al poder de hinchamiento que tiene una harina.

2.3.3.1. *Determinación del tamaño de partícula* (NTE INEN 517)

La determinación del tamaño de partícula se realizó según la NTE INEN 517, para ello se pesa 100 g de harina y se transfiere al tamiz superior de la columna de tamices, es decir, al tamiz de mayor abertura, se coloca la tapa y se fija la columna en el equipo de vibración durante 5 minutos. Transcurrido ese tiempo se suspende el movimiento de la máquina y se desintegran los aglomerados con ayuda de un pincel y se pasa cuantitativamente la fracción de la muestra retenida a una hoja de papel previamente pesada y se procede a pesar. El porcentaje de masa retenida se calcula mediante la siguiente ecuación:

Ecuación 2- 1: Tamaño de Partícula

$$MR = \frac{m_2 - m_1}{m} \times 100$$

Fuente: (NTE INEN 517 1980, p.2).

En donde:

MR = masa retenida de harina, en porcentaje de masa.

m = masa de la muestra de harina, en g.

m_1 = masa del papel sin harina, en g.

m_2 = masa del papel con la fracción de harina, en g.

2.3.3.2. Índice de absorción de agua (IAA)

Para la determinación del IAA se utilizó el método descrito por (Rodríguez-Sandoval, Lascano and Sandoval 2012, p.201) con algunas modificaciones. Para ello se pesa 0,5 g de harina y se adiciona 6mL de agua destilada a 30°C, a continuación, se incuba en un baño con agitación constante durante 30 minutos. Posteriormente se lleva a centrifugación a 3500 rpm por 15 minutos. Se registra el peso del gel, se decanta el sobrenadante y se seca en la estufa a 105°C durante 6 horas. El IAA se calcula mediante la siguiente ecuación:

Ecuación 3-2: Índice de absorción de agua

$$IAA = \frac{\text{Peso gel (g)}}{\text{Peso muestra (g)}}$$

Fuente: (Rodríguez-Sandoval, Lascano and Sandoval 2012, p.201).

2.3.3.3. Capacidad de retención de agua (CRA)

Para determinar la CRA se utilizó la metodología descrita por (Beuchat 1977, p.258) con algunas modificaciones. Para ello en un tubo de centrifuga se coloca 1,5 g de muestra, con 3 mL de agua destilada. Se agita por un minuto y se mantiene a 24°C por 30 minutos, posteriormente se lleva a centrifugación a 3200 rpm por 15 min. El % CRA se expresa de la siguiente forma:

Ecuación 4-2: Capacidad de retención de agua

$$\% C. R. A. = \frac{\text{g de agua retenidos}}{\text{g de muestra}} \times 100$$

Fuente: (Beuchat 1977, p.258).

2.3.3.4. Índice de solubilidad en agua (% ISA)

El ISA se determinó utilizando la metodología descrita por (Flores et al. 2020a, p.154) con algunas modificaciones. Se pesa 0,1 g de harina y se mezcla con 1,5 mL de agua destilada, la suspensión se calienta a 85°C y se mantiene en constante agitación. La mezcla se centrifuga a 3500 rpm durante 15 minutos. El sobrenadante se decanta, se seca a 105°C durante 6 horas y se registra el peso del sobrenadante seco. El % ISA se determinó mediante la siguiente formula:

Ecuación 5-2: Índice de solubilidad en agua

$$ISA (\%) = \frac{\text{Peso seco sobrenadante (g)}}{\text{Peso muestra (g)}} \times 100$$

Fuente: (Flores et al. 2020a, p.154).

2.3.3.5. Índice de absorción de lípidos (IAL)

Se determinó según el método propuesto por (Mata and Vázquez 2014, p.264), para lo cual se pesa 1 g de harina y se mezcla con 10 mL de aceite, se centrifuga a 3000 rpm durante 30 minutos. La capacidad de absorción de grasa se expresa mediante la siguiente formula:

Ecuación 6-2: Índice de absorción de lípidos

$$IAL = \frac{mL \text{ de aceite absorbido}}{g \text{ de muestra}}$$

Fuente: (Mata and Vázquez 2014, p.264).

2.3.3.5. Poder de hinchamiento (PH)

Para determinar el poder de hinchamiento (PH) se empleó la metodología propuesta por (Mata and Vázquez 2014, p.264) con algunas modificaciones. Se coloca 1,5 g de muestra y 30 mL de agua destilada precalentada a 60°C, se calienta la mezcla en baño maría durante 30 minutos, posteriormente se lleva a centrifugación a 3500 rpm durante 15 minutos. El sobrenadante se decanta y se coloca en la estufa a 105°C durante 6 horas. El PH se determina mediante la siguiente ecuación:

Ecuación 7-2: Poder de hinchamiento

$$PH = \frac{\text{Peso gel (g)}}{\text{Peso muestra (g)} - \text{Peso seco sobrenadante (g)}}$$

Fuente: (Mata and Vázquez 2014, p.264).

2.3.4. Proceso de elaboración de las galletas con bajo índice glucémico

2.3.4.1. Formulación

Esta etapa consistió en determinar las cantidades optimas en las que se utilizará la harina de Jackfruit para elaborar las galletas con bajo índice glucémico, para ello se eligió la harina de quinua como harina complementaria en este proceso. Para la formulación se procedió a trabajar con tres tratamientos en diferentes proporciones de harina de pulpa de jackfruit, como se detalla en la tabla 2-2.

Tabla 2-2: Formulación de las galletas con harina de jackfruit y harina de quinua

Proporción de harina	Tratamiento 1	Tratamiento 2	Tratamiento 3
% Harina de jackfruit (HJK)	40	50	60
% Harina de quinua (HQ)	60	50	40

Realizado por: Semanate, A. 2021.

Tratamiento 1

En la tabla 3-2, se detalla los ingredientes y proporciones que se utilizó en la formulación del primer tratamiento, al cual se le codifico como JK40Q60.

Tabla 3-2: Formulación de las galletas del primer tratamiento JK40Q60

INGREDIENTES	PROPORCIÓN
Harina de jackfruit	68 g (40%)
Harina de quinua	102 g (60%)
Mantequilla	120 g
Azúcar morena	120 g
Huevos	1
Esencia de vainilla	1 cucharadita
Bicarbonato	½ cucharadita
Sal	½ cucharadita

Realizado por: Semanate, A. 2021.

En este tratamiento, al utilizar la formulación 40% harina de jackfruit (HJK) y 60% harina de quinua (HQ) se observó que la masa era aceptable, aunque resultaba un poco difícil que se compacte bien. El olor de la galleta era agradable, un sabor agradable y de color oscuro; la textura era un poco suave.

Tratamiento 2

En la tabla 4-2, se detalla los ingredientes y proporciones que se utilizó en la formulación del segundo tratamiento, al cual se le codifico como JK50Q50.

Tabla 4-2: Formulación de las galletas del segundo tratamiento JK50Q50

INGREDIENTES	PROPORCIÓN
Harina de jackfruit	85 g (50%)
Harina de quinua	85 g (50%)
Mantequilla	120 g
Azúcar morena	120 g
Huevos	1
Esencia de vainilla	1 cucharadita
Bicarbonato	½ cucharadita
Sal	½ cucharadita

Realizado por: Semanate, A. 2021.

Al utilizar la formulación 50% HJK y 50% HQ, se observó que la masa era más aceptable, ya que se llegó a compactar más fácilmente. La galleta tenía un olor agradable, un sabor agradable y su color era café claro, su textura era más crujiente.

Tratamiento 3

En la tabla 5-2, se detalla los ingredientes y proporciones que se utilizó en la formulación del tercer tratamiento, al cual se le codifico como JK60Q40.

Tabla 5-2: Formulación de las galletas del tercer tratamiento JK60Q40

INGREDIENTES	PROPORCIÓN
Harina de jackfruit	102 g (60%)
Harina de quinua	68 g (40%)
Mantequilla	120 g
Azúcar morena	120 g
Huevos	1
Esencia de vainilla	1 cucharadita
Bicarbonato	½ cucharadita
Sal	½ cucharadita

Realizado por: Semanate, A. 2021.

En la formulación 60:40 de harina de jackfruit y harina de quinua respectivamente se observó que la masa era aceptable. El olor de la galleta era agradable, su sabor era agradable, el color era café claro y su textura era más firme.

2.3.4.2. Procedimiento de elaboración de las galletas de jackfruit.

En primer lugar, en un recipiente se bate el azúcar y la mantequilla por 3 minutos hasta que se incorporen a manera de cremado, se añade un huevo semibatido y esencia de vainilla. En otro recipiente se mezclan las harinas previamente tamizadas, junto con bicarbonato y sal, con ayuda de una cuchareta y de manera envolvente se incorporan estos ingredientes a la mezcla cremada. Posteriormente en un recipiente limpio se coloca la masa, cubriéndola con papel film y dejándola reposar una hora en el refrigerador. Una vez transcurrido este tiempo, se retira la masa del frío y se coloca la masa en un mesón limpio colocando un poco de harina en forma de lluvia para estirar la masa con ayuda de un rodillo y con ayuda de un corta pastas se da la forma deseada a la masa. Para el horneado se precalienta el horno a 180°C y se procede a colocar las galletas en las bandejas de manera ordenada y separadas 5cm de cada una, se hornea por 21 minutos hasta que los bordes empiecen a dorarse. Una vez transcurrido este tiempo se saca las galletas del horno y se deja reposar por 10 minutos. Cuando las galletas se enfríen por completo se procede a decorarlas si fuese necesario; en este caso para las tres formulaciones se utilizó diferentes decoraciones, tal es el caso del primer tratamiento que se realizó una cobertura de chocolate de almendras (choconut), en el segundo tratamiento se usaron chispas de chocolate amargo y en el tercer tratamiento se realizó un ganache de chocolate en forma lineal. Finalmente, las galletas se guardan en un envase cerrado y en un lugar libre de humedad. Hay que tener en cuenta que al momento de amasar no se debe mezclar demasiado, pues así se evitará que las galletas resulten duras después del horneado.

2.3.5. Análisis proximal de la harina y galletas de jackfruit

El análisis proximal de la harina y galletas de jackfruit se realizó usando las normas NTE INEN y los métodos estándares de análisis de la AOAC. Todos los ensayos se realizaron por duplicado y comprenden la determinación de humedad (NTE INEN 518), cenizas (NTE INEN 520), extracto etéreo o grasa cruda (AOAC 920.39), fibra (AOAC 920.85) y proteína (AOAC 920.87). El contenido de carbohidratos se determinó por diferencia entre 100 y el total del porcentaje de los macronutrientes en materia seca.

2.3.5.1. Determinación de humedad

Esta determinación se llevó a cabo según la NTE INEN 518, en donde se pesa de 1 a 10 g de muestra homogenizada y previamente realizada su demuestre en un vidrio reloj, pesa filtro, papel aluminio o directamente en la capsula de porcelana previamente tarada, repartiéndola uniformemente en su base. Se coloca en la estufa a 103°C \pm 3°C por un lapso de 2 a 3 horas, transcurrido este tiempo se enfría en el desecador hasta temperatura ambiente y se pesa. Se repite

el proceso hasta que la diferencia de masa entre los resultados de operaciones sucesivas no exceda de 0,1 mg.

Antes de iniciar el proceso se debe tarar las cápsulas de porcelana, colocándolas en la estufa a 105°C por 30 minutos, posteriormente se saca y se coloca en el desecador por 20 minutos y finalmente se procede a pesarlas. Este procedimiento se realiza de 3 a 4 horas hasta que el peso sea constante. El porcentaje de humedad se calcula mediante la siguiente ecuación:

Ecuación 8-2: Humedad

$$P_c = \frac{m_2 - m_3}{m_2 - m_1} \times 100$$

Fuente: (NTE INEN 518 1980, p.2).

En donde:

P_c = pérdida por calentamiento en porcentaje de masa

m_1 = masa de la cápsula vacía en g

m_2 = masa de la cápsula con la muestra sin secar, en g

m_3 = masa de la cápsula con la muestra después del calentamiento, en g

2.3.5.2. Determinación de cenizas

La determinación de cenizas se realizó en base a la norma NTE INEN 520 por medio de incineración seca que consiste en quemar la muestra problema en mufla a una temperatura de 550°C ± 25°C, para ello se coloca 2 g de muestra en un crisol previamente tarado a peso constante, la calcinación se realiza en un reverbero y en la Sorbona hasta que no salga humo. Posteriormente se transfiere el crisol a la mufla para incineración a 500°C – 550°C, hasta obtener cenizas libres de residuo carbonoso (esto se obtiene al cabo de 2 a 3 horas) y peso constante. Finalmente se saca la cápsula, se coloca en el desecador hasta que alcance temperatura ambiente y se pesa. El porcentaje de cenizas se calcula mediante la siguiente ecuación:

Ecuación 9-2: Cenizas

$$\% C = \frac{m_1 - m}{m_2 - m} \times 100$$

Fuente: (NTE INEN 520 1980, p.2).

En donde:

$\% C$ = contenido de cenizas en porcentaje de masa

m = masa de la cápsula vacía en g

m_1 = masa de la cápsula con la muestra después de la incineración en g

m_2 = masa de la cápsula con la muestra antes de la incineración en g

2.3.5.3. Determinación de extracto etéreo o grasa cruda

La determinación de grasa se realizó usando el método Soxhlet según la AOAC 920.39, para ello se pesa 2 g de muestra seca y se coloca en el dedal de celulosa previamente tarado y registrando su peso, sobre el dedal de celulosa se coloca algodón con el fin de evitar evaporación del solvente o que se pierda la muestra. Posteriormente en el balón previamente tarado se añade 250 mL o la cantidad adecuada de éter dietílico o éter de petróleo (también se puede usar hexano) y se embona la cámara de sifonación al balón. Se coloca el condensador con las mangueras sobre la cámara de sifonación, se enciende el reverbero controlando la entrada y salida de agua y se extrae de 2 a 4 horas. Transcurrido este tiempo, se retira el balón con el solvente más el extracto graso y se lleva al rotavapor para destilar el solvente. Una vez terminado este proceso, el balón con la grasa cruda o bruta se coloca en la estufa por 30 minutos, se enfría en el desecador y se pesa. El porcentaje de grasa en materia seca se calcula mediante la siguiente ecuación:

Ecuación 10-2: Grasa cruda o Extracto Etéreo

$$\%G (\%ExE) = \frac{P_1 - P}{m} \times 100$$

Fuente: (Instituto de Salud Pública 2020, p.20).

En donde:

$\%G (\%ExE)$ = grasa cruda o bruta en muestra seca expresada en porcentaje de masa

P_1 = masa del balón más la grasa cruda o bruta extraída en g

P = masa del balón de extracción vacío en g

m = masa de la muestra seca tomada para la determinación en g

2.3.5.4. Determinación de fibra

La determinación de fibra se realizó conforme al método AOAC 920.85, para ello se pesa 2 g de muestra desengrasada y seca, se transfiere a un balón esmerilado de 500 mL y se añade 250 mL de solución de ácido sulfúrico (H_2SO_4) al 0,225 N. se arma un sistema de reflujo con el balón dejándolo por 30 minutos contados a partir de ebullición. Una vez transcurrido este tiempo se retira la mezcla del reflujo y se filtra al vacío, a través de una tela dril o lino en caliente, lavándola con suficiente agua caliente el embudo buchner, hasta que el pH del líquido que se encuentra en el Kitasato tenga un pH neutro. El residuo que queda se trasvasa nuevamente al balón esmerilado con lavados de solución de NaOH 0,225 N hasta un volumen total de 250 mL, se vuelve a colocar el balón en el equipo de reflujo calentándolo hasta ebullición por media hora exacta, a partir de que empieza a hervir. Una vez terminado el proceso se desconecta el sistema, se deja enfriar y se filtra al vacío utilizando tela de lino y lavando el vaso y el residuo de papel con 250 mL de agua

destilada caliente hasta que el pH del Kitasato sea neutro. A continuación, el residuo se coloca en un crisol para llevarlo a la estufa a 105°C durante toda la noche, luego se enfría en el desecador y se pesa. Finalmente, el crisol se lleva a la mufla a 600°C por media hora, se enfría en el desecador y se pesa.

Para la corrección del error del método aplicado se realiza un blanco, el cual se elabora con la misma secuencia de reactivos utilizados en la determinación, y en el que se realiza todo el procedimiento con papel filtro. El porcentaje de fibra cruda o bruta se calcula mediante la siguiente ecuación:

Ecuación 11-2: Fibra cruda o bruta

$$\%F = \frac{(m_1 - m_2) - (m_3 - m_4)}{m} \times 100$$

Fuente: (PANREAC [sin fecha], p.31).

Donde:

$\%F$ = Fibra cruda o bruta en muestra seca y desengrasada expresada en porcentaje en masa.

m = masa de la muestra seca y desengrasada.

m_1 = masa del crisol con la fibra seca (secada en la estufa)

m_2 = masa del crisol después de la incineración.

m_3 = masa del crisol del blanco (secada en la estufa)

m_4 = masa del crisol del blanco después de la incineración.

2.3.5.5. Determinación de proteína

Para la determinación de proteína se utilizó el método Kjeldahl según la AOAC 920.87, en donde se pesa 0,5 de muestra seca y se introduce en el tubo de digestión macroKjeldhal. Se añade 2 g de mezcla catalizadora (1,8 g de Na_2SO_4 y 0,2 g de $CuSO_4$) y 20 mL de ácido sulfúrico concentrado procurando no manchar las paredes de este. Luego se coloca el tubo en el digestor, se conecta el digestor y la bomba de agua, verificando la entrada de agua en las tres llaves; se prende los interruptores y empieza a correr el programa por 90 minutos. Cuando el tiempo llegue a 0, se apaga el digestor y se deja enfriar el tubo; una vez frío se retira el tubo del digestor y se agrega 25 mL de agua destilada para disolver el contenido que al enfriarse se solidifica. Posteriormente se coloca el tubo en la parte izquierda del destilador, mientras que en la parte derecha del destilador se coloca un Erlenmeyer de 500 mL con 50 mL de ácido bórico al 4% y dos gotas de indicador mixto (rojo de metilo y verde de bromocresol) y se da inicio al programa; en el proceso se observará un cambio de color de rosa a verde esmeralda, indicando que ha finalizado la destilación. Finalmente, el destilado se titula con ácido clorhídrico (HCl) 0,1 N hasta

observa el cambio al color inicial; es decir, una coloración rosa a rojo. El porcentaje de proteína se calcula mediante la siguiente ecuación:

Ecuación 12-2: Proteína

$$\%P = \frac{1.4 \times f \times V \times N}{m}$$

Fuente: (Instituto de Salud Pública 2020, p.24).

Donde:

$\%P$ = contenido de proteína en porcentaje de masa.

f = factor para transformar el % N_2 en proteína, y que es específico para cada alimento.

V = volumen de HCl 0,1 N empleado para titular la muestra en mL.

N = normalidad del HCl

m = masa de la muestra en gramos.

2.3.5.6. Determinación de carbohidratos

El contenido de carbohidratos disponibles para las muestras de harina y galletas se determinó mediante la diferencia entre los porcentajes de los demás elementos (Opkala 2010, p.33).

Ecuación 13-2: Carbohidratos

$$\% \text{ Carbohidratos}_{disp} = 100 - \sum(\%H + \%C + \%P + \%G + \%F_{CRUDA})$$

Fuente: (Opkala 2010, p.33).

2.3.6. Análisis complementario de las galletas de jackfruit

2.3.6.1. Determinación de azúcares totales

La determinación de azúcares totales se llevó a cabo usando el método fenol-sulfúrico en un espectrofotómetro UV. Según (Cristancho Cruz and Monroy Soler 2014, p.5) el método colorimétrico de fenol-sulfúrico se fundamenta en la deshidratación de sacáridos derivados de hidrolizados a furfural que ocurre en el proceso de reacción. Los derivados del furfural absorben la luz en el rango visible a una longitud de onda de 490 nm, produciendo la reacción que se muestra a continuación. En el caso de hexosas se produce hidroximetil furfural; mientras que en pentosas se produce metil furfural.



Para este análisis en primer lugar se debe preparar la muestra, para ello en un tubo de ensayo se agrega 1 mL de la solución de interés que se desea analizar y se mezcla con 2 mL de solución

acuosa de fenol al 5%. Posteriormente se añade 3 mL de ácido sulfúrico concentrado a la mezcla. Los tubos de ensayo se dejan en reposo durante 15 minutos, se agitan por 30 segundos y se colocan en un baño de agua a temperatura ambiente durante 15 min, para el desarrollo del color. El blanco y la solución patrón se preparan con el mismo procedimiento anterior, con el carbohidrato de interés. Finalmente, la mezcla se lleva a una celda donde se coloca en el espectrofotómetro para programar la longitud de onda a 490nm y proceder a leer la absorbancia.

Para la preparación de la curva patrón, primero se determina las diferentes concentraciones del carbohidrato partiendo de 0.01% que indica 0.1 g en 1000 mL de agua. Posteriormente se toman alícuotas de 0.1, 0.2, 0.3 y se completa a un volumen de 1 mL con agua destilada. Por último, se añade fenol y ácido sulfúrico, siguiendo la metodología anterior, para ser leídas en el espectrofotómetro. La calibración del espectrofotómetro se realiza ubicando el blanco y ajustándolo al 100% de transmitancia y 0,000 de absorbancia, se procede a leer la absorbancia de cada concentración y a continuación se realiza la curva de calibración, como se muestra en la figura 1-2. Finalmente se mide la absorbancia de la muestra interés, obteniendo la concentración diluida en ppm y se realiza los cálculos necesarios para determinar la concentración en gramos o porcentaje de la muestra analizada de un determinado alimento.

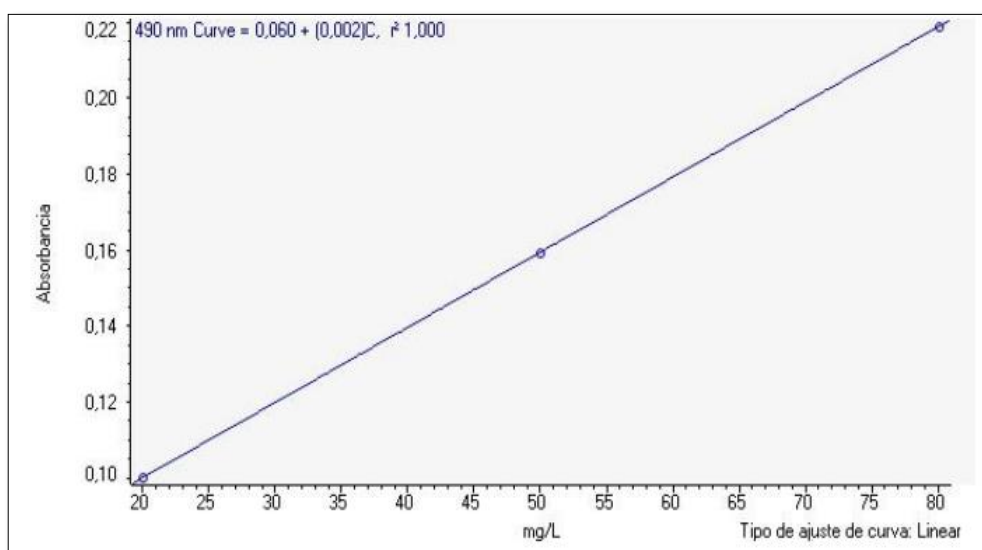


Gráfico 1-2. Curva patrón a diferentes concentraciones del carbohidrato

Realizado por: Semanate, A. 2021.

2.3.6.2. Determinación del contenido calórico

El contenido calórico o energía que aporta cada galleta se determinó por cálculo de acuerdo con los resultados obtenidos para proteínas, grasas y carbohidratos. Se calcula aplicando los factores de Atwater para cada nutriente (Vera 2016).

$$\text{Energía} \left(\frac{\text{kcal}}{100\text{g}} \right) = \left[\left(g \text{ proteínas} \times \frac{4\text{kcal}}{g} \right) + \left(g \text{ grasas} \times \frac{9\text{kcal}}{g} \right) + \left(g \text{ HC} \times \frac{4\text{kcal}}{g} \right) \right]$$

Fuente: (Vera 2016).

2.3.7. *Análisis microbiológico de la harina y galletas de jackfruit*

Para realizar el análisis microbiológico tanto de la harina de jackfruit como de las galletas elaboradas con dicha harina, primero se procede a preparar las muestras, en donde se toma 10 g de muestra homogenizada y se coloca en un matraz Erlenmeyer, al cual se añade 90 mL de Agua de Peptona para realizar la primera dilución (10^{-1}), luego se realizan diluciones seriadas en tubos de dilución con 9 mL de Agua de Peptona, transfiriendo 1 mL de la primera dilución a uno de los tubos para obtener la segunda dilución (10^{-2}) y finalmente se agrega 1 mL de la segunda dilución a uno de los tubos para obtener la tercera dilución (10^{-3}). Una vez preparada la muestra se procede a realizar las determinaciones para: aerobios mesófilos en base a la NTE INEN 1529-5 (ANEXO B), estafilococos aureus según la NTE INEN 1529-14 (ANEXO C), hongos (mohos y levaduras) conforme a la NTE INEN 1529-10 (ANEXO D) y coliformes totales según la NTE INEN 1529-7 (ANEXO E).

2.3.8. *Evaluación de la aceptabilidad de las galletas*

Para evaluar la aceptabilidad que tienen las galletas se aplicará una encuesta a 53 jueces no entrenados quienes evaluarán las características sensoriales como olor, color, sabor y textura de cada una de las galletas elaboradas con harina de jackfruit, mediante una escala hedónica de 9 puntos (ANEXO F) que va desde la categoría 1 que significa “me disgusta extremadamente” hasta la 9 “me gusta extremadamente”.

2.3.9. *Análisis estadístico*

El procesamiento de los datos obtenidos tanto para el análisis proximal como para la evaluación de la aceptabilidad de las galletas se realizará con el software estadístico SPSS versión 25. Para el análisis proximal de las galletas se aplicará un ANOVA y Test de Tukey para determinar las diferencias entre los tratamientos; mientras que para la aceptabilidad se utilizará la Prueba H de Kruskal Wallis, una prueba no paramétrica análoga al ANOVA de un vía, pues según (Gómez-Gómez, Danglot-Banck and Vega-Franco 2003, p.97) esta prueba es ideal cuando los datos no siguen una distribución normal, los datos provienen de un grupo aleatorio de observaciones o la variable dependiente se mide en una escala categórica o datos jerarquizados.

CAPÍTULO III

3. RESULTADOS Y DISCUSION DE RESULTADOS

3.1. Evaluación sensorial de la harina de jackfruit

La harina obtenida tanto de la pulpa como de las semillas de jackfruit fue evaluada sensorialmente según la percepción de los sentidos (olfato, vista, gusto y tacto) y fue comparada con las características sensoriales que presentó la fruta (tabla 1-3).

Tabla 1-3: Características organolépticas de la harina de jackfruit

Características Organolépticas	JACKFRUIT		HARINA DE JACKFRUIT	
	Pulpa	Semillas	Pulpa	Semillas
Olor	Ligeramente dulce	Fuerte	Agradable	Ligero a chocolate
Color	Crema	Café	Crema pastel	Café claro
Sabor	Poco dulce	Astringente	Ligeramente dulce	Ligeramente dulce
Textura	Blanda	Poco firme	Suave	Suave

Realizado por: Semanate, A. 2021.

Tanto el sabor como el aroma son características que dependen en gran parte del grado de maduración que presenta la fruta, pero sobre de la naturaleza física y química que presenten los compuestos responsables de generar estas características. Según investigaciones, en el caso de la pulpa madura de jackfruit se ha encontrado aromas combinados entre notas dulces, frutales, maltosas o de queso, proporcionados por compuestos volátiles como ésteres y alcoholes alifáticos (SWORDS, BOBBIO and HUNTER 1978; Grimm and Steinhaus 2019). Por otra parte (Spada et al. 2021) también identificaron compuestos volátiles en semillas tostadas y fermentadas de jackfruit, relacionados con el olor característico del cacao en polvo, asociado con la formación de pirazinas. Es por ello por lo que en la harina obtenida de la pulpa de jackfruit no se puede describir claramente el aroma que tiene, sin embargo, se percibe un olor agradable al olfato; mientras que en el caso de las semillas se distingue un ligero aroma a chocolate, esto se debe al estado de maduración de la fruta que se utilizó para este trabajo.

El sabor astringente y poco dulce que presentan las semillas y pulpa se debe a la presencia de compuestos fenólicos en su estructura (Saxena, Bawa and Raju 2011, p.280), responsables de generar este sabor cuando la fruta no se encuentra madura.

Según (Saxena, Bawa and Raju 2011, p.283) la pulpa de jackfruit reporta un contenido en carotenos de 175µg/100g, responsables del color amarillo cuando la fruta está madura. En este caso en la tabla 1-3, se observa que la pulpa presenta un color crema y que de igual manera en la harina no se distingue un cambio de color relevante, esto se debe a que el proceso de secado ejerce una acción protectora sobre estos pigmentos al incrementar la concentración de antioxidantes (Badui Dergal 2006, p.412).

3.2. Análisis fisicoquímico y proximal de la harina de jackfruit

Se realizó la caracterización física-química de la harina obtenida tanto de la pulpa como de las semillas de jackfruit. En la tabla 2-3, se muestran los resultados obtenidos.

Tabla 2-3: Propiedades fisicoquímicas de la harina de jackfruit

	Harina de pulpa de jackfruit (HJKP)	Harina de semillas de jackfruit (HJKS)
Análisis fisicoquímico		
pH	6,11 ± 0,06	7,28 ± 0,05
Acidez titulable, % (ácido sulfúrico)	0,25 ± 0,08	0,28 ± 0,06
Análisis proximal		
Humedad, %	7,99 ± 0,07	3,66 ± 0,007
Cenizas, %	2,86 ± 0,007	2,59 ± 0,12
Proteína, %	5,56 ± 0,62	7,88 ± 0,23
Grasa, %	2,22 ± 0,08	2,42 ± 0,05
Fibra cruda, %	4,29 ± 0,11	2,88 ± 0,14
Carbohidratos, %	77,08 ± 0,76	80,56 ± 0,30

Los valores se representan como la media ±desviación estándar de determinaciones por duplicado.

Realizado por: Semanate, A. 2021.

Tanto el pH como la acidez titulable son parámetros fisicoquímicos que determinan la calidad de una harina. En el gráfico 1-3, se observa que el pH y la acidez titulable fue mayor en la harina de las semillas de jackfruit (HJKS) con respecto a la harina de pulpa de jackfruit (HJKP) y según la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 616:2015 establece que el contenido máximo de acidez de una harina destinada a galletería debe ser 0.2%, de acuerdo con la norma, se establece que los datos de la tabla 2-3 se encuentran fuera del parámetro y este aumento está asociado con las grasas presentes en la harina, lo cual provoca el enranciamiento por exposición al aire o la luz y por ende

esta oxidación incrementa la acidez en los alimentos, como lo sugiere (Rodríguez Arzave et al. 2016, p.846).

En el trabajo realizado por (Opkala 2010, p.44) se realizó la caracterización a la harina obtenida de la pulpa reportando valores de 0.81% para la acidez y con un pH de 5.43, mientras que para la harina de las semillas (Ocloo et al. 2010, p.906) reporta la acidez como ácido láctico con un valor de 1.12% y un pH de 5.78; en estos estudios se puede observar que los valores reportados para pH son menores a los datos de la tabla 2-3, lo cual significa que el estado de maduración de la fruta influye en la acidez o alcalinidad de la harina, según (Piña-Dumoulin et al. 2010) el pH disminuye a medida que madura la fruta; es por ello que en el presente trabajo se evidencia un mayor pH debido a la fruta que se utilizó para la obtención de la harina, que en este caso fue en un estado intermedio de madurez, a diferencia de los estudios antes mencionados en los que se utilizaron la fruta madura.

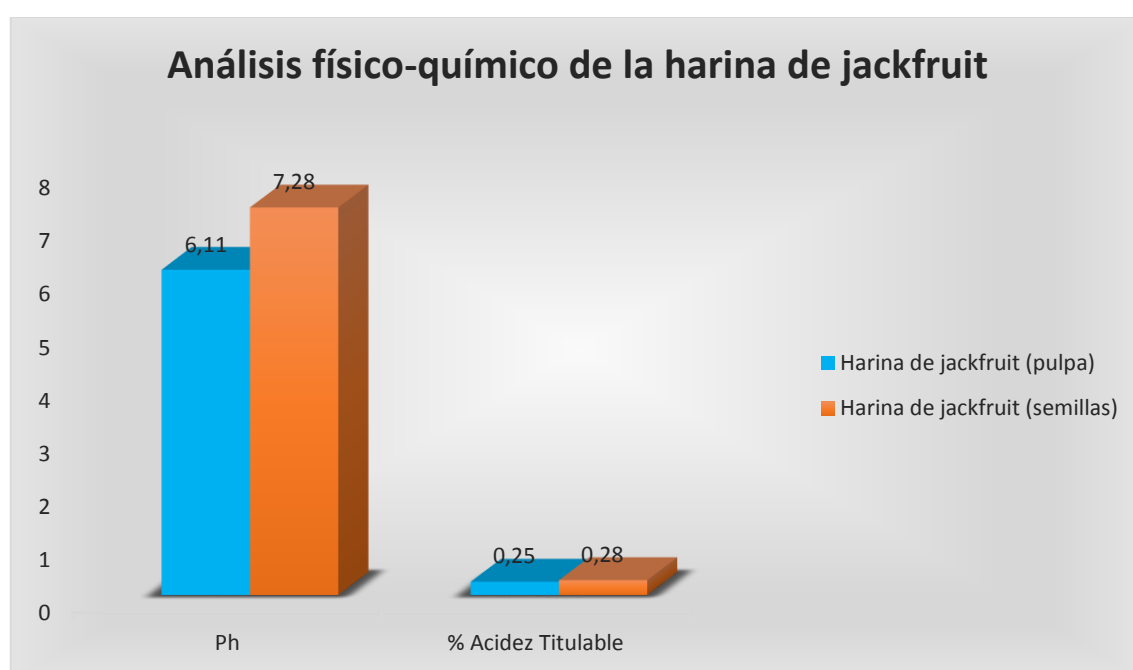


Gráfico 1-3. Análisis físico-químico de la harina de pulpa y semillas de jackfruit.

Realizado por: Semanate, A. 2021.

El contenido de humedad para la harina de pulpa de jackfruit (HJKP) fue mayor con respecto a la harina obtenida de las semillas (HJKS), esto debido a la alta actividad de agua que presenta la pulpa fresca o madura (76,2 – 94%) a diferencia de las semillas (51,6 – 57,7%) (Goswami and Chacrabati 2015, p.321). En los estudios realizados por (Opkala 2010, p.44; Ocloo et al. 2010, p.906) caracterizan a la harina obtenida tanto de la pulpa como de las semillas reportando valores superiores de 15,19% y 6,09%, respectivamente, comparados a los datos obtenidos en la tabla 2-3. Esta disminución puede estar influenciado por dos factores: el primero por el estado de maduración de la fruta que se utilizó en este trabajo, que fue cuando la pulpa todavía se encontraba

verde, lo que conlleva a una baja actividad del agua; y el segundo por la temperatura superior a los trabajos antes mencionados a la que fue deshidratada la pulpa, resultando así que la disminución en el contenido de humedad fuera mayor.

Del mismo modo sucede con el contenido de cenizas, donde HJKP tiene 2,86% superior al de HJKS con 2,59% como se muestra en el gráfico 2-3. Según literatura reportada por (Eke-Ejiofor, Beleya and Onyenorah 2014, p.169) el tratamiento térmico que se le aplique a las semillas previo a la deshidratación incidirá en el porcentaje de cenizas; es decir, en dicho estudio se utilizaron semillas secas, tostadas, esterilizadas, hervidas y germinadas, obteniendo cenizas en un rango de 2,45 – 2,76%. De acuerdo con esto, se puede deducir que el incremento de cenizas que presenta HJKP frente a HJKS es producido por el blanqueamiento térmico al que fue expuesto la pulpa, tratamiento que no se realizó en las semillas.

Se determinó que HJKS presentó mayor contenido proteico con respecto a HJKP, esto se debe a que la temperatura a la cual fue deshidratada la pulpa (65°C) provocó la desnaturalización de las proteínas; pues según (Badui Dergal 2006, p.168) temperaturas superiores entre 60 y 70°C afectan a la estabilidad de las interacciones no covalentes de la estructura tridimensional de las proteínas, elevando así la entalpía de la molécula, rompiendo el balance de los enlaces que mantienen el equilibrio y por ende influyen en las propiedades funcionales de los alimentos. Además, autores como (Tulyathan et al. 2002, p.39; Eke-Ejiofor, Beleya and Onyenorah 2014, p.170; Ocloo et al. 2010, p.906) reportan resultados mayores a los obtenidos en la tabla 2-3 para la harina de las semillas de jackfruit, pese a que en estos estudios el rango de temperatura de deshidratación varió entre 60 a 70°C. De igual manera, el contenido de grasa de HJKS fue 0,20% más que de HJKP (tabla 2-3). Sin embargo, estos datos son mayores a los reportados en los trabajos de (Opkala 2010, p.44; Islam et al. 2015, p.144) con 0,20% y 1,77% para harina de pulpa y harina de semillas de jackfruit respectivamente.

El contenido de fibra para la harina de pulpa fue 4,29%, mayor al de la obtenida en las semillas de 2,88%, esta diferencia puede estar asociada al alto contenido de fibra que presenta la pulpa verde y fresca, que es la que se utilizó en el presente trabajo, con respecto a la pulpa madura y a las semillas como lo sugiere (Goswami and Chacrabati 2015, p.321). Además, para (Opkala 2010, p.44) un alto contenido de este nutriente, como el que reportó en su estudio (5,26%) puede ser ideal para una dieta en fibra. Por ende, un mayor contenido en fibra se asocia a un menor contenido en carbohidratos como el que se muestra en la figura, donde HJKP presenta un 77,08% menor a HJKS de 80,56%, estos datos son similares a los reportados por (Opkala 2010, p.44; Ocloo et al. 2010, p.906).

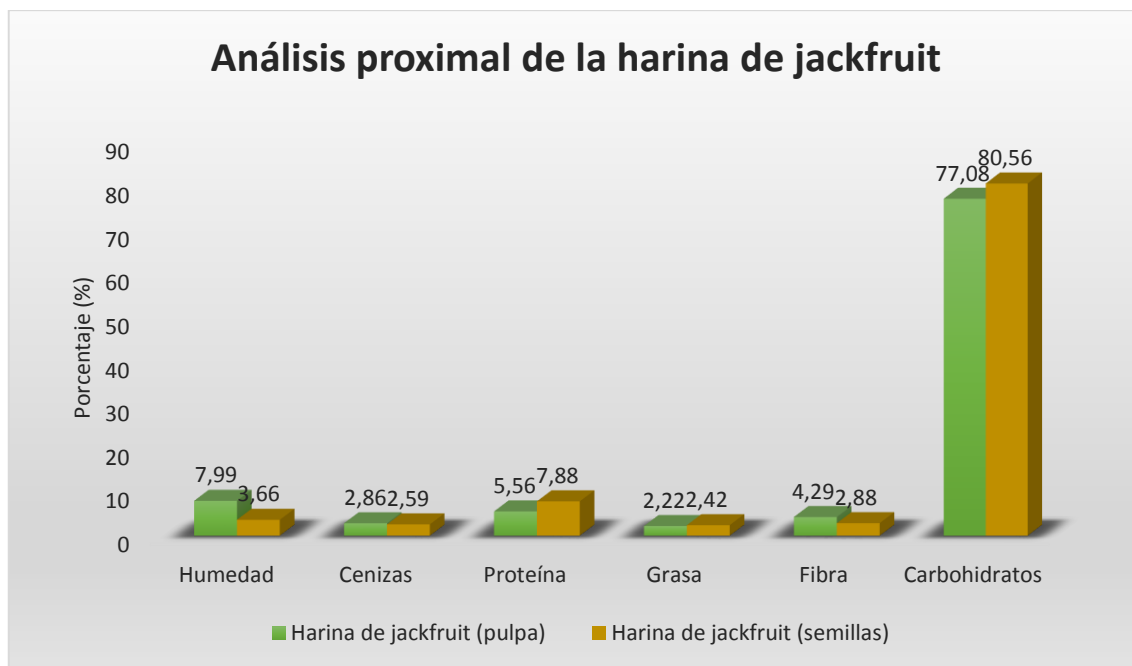


Gráfico 2-3. Análisis proximal de la harina de pulpa y semillas de jackfruit.

Realizado por: Semanate, A. 2021.

De acuerdo con la comparación realizada (tabla 3-3) entre la composición proximal que presenta la harina de pulpa de jackfruit (HJK) con respecto a otras harinas derivadas de algunos cereales (trigo, cebada, maíz, avena, quinua) y leguminosas (arveja, haba, soya) se evidencia que el contenido de humedad en las harinas de referencia es mayor a HJK con excepción de la harina de avena y de arveja tostada que fue menor. Según (Cachimuel Ruiz 2018, pp.27–28) el tostado es un proceso que se realiza con el fin de obtener harinas con menor contenido de humedad, mejores características organolépticas, desactivar enzimas que alteran la estabilidad del producto y sobre todo incrementar la cantidad de nutrientes disponibles en la harina; tal es el caso de las harinas tostadas de quinua, arveja, haba y soya, que presentan contenido de cenizas y carbohidratos mayores con respecto a sus análogas; es decir a las harinas que se obtienen sin este tratamiento (crudas). Sin embargo, el contenido de cenizas en harinas de cereales es menor a la harina de jackfruit.

Por otra parte, el contenido de proteínas en la harina de jackfruit es menor comparada con las demás harinas, especialmente las que se obtienen de leguminosas, destacando entre ellas la harina de soya desgrasada que presenta un 48,5%, esto se debe a que esta harina se somete a un tratamiento térmico con vapor para eliminar el residuo del solvente empleado en la extracción del aceite y posteriormente un tostado, procesos por los cuales se inactivan ciertas sustancias antifisiológicas, mejorando el valor nutritivo de la harina y por ende aumentando la actividad proteica (Badui Dergal 2006, p.638).

El contenido de grasa en HJK es mayor a las harinas de trigo, cebada, arveja, haba y soya desgrasada; mientras que, en el caso de las harinas de maíz, avena, quinua y soya integral, estas

presentan mayor contenido de este macronutriente con respecto a HJK. Además, HJK presenta un contenido en fibra mayor con respecto a las demás harinas, según la (FAO 2019) esta variación está asociada con el grado de extracción de la harina durante la molienda, pues en este proceso se elimina la cascarilla o pericarpio que contiene la mayor proporción de polisacáridos, es por ello que en el caso de los cereales y leguminosas el pericarpio es retirado durante la limpieza para obtener el grano limpio y así proceder a la molienda, evidenciando un menor contenido de fibra. En cuanto al contenido de carbohidratos en las harinas de cereales oscila en un rango 71,6 – 78,3% valores menores con respecto a HJK con excepción de la cebada que supera en 1,22% a HJK, del mismo modo sucede para las harinas de leguminosas que presentan menor contenido de este macronutriente con respecto a la de jackfruit.

Tabla 3-3: Comparación entre la composición proximal de harina de jackfruit y harinas derivadas de cereales y leguminosas.

HARINAS	COMPOSICIÓN PROXIMAL						
		Humedad	Cenizas	Proteína	Grasa	Fibra	Carbohidratos
Jackfruit (<i>Artocarpus heterophyllus</i> Lam)	Pulpa	7,99	2,86	5,56	2,22	4,29	77,08
¹ Trigo (<i>Triticum aestivum</i>)	Preparada	10,7	2,5	9,6	0,9	0,3	76,3
	Integral	10,8	1,7	12,9	2,0	2,3	72,6
¹ Cebada (<i>Hordeum vulgare</i>)		9,3	1,5	9,6	1,3	1,1	78,3
¹ Maíz (<i>Zea mays</i>)		11,2	1,5	9,0	4,5	2,0	73,8
² Avena (<i>Avena sativa</i> L.)		3,5	1,2	6,4	8	4,03	-
¹ Quinoa (<i>Cenopodium quinoa</i>)	Cruda	11,8	2,4	10,6	3,6	3,3	71,6
	Tostada	6,0	2,6	12,6	5,6	1,8	73,2
¹ Arveja (<i>Pisum sativum</i>)	Cruda	8,9	1,4	24,8	1,5	2,5	63,4
	Tostada	6,2	2,9	20,1	1,9	3,3	68,9
¹ Haba (<i>Vicia faba</i>)	Cruda	10,3	3,2	23,3	1,6	1,4	61,6
	Tostada	8,7	3,6	22,8	1,7	3,0	63,2
¹ Soya (<i>Glycine max</i>)	Integral	8,0	4,8	32,5	22,3	2,6	32,4
	Desgrasada	7,5	6,0	48,5	3,0	1,0	35,0

Fuente: ¹(Bejarano I. et al. 2002); ²(Flores et al. 2020b).

Realizado por: Semanate, A. 2021.

En base a lo anterior se puede establecer que la harina obtenida de la pulpa de jackfruit puede ser comercializada al igual que otras harinas, pues a pesar de que el contenido de humedad sea menor, este se puede considerar como un indicativo de estabilidad del producto reduciendo la proliferación de microorganismos aumentando la vida útil de la harina. Cabe mencionar que el valor obtenido (tabla 2-3) está dentro del límite establecido en la norma NTE INEN 616:2015 que es del 14,5%.

El contenido de proteínas reportado es bajo, convirtiéndola en una harina ideal en la elaboración de galletas; pues algunos autores (Cabeza Rodríguez 2009; Zhou and Hui 2014) consideran que un contenido proteico menor al 10% hace que la proteína se acomode durante la cocción evitando un endurecimiento y reducción en la longitud de la galleta posterior al horneado. Por otra parte, debido al contenido en fibra que presenta esta harina y como lo sugiere (FESNAD-SEEDO 2011, p.42) puede ser considerada en una dieta suplementaria ideal para personas con obesidad gracias a la acción saciante que esta ejerce contribuyendo a la pérdida de peso y disminución en los niveles de colesterol.

3.3. Granulometría y Propiedades funcionales de la harina de jackfruit

3.2.1. Granulometría de la harina de pulpa y semillas de jackfruit

En el grafico 3-3, se observa que el porcentaje de retención en la harina de pulpa de jackfruit (HJKP) es mayor en el tamiz de 250 μ m comparado a la retención que presenta la harina de las semillas (HJKS) en los tamices de 200 y 300 μ m, lo cual indica que esta última presenta una granulometría más uniforme y con tamaños de partícula menores con respecto a la primera. Esta diferencia se puede asociar al contenido de humedad que presenta HJKP (tabla 2-3), lo cual incide en el tamaño de partícula, puesto a que en esta harina se tiende a formar aglomeraciones o grumos al momento de tamizar.

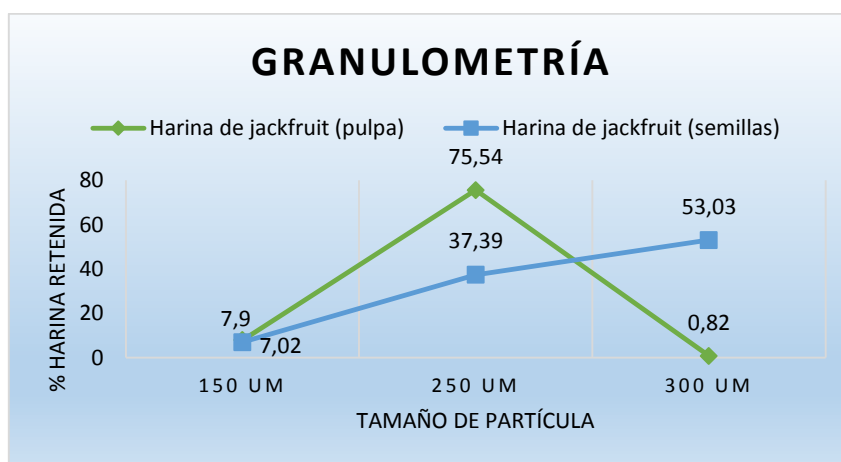


Gráfico 3-3. Granulometría para la harina de pulpa y semillas de jackfruit.

Realizado por: Semanate, A. 2021.

3.2.2. Propiedades funcionales de la harina de pulpa y semillas de jackfruit

Se evaluaron las propiedades funcionales como índice o capacidad de absorción de agua (IAA), capacidad de retención de agua (CRA), índice de solubilidad en agua (ISA), índice de absorción de lípidos (IAL) y poder de hinchamiento (PH) tanto para la harina de pulpa como para la harina de las semillas de jackfruit. Cabe mencionar que los términos capacidad de absorción y capacidad de retención al parecer parecen dos términos similares, sin embargo existe una diferencia entre estas propiedades como lo define (Arevalo Saenz 2017, p.15), que la capacidad de absorción se refiere a la incorporación de materia por parte de otra, en este caso se definiría como la capacidad que tiene la harina para incorporar agua dentro de su estructura y que está se puede ligar a las proteínas u otras moléculas; mientras que la capacidad de retención o adsorción como lo llama (Arevalo Saenz 2017, p.15), no es más que la retención superficial de moléculas, átomos o iones de un sólido, líquido o gas, por parte de un sólido o líquido, dicho de otro modo, esta propiedad se conceptualizaría como la capacidad que presenta la harina para retener agua en su superficie.

Tabla 4-3: Propiedades funcionales de la harina de jackfruit

Propiedades Funcionales	IAA (mL/g)	CRA (%)	ISA (%)	IAL (ml/g)	PH (g/g)
Harina de Pulpa (HJKP)	3,14 ± 0,19	62,89 ± 5,15	34,4 ± 22,4	5,33 ± 0,15	6,32 ± 0,20
Harina de Semillas (HJKS)	3,19 ± 1,20	83,00 ± 4,76	28,73 ± 4,60	6,12 ± 0,07	10,59 ± 3,05

Los valores se representan como la media ± desviación estándar de determinaciones por duplicado.

Realizado por: Semanate, A. 2021.

En la tabla 4-3 se puede observar que el índice de absorción de agua (IAA), la capacidad de retención de agua (PH), el índice de absorción de lípidos (IAL) y el poder de hinchamiento (PH) es mayor en la harina obtenida de las semillas de jackfruit que en la harina obtenida de la pulpa, este aumento está asociado particularmente al contenido proteínico que presenta la harina, aunque también influye la cantidad de carbohidratos que esta contiene (Badui Dergal 2006, p.644). En el gráfico 2-3 se observa que HJKS presenta mayor contenido en proteínas y carbohidratos respecto a HJKP, pero en el caso de las proteínas como lo describe (Álvarez Vinueza 2016, p.24) son conformaciones que contienen subunidades estructurales que se rompen cuando son sometidas a un tratamiento térmico creando espacios hidrofílicos, en este caso las semillas fueron deshidratadas

a una temperatura mayor al de la pulpa lo cual favoreció a una mayor absorción de agua y por ende una mejor capacidad de retención y poder de hinchamiento. Otro factor que se puede asociar a que la harina de la pulpa presente menor capacidad de absorción de agua y lípidos es debido a que estas propiedades disminuyen a medida que el tamaño de partícula aumenta, como lo sugiere (Badui Dergal 2006, p.644).

En el estudio realizado por (Odoemelam 2005, p.368) asegura que el tratamiento térmico (120°C) que se aplicó a las semillas de jaca previo a la obtención de la harina favoreció a una mayor capacidad de absorción de agua y aceite que en la harina obtenida de las semillas sin tratamiento (60°C), con valores de 3,5 y 2,3 ml/g para la absorción de agua y 3,1 y 2,8 ml/g para la absorción de aceite. Es por ello por lo que en el presente trabajo el IAA e IAL en HJKP fue mayor a los valores anteriormente citados, debido la temperatura a la que se deshidrato la pulpa (65°C). En cuanto al ISA se observó que HJKP presenta mayor solubilidad comparado con los datos reportados por (Pua et al. 2007, p.632) donde se obtuvo valores de solubilidad en un rango de 8,50 a 12,00%, esto debido a la adición de lecitina al pure de la pulpa de jaca durante el secado, pues según (Cala Calviño, Sánchez Hechavarria and García Torres 2017) a pesar de ser un buen emulsionante, presenta una baja solubilidad y esto dependerá del grado de hidratación que tenga y la temperatura a la que se trabaje. Del mismo modo considera que las harinas que no han sido sometidas a ningún tratamiento térmico previo a la obtención de estas presentan una solubilidad aproximada del 80%, de acuerdo con esto el estudio realizado por (Islam et al. 2015, p.144) reporta un ISA menor a HJKP y HJKS, debido a la temperatura que utilizaron para la deshidratación.

Se realizó una comparación entre las propiedades funcionales que presentan la harina de pulpa de jackfruit con respecto a otras harinas (tabla 5-3), corroborando que la harina de jackfruit presenta un mayor IAA y PH con respecto a las harinas de trigo y quinua. Sin embargo, en el caso de la harina de la papa presenta un mayor IAA con respecto a HJKP y HJKS, esto se debe a que los enlaces de hidrógeno de la estructura cristalina se rompen permitiendo que las moléculas de agua se unan a los grupos hidroxilos presenten en la amilosa y amilopectina provocando un aumento de la hinchazón y absorción de los gránulos (Hoover 2001, p.258).

Tabla 5-3: Comparación de las propiedades funcionales entre harina de jackfruit y harinas comerciales.

HARINAS	PROPIEDADES FUNCIONALES			
		IAA (g/g)	ISA (%)	PH (g/g)
Jackfruit (<i>Artocarpus heterophyllus</i> Lam)	Pulpa	3,14	34,4	6,32
	Semillas	3,19	28,73	10,59

¹ Trigo (<i>Triticum avestum</i>)	1,92	2,09	1,96
¹ Papa (<i>Solanum tuberosum</i>)	4,48	7,45	4,84
¹ Quinoa (<i>Chenopodium quinoa</i> Willd)	2,31	5,10	2,43

Fuente: ¹(Rodríguez-Sandoval, Lascano and Sandoval 2012).

Realizado por: Semanate, A. 2021.

Gracias a las propiedades funcionales que presenta tanto la harina obtenida de pulpa como la semillas de jackfruit, la convierte en una harina ideal para ser empleada en la industria de pastificios, panadería o pastelería.

3.4. Análisis microbiológico de la harina y galletas de jackfruit

En el análisis microbiológico de la harina y galletas de jackfruit se determinó la presencia de microorganismos como: aerobios mesófilos, staphylococcus aureus, hongos (mohos y levaduras) y coliformes totales. Para ello se realizaron diluciones de 10^{-1} , 10^{-2} y 10^{-3} (en el caso de recuento de coliformes).

3.3.1. Análisis microbiológico de la harina de pulpa y semillas de jackfruit

En la tabla 6-3, se observa los resultados obtenidos del análisis microbiológico realizado a la harina obtenida tanto de la pulpa como de las semillas de jackfruit.

Tabla 6-3: Análisis microbiológico de la harina de pulpa y semillas de jackfruit

PARÁMETROS	UNIDAD	RESULTADOS		TÉCNICAS
		Harina de pulpa (HJKP)	Harina de semillas (HJKS)	
Aerobios Mesófilos	UFC/g	2×10^3	5×10^3	Recuento en placas
Staphylococcus Aureus	UFC/g	Ausencia	Ausencia	Recuento en placas por extensión en superficie
Mohos y Levaduras	UPC/g	$2,2 \times 10^1$	$6,8 \times 10^1$	Recuento en placas por siembra en profundidad
Coliformes Totales	NMP/g o mL	Ausencia	Ausencia	Técnica del número más probable

Fuente: Laboratorio de análisis clínicos de la Facultad de Ciencias de La ESPOCH.

Realizado por: Semanate, A. 2021.

En la norma NTE INEN 616:2006 se establece los requisitos microbiológicos que deben cumplir las harinas (tabla 7-3), tomando como referencia a la harina de trigo. De acuerdo con esto se puede analizar si la harina de jackfruit cumple o no con los límites permitidos.

Tabla 7-3: Requisitos microbiológicos para harinas (harina de trigo)

Requisitos	Unidad	Límite máximo	Método de ensayo
Aerobios mesófilos	ufc/g	100 000	NTE INEN 1529-5
Coliformes	ufc/g	100	NTE INEN 1529-7
E. coli	ufc/g	0	NTE INEN 1529-8
Salmonella	ufc/25 g	0	NTE INEN 1529-15
Mohos y levaduras	ufc/g	500	NTE INEN 1529-10

Fuente: (NTE INEN 616 2006).

Realizado por: Semanate, A. 2021.

En el recuento de Aerobios Mesófilos se obtuvo un total de 2000 y 5000 UFC/g para la harina de pulpa y harina de semillas de jackfruit respectivamente, de acuerdo con la norma NTE INEN 616 el límite permitido es de 100000 UFC/g y en base a ello se puede establecer que la harina de jackfruit se encuentra dentro del rango y por lo tanto cumple con dicho parámetro.

Según la norma NTE INEN 616 el límite máximo para mohos y levaduras es de 500 UFC/g, en este caso el valor que se obtuvo para la harina de pulpa de jackfruit fue de 22 UPC/g; mientras que para la harina de las semillas de jackfruit se obtuvo un total de 68 UPC/g, de acuerdo con esto se establece que las dos harinas cumplen con este requisito.

En el recuento realizado para Staphylococcus Áureos y Coliformes Totales se evidenció que tanto para la harina de pulpa como la de semillas de jackfruit existe una ausencia de estos microorganismos.

3.3.2. Análisis microbiológico de las galletas elaboradas con harina de jackfruit

En la tabla 8-3 se muestran los resultados obtenidos para el análisis microbiológico realizado a los tres tipos de galletas elaboradas con harina de jackfruit.

Tabla 8-3: Análisis microbiológico de las galletas elaboradas con harina de jackfruit

PARÁMETROS	UNIDAD	RESULTADOS			TÉCNICAS
		Primer Tratamiento JK40Q60	Segundo Tratamiento JK50Q50	Tercer Tratamiento JK60Q40	
Aerobios Mesófilos	UFC/g	2×10^3	3×10^3	2×10^3	Recuento en placas
Staphylococcus Aureus	UFC/g	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Recuento en placas por extensión en superficie
Mohos y Levaduras	UPC/g	6×10^1	3×10^1	2×10^1	Recuento en placas por siembra en profundidad
Coliformes Totales	NMP/g o mL	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Técnica del número más probable

Fuente: Laboratorio de análisis clínico de la Facultad de Ciencias de la ESPOCH.

Realizado por: Semanate, A. 2021.

Para determinar si las galletas cumplen o no con los requisitos microbiológicos, los datos obtenidos se compararon con la norma NTE INEN 2085:2005 donde se detallan los requisitos microbiológicos que deben cumplir las galletas simples, con relleno o recubiertas (tabla 9-3).

Tabla 9-3: Requisitos microbiológicos para galletas: simples, con relleno o recubiertas

Requisito	Número de unidades de muestra (n)	Límite de aceptación (m)	Límite de rechazo (M)	Método de Ensayo
R.E.P. ufc/g	3	$1,0 \times 10^4$	$3,0 \times 10^4$	NTE INEN 1529-5
Mohos y levaduras upc/g	3	$2,0 \times 10^2$	$5,0 \times 10^2$	NTE INEN 1529-10
Estafilococos aureus (coagulasa positiva) ufc/g	3	$< 1,0 \times 10^2$	-----	NTE INEN 1529-14
Coliformes totales ufc/g	3	$< 1,0 \times 10^2$	$1,0 \times 10^2$	NTE INEN 1529-7
Coliformes fecales ufc/g	3	Ausencia	-----	NTE INEN 1529-8

Fuente: (NTE INEN 2085 2005).

En el recuento de aerobios mesófilos se determinó que las galletas JK40Q60 y JK60Q40 presentan un total de 2000 UFC/g; mientras que las galletas JK50Q50 presentan un total de 3000 UFC/g y de acuerdo con estos valores se puede establecer que las tres galletas se encuentran dentro del límite de aceptación que establece la norma, que es de 10000 UFC/g.

Según la norma INEN establece que el rango de aceptación tanto para *Staphylococcus Aureus* como para coliformes totales es < 100 UFC/g y en base a los resultados obtenidos de las galletas se evidencia la ausencia de estos microorganismos en los tres tratamientos, cumpliendo así con la norma para los dos requisitos.

El límite de aceptación para Mohos y Levaduras según la norma INEN es de 200 UFC/g, en este caso se obtuvo valores de 60, 30 y 20 UPC/g para el primero, segundo y tercer tratamiento respectivamente, estableciendo que las galletas si cumplen con este requisito.

La presencia de aerobios mesófilos, mohos y levaduras tanto en las muestras de harina como en las galletas de jackfruit se puede asociar a que no hubo una correcta desinfección de la fruta, control deficiente en la limpieza o desinfección de los equipos y materiales a utilizar, el ambiente en donde se obtuvo la harina o se elaboraron las galletas se encontraba contaminado, entre otros factores.

3.5. Análisis del valor nutricional de las galletas

Las galletas elaboradas con harina de jackfruit (HJK) y harina de quinua (HQ) fueron analizadas químicamente para determinar los parámetros de: humedad, cenizas, proteína, grasas, fibra y carbohidratos y así evaluar el valor nutricional que aporta cada tratamiento.

3.5.1. Humedad

Los resultados de humedad para cada tratamiento se presentan en la tabla 10-3, en donde se puede observar que el tratamiento T1 presenta un contenido de humedad del 9.95% mayor a los otros dos tratamientos; mientras que el T2 y T3 presentan menor contenido de humedad, 4.77% y 4.50% respectivamente.

Tabla 10-3: Contenido de humedad en galletas elaboradas con harina de jackfruit

Tratamiento	Proporción		% Humedad $\bar{x} \pm D.E.$
	% HJK	% HQ	
T1 (JK40Q60)	40	60	9.95 ^a \pm 0.60
T2 (JK50Q50)	50	50	4.77 ^b \pm 0.30
T3 (JK60Q40)	60	40	4.50 ^b \pm 0.11

Los valores están representados como la media \pm desviación estándar de determinaciones por duplicado.

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes (prueba de Tukey al 5%).

Realizado por: Semanate, A. 2021.

Según la NTE INEN 2085:2005 establece que contenido de humedad para galletas debe ser máximo el 10%, de acuerdo con los resultados obtenidos (tabla 10-3) se puede decir que los tres tratamientos cumplen con la norma de calidad. Sin embargo, se debe considerar que el aumento en el contenido de humedad para el tratamiento T1 se debe al relleno que se utilizó como recubierto para esta galleta, lo que influyó significativamente en el incremento comparado con los otros dos tratamientos.

Para determinar si existe diferencias en cuanto al contenido de humedad entre los tres tratamientos de las galletas, se utilizó un ANOVA (ANEXO G), donde se observa que $p\text{-valor} < 0.05$, lo cual indica que los tratamientos presentan diferencia significativa; es decir que al menos una de las formulaciones presenta un contenido de humedad diferente con respecto a las demás.

En la prueba de Tukey se evidencia que existe diferencia significativa entre los pares de tratamientos (ANEXO G), en donde el tratamiento T1 es diferente a los otros dos, mientras que los tratamientos T2 y T3 no muestran diferencias como se observa en el gráfico 4-3. El hecho de que no muestren diferencias entre el tratamiento T2 y T3, se puede asociar al tipo de relleno que se utilizó al momento de formular, el cual no afectó al incremento en el contenido de humedad.

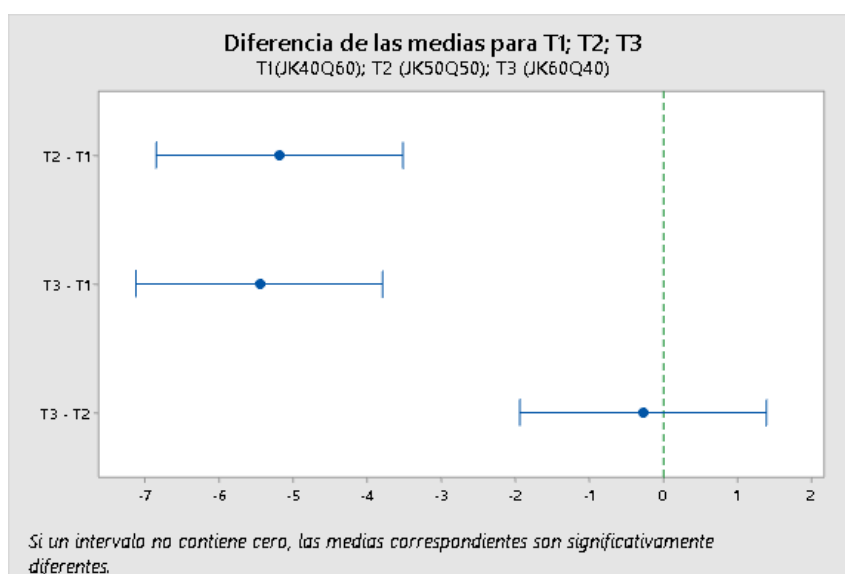


Gráfico 4-3. Diferencia de medias para el contenido de humedad.

Realizado por: Semanate, A. 2021.

Para los tratamientos T2 y T3 que no presentan diferencias significativas, se puede asociar al tipo de relleno que se utilizó al momento de formular, que en este caso fue un relleno de chocolate amargo, lo cual contribuyó a no incrementar el contenido de humedad; mientras que en el primer

tratamiento se utilizó un relleno de mermelada, el cual influyó notablemente en el contenido de humedad como se muestra en el gráfico 5-3.

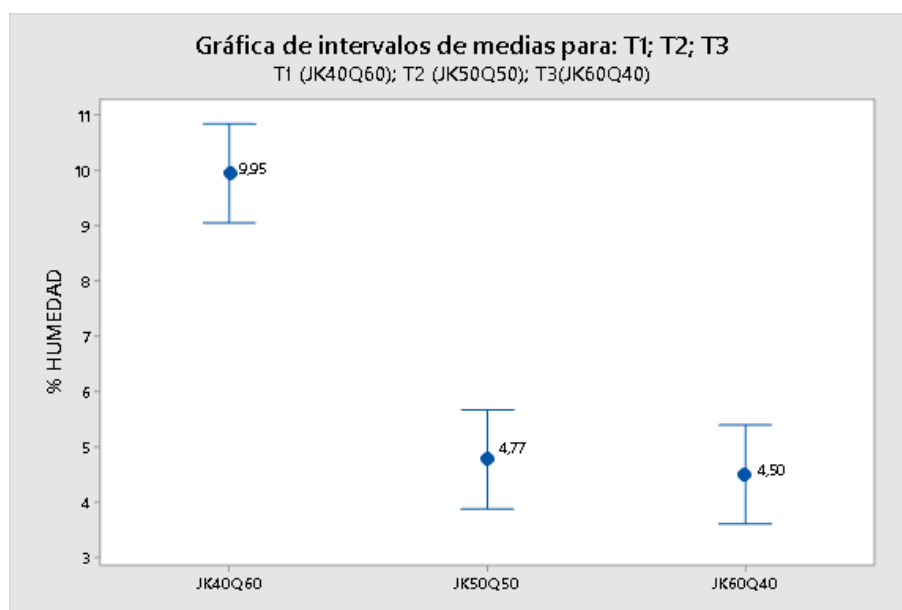


Gráfico 5-3. Intervalos de medias para el contenido de humedad en las galletas.

Realizado por: Semanate, A. 2021.

3.5.2. Cenizas

En la tabla 11-3, se observa que el tratamiento T1 presenta un contenido de cenizas de 1.74%, mayor con respecto al T2 y T3, con un contenido de 1.64 y 1.58% respectivamente.

Tabla 11-3: Contenido de cenizas en galletas elaboradas con harina de jackfruit

Tratamiento	Proporción		% Cenizas $\bar{x} \pm D.E.$
	% HJK	% HQ	
T1 (JK40Q60)	40	60	1.74 ^a \pm 0.00
T2 (JK50Q50)	50	50	1.64 ^{ab} \pm 0.035
T3 (JK60Q40)	60	40	1.58 ^b \pm 0.028

Los valores están representados como la media \pm desviación estándar de determinaciones por duplicado.

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes (prueba de Tukey al 5%).

Realizado por: Semanate, A. 2021.

Para el contenido de ceniza se realizó un ANOVA (ANEXO G), donde se observa p-valor <0.05 , lo cual indica que existe diferencias significativas entre los tratamientos; es decir, que el valor promedio en el contenido de cenizas en al menos uno de los tratamientos es diferente con respecto a los otros dos, en un nivel de significancia de 5%. En la tabla 11-3, se puede apreciar que el

tratamiento T1 y T3 no comparten una letra, lo cual indica que existe diferencia entre esos pares de tratamientos y que se puede observar en el gráfico 6-3.

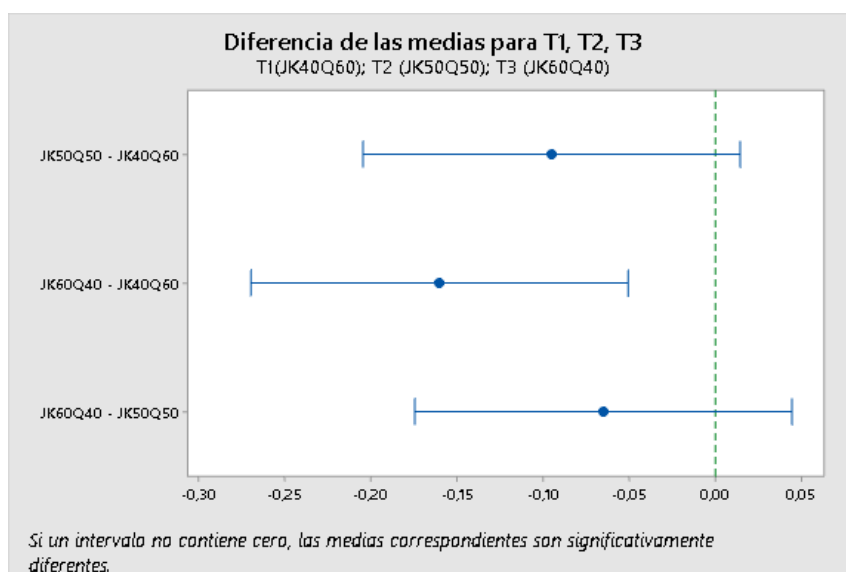


Gráfico 6-3. Diferencia de medias para el contenido de cenizas

Realizado por: Semanate, A. 2021.

Del mismo modo se puede apreciar en la prueba de Tukey (ANEXO G), donde se evidencia que los pares de tratamientos T1 y T3 son diferentes, lo contrario a los pares T1=T2 y T2=T3 que no presentan diferencias significativas en cuanto a este parámetro químico. Esto se puede corroborar con el gráfico 7-3, donde se observa que los intervalos que se superponen son estadísticamente iguales a un nivel de significancia del 5%, mientras que los tratamientos que no se solapan son diferentes.

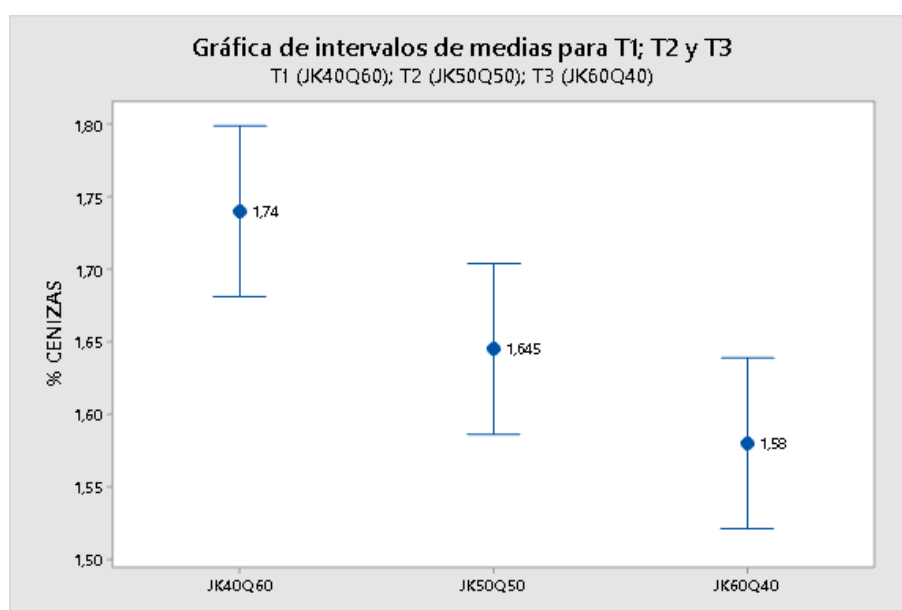


Gráfico 7-3. Diferencia de medias para el contenido de cenizas

Realizado por: Semanate, A. 2021.

De acuerdo con los datos obtenidos en la tabla 11-3, se puede apreciar que la relación entre la sustitución de HJK con respecto al contenido de cenizas en las galletas es inversamente proporcional; pues a medida que incrementa la cantidad de HJK, disminuye el porcentaje de cenizas; mientras que para HQ sucede lo contrario, esto se puede observar en el gráfico 8-3. Pese a que en la caracterización de la harina de jackfruit el porcentaje de cenizas fue de 2.865 y 2.59% para la harina de pulpa y de semillas respectivamente (Ver tabla 2-3), valores superiores a los establecidos en la norma NTE INEN 616 que toman como referencia a la harina de trigo que presenta 0.8% de cenizas. Sin embargo, según bibliografía reportada por (Goswami and Chacrabati 2015, p.321; Simba Casa 2014, p.9) el contenido de cenizas tanto en la pulpa y semillas frescas es bajo comparado con el alto contenido en minerales que presenta la quinua (Arroyave Sierra and Esguerra Romero 2006, p.33). De este modo, la disminución en las cenizas se puede asociar a la proporción de HQ que se utilizó para cada tratamiento.

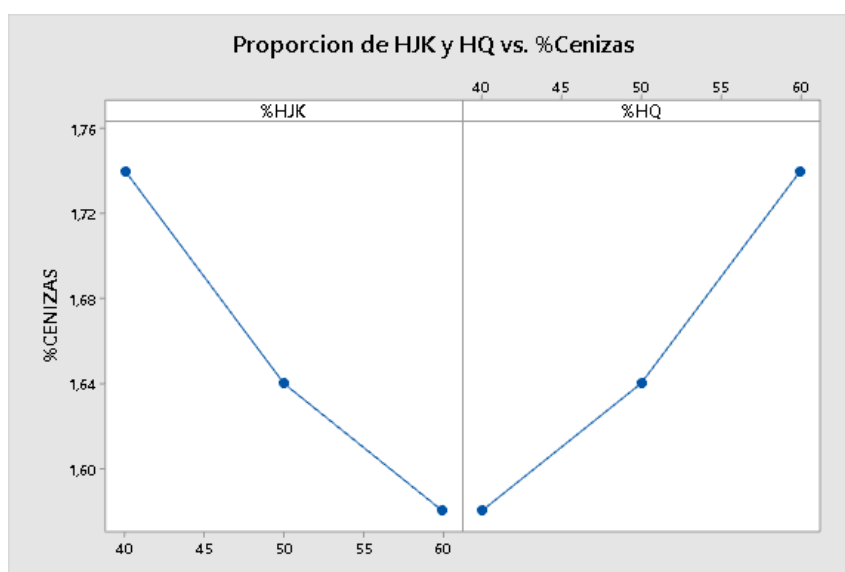


Gráfico 8-3. Efecto de la proporción de HJK y HQ sobre el contenido de cenizas

Realizado por: Semanate, A. 2021.

3.5.3. Grasa

En la tabla 12-3, se presentan los resultados para el contenido de grasa presente en las galletas.

Tabla 12-3: Contenido de grasa en galletas elaboradas con harina de jackfruit

Tratamiento	Proporción		% Grasa $\bar{x} \pm D.E.$
	% HJK	% HQ	
T1(JK40Q60)	40	60	22.46 ^b \pm 1.56
T2 (JK50Q50)	50	50	22.47 ^b \pm 0.82
T3 (JK60Q40)	60	40	68.14 ^a \pm 4.22

Los valores están representados como la media \pm desviación estándar de determinaciones por duplicado.

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes (prueba de Tukey al 5%).

Realizado por: Semanate, A. 2021.

De acuerdo con los datos obtenidos en la tabla 12-3, se puede evidenciar que existe un incremento en el contenido de grasa a medida que va aumentando la proporción de HJK utilizada y se observa que el tratamiento T3 presenta 68.14% mayor al tratamiento T1 y T2 con 22.46% y 22.47% respectivamente. Se realizó un ANOVA para comparar los tres tratamientos (ANEXO G), el cual indica que $p\text{-valor} < 0.05$ demostrando que al menos una de las formulaciones presenta diferencia significativa en cuanto al contenido de grasa, en un nivel de significancia de 5%. Con la prueba de Tukey, también se puede comprobar que los pares de tratamientos T2=T1 no presentan diferencia significativa; mientras que para los pares de tratamientos T1-T3 y T2-T3 sucede lo contrario, como se observa en el gráfico 9-3.

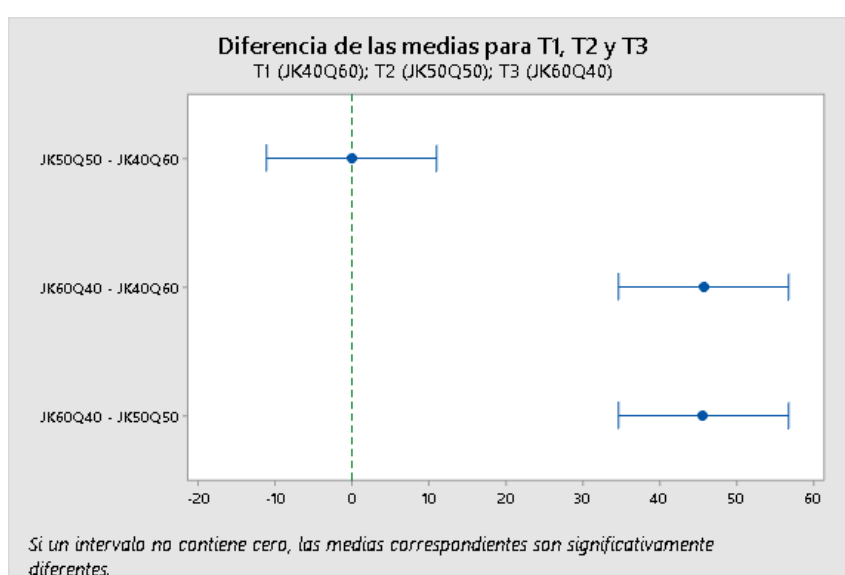


Gráfico 9-3. Diferencia de medias para el contenido de grasa.

Realizado por: Semanate, A. 2021.

Del mismo modo en la gráfica de intervalos de medias (gráfico 10-3) se puede observar que los intervalos para el tratamiento T1y T2 se traslapan, indicando que estadísticamente el porcentaje de grasa entre ellos no es diferente, pese a que matemáticamente si lo sea; mientras que el tratamiento T3 no se superpone con ninguno de los dos tratamientos antes mencionados, lo cual sugiere que existe diferencia significativa entre ellos.

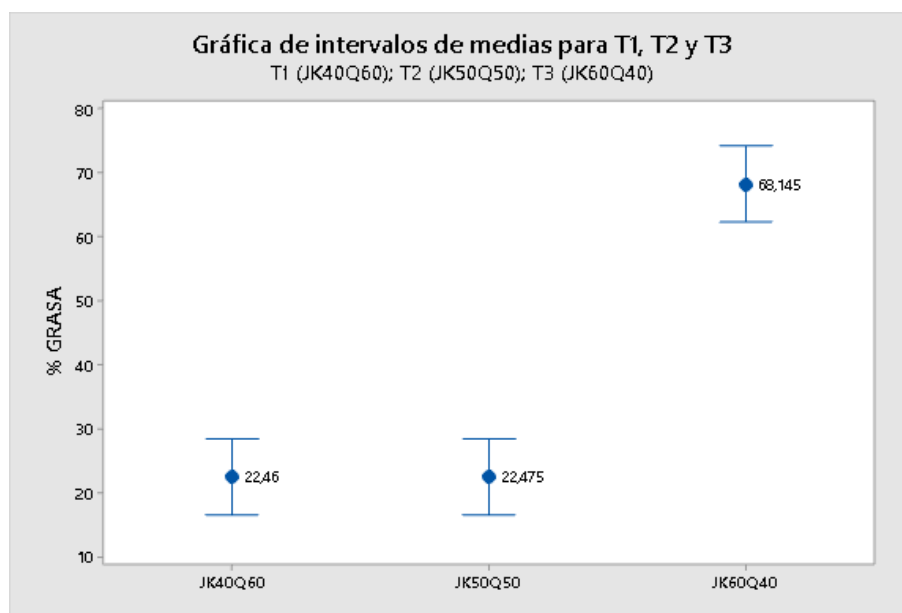


Gráfico 10-3. Intervalos de medias para el contenido de grasa en las galletas

Realizado por: Semanate, A. 2021.

En el trabajo de (Opkala 2010, p.61) se realizó un análisis proximal a galletas elaboradas con una sustitución parcial del 30% entre harina de pulpa y semillas de jackfruit con 70% de harina de trigo, obteniendo como resultados porcentajes de 16.31 a 21.33% en grasa, valores inferiores a los reportados en la tabla 10-3. Debido al contenido en grasa para la harina de jackfruit 2,22% (tabla 1-3), se puede asociar que un aumento en la proporción de HJK al momento de formular, influye directamente sobre el contenido de grasa, pero en el caso de HQ pese a tener un 7.60% de grasa (Mira Vásquez and Sucoshañay Villalva 2016, p.29) superior al de HJK, no se observa que una disminución en la proporción de esta harina contribuya a un menor porcentaje de grasa en las galletas, como se observa en el gráfico 11-3. Por otra parte, el aumento significativo de grasa en el tratamiento T3 se puede ligar al tipo de relleno que se utilizó en esta galleta, que fue un ganache de chocolate que evidentemente influyo en el contenido de grasa a comparación del T1 y T2.

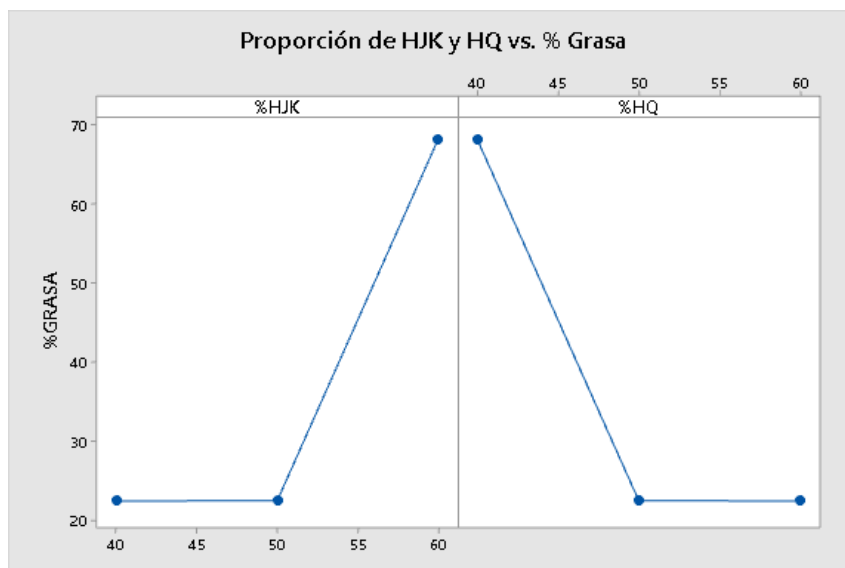


Gráfico 11-3. Efecto de la proporción de HJK y HQ sobre el contenido de grasa

Realizado por: Semanate, A. 2021.

3.5.4. Fibra

El porcentaje de fibra para las galletas oscila entre un rango de 15.30 a 19.21% como se muestra en la tabla 13-3, en donde el tratamiento T3 presenta un mayor contenido de fibra con respecto a los otros dos tratamientos.

Tabla 13-3: Contenido de fibra en galletas elaboradas con harina de jackfruit

Tratamiento	Proporción		% Fibra $\bar{x} \pm D.E.$
	% HJK	% HQ	
T1(JK40Q60)	40	60	15.30 ^e \pm 0.000
T2 (JK50Q50)	50	50	16.83 ^b \pm 0.049
T3 (JK60Q40)	60	40	19.21 ^a \pm 0.042

Los valores están representados como la media \pm desviación estándar de determinaciones por duplicado.

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes (prueba de Tukey al 5%).

Realizado por: Semanate, A. 2021.

El ANOVA para fibra (ANEXO G), determina que $p\text{-valor} < 0.05$, lo que significa que el contenido de fibra en los tres tratamientos es significativamente diferente; esto se comprueba en el gráfico 12-3.

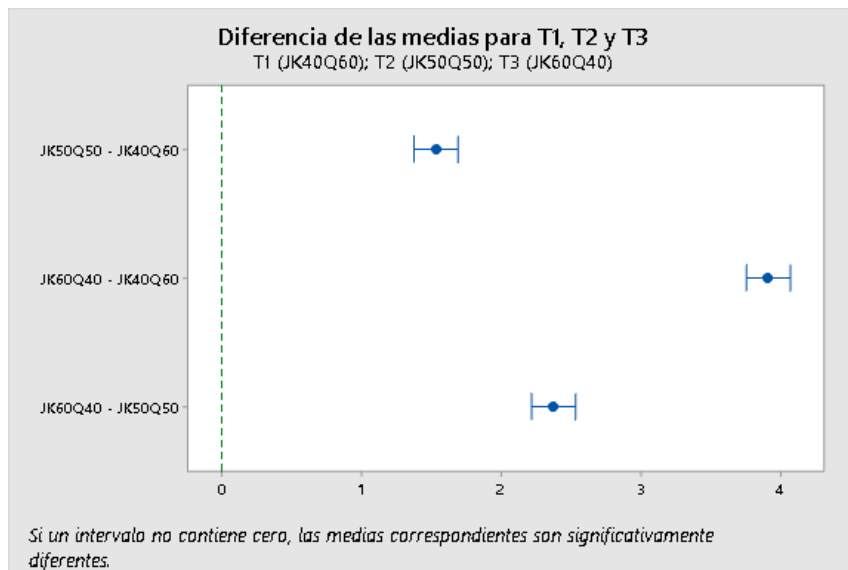


Gráfico 12-3. Diferencia de medias para el contenido de fibra.

Realizado por: Semanate, A. 2021.

Con la prueba de Tukey, se determinó que los pares de tratamientos T1-T2, T1-T3 y T2-T3 son estadísticamente diferentes, lo cual se demuestra en el gráfico 13-3, donde se observa que ninguno de los tres intervalos para los tratamientos se superpone o se traslapan con otro, indicando que el contenido de fibra en las tres galletas es diferente.

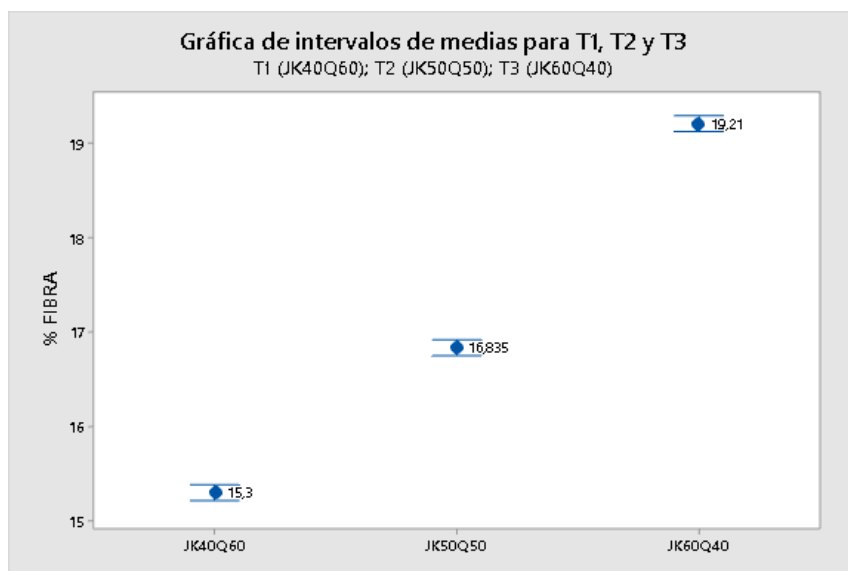


Gráfico 13-3. Intervalos de medias para el contenido de fibra en galletas.

Realizado por: Semanate, A. 2021.

Para (Badui Dergal 2006, p.107) el contenido de fibra en los alimentos depende de la madurez del producto y del tipo de extracción que se realice al cereal; es decir si en la molienda se emplea el grano entero el contenido de fibra será mayor, ya que los componentes de la fibra como la

celulosa, hemicelulosa y pectina se encuentran en mayor cantidad en las paredes celulares de los vegetales. Es por ello, que se puede notar un incremento del porcentaje de fibra en las galletas a medida que aumenta la proporción de HJK (gráfico 14-3), debido al alto contenido en fibra que presenta la pulpa verde y fresca (2.6 -3.6 g/100 g) (Goswami and Chacrabati 2015, p.321) y que se refleja en la caracterización realizada a la harina de pulpa de jackfruit (4.29%), como se observa en la tabla 2-3.

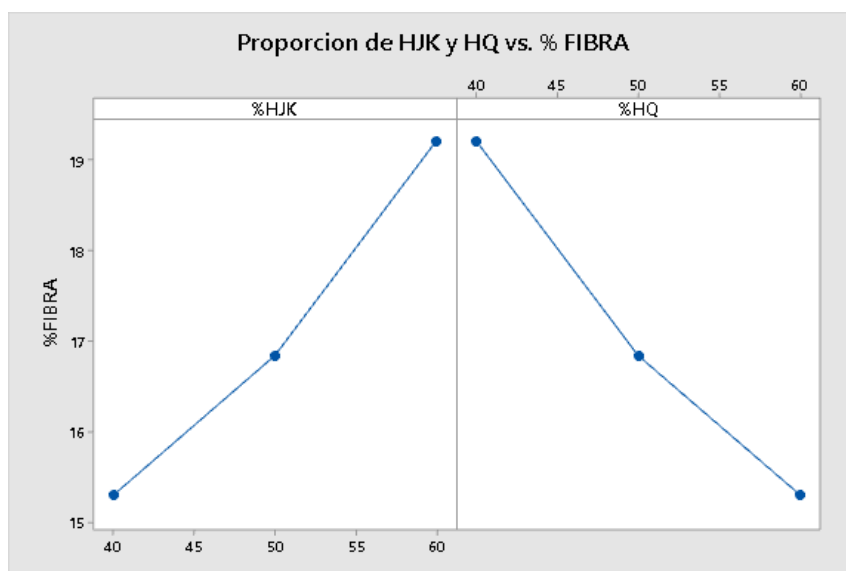


Gráfico 14-3. Efecto de la proporción de HJK y HQ sobre el contenido de fibra.

Realizado por: Semanate, A. 2021.

Por otra parte (Opkala 2010, p.61) en su trabajo reporta un contenido de fibra entre 0.62 a 1.26% para galletas con una sustitución parcial del 30% entre harina de pulpa y semillas de jackfruit, valores inferiores a los datos de la tabla 13-3. La disminución que se observa en dicho estudio se asocia al tratamiento térmico al que fueron expuestas las semillas y a la cantidad de harina de jackfruit que utilizó, que fue menor a la que se utilizó para este trabajo.

3.5.5. Proteína

Los resultados para la cantidad de proteína que aportan las galletas se presentan en la tabla 14-3, donde se observa que el primer tratamiento tiene un mayor contenido proteico de 2.48%, seguido del T3 y T2 con 1.75% y 1.51% respectivamente.

Tabla 14-3: Contenido de proteína en galletas elaboradas con harina de jackfruit.

Tratamiento	Proporción		% Proteína $\bar{x} \pm D.E.$
	% HJK	% HQ	
T1(JK40Q60)	40	60	2.48 ^a \pm 0.24
T2 (JK50Q50)	50	50	1.51 ^b \pm 0.12
T3 (JK60Q40)	60	40	1.75 ^{ab} \pm 0.16

Los valores están representados como la media \pm desviación estándar de determinaciones por duplicado.

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes (prueba de Tukey al 5%).

Realizado por: Semanate, A. 2021.

Se realizó un ANOVA (ANEXO G) para determinar las diferencias entre los tratamientos, comprobándose que $p\text{-valor} < 0.05$, lo cual indica que el contenido de proteína en al menos dos de las tres formulaciones es significativamente diferente; es decir, aquellos valores que no comparten las mismas letras, como se muestra en la tabla 14-3 y del mismo modo se observa en el gráfico 15-3.

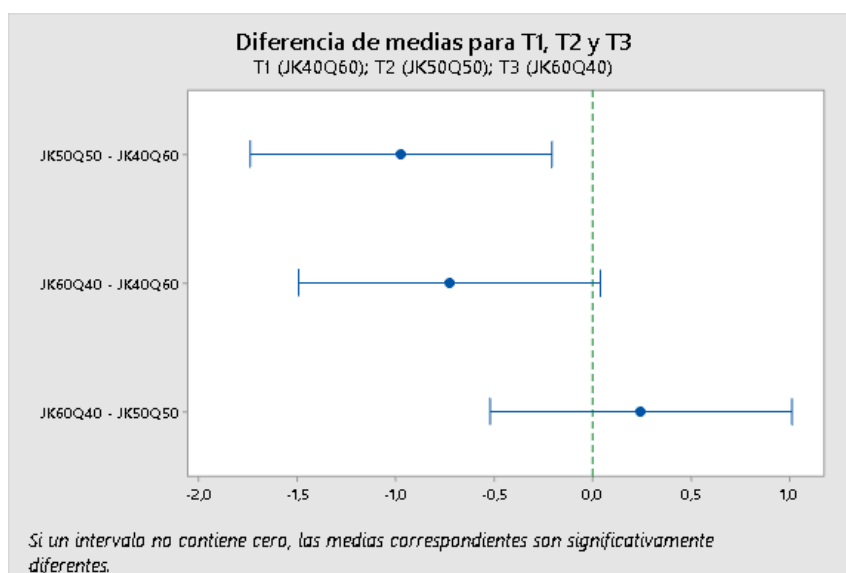


Gráfico 15-3. Diferencia de medias para el contenido de proteína.

Realizado por: Semanate, A. 2021.

Estas diferencias se comprobaron con la prueba de Tukey, donde se evidencia que los pares de tratamientos T1-T2 son estadísticamente diferentes; es decir, aquellos intervalos que no se superponen (gráfico 16-3); mientras que para los pares de tratamientos T1-T3 y T2-T3 no presentan diferencia en cuanto al contenido de proteína.

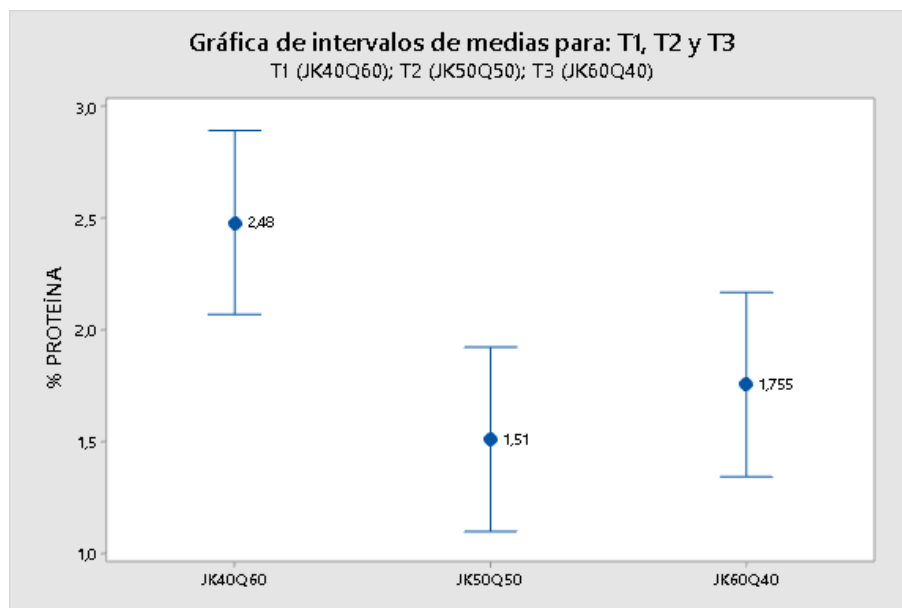


Gráfico 16-3. Intervalo de medias para el contenido de proteína en galletas.

Realizado por: Semanate, A. 2021.

Estos resultados se compararon con la norma NTE INEN 2085 que establece los requisitos que deben cumplir las galletas y en este documento se presenta que el valor mínimo en proteína que debe tener una galleta es del 3%, de acuerdo con este parámetro se confirma que los datos obtenidos en la tabla 14-3 se encuentran fuera del rango permitido. Estos valores se pueden asociar al análisis químico realizado a la harina de jackfruit, el cual se reporta en la tabla 2-3, donde el contenido de proteína fue de 5.56% valor inferior a lo establecido en la norma NTE INEN 616 para harinas, debido al tratamiento térmico al que fue sometida la pulpa durante la deshidratación, dando lugar así a la desnaturalización de las proteínas como lo sugiere (Badui Dergal 2006, p.164). Por otro lado, la harina de quinua es de alto valor nutricional debido a su alto contenido proteico 13.81% (Mira Vásquez and Sucoshañay Villalva 2016, p.29), de este modo la disminución que se observa en el porcentaje de proteínas para cada tratamiento está ligada a la baja proporción de HQ que se utilizó en la formulación de las galletas, como se observa en el gráfico 17-3. Para el tratamiento T3 se observa un ligero aumento de 0.24% mayor al T2, que se puede atribuir al 60% de HJK empleada que fue superior al T2 y T1, lo cual contribuyó a un incremento en el contenido de proteínas.

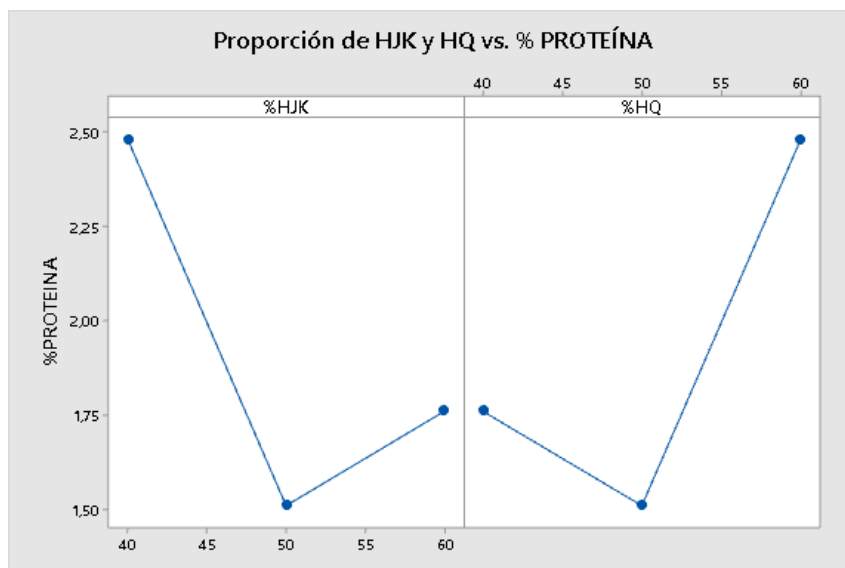


Gráfico 17-3. Efecto de la proporción de HJK y HQ sobre el contenido de proteína.

Realizado por: Semanate, A. 2021.

3.5.6. Carbohidratos

En la tabla 15-3 se observa que el tratamiento T2 presenta un contenido de carbohidratos de 52.76% mayor al T1 y T3 con 48.07 y 4.81% respectivamente.

Tabla 15-3: Contenido de proteína en galletas elaboradas con harina de jackfruit

Tratamiento	Formulación		% Carbohidratos $\bar{x} \pm D.E.$
	% HJK	% HQ	
T1(JK40Q60)	40	60	48.07 ^a \pm 2.40
T2 (JK50Q50)	50	50	52.76 ^a \pm 0.91
T3 (JK60Q40)	60	40	4.81 ^b \pm 4.48

Los valores están representados como la media \pm desviación estándar de determinaciones por duplicado.

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes (prueba de Tukey al 5%).

Realizado por: Semanate, A. 2021.

Con el ANOVA realizado (Anexo G) se evidenció que $p\text{-valor} < 0.05$, demostrando que existen diferencias entre los tratamientos; es decir, que el contenido de carbohidratos en las galletas es significativamente diferente, en un nivel de significancia del 5%, como se muestra en el gráfico 18-3.

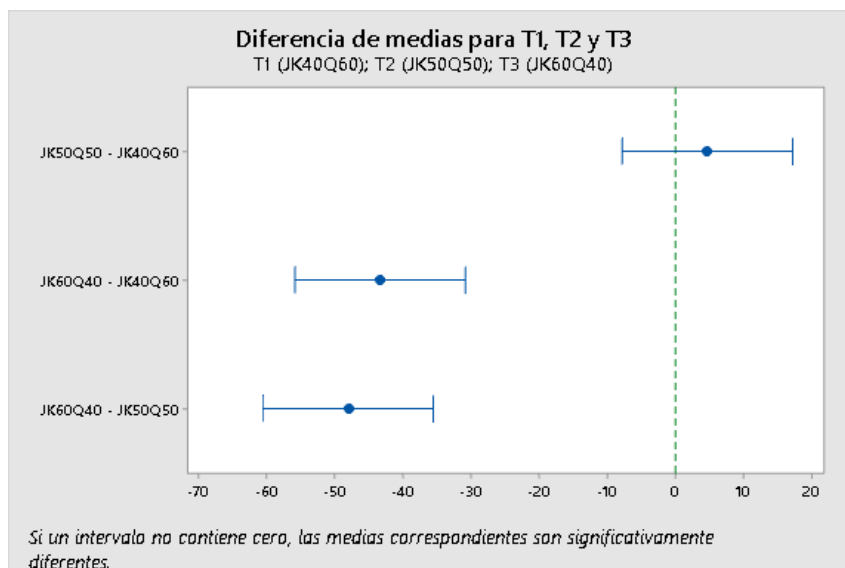


Gráfico 18-3. Diferencia de medias para el contenido de carbohidratos.

Realizado por: Semanate, A. 2021.

Del mismo modo con la prueba de Tukey (ANEXO G) se corroboró que los pares de tratamientos T1=T2 no presentan diferencia en cuanto al contenido de carbohidratos, mientras que los pares de tratamientos T3-T1 y T3-T2 son estadísticamente diferentes como se observa en el gráfico 19-3, que aquellos intervalos que no se superponen son diferentes.

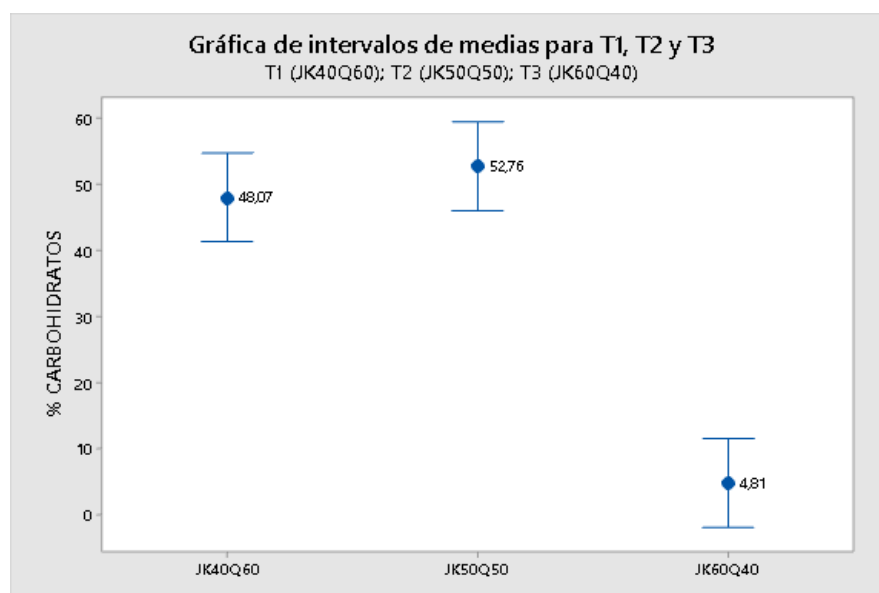


Gráfico 19-3. Intervalos de medias para el contenido de carbohidratos en galletas.

Realizado por: Semanate, A. 2021.

A pesar de que el contenido de carbohidratos disminuye en el tratamiento T1 y T3 a medida que se aumenta la proporción de HJK, no sucede lo mismo para T2 pues en el gráfico 20-3 se observa un ligero incremento. Este aumento posiblemente se debe a que en este caso tanto la harina de

jackfruit como la de quinua se utilizó en la misma proporción lo cual contribuyó a aportar con carbohidratos a esta galleta, gracias al alto contenido que presenta HJK (77.08%) y HQ (64.88%) en este macronutriente (Mira Vásquez and Sucoshañay Villalva 2016, p.29). También se puede considerar que este incremento puede estar influenciado por el tipo de relleno que se utilizó para esta formulación.

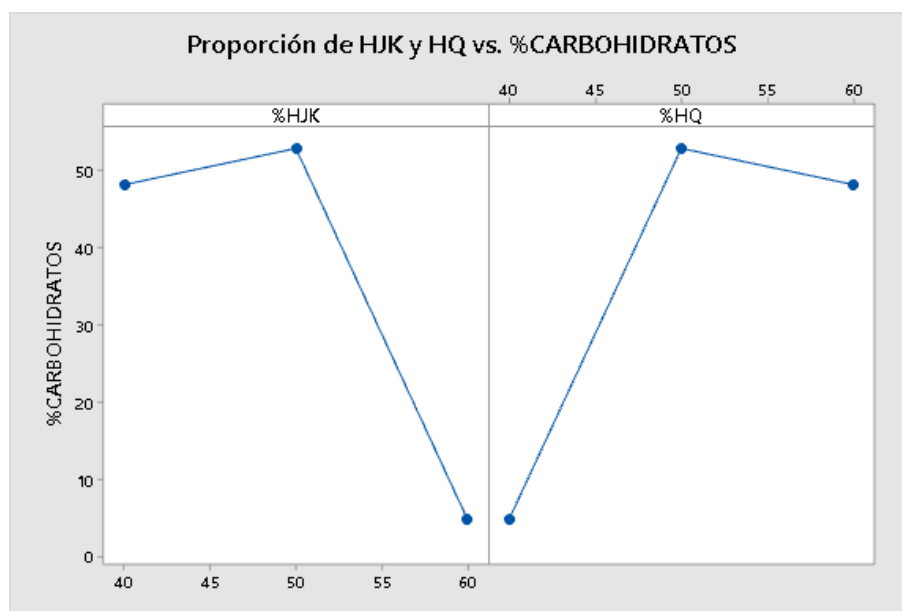


Gráfico 20-3. Efecto de la proporción de HJK y HQ sobre el contenido de carbohidratos.

Realizado por: Semanate, A. 2021.

En el estudio realizado por (Islam et al. 2015, p.144) se evaluaron unas galletas elaboradas con sustitución parcial de harina de semillas de jackfruit con el 10, 20 y 40% de sustitución y en el cual se reportó un contenido de carbohidratos de 57.94%, 53.76% y 50.83% respectivamente para cada proporción, estos resultados son mayores comparados con los de la tabla 15-3. Del mismo modo (Opkala 2010, p.61) reporta un contenido de carbohidratos de 53.40% para galletas elaboradas con sustitución del 30% entre harina de pulpa y semillas de jackfruit, valor que se encuentra próximo al obtenido en el tratamiento JK50Q50. Además, tanto en la literatura reportada anteriormente como en el presente trabajo se evidencia que la relación que existe entre el porcentaje de harina de jackfruit utilizada y el contenido de carbohidratos es inversamente proporcional, pues a medida que aumenta la cantidad de HJK disminuye los carbohidratos en las galletas. Otro factor que se puede asociar con esta disminución es el alto contenido en fibra que presentaron las galletas (tabla 13-3) a diferencia de los datos reportados en la literatura antes mencionada, y que de igual manera se distingue que sigue una relación inversa, pues mayor es el contenido de fibra menor es el contenido de carbohidratos.

Por otra parte (Badui Dergal 2006, p.108) manifiesta que no es necesario solo un alto contenido en fibra para una menor cantidad de carbohidratos, sino más bien la calidad que estas tengan, pues

no todas las fibras presentan las mismas propiedades, algunas son hipoglucémicas; es decir, generan carbohidratos de lenta absorción que reducen el contenido de glucosa en la sangre; mientras que otras fibras tienen la propiedad de ser hiperglucémicas; es decir, generan carbohidratos de rápida absorción que aumentan la glucosa en la sangre. De este modo se puede establecer que una mayor sustitución con harina de pulpa de jackfruit puede contribuir a generar un menor contenido en carbohidratos lo cual favorecería a una respuesta glucémica más baja.

3.5.7. Azúcares totales

Según la (FESNAD-SEEDO 2011, p.32) los azúcares totales hacen referencia a todos los monosacáridos o disacáridos presentes en un alimento, ya sea de forma natural porque se encuentra la miel, jarabes o frutas, o porque son agregados a los alimentos por el fabricante. En la tabla 16-3, se puede observar que el tratamiento T3 con mayor sustitución de harina de jackfruit fue el que presentó mayor contenido en azúcares con respecto a los otros dos tratamientos, esto debido a que el recubrimiento de chocolate que se utilizó en esta galleta aporta con más azúcares a diferencia de los otros dos rellenos.

Tabla 16-3: Contenido de proteína en galletas elaboradas con harina de jackfruit

Tratamiento	Formulación		% Azúcares Totales $\bar{x} \pm D.E.$
	% HJK	% HQ	
T1(JK40Q60)	40	60	12,69 ^b \pm 0,38
T2 (JK50Q50)	50	50	14,72 ^b \pm 0,08
T3 (JK60Q40)	60	40	24,07 ^a \pm 0,75

Los valores están representados como la media \pm desviación estándar de determinaciones por duplicado.

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes (prueba de Tukey al 5%).

Realizado por: Semanate, A. 2021.

Con el ANOVA (ANEXO G) se logró determinar las diferencias que existe entre los tratamientos cuando $p\text{-valor} < 0.05$, sugiriendo que el contenido de azúcares es diferente en al menos una de las formulaciones, esto se puede corroborar con el gráfico 21-3 donde aquellos intervalos que no se superponen son significativamente diferentes en un nivel de significancia del 5% y que de igual manera se comprueba en la tabla 16-3 para aquellos valores que no comparten una letra el porcentaje de azúcares es diferente.

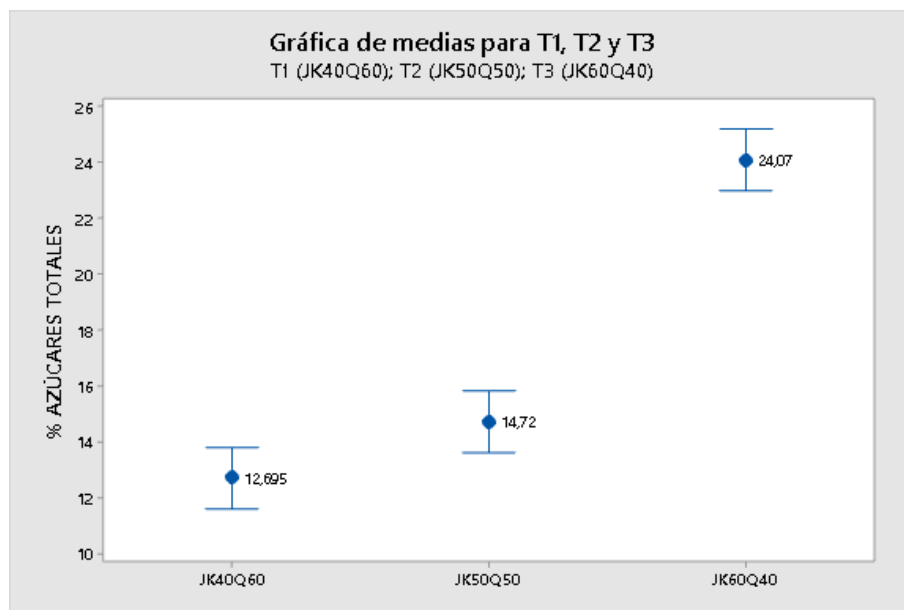


Gráfico 21-3. Intervalo de medias para el contenido de azúcares totales en las galletas.

Realizado por: Semanate, A. 2021.

Además, con la prueba de Tukey se comprobó que el contenido de azúcar en los pares de tratamientos T1=T2 no es diferente, mientras que en el caso de T1-T3 y T2-T3 estos presentan diferencias significativas con nivel de significancia del 95%, como se muestra en el gráfico 22-3.

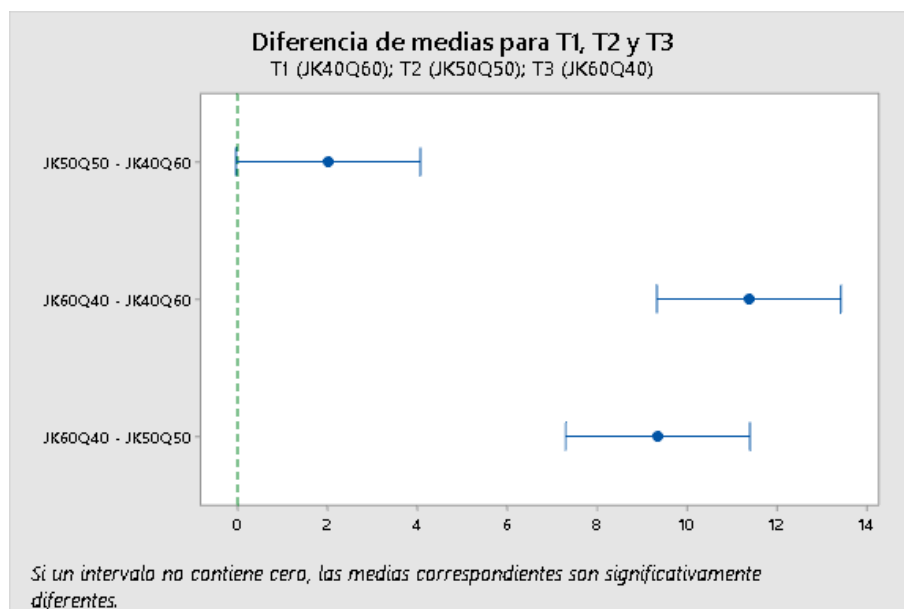


Gráfico 22-3. Diferencia de medias para el contenido de azúcares totales.

Realizado por: Semanate, A. 2021.

En la tabla 17-3 se realizó una comparación entre los valores nutricionales de las galletas de jackfruit con galletas comerciales, donde se observa que el contenido de humedad en las galletas elaboradas con harina de jackfruit es mayor con respecto a la humedad que presentan las galletas

comerciales. En el caso de cenizas, las galletas de soya, vainilla y dulces presentan menor contenido con respecto a los tres tratamientos elaborados, sin embargo, en la galleta de avena se puede observar que las cenizas están en un rango próximo al de la galleta con 40% de harina de jackfruit; mientras que la galleta waffer es la que supera a las demás, sugiriendo que esta puede contribuir con mayor cantidad de minerales.

El contenido de proteínas fue mayor en las galletas comerciales con respecto a las de jackfruit, destacando entre ellas la galleta de soya que presentó un 12% a diferencia de las demás, esto se debe a la cantidad de proteína que presenta dicha harina como se muestra en la tabla 3-3. La grasa contenida en el tratamiento con 40 y 50% de harina de jackfruit fue mayor a las galletas de avena, soya, vainilla, galleta tipo cookie, tipo digestive y tipo María; mientras que las galletas dulces, waffer y galleta cubierta de chocolate presentó mayor contenido en grasa con respecto a estos dos tratamientos, pero la galleta JK60Q40 fue la que reportó mayor contenido graso.

En cuanto al contenido de fibra se puede observar que las galletas de referencia presentan un menor contenido comparado con las galletas de jackfruit, este alto contenido que presentan estas galletas puede tener un efecto beneficioso para la salud, pues según la Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria (EFSA) recomienda una ingesta de 25 g de fibra por día para conseguir resultados positivos sobre la salud en adultos (European Food Safety Authority (EFSA 2016, p.37).

Una relación similar sucede en el contenido de carbohidratos, donde se evidencia que galletas comerciales superan a los tres tratamientos en este macronutriente, aunque la galleta waffer presenta un contenido próximo a la galleta con 50% de sustitución de HJK. Según la Academy of Family Physicians considera que las dietas bajas en hidratos de carbono son las que aportan menos del 20% de energía calórica, pero a la vez estas aumentan el contenido de grasa o proteínas para compensar la pérdida en este macronutriente (Last and Wilson 2006, p.1942), tal es el caso de la galleta JK60Q40 con mayor proporción de jackfruit. Por otra parte, el contenido calórico que presentan las galletas comerciales es mayor a las galletas JK40Q60 y JK50Q50, pero menor a la galleta JK60Q40.

Tabla 17-3: Comparación de la composición proximal entre galletas elaboradas con harina de jackfruit y galletas comerciales.

GALLETAS		COMPOSICIÓN NUTRICIONAL						
		Humedad	Cenizas	Proteína	Grasa	Fibra	Carbohidratos	Energía (kcal/100g)
Jackfruit	JK40Q60	9,95	1,74	2,48	22,46	15,30	48,07	404,34
	JK50Q50	4,78	1,64	1,51	22,48	16,84	52,76	419,40
	JK60Q40	4,50	1,58	1,76	68,14	19,21	4,81	639,54
¹ Galleta de Avena		4,20	1,70	7,00	20,90	0,70	66,20	475,00
¹ Galleta de Soya		1,80	1,40	12,00	16,90	0,30	67,90	468,00
¹ Galleta de Vainilla		2,30	1,10	7,90	11,20	0,50	77,50	444,00
¹ Galleta dulce		2,80	1,40	6,90	23,90	0,20	65,00	494,00
¹ Galleta Waffer		1,90	1,90	6,90	32,50	0,10	56,80	533,00
² Galleta cubierta de chocolate		—	—	6,92	24,00	3,10	60,40	491,00
² Galleta tipo cookie		—	—	6,20	21,00	3,30	64,30	478,00
² Galleta tipo digestive		—	—	6,30	20,30	4,60	62,98	469,00
² Galleta tipo María		—	—	7,08	19,00	3,10	69,00	482,00

Fuente: ¹(Bejarano I. et al. 2002); ²(DIETASNET 2015).

Realizado por: Semanate, A. 2021.

De acuerdo con la anterior se puede establecer que las galletas de jackfruit también pueden ser destinadas a comercialización, pues a pesar de que el contenido de humedad sea mayor a las galletas comerciales, los valores obtenidos cumplen con el parámetro establecido por la norma NTE INE 2085:2005 con un máximo del 10%. Además, según estudios (FESNAD-SEEDO 2011, p.39) revelan que involucrar alimentos con bajo contenido en carbohidratos en las dietas de personas con obesidad puede ayudar a perder peso a corto y largo plazo, además de aumentar el colesterol bueno (HDL) y disminuir los triglicéridos; también se puede conseguir una disminución del colesterol malo (LDL) con alimentos ricos en fibra. Por otra parte, debido a la energía calórica que aportan las galletas de jackfruit, estas se pueden considerar dentro de una dieta de con bajo contenido calórico que aportan entre 450 a 800 kcal/día, como lo sugiere (FESNAD-SEEDO 2011, p.51).

3.6. Índice glucémico de las galletas

La pulpa del jackfruit es de gran interés y beneficioso para la salud, debido a su bajo contenido en carbohidratos; pese a que no se ha logrado determinar aún el valor del índice glucémico que aporta tanto la pulpa como las semillas del jackfruit, no obstante (Hettiaratchi, Ekanayake and Welihinda 2011, p.56) realizó un estudio en el cual comparaba los parámetros nutricionales de un desayuno a base de pulpa y semillas de jackfruit junto con un desayuno estándar, demostrando que el desayuno a base de esta fruta presenta un IG de 75, el cual es catalogado como bajo a comparación del desayuno estándar que tiene un IG de 100. Esto se debe al alto contenido en fibra que presenta las semillas, lo que hace que se genere almidones de lenta digestión, favoreciendo así a una respuesta glucémica más baja.

En base a esto, se utilizó el valor del IG (75) reportado por (Hettiaratchi, Ekanayake and Welihinda 2011, p.56) para determinar por cálculo la carga glucémica que aporta cada una de las galletas, mediante la siguiente ecuación:

Ecuación 3- 1: Índice Glucémico

$$CG = \frac{IG \times (g \text{ de HC en una ración})}{100}$$

Fuente: (Morales Guerrero et al. 2016, p. 1098).

Los resultados se presentan en la tabla 18-3, junto con valores de referencia que se utilizaron para cotejar cuál de los tres tratamientos presentó un menor IG.

Tabla 18-3: Índice glucémico para galletas elaboradas con harina de jackfruit

TRATAMIENTO	CG	^a Rangos adaptados al IG	^b Rangos adaptados al CG	CATEGORÍA
Galleta JK40Q60	36	<55	<10	Bajo
Galleta JK50Q50	40	56-69	10-20	Medio
Galleta JK60Q40	4	>70	>20	Alto

Fuente: ^a(Hernández et al. 2013); ^b(Meneses 2020).

Realizado por: Semanate, A. 2021.

Tanto el índice glucémico (IG) como la carga glucémica (CG) son medidas que se utilizan para determinar la respuesta glucémica que se genera tras la ingesta de carbohidratos. Sin embargo, existe una diferencia entre estos dos términos como lo explica (Jiménez-Cruz, Seimandi-Mora and

Bacardi-Gascon 2003, p.332) pues el IG representa la calidad de los carbohidratos y expresa la rapidez con la cual estos son absorbidos, digeridos y llegan a la sangre; mientras que el CG representa la calidad y cantidad de carbohidratos disponibles en un alimento. De acuerdo con lo expuesto y con los datos que se muestran en la tabla 14-3 se puede establecer que los tres tipos de galletas se encuentran dentro de los alimentos con bajo IG, pero cabe recalcar que de acuerdo con los rangos adaptados para el CG se puede evidenciar que la galleta con sustitución del 50% de harina de jackfruit presenta una carga glucémica mayor al de la galleta con 40% y 60% de sustitución, a diferencia de la galleta JK60Q40 que presenta una CG de 4, lo cual indica que este tratamiento fue el mejor tanto en calidad como en cantidad de carbohidratos; es decir, es una galleta que presenta menor cantidad de carbohidratos y que a la vez estos tienen una tasa de absorción más lenta, lo cual podría mejorar los niveles de glucosa en la sangre al generar una respuesta glucémica más baja tras el consumo de esta galleta.

Algunos autores (Abete, Parra and Martínez 2008; Livesey et al. 2008) consideran que dietas que involucran alimentos con menor IG y especialmente con baja CG puede contribuir a la pérdida de peso, del mismo modo (Maki et al. 2007; Thomas, Elliott and Baur 2007) asocian que alimentos con bajo IG mejora los niveles de colesterol bueno (HDL), triglicéridos, mejora la sensibilidad a la insulina y disminuye los niveles de colesterol malo (LDL).

3.7. Evaluación de la aceptabilidad de las galletas

Las galletas elaboradas con diferentes proporciones de harina de jackfruit fueron sometidas a una prueba de degustación para evaluar cuál de los tres tratamientos tuvo mayor aceptabilidad por parte de los consumidores en función de las características sensoriales (olor, color, sabor y textura) que presentaba cada galleta. Para ello se contó con la colaboración de 25 tesis de la Facultad de Ciencias de la ESPOCH y 28 personas voluntarias quienes evaluaron dichas características mediante la escala hedónica de 9 puntos. La tabulación de los resultados obtenidos de las encuestas para la aceptabilidad de las galletas se muestra en el ANEXO H.

3.7.1. Olor

En cuanto a la característica sensorial de olor en las galletas se logró diferenciar que el tratamiento T1 (JK40Q60) presentó un ligero olor al jackfruit, mientras que en el tratamiento T2 (JK50Q50) se evidenció que la adición de la harina de quinua (HQ) afectó notablemente al olor, pues el aroma era específico de la harina, y por último el tratamiento T3 (JK60Q40) presentó un aroma más concentrado a jackfruit, aunque no se distinguía con facilidad debido a la adición del ganache de chocolate.

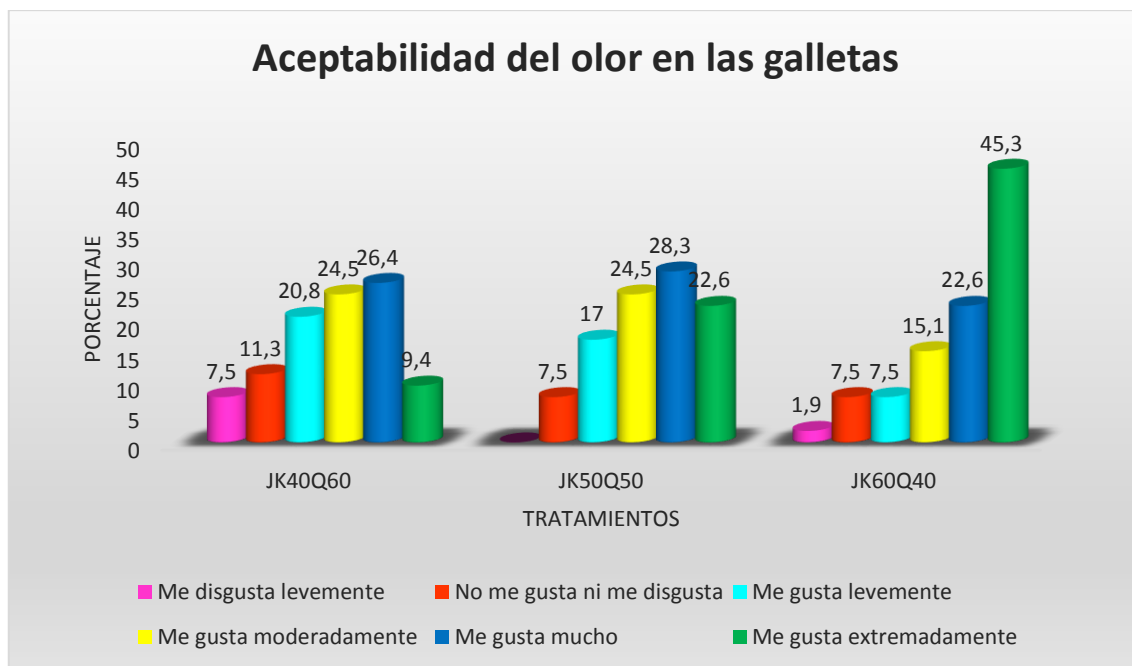


Gráfico 23-3. Aceptabilidad para el olor en las galletas de jackfruit.

Realizado por: Semanate, A. 2021.

En cuanto a la característica sensorial olor, se observa en el gráfico 23-3 que el 45.3% de los panelistas les “gusta extremadamente” el tratamiento T3 (JK60Q40), seguido del T2 (JK50Q50) con un 28.3% de aceptación con una categoría de “me gusta mucho”; además se puede constatar que entre el tratamiento T1 (JK40Q60) y T2, el 24.5% escogió a estas dos formulaciones como la mejor en la categoría de “me gusta moderadamente”; mientras que el tratamiento T1 fue el que tuvo mayor calificación entre las categorías “me disgusta levemente”, “no me gusta ni me disgusta” y “me gusta levemente” con un total de 7.5%, 11.3% y 20.8% respectivamente. De acuerdo con estos resultados se puede establecer que los consumidores prefieren al tratamiento tres (JK60Q40) como mejor para el atributo olor.

Para determinar si existen diferencias entre los tratamientos para la puntuación de la característica sensorial “olor” se utilizó la prueba no paramétrica de Kruskal Wallis para muestras independientes, donde se determinó que la significancia asintótica <0.05 demostrando que las puntuaciones para el olor son diferentes entre los tratamientos (ANEXO I) y con la comparación entre pares de tratamientos se observó que el tratamiento T1 (JK40Q60) y T3 (JK60Q40) son significativamente diferentes. Esta diferencia se comprueba con el gráfico 24-3, donde cada nodo representa el rango promedio de cada muestra y la línea amarilla significa la diferencia que existe entre cada tratamiento.



Gráfico 24-3. Comparación entre tratamientos para característica sensorial “Olor”.

Realizado por: Semanate, A. 2021.

3.7.2. Color

La característica sensorial de color no se diferenció claramente entre el tratamiento T1(JK40Q60) y T3 (JK60Q40), debido a que estos presentaron colores más opacos comparados con el tratamiento T2 (JK50Q50) que presentó una coloración más clara.

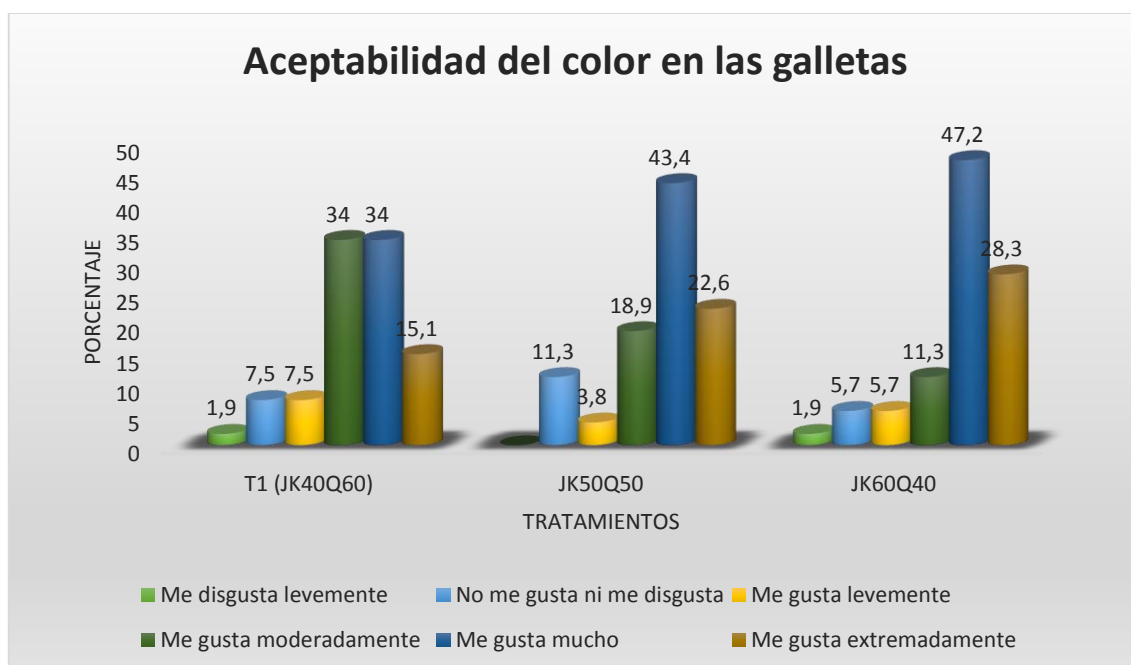


Gráfico 25-3. Aceptabilidad para el color en las galletas de jackfruit.

Realizado por: Semanate, A. 2021.

En el gráfico 25-3 se observa que al 1.9% de los consumidores no les agrada el color de las galletas del tratamiento T1 y T3, debido a su opacidad con respecto a la segunda formulación, mientras que el T2 tuvo mayor ponderación en la categoría “no me gusta ni me disgusta” con 11.3%. Para la categoría “me gusta levemente” se tiene al T1 con una mayor ponderación (7.5%) con respecto al T2 y T1 con 3.8% y 5.7% respectivamente, del mismo modo se observa que el 34% de los panelistas categorizaron al T1 como mejor para la categoría “me gusta moderadamente”; mientras que en la categoría “me gusta mucho” el 47.2% de los consumidores seleccionó al T3 como el mejor color, seguido del T2 con un 43.4%. Finalmente, el 28.3% calificó al T3 con la opción “me gusta extremadamente”. Según el análisis datos, se puede afirmar que el tratamiento con mejor aceptación para la característica organoléptica color es el que contiene mayor proporción de harina de jackfruit (JK60Q40).

Se realizó la prueba no paramétrica de Kruskal Wallis para determinar si existen diferencias de color entre cada galleta (ANEXO I) donde se observa que la significancia asintótica <0.05 , lo cual indica que existe diferencias de color entre los tratamientos, y con la comparación entre pares de tratamientos se evidenció que T1-T3 presentan una significancia (0,043) <0.05 demostrando que el color es diferente entre estas dos formulaciones como se observa en el gráfico 26-3 (línea amarilla representa la diferencia).



Gráfico 26-3. Comparación entre tratamiento para característica sensorial “Color”.

Realizado por: Semanate, A. 2021.

3.7.3. Sabor

El sabor de las galletas varió en función de la cantidad de harina de quinua (HQ) que se utilizó, ya que este sabor fue el que más predominó en la galleta a diferencia de la harina de jackfruit (HJK) que no fue muy concentrada. Es así, que para el primer tratamiento (JK40Q60) al momento

de degustar la galleta se sentía el sabor fuerte de HQ desde que se empezaba a degustar y al finalizar dejaba un sabor amargo en el paladar. Para el segundo tratamiento (JK50Q50) la adición del chocolate amargo hizo que se enmascare más el sabor del jackfruit, pues esta galleta no dejaba ningún sabor amargo y más bien al final se sentía el sabor a la quinua. Y finalmente el tratamiento tres (JK60Q40) fue el que presento mejor sabor pues en este no se sentía el sabor penetrante de la quinua; más bien el sabor era dulce y agradable al paladar, aunque debido al ganache de chocolate que se realizó en esta galleta no se logró diferenciar con exactitud el sabor al jackfruit.

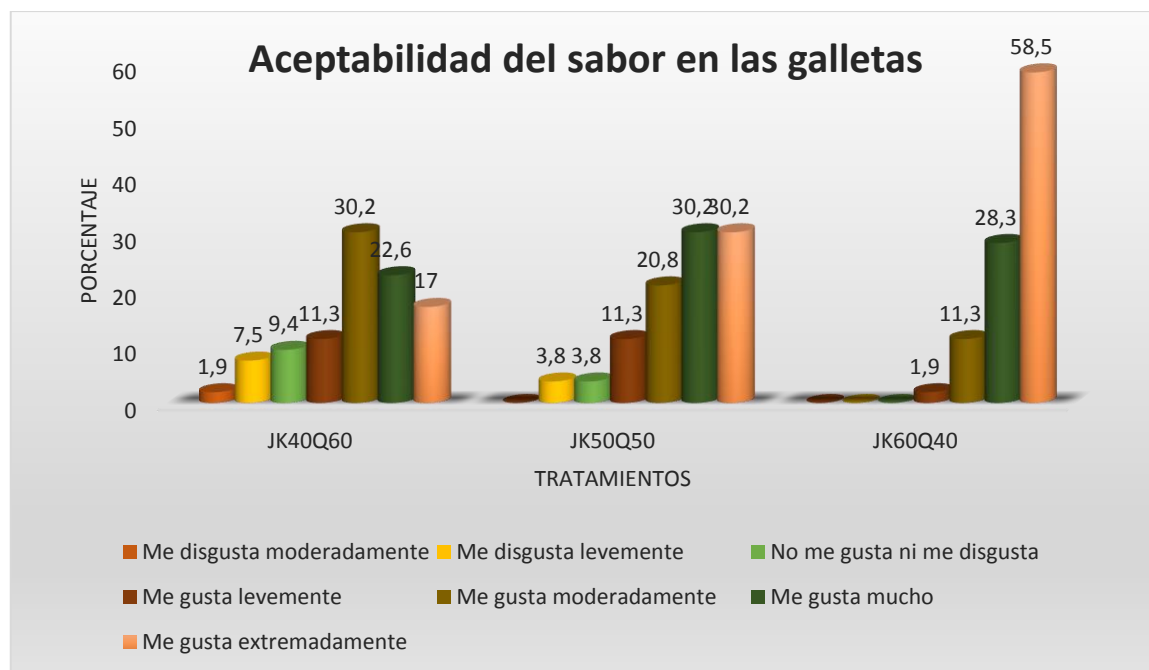


Gráfico 27-3. Aceptabilidad para el sabor en las galletas de jackfruit.

Realizado por: Semanate, A. 2021.

En cuanto al sabor de las galletas (gráfico 27-3), se puede observar que el tratamiento T1 fue el que tuvo mayor grado de disgusto con 7.5% y 1.9% para las categorías “me disgusta moderadamente” y “me disgusta levemente” respectivamente; debido al sabor fuerte que este presentaba. De igual manera el T1 fue el que tuvo mayor ponderación en el rango de “no me gusta ni me disgusta” con 9.4%, seguido del T2 con 3.8%. Por otra parte, al 30.2% de los panelistas les gusto moderadamente el sabor del T1; mientras que el 11.3% escogieron al T3 en este rango. También se puede observar que el T2 tuvo una igualdad para “me gusta mucho” y “me gusta extremadamente” con el 30.2% para ambas categorías. Sin embargo, el T3 fue el que superó en 28.6% más al T2 en la categoría “me gusta extremadamente”. De acuerdo con esto, se puede afirmar una vez más que el tratamiento con mayor proporción de harina de jackfruit (JK60Q40) fue el que tuvo mayor aceptación por parte de los panelistas.

Con la prueba de Kruskal Wallis (ANEXO I) se determinó que la significancia asintótica <0.05 demostrando que existe diferencias de sabor entre los tratamientos y con la comparación se identificó que tanto para el par de tratamiento T1-T3 como para el T2-T3 presentan diferencias (líneas amarillas) como se observa en el gráfico 28-3.



Gráfico 28-3. Comparación entre tratamientos para característica sensorial “Sabor”.

Realizado por: Semanate, A. 2021.

3.7.4. *Textura*

La característica sensorial de textura varió en función de la cantidad de harina de jackruit (HJK) utilizada, ya que el primer tratamiento en la que se utilizó solo el 40% de HJK no se logró compactar bien durante el amasado, es por ello por lo que este presentó una textura frágil y suave que se deshacía en la boca y con una textura arenosa. Para el tratamiento dos en la que se utilizó el 50% de HJK se observó que la textura era más crocante y difícil de deshacerse en la boca. Finalmente, el tercer tratamiento en la que se utilizó el 60% de HJK presento una textura más firme.

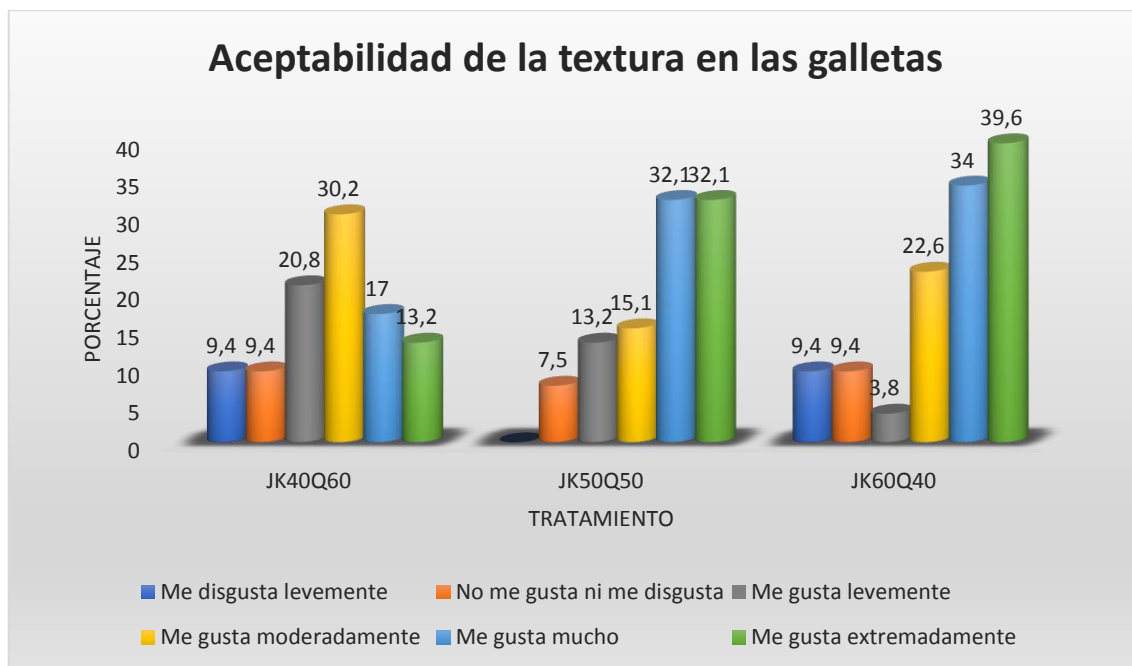


Gráfico 29-3. Aceptabilidad de la textura en las galletas de jackfruit.

Realizado por: Semanate, A. 2021.

En el gráfico 29-3, se observa que el tratamiento T1 y T3 tuvo una igualdad tanto para la categoría “me disgusta levemente” como “no me gusta ni me disgusta” con un 9.4% para ambos casos. Para la categoría “me gusta levemente” se observa que el 20.8% de los jueces eligieron al T1 como el mejor en textura, mientras que el 3.8% eligió al T3 en esta misma categoría. De igual manera, se observa que el T2 tuvo una equivalencia, en el cual 32.1% de los encuestados escogieron a este tratamiento como el mejor para la categoría “me gusta mucho” y “me gusta extremadamente”. Pese a que el T2 tuvo buena aceptación en estas dos categorías, el T3 superó al T2 con 34% y 39.6% para las categorías antes mencionadas. No obstante, al 30.2% de los panelistas les gusto moderadamente la textura que presentaba el tratamiento T1. Según estos resultados se puede establecer que de la misma manera el tratamiento con mayor proporción de harina de jackfruit (JK60Q40) tuvo mayor aceptación por parte de los consumidores, en cuanto a la característica sensorial textura.

En la prueba de Kruskal Wallis se evidenció que la significancia fue menor 0.05, lo cual indica que existen diferencias en cuanto a la textura que presenta cada galleta (ANEXO I) y mediante la comparación entre pares de tratamientos se determinó que tanto la pareja T1-T2 y T1-T3 muestran diferencias (líneas amarillas) como se observa en el grafico 30-3.

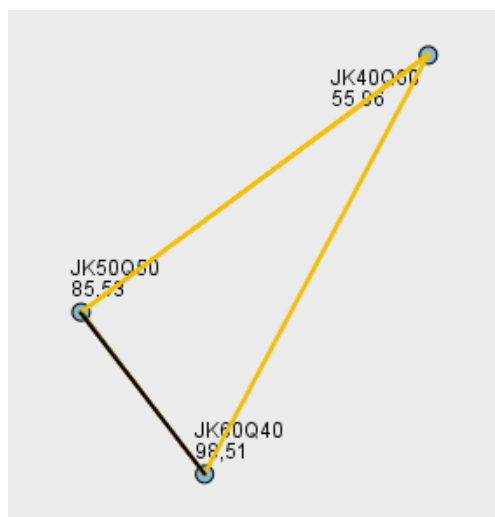


Gráfico 30-3. Comparación entre tratamientos para característica sensorial “Textura”

Realizado por: Semanate, A. 2021.

CONCLUSIONES

Las galletas con bajo índice glucémico se obtienen a partir de la formulación con 60% de harina de jackfruit fortalecida con 40% de harina de quinua, con la cual se obtiene un IG de 4, demostrando que el uso de la harina de jackfruit conlleva a crear un producto alimenticio con una menor cantidad de carbohidratos y con una lenta tasa de absorción, beneficiosos para la salud.

La caracterización de la harina de pulpa de jackfruit reflejó que es un producto bajo en humedad (7,99%) y proteína (5,56%), lo cual la convierte en una harina que puede alcanzar un periodo prolongado de vida útil y sobre todo ideal para ser empleada en la elaboración de galletas gracias a su bajo contenido proteico. El contenido de fibra es otro factor que determinó la calidad en este producto, pues su valor (4,29%) indica que puede ser considerada en una dieta rica en fibra ideal para personas con obesidad.

Las propiedades funcionales determinan la calidad en la harina de pulpa de jackfruit, evidenciando que es un producto con buenas propiedades de absorción de agua (3,14 g/g) y poder de hinchamiento (6,32 g/g), además de tener gran capacidad de solubilidad de agua (34,4%) a diferencia de otras harinas comerciales, estas propiedades hacen de la harina de jackfruit un producto destinado a la industria de pastificios, panadería o pastelería.

Las características organolépticas determinaron que la mejor formulación para obtener galletas con bajo índice glucémico fue el tratamiento con 60% de harina de jackfruit y 40% de harina de quinua, pues con estas proporciones se obtuvo un producto con aroma y sabor más concentrado a jackfruit, un color agradable y una textura firme y compacta.

El análisis proximal demostró que las galletas elaboradas con 40% de harina de jackfruit y 60% harina de quinua tienen un contenido de humedad (9,95%), cenizas (1,74%) y proteína (2,48%) mayor a las otras dos formulaciones, mientras que la formulación con 60% de harina de jackfruit presentó un mayor contenido en grasa (68,14%), fibra (19,21%) y azúcares (24,07%). Sin embargo, este tratamiento reportó una menor cantidad de carbohidratos con respecto a la formulación 50: 50 entre harina de jackfruit y harina de quinua con 52.76% en carbohidratos.

La carga glucémica es otro parámetro que permitió establecer el índice glucémico que presentó cada galleta, de esta manera el tratamiento con el 60% de aporte en harina de jackfruit permitió obtener un alimento con bajo IG y con alta energía calórica. Estos valores posicionan a las galletas de jackfruit dentro de una dieta baja en carbohidratos y contenido calórico, pero rica en fibra. El análisis sensorial permitió evaluar la aceptabilidad que tuvieron las galletas de jackfruit, demostrando que el tratamiento con 60% de harina de jackfruit y 40% harina de quinua fue el de mayor acogida por parte de los consumidores en cuanto al olor (45.3%), color (47.2%), sabor (58,5%) y textura (39,6%), seguido de las formulaciones con 50 y 40% de harina de jackfruit con menores puntuaciones.

RECOMENDACIONES

Desinfectar correctamente la fruta y los utensilios que se ocuparán con el fin de reducir la carga bacteriana en los análisis.

Reducir la temperatura de secado de la pulpa del jackfruit con el fin de evitar una desnaturalización de las proteínas.

Experimentar con una técnica de deshidratación diferente al secado en bandejas para la pulpa del jackfruit en su estado maduro.

Emplear algún tipo de blanqueador para harinas posterior a la obtención de esta, con el fin de evitar la etapa de blanqueamiento térmico que puede afectar a la estabilidad de las proteínas y por ende sus propiedades funcionales.

Utilizar un tipo de relleno o recubierto de galletas diferentes al chocolate que no contrasten el sabor y aroma propio de la fruta, como frutos secos.

Realizar ensayos clínicos en pacientes para evidenciar la respuesta glucémica posterior al consumo de galletas elaboradas con harina de jackfruit o alimentos derivados de este fruto.

Dar a conocer la propiedades y derivados que se pueden obtener del jackfruit, así como fortalecer su comercialización.

GLOSARIO

Astringencia: Es un fenómeno de la percepción del sabor que se describe como una sensación de sequedad y confiere sabores desagradables a los frutos, debido a la maduración insuficiente causada por moléculas con grupos hidroxilos adyacentes como taninos y polifenoles (Badui Dergal 2006, pp.453–454).

Deshidratación: Es un método de conservación de alimentos que consiste en eliminar la mayor parte de agua libre en el producto evitando el desarrollo de microorganismos y reacciones químicas deteriorantes (Paltrinieri, Figuerola and Rojas 1993, p.101).

Fibra cruda: Son sustancias que forman parte de la pared celular de los alimentos de origen vegetal, que está constituida por celulosa, lignina, pentosa, suberina, cutina, aligantos, pectinas y pequeñas fracciones de compuestos nitrogenados (Peralta, Maldonado and Centeno [sin fecha], p.24)

Índice de absorción de agua: Es la capacidad que tiene una harina o almidón para asociarse con el agua, ya sea en forma unida, hidrodinámica, capilar o atrapada físicamente (Hasmedi et al. 2020, p.1821).

Índice glucémico: Es el área de incremento bajo la curva postprandial de la glucosa plasmática producida por la ingesta de una cantidad estándar de carbohidratos disponibles en un alimento con relación a la misma cantidad de carbohidratos de un alimento de referencia (Jenkins et al. 1981, pp.363–364).

Kjeldahl: Es un método empleado para determinar la cantidad de proteína en un alimento, que se calcula multiplicando el contenido de nitrógeno por un factor de conversión de nitrógeno a proteína (Sáez-Plaza, García Asuero and Martín 2019, p.15).

Pirazinas: Son compuestos aromáticos heterocíclicos relacionados con aromas de los productos fritos, cocidos y horneados, como, papas, nueces, cacao, galletas, etc.(Badui Dergal 2006, p.484).

Poder de hinchamiento: Es una medida del volumen obtenido de una masa definida producida cuando se alcanza el equilibrio en presencia de un exceso de solvente. Se relaciona con el contenido de amilopectina (Ramírez Ortiz 2017, p.22).

Prueba hedónica: Es una prueba de aceptabilidad empleada para que el consumidor valore el grado de satisfacción que le produce un producto, mediante una escala que proporciona el analista (González Regueiro et al. 2014, p.4).

BIBLIOGRAFÍA

ABETE, I., PARRA, D. & MARTINEZ, J.A. “Energy-restricted diets based on a distinct food selection affecting the glycemic index induce different weight loss and oxidative response”. *Clinical Nutrition*, vol. 27, no. 4 (2008), pp. 545–551. ISSN 02615614. DOI 10.1016/j.clnu.2008.01.005.

AGUIRRE P., C., GALGANI F., J. & DÍAZ B., E. “Determinación del índice glicémico del alimento nutridiabetic® destinado a diabéticos tipo 2”. *Revista Chilena de Nutrición* [en línea], 2006, (Chile) 33 (1), pp. 1–13. ISSN 0716-1549. DOI <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-75182006000100002>. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=46914634002>.

ÁLVAREZ VINUEZA, F.K. Caracterización fisicoquímica y reológica de harinas mixtas pregelatinizadas de quinua, frijol caupí y arroz parbolizado por extrusión termoplástica. (Trabajo de Titulación) (Licenciatura). Escuela Agrícola Panamericana, Agroindustria Alimentaria. Zamorano, Honduras. 2016. pp. 1-87.

ANDINO, F. & CASTILLO, Y. *Microbiología de los alimentos: Un enfoque práctico para la inocuidad alimentaria*. [en línea]. Estelí, 2010. [Consulta: 24 April 2021]. Disponible en: <https://avdiaz.files.wordpress.com/2010/02/documento-microbiologia.pdf>.

AREVALO SAENZ, S.T. Agua en los alimentos [en línea]. (Trabajo de titulación) (Grado). Universidad Nacional de la Amazonía Peruana, Facultad de Industrias Alimentarias. Iquitos. 2017. pp. 1-64. [Consulta: 10 June 2021]. Disponible en: https://repositorio.unapiquitos.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12737/5052/Syumey_Tesis_Titulo_2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

ARISTIZÁBAL, D. *Secretos de la panadería casera* [en línea]. S.l.: Albatros, 1999. [Consulta: 9 August 2020]. ISBN 9502408829, 9789502408828. Disponible en: [https://books.google.com.ec/books?id=35-NzM2EKZUC&pg=PA7&dq=clasificacion+de+las+harinas&hl=es-419&sa=X&ved=2ahUKEwjgr9urrJHrAhVYU98KHSXHCh0Q6AEwAHoECAEQAg#v=onepage&q=clasificacion de las harinas&f=false](https://books.google.com.ec/books?id=35-NzM2EKZUC&pg=PA7&dq=clasificacion+de+las+harinas&hl=es-419&sa=X&ved=2ahUKEwjgr9urrJHrAhVYU98KHSXHCh0Q6AEwAHoECAEQAg#v=onepage&q=clasificacion+de+las+harinas&f=false).

ARROYAVE SIERRA, L.M. & ESGUERRA ROMERO, C. Utilización de la harina de quinua (*Chenopodium quinoa wild*) en el proceso de panificación [en línea]. (Trabajo de Grado).

Universidad de La Salle, Facultad de Ingeniería de Alimentos. Bogotá, Colombia. 2006. pp. 1-120. [Consulta: 14 April 2021]. Disponible en: https://ciencia.lasalle.edu.co/ing_alimentos.

AYALA A., A.A., SERNA C., L. & MOSQUERA V., E.S. “Liofilización de pitahaya amarilla (*Selenicereus megalanthus*)”. *VITAE*, vol. 17, no. 2 (2010), (Colombia) pp. 121–127. ISSN 0121-4004.

BADUI DERGAL, S. *Química de los alimentos* [en línea]. Cuarta. México: PEARSON EDUCACIÓN, 2006. [Consulta: 15 April 2021]. ISBN 970-26-0670-5. Disponible en: www.pearsoneducacion.net.

BALIGA, M.S., et al. “Phytochemistry, nutritional and pharmacological properties of *Artocarpus heterophyllus* Lam (jackfruit): A review”. *Food Research International* [en línea], 2011 (India) 44 (7), pp. 1800–1811. ISSN 09639969. DOI 10.1016/j.foodres.2011.02.035. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodres.2011.02.035>.

BARRERA, V., et al. *Raíces y tubérculos andinos: alternativas para la conservación y uso sostenible en Ecuador* [en línea]. Volumen 4. S.l.: International Potato Center, 2003. [Consulta: 8 April 2021]. ISBN 9290602317, 9789290602316. Disponible en: https://books.google.com.ec/books?id=wu-b2_m8WVYC&pg=PA94&dq=analisis+proximal+de+alimentos&hl=es-419&sa=X&ved=2ahUKEwjoutSV1PLvAhXxmuAKHVdxBuQQ6AEwA3oECAEQAg#v=onepage&q=analisis%20proximal%20de%20alimentos&f=false.

BEDRI. *DESHIDRATACIÓN. Métodos de Conservación* [en línea]. S.l.: 2018. [Consulta: 5 April 2021]. Disponible en: https://www.bedri.es/Comer_y_beber/Conservas_caseras/Metodos_de_conservacion/Deshidratacion.htm.

BEJARANO I., E., et al. *Tabla de composición de alimentos*. Lima, Perú: Ministerio de Salud, Instituto Nacional de Salud, 2002. ISBN 9972-857-32-8, pp. 1-56.

BEUCHAT, L.R. “Functional and Electrophoretic Characteristics of Succinylated Peanut Flour Protein”. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* [en línea], 1977, (Georgia) 25 (2), pp. 258–261. [Consulta: 25 April 2021]. ISSN 15205118. DOI 10.1021/jf60210a044. Disponible en: <https://pubs.acs.org/doi/pdf/10.1021/jf60210a044>.

BOSQUEZ MOLINA, E., et al. *Tecnologías para el procesamiento de Frutas y Hortalizas* [en línea]. México: 2014. [Consulta: 4 April 2021]. Disponible en: <http://publicacionescbs.izt.uam.mx/DOCS/mtpfh.pdf>.

CABEZA RODRÍGUEZ, S. Funcionalidad de las materias primas en la elaboración de galletas. [en línea]. (Trabajo de titulación) (Maestría). Universidad de Burgos, Facultad de Ciencias, Departamento de Biotecnología y Ciencia de los alimentos. S.l. 2009. pp. 1-24. [Consulta: 9 July 2020]. Disponible en: https://riubu.ubu.es/bitstream/handle/10259.1/117/Cabeza_Rodriguez.pdf?sequence=5.

CACHIMUEL RUIZ, A.E. Protocolo para el procesamiento de harinas con valor nutricional mediante el uso de productos con identidad territorial (PIT's). Universidad Técnica del Norte (UTN, ECOPAR, PPD), Ibarra. 2018. pp. 1-55.

CAICEDO MORALES, D. Efectos del proceso de secado e índice de madurez sobre las características fisicoquímicas y organolépticas de láminas de carambola *Averrhoa carambola* [en línea]. (Trabajo de titulación) (Grado). Universidad Técnica del Norte, Facultad de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias y Ambientales. Ibarra. 2017. pp. 1-302. [Consulta: 5 April 2021]. Disponible en: <https://core.ac.uk/download/pdf/200323225.pdf>.

CALA CALVIÑO, L., et al. “Aspectos farmacológicos de la lecitina de soya y sus posibles aplicaciones médicas”. *MEDISAN* [en línea], 2017, (Cuba) 21 (1), pp. 83-95. [Consulta: 10 June 2021]. ISSN 1029-3019. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1029-30192017000100010.

CAMPO VERA, Y., et al. “Ultrasonido en el procesamiento (homogenización, extracción y secado) de alimentos”. *Biotecnología en el sector* [en línea], 2018, (Colombia)16(1), pp. 102–113. [Consulta: 4 April 2021]. ISSN 1692-3561. DOI doi: <http://dx.doi.org/10.18684/bsaa.v16n1.628>. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6560693>.

CANARIAS, H. *4 Consejos básicos para entender qué tipo de harina debemos usar*. [en línea]. 2017. [Consulta: 14 April 2021]. Disponible en: <https://harinaliacanarias.es/4-consejos-basicos-para-entender-que-tipo-de-harina-debemos-usar/>.

CÁNOVAS, B.G. *Dehydration of Foods*. En: CHAPMAN AND HALL (ed.), *Dehydration of Foods* [en línea]. 1ª ed. S.l.: Universidad de las Américas Puebla, 1996. [Consulta: 4 April 2021].

Disponible en:
http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/meie/carrillo_a_j/capitulo1.pdf.

CARBALLIDO, E. *Propiedades de la harina de quinoa*. [en línea]. Botanical online, 2020. [Consulta: 15 April 2021]. Disponible en: <https://www.botanical-online.com/alimentos/harina-quinoa>.

CARRAZCO QUISHPE, Y.D.L.Á. Elaboración y evaluación nutritiva de la harina de fruta de pan (*Artocarpus altilis*) obtenida por proceso de deshidratación [en línea]. (Trabajo de titulación) (Grado). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Ciencias, Escuela de Bioquímica y Farmacia. Riobamba, Ecuador. 2011. pp. 1-128. [Consulta: 5 April 2021]. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/725>.

CASTILLO MARTINEZ, J. Aprovechamiento de la fruta del árbol de pan (*Artocarpus altilis*) para la obtención de un derivado alimenticio (harina). [en línea]. (Trabajo de grado). Universidad del Magdalena, Facultad de Ingeniería. Santa Marta. 2007. pp. 1-142. [Consulta: 27 June 2020]. Disponible en: <http://repositorio.unimagdalena.edu.co/jspui/handle/123456789/2112>.

CASTILLO TERÁN, S.D., et al. Proyecto de factibilidad para la creación de una empresa productora y comercializadora de pulpa, néctar y mermelada de la fruta *Artocarpus Heterophyllus* Jackfruit, ubicado en la ciudad de Quito [en línea]. (Trabajo de grado). Universidad Politécnica Salesiana. Quito. 2014. pp. 1-219. [Consulta: 10 July 2020]. Disponible en: <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/6820>.

CESAR AUGUSTO, M. Diseño de un deshidratador de convección para frutas y vegetales. (Trabajo de Grado). Universidad Autónoma de Occidente, Facultad de Ingenierías, Departamento de Energética y Mecánica. Santiago de Cali, Colombia. 2007. pp. 1-129.

CHEUNG, P.C.K. *Handbook of Food Chemistry*. [en línea]. S.l.: Springer, 2015. [Consulta: 6 April 2021]. Disponible en:
https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/62468903/2015_Book_HandbookOfFoodChemistry20200324-88813-bdgm6.pdf?1585109802=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DHandbook_of_Food_Chemistry.pdf&Expires=1617817843&Signature=PqTbPKvJFDZ7FaTJyOakL3jZyTLB2ueFkRljFVkJMrbsWyki9mnZmla~4bssrg-e-eYl05LF7YeelAWH1uFxdw~15un2VgMx1z5SOFn6q3wUBkGlaPaMxpANi-o84-VAzuT4u-rIbmGEduMU9jbSULRsIfdC~CITBiUU8p8-BBnkP6Fi~jU1i34mxmCpN6Tlc8z7OCw8~anlBiI32kuRre~CzDTpjPz~93QCiw5DhrNuUTcd

B9E102xNQK5q2~JSEkGAd8EPsGxCTv2cTqrudo0V7zarr5ET8~UwD38jx7Ek4lJrh4m4xfpR5kPSg5AS5VoD6WpthGa-gjATfQAZW4g__&Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA.

CONNORS, K.A. *Curso de Analisis Farmaceutico: Ensayo Del Medicamento* [en línea]. S.l.: Reverte, 1981. [Consulta: 9 April 2021]. ISBN 8429171134, 9788429171136. Disponible en: https://books.google.com.ec/books?id=HRhFUKyAC&pg=PA491&dq=metodo+kjeldahl&hl=es-419&sa=X&ved=2ahUKEwi7hs_DhPTvAhUEhuAKHaGoBWwQ6AEwBXoECAAQAg#v=onepage&q=metodo%20kjeldahl&f=false.

CRISTANCHO CRUZ, L.M. & MONROY SOLER, R.A. *Manual de métodos generales para determinación de carbohidratos*. [en línea]. S.l.: UPTC, 2014. pp. 33. [Consulta: 19 July 2020]. Disponible en: https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/38932449/manualdemtodosgeneralesparadeterminacindecarbohidratos-141106162652-conversion-gate02.pdf?1443548252=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DMANUAL_DE_METODOS_GENERALES_PARA_DETERMI.pdf&Expires=159.

DE LA O OLÁN, M., et al. “Proteínas del gluten y reología de trigos harineros mexicanos influenciados por factores ambientales y genotípicos”. *Pesq. agropec. Bras*, vol.45, no 9 (2010), (México) pp. 989-996.

DE MICHELIS, A. & OHACO, E. *Deshidratación y desecado de frutas, hortalizas y hongos*. Procedimientos hogareños y comerciales de pequeña escala. Comahue, Argentina: INTA, [sin fecha]. ISSN 1667-4014, pp. 1-38.

DEL CASTILLO, V., LESCANO, G. & ARMADA, M. “Formulación de alimentos para celíacos con base en mezclas de harinas de quínoa, cereales y almidones”. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición* [en línea], 2009, (Venezuela) 59 (3), pp. 332-336. [Consulta: 14 April 2021]. ISSN 0004-0622. Disponible en: http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0004-06222009000300015.

DELGADO CEDEÑO, B.L & REYES NORIEGA, C.J. Obtención de harina de las semillas de jackfruit (*Artocarpus Heterophyllus Lam*) y su aplicación como sustituto parcial de la harina de trigo en pastelería de bajo poder calórico [en línea]. (Trabajo de Titulación) (Grado). Universidad de Guayaquil, Facultad de Ingeniería Química. Guayaquil, Ecuador. 2015. pp-1-88. Disponible en:

http://publicacoes.cardiol.br/portal/ijcs/portugues/2018/v3103/pdf/3103009.pdf%0Ahttp://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0121-75772018000200067&lng=en&tln=en&SID=5BQIj3a2MLaWUV4OizE%0Ahttp://scielo.iec.pa.gov.br/scielo.php?script=sci_

DEPARTAMENTO DE ALIMENTOS Y BIOTECNOLOGÍA. *Fundamentos y técnicas de análisis de alimentos.* [en línea]. México: Facultad de Química, UNAM, 2007. [Consulta: 6 April 2021]. Disponible en: http://depa.fquim.unam.mx/amyd/archivero/FUNDAMENTOSYTECNICASDEANALISISDEALIMENTOS_12286.pdf.

DÍAZ CADVID, A. *Diseño estadístico de experimentos* [en línea]. 2da. Ciencia y Tecnología. S.l.: Universidad de Antioquia, 2009. [Consulta: 23 April 2021]. ISBN 978-958-714-264-8. Disponible en: https://books.google.com.ec/books?id=0x0DW6dNiyAC&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false.

DIETASNET. *Galletas - Cereales - Tablas de composición nutricional de los alimentos* [en línea]. Tablas y Calculadora, 2015. [Consulta: 24 June 2021]. Disponible en: <http://www.dietas.net/tablas-y-calculadoras/tabla-de-composicion-nutricional-de-los-alimentos/cereales/galletas/>.

EKE-EJIOFOR, J., BELEYA, E.A. & ONYENORAH, N.I. “The Effect of Processing Methods on the Functional and Compositional Properties of Jackfruit Seed Flour”. *International Journal of Nutrition and Food Sciences* [en línea], 2014, 3(3), pp. 166–173. [Consulta: 1 September 2020]. DOI 10.11648/j.ijnfs.20140303.15. Disponible en: <http://www.sciencepublishinggroup.com/j/ijnfs>.

ELEVITCH, C.R. & MANNER, H.I. “Artocarpus heterophyllus (jackfruit)”. *Species Profiles for Pacific Island Agroforestry.* [en línea]. 2006, S.l., pp. 1-17. [Consulta: 21 March 2021]. Disponible en: www.traditionaltree.org.

ESQUIVEL CRESPO, H.E. & MACÍAS AGUIRRE, M.J. Análisis de la semilla yaca o jackfruit (*Artocarpus heterophyllus*) y su propuesta de aplicación en la culinaria. [en línea] (Tesis de grado) (Licenciatura). Universidad de Guayaquil, Facultad de Ingeniería Química. Guayaquil, Ecuador. 2020a. pp. 1-86. [Consulta: 21 March 2021]. Disponible en: <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/49544>.

ESQUIVEL CRESPO, H.E. & MACÍAS AGUIRRE, M.J. *Análisis de la semilla yaca o jackfruit (Artocarpus heterophyllus) y su propuesta de aplicación en la culinaria* [en línea]. Guayaquil: Universidad de Guayaquil. Facultad de Ingeniería Química. 2020b. pp. 1-86. [Consulta: 25 March 2021]. Disponible en: <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/49544>.

EUROPEAN FOOD SAFETY AUTHORITY (EFSA). “Scientific Opinion on Dietary Reference Values for carbohydrates and dietary fibre”. *EFSA Journal* [en línea], 2010, (Italia) 8(3), pp. 1462. [Consulta: 24 June 2021]. ISSN 18314732. DOI 10.2903/j.efsa.2010.1462. Disponible en: www.efsa.europa.eu.

FAO. Alimentos farináceos cereales, harinas y derivados [en línea]. 1 November 2019. S.l.: Código Alimentario Argentino. [Consulta: 18 June 2021]. LEX-FAOC011897. Disponible en: <https://docplayer.es/60338357-Alimentos-farinaceos-cereales-harinas-y-derivados.html>.

FERNANDO, M.R., et al. “Effect of *Artocarpus heterophyllus* and *Asteracanthus longifolia* on glucose tolerance in normal human subjects and in maturity-onset diabetic patients”. *Journal of Ethnopharmacology*, vol. 31, no. 3 (1991), (Irlanda), pp. 277–282. ISSN 03788741. DOI 10.1016/0378-8741(91)90012-3.

FESNAD-SEEDO. “Recomendaciones nutricionales basadas en la evidencia para la prevención y el tratamiento del sobrepeso y la obesidad en adultos” (Consenso FESNAD-SEEDO). *REVISTA ESPAÑOLA DE OBESIDAD*, vol. 10, no. 1 (2011), (España) pp. 6-78.

FLORES, F., et al. “Caracterización fisicoquímica, reológica y funcional de harina de avena (*Avena sativa* L. cv *Bachíniva*) cultivada en la región Cuauhtémoc, Chihuahua”. *TECNOCENCIA Chihuahua* [en línea], 2020a, (México) 8(3), pp. 152–162. [Consulta: 29 May 2021]. ISSN 1870-6606. Disponible en: <https://vocero.uach.mx/index.php/tecnociencia/article/view/611/622>.

FLORES, F., et al. “Physicochemical, rheological and functional characterization of oat flour (*Avena sativa* L. cv *Bachiniva*) cultivated in the region of Cuauhtémoc, Chihuahua”. *TECNOCENCIA Chihuahua* [en línea], 2020b, (México) 8(3), pp. 152–162. [Consulta: 29 May 2021]. ISSN 1870-6606. Disponible en: <https://vocero.uach.mx/index.php/tecnociencia/article/view/611/622>.

FREIRE, W.B., et al. *Encuesta Nacional de Salud y Nutrición del Ecuador (ENSANUT-ECU-2012)* [en línea]. Primera edición. Quito: Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC), 2013. [Consulta: 14 June 2021]. ISBN 978-9942-07-524-6. Disponible en: https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_Sociales/ENSANUT/MSP_ENSANUT-ECU_06-10-2014.pdf.

GARCÉS, L.A., et al. Operaciones con sólidos [en línea]. Universidad de Bogotá JORGE TADEO LOZANO, Facultad de Ciencias Naturales e Ingeniería. Laboratorio de Molienda Y Tamizado. [sin fecha]. pp. 1-10 [Consulta: 4 April 2021]. Disponible en: https://www.academia.edu/6546874/LABORATORIO_DE_MOLIENDA_Y_TAMIZADO.

GARCÍA MAHECHA, M., et al. “Evaluación del Secado de Perejil Aplicando Técnicas de Deshidratación Osmótica Como Pretratamiento”. *Revista Facultad Nacional de Agronomía-Medellín* [en línea], 2010, (Colombia) 63(2), pp. 5693-5705. [Consulta: 4 April 2021]. ISSN 0304-2847. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=179918602022>.

GARCÍA MARTÍNEZ, E., et al. Aplicación de la determinación de proteínas de un alimento por el método Kjeldahl. Valoración con una base fuerte. [en línea]. Universidad Politécnica de Valencia, Departamento de Tecnología de Valencia. S.l.: [sin fecha]. pp. 1-7. [Consulta: 9 April 2021]. Disponible en: <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/29832/proteinas%20medio%20b%20c3%a1sico-%202013.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

GARDA, M.R. *Técnicas del manejo de los alimentos* [en línea]. 3a. Buenos Aires: Eudeba, 2020. [Consulta: 9 July 2020]. ISBN 978-950-23-3015-0. Disponible en: <https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=zQbtDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA11&dq=emulsionantes+en+alimentos&ots=UQp0FyVjC3&sig=oc8xVnKzwrPohxleuGOLdSI60#v=onepage&q=emulsionantes%20en%20alimentos&f=false>.

GARMENDIA, G. & VERO, S. “Métodos para la desinfección de frutas y hortalizas”. *Horticultura*. [en línea], 2015, S.l.: pp. 1-18. [Consulta: 1 April 2021]. Disponible en: <https://www.researchgate.net/publication/28282408>.

GLYCEMIC INDEX FOUNDATION. *Acerca del índice glucémico*. [en línea]. S.l.: 2017. [Consulta: 8 July 2020]. Disponible en: <https://www.gisymbol.com/about-glycemic-index/>.

GÓMEZ-GÓMEZ, M., DANGLOT-BANCK, C. & VEGA-FRANCO, L. “Sinopsis de pruebas estadísticas no paramétricas. Cuándo usarlas”. *Revista Mexicana de Pediatría*, vol. 70, no. 2 (2003), (Mexico), pp. 91–99.

GONZÁLEZ REGUEIRO, V., et al. Introducción al análisis sensorial - Estudio hedónico del pan en el IES Mugaros Categoría: Bachillerato y ciclos formativos. [en línea]. SGAPEIO: IES de Mugaros. 2014. pp 1-26. [Consulta: 20 April 2021]. Disponible en: <http://www.seio.es/descargas/Incubadora2014/GaliciaBachillerato.pdf>.

GOSWAMI, C. & CHACRABATI, R. “Jackfruit (*Artocarpus heterophyllus*)”. *Nutritional Composition of Fruit Cultivars* [en línea], 2015, (Bangladesh): Elsevier Inc., pp. 317–335. [Consulta: 22 July 2020]. ISBN 9780124081178. Disponible en: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/B9780124081178000143>.

GRIMM, J.E. & STEINHAUS, M. “Characterization of the Major Odor-Active Compounds in Jackfruit Pulp”. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* [en línea], 2019, (Germany) 67(20), pp. 5838 -5846. [Consulta: 24 June 2021]. ISSN 15205118. DOI 10.1021/acs.jafc.9b01445. Disponible en: <https://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/acs.jafc.9b01445>.

HAQ, N. *Fruits for the Future 10: Jackfruit (Artocarpus heterophyllus)* [en línea]. Southampton UK: University of Southampton, 2006. [Consulta: 20 June 2020]. ISBN 0854328394. Disponible en: <https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=PLEeVNBXyw8C&oi=fnd&pg=PR1&dq=Jackfruit+Fruit+For+The+Future&ots=IP2-AA7w2r&sig=yNS70UjTEYWvtmGdsh-LQcPk-wM#v=onepage&q=Jackfruit+Fruit+For+The+Future&f=false>.

HASMADI, M., et al. “Functional properties of composite flour: A review”. *Food Research*, vol. 4, no. 6 (2020). S.l.: Rynnye Lyan Resources. pp. 1820-1831.

HATEKAR, M.S. & GHODKE, S.K. “Glycemic Index: An overview”. *AgrooFoodIndustryHiTech*. [en línea], 2009, (India) 20(2), pp. 30-32. [Consulta: 19 April 2021]. Disponible en: <https://www.researchgate.net/publication/260135335>.

HERNÁNDEZ, P., et al. “Índice glicémico y carga glucémica de las dietas de adultos diabéticos y no diabéticos”. *An Venez Nutr*, vol. 26, no. 1 (2013), pp. 5–13.

HERRERA CANTO, E.E. “La yaca (*Artocarpus heterophyllus* Lam.), una fruta muy singular y sus usos tradicionales”. *Desde el Herbario CICY* [en línea], 2015, (México) vol. 7, pp. 169–171. [Consulta: 22 March 2021]. ISSN 2395-8790. Disponible en: <http://www.indianaturewatch.net>.

HETTIARATCHI, U.P., EKANAYAKE, S. & WELIHINDA, J. “Nutritional assessment of a jackfruit (*Artocarpus heterophyllus*) meal”. *The Ceylon medical journal* [en línea], 2011, (Sri Lanka) 56(2), pp. 54–58. [Consulta: 29 June 2020]. ISSN 00090875. DOI 10.4038/cmj.v56i2.3109. Disponible en: <https://cmj.sljol.info/article/10.4038/cmj.v56i2.3109/>.

HOOVER, R. “Composition, molecular structure, and physicochemical properties of tuber and root starches: A review”. *Carbohydrate Polymers*, vol. 45, no. 3 (2001), (Canadá) pp. 253–267. ISSN 01448617. DOI 10.1016/S0144-8617(00)00260-5.

HUAMANI-H, A., et al. “Optimization of the quinoa cooking process using the 3k design and the desirability function: Degree of gelatinization, water absorption index, solubility index and cotyledon detachment”. *Scientia Agropecuaria* [en línea], 2020, (Perú) 11(3), pp. 381–390. [Consulta: 19 June 2021]. ISSN 20779917. DOI 10.17268/sci.agropecu.2020.03.10. Disponible en: <https://revistas.unitru.edu.pe/index.php/scientiaagrop/article/view/3055>.

INEN 154:1986. *Tamices de ensayo. Dimensiones nominales de las aberturas.* [en línea]. Quito: [Consulta: 30 March 2021]. Disponible en: <https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/154.pdf>.

INSTITUTO DE SALUD PÚBLICA. *Documento de Referencia de Método de Ensayo* [en línea]. 1ª ed. Chile: Ministerio de Salud Pública, 2020. [Consulta: 9 September 2021]. Disponible en: https://www.ispch.cl/wp-content/uploads/resoluciones/30979_0178-2021.pdf.

ISLAM, S., et al. “A Study on Nutritional and Functional Properties Analysis of Jackfruit Seed Flour and Value Addition to Biscuits”. *International Journal of Engineering Research & Technology (IJERT)*. [en línea], 2015, (United Kingdom) 4(2), pp. 139- 147. [Consulta: 1 September 2020]. Disponible en: www.ijert.org.

JAVOLOIS LÓPEZ, Á. del C. Caracterización de harina y almidón de semilla de *Artocarpus heterophyllus* Lam. (Tesis Profesional) (Grado). Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas, Facultad de Ciencias de la Nutrición y Alimentos. Villa de Acapetahua (Chiapas-México) 2017. Pp. 1-44.

JENKINS, D.J., et al. “Glycemic index: overview of implications in health and disease”. *The American Journal of Clinical Nutrition* [en línea], 2002, (United States) 76(1), pp. 266S-273S. [Consulta: 19 April 2021]. ISSN 0002-9165. DOI 10.1093/ajcn/76.1.266S. Disponible en: <https://academic.oup.com/ajcn/article/76/1/266S/4824159>.

JENKINS, D.J., et al. “Glycemic index of foods: a physiological basis for carbohydrate Exchange”. *The American Journal of Clinical Nutrition* [en línea], 1981, (S.l.) 34(3), pp. 362–366. [Consulta: 19 April 2021]. ISSN 0002-9165. DOI 10.1093/ajcn/34.3.362. Disponible en: <https://academic.oup.com/ajcn/article/34/3/362/4692881>.

JENKINS, D.J.A., WOLEVER, T.M.S. & JENKINS, A.L. “Starchy foods and glycemic index”. *Diabetes Care* [en línea], 1988, (Canadá) 11(2), pp. 149–159. [Consulta: 19 April 2021]. ISSN 01495992. DOI 10.2337/diacare.11.2.149. Disponible en: <https://care.diabetesjournals.org/content/11/2/149>.

JIMÉNEZ-CRUZ, A., SEIMANDI-MORA, H. & BACARDI-GASCON, M. “Efecto de dietas con bajo índice glucémico en hiperlipidémicos”. *Nutr. Hosp* [en línea], 2003, (Mexico) 8(6), pp. 331–335. [Consulta: 19 April 2021]. ISSN 0212-1611. Disponible en: <https://scielo.isciii.es/pdf/nh/v18n6/original2.pdf>.

LAST, A.R. & WILSON, S.A. “Low-Carbohydrate Diets”. *American Family Physician* [en línea], 2006, (United States) 73(11), pp.1942-1948. [Consulta: 24 June 2021]. Disponible en: www.aafp.org/afp.

LIVESEY, G., et al. “Glycemic response and health - A systematic review and meta-analysis: Relations between dietary glycemic properties and health outcomes”. *American Journal of Clinical Nutrition* [en línea], 2008, (United States) 87(suppl), pp. 258S-268S. [Consulta: 24 June 2021]. DOI 10.1093/ajcn/87.1.258s. Disponible en: <https://academic.oup.com/ajcn/article/87/1/258S/4633425>.

LOOR ALCÍVAR, G.C. & MITE BERNAL, L.D. Estudio de la Jaca (*Artocarpus heterophyllus*) y su uso en la repostería como un snack para la Escuela particular mixta Dr. Edmundo Durán Díaz [en línea] (Trabajo de Titulación) (Licenciatura), Universidad de Guayaquil, Facultad de Ingeniería Química. Guayaquil, Ecuador. 2019. pp. 4-68. [Consulta: 8 July 2020]. Disponible en: <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/42123>.

LÓPEZ, A. *Tipos de harina. Clasificación.* [blog]. Recetasderechupete, 2009. [Consulta: 14 April 2021]. Disponible en: <https://www.recetasderechupete.com/tipos-de-harina-clasificacion/25251/>.

LUGMAÑA, G., et al. *Registro Estadístico de Defunciones Generales.* [en línea]. S.l.: Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC), 2020. [Consulta: 14 June 2021]. Disponible en: https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Poblacion_y_Demografia/Nacimientos_Defunciones/2020/Boletin_%20tecnico_%20EDG%202019%20prov.pdf.

LUNA ESQUIVEL, G., et al. “La yaca (*Artocarpus heterophyllus* Lam.). Un fruto de exportación”. *AGROPRODUCTIVIDAD* [en línea], 2013, (México) pp. 65–70. [Consulta: 20 March 2021]. ISSN 0188-7394. Disponible en: <http://dspace.uan.mx:8080/handle/123456789/784>.

LUNA ESQUIVEL, G. & MEDINA TIZNADO, M. de L.Á. Etiología de la pudrición de inflorescencias y fruto de yaca (*Artocarpus heterophyllus* Lam.) y evaluación antagónica de tres especies de *Trichoderma* [en línea] (Tesis) (Maestría). Universidad Autónoma de Nayarit, Facultad de Ciencias Biológico-Agropecuarias. Xalisco, Nayarit, México. 2018. pp. 1-67. [Consulta: 21 March 2021]. Disponible en: <http://dspace.uan.mx:8080/xmlui/handle/123456789/2309>.

MAACHE-REZZOUG, Z., et al. “Effect of Principal Ingredients on Rheological Behaviour of Biscuit Dough and on Quality of Biscuits”. *Journal of Food Engineering* [en línea], 1998, (Great Britain) 35(1), pp. 23–42. [Consulta: 16 April 2021]. ISSN 02608774. DOI 10.1016/S0260-8774(98)00017-X. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S026087749800017X>.

MAKI, K.C., et al. “Effects of a reduced-glycemic-load diet on body weight, body composition, and cardiovascular disease risk markers in overweight and obese adults”. *American Journal of Clinical Nutrition* [en línea], 2007, (United States) 85(3), pp. 724–734. [Consulta: 24 June 2021]. ISSN 00029165. DOI 10.1093/ajcn/85.3.724. Disponible en: <https://academic.oup.com/ajcn/article/85/3/724/4633104>.

MARÍA, D. & ECHEVERRIARZA, P. *Guías de Uso de Cocinas, Hornos y Secaderos Solares* [en línea]. Asunción: Fundación Celestina Pérez de Almada, 2005. [Consulta: 25 March 2021]. Disponible en:

<http://www.unesco.org/new/fileadmin/MULTIMEDIA/FIELD/Montevideo/pdf/ED-Guiasecaderosolar.pdf>.

MATA, M. & VÁZQUEZ, M. Caracterización de harina de Yuca (*Manihot esculenta*) como materia prima para la elaboración de Pastel. RAMOS, M. & AGUILERA, V. (eds.) *Ciencias de la Ingeniería y Tecnología* [en línea]. Valle de Santiago, Guanajuato: ECORFAN, 2014, pp. 261-272. [Consulta: 30 May 2021]. Disponible en: https://www.ecorfan.org/handbooks/Ciencias%20de%20la%20Ingenieria%20y%20Tecnologia%20T-IV/Articulo_24.pdf.

MAUPOEY, P.F., et al. *Introducción al secado de alimentos por aire caliente* [en línea]. 1ª ed. España: Universitat Politècnica de Valencia, 2016. [Consulta: 5 April 2021]. ISBN 9788497050258. Disponible en: www.lalibreria.upv.es.

MENDEZ PÉREZ, V. Comparación de cuatro líneas de trigo con harinas comerciales en relación a su perfil de textura, tiempo de amasado y volumen de fermentación (Tesis) (Grado). Universidad Autónoma del Estado de México, Facultad de Ciencias Agrícolas. Toluca, México. 2018. pp. 11-46.

MENESES, K. *Tabla de Alimentos Índice Glucémico y Carga Glucémica*. [en línea]. S.l.: 2020. [Consulta: 2 June 2021]. Disponible en: https://d-medical.com/wp-content/uploads/TABLA-IG-Y-CG-Diabetes-Mayo-2020-Karla-Meneses-%C2%B7-CI%C3%ADnica-d-M%C3%A9dica_compressed-1-7.pdf.

MERIÑO SERRANO, C.C. Determinación de la capacidad antioxidante de los extractos de jackfruit (*Artocarpus heterophyllus* Lam.) obtenidos mediante solventes de diferente polaridad [en línea] (Trabajo de titulación) (Grado). Universidad Politécnica Salesiana, Carrera de Ingeniería en Biotecnología de los Recursos Naturales. Cuenca, Ecuador, 2019. [Consulta: 21 March 2021]. Disponible en: <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/17931>.

METTLER TOLEDO. *Determination of Acids in Food & Beverages*. S.l.: s.n., [sin fecha], pp. 4-8.

MILLER, M., et al. "Triglycerides and cardiovascular disease: A scientific statement from the American Heart Association". *Circulation*, vol. 123, no. 20 (2011), (S.l), pp. 2292–2333. ISSN 15244539. DOI 10.1161/CIR.0b013e3182160726.

MIRA VÁSQUEZ, J.M. & SUCOSHAÑAY VILLALVA, D.J. Caracterización de la harina de quinua (*Chenopo-Dium Quinoa Willd.*) producida en la provincia de Chimborazo, Ecuador. *Revista Científica Perfiles* [en línea], 2016, (Ecuador) 2(16), pp. 27–31. [Consulta: 1 June 2021]. ISSN 1390-5740. Disponible en: <http://ceaa.esPOCH.edu.ec:8080/revista.perfiles/faces/Articulos/Perfiles16Art4.pdf>.

MONCAYO, D., et al. *Manual práctico de BPM y procesamiento de frutas*. [en línea]. Colombia: Fundación Universitaria Agraria de Colombia, [sin fecha] [Consulta: 1 April 2021]. Disponible en: <https://www.researchgate.net/publication/333673176>.

MONTILLA ARIAS, V. *MF1064_3 - Aprovisionamiento en restauración* [en línea]. S.l.:E-learning, 2015. [Consulta: 9 August 2020]. Disponible en: <https://books.google.com.ec/books?id=vbxWDwAAQBAJ&pg=PA235&dq=que+es+harina&hl=es-419&sa=X&ved=2ahUKEwiiharLh5HrAhVIJt8KHbBLC5IQ6AEwAnoECAMQAg#v=onepage&q=que es harina&f=false>.

MORALES GUERRERO, J.C., et al. “Determinación del índice glucémico y la carga glucémica de productos lácteos fermentados en sujetos adultos sanos, sedentarios y deportistas”. *Nutricion Hospitalaria* [en línea], 2016, (España) 33(5), pp. 1095–1101. [Consulta: 19 April 2021]. ISSN 16995198. DOI 10.20960/nh.572. Disponible en: https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0212-16112016000500013.

MORALES, R. Optimización De Las Condiciones De Secado De Una Harina a Base De Las Semillas De La Jaca (*Artocarpus Heterophyllus Lasm*) (Tesis) (Licenciatura). Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas, Facultad de Ciencias de la Nutrición y Alimentos. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México. 2017. pp. 5-43.

NIELSEN, S.S. *Food Analysis Laboratory Manual* [en línea]. 3ª ed. United States: Springer International Publishing, 2017. [Consulta: 6 April 2021]. Food Science Text Series. ISBN 978-3-319-44125-2. Disponible en: <http://link.springer.com/10.1007/978-3-319-44127-6>.

NTE INEN 517:1980. *Harinas de Origen Vegetal. Determinación del Tamaño de Partículas*. [en línea]. S.l.: [Consulta: 9 September 2021]. Disponible en: <https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/517.pdf>.

NTE INEN 518:1980. *Harina de Origen Vegetal. Determinación por la Pérdida por Calentamiento.* [en línea]. Ecuador: [Consulta: 9 September 2021]. Disponible en: <https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/518.pdf>.

NTE INEN 520:1980. *Harinas de Origen Vegetal. Determinación de la Ceniza.* [en línea]. Ecuador: [Consulta: 9 September 2021]. Disponible en: <https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/520.pdf>.

NTE INEN 521:1980. *Harinas de Origen Vegetal. Determinación Acidez Titulable.* [en línea]. Ecuador: [Consulta: 9 September 2021]. Disponible en: <https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/521.pdf>.

NTE INEN 616:2006. *Harina De Trigo. Requisitos.* [en línea]. S.l.: [Consulta: 30 April 2021]. Disponible en: <https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/616.pdf>.

NTE INEN 616:2015. *Harina de Trigo. Requisitos.* Ecuador.

NTE INEN 2085:2005. *Galletas. Requisitos.* [en línea]. Ecuador: [Consulta: 9 August 2020]. Disponible en: <https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/2085-1.pdf>.

OCLOO, F., et al. “Physico-chemical, functional and pasting characteristics of flour produced from Jackfruits (*Artocarpus heterophyllus*) seeds”. *Agriculture and Biology Journal of North America*, vol. 1, no. 5 (2010), (Ghana), pp. 903–908. DOI 10.5251/abjna.2010.1.5.903.908.

ODOEMELAM, S.A. “Functional Properties of Raw and Heat Processed Jackfruit (*Artocarpus heterophyllus*) Flour”. *Pakistan Journal of Nutrition*, vol. 4, no. 6 (2005), (Nigeria), pp. 366–370. ISSN 1680-5194.

OPKALA, M.O. Development and evaluation of baked products from jackfruit (*Artocarpus heterophyllus lam*) seed kernel and pulp flours [en línea] (Tesis) (Maestría). University of Nigeria, Department of Food Science and Technology. Nisukka, Nigeria. 2010. pp. 20-67. Disponible en: <http://www.unn.edu.ng/publications/files/images/copy.pdf>.

ORREGO ALZATE, C.E. *Congelación y liofilización de alimentos.* Manizales, Caldas, Colombia: s.n, 2008. ISBN 9789584444363.

PALTRINIERI, G., FIGUEROLA, F. & ROJAS, L. *Procesamiento de frutas y hortalizas mediante métodos artesanales y de pequeña escala*. [en línea], Santiago, Chile: FAO, 1993. pp. 88-93. Disponible en:

https://canadianpreppersnetwork.com/cd3wd/disk5/_ag_fruit_veg_process_ss_es_unfao_lp_107730_.pdf.

PANREAC. *Cereales, derivados de cereales y cerveza*. 7ª ed. en *Métodos Analíticos en Alimentaria*. S.l.: PANREAC QUÍMICA S.A., pp. 27–38.

PERALTA, F., MALDONADO, E. & CENTENO, M. *Manual de prácticas de laboratorios de alimentos*. [en línea]. S.l.: Universidad Autónoma de Tabasco, [sin fecha]. [Consulta: 24 April 2021]. Disponible en: http://www.archivos.ujat.mx/2015/div_rios/MP-DAMR-LBR-R01.pdf.

PEREIRA GARCÍA, A., et al. “Análisis comparativo de la cinética de deshidratación Osmótica y por Flujo de Aire Caliente de la Piña (*Ananas Comosus*, variedad Cayena lisa)”. *Ciencias Técnicas Agropecuarias* [en línea], 2013 (Cuba) 22(1), pp. 62-69. [Consulta: 4 April 2021]. ISSN 2071-0054. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S2071-00542013000100011&script=sci_arttext&tlng=en.

PHILIPPOU, E., et al. “The Effect of Dietary Glycemic Index on Weight Maintenance in Overweight Subjects: A Pilot Study”. *Obesity* [en línea], 2009, (Reino Unido) 17(2), pp. 396–401. [Consulta: 19 April 2021]. ISSN 19307381. DOI 10.1038/oby.2008.533. Disponible en: <http://doi.wiley.com/10.1038/oby.2008.533>.

PIÑA-DUMOULÍN, G., et al. “Caracterización fisicoquímica de frutas frescas de cultivos no tradicionales en Venezuela I la yaca”. *Agronomía Tropical* [en línea], 2010, (Venezuela) 60(3), pp. 35–42. [Consulta: 24 June 2021]. ISSN 0002-192X. Disponible en: http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0002-192X2010000300003&lng=es&nrm=iso&tlng=es.

PRAKASH, O., et al. “Artocarpus heterophyllus (Jackfruit): An Overview”. *Phcog Rev* [en línea], 2009, (India) 3(6) pp. 353-358. [Consulta: 21 March 2021]. Disponible en: www.phcog.net.

PRIETO MÉNDEZ, J., et al. “Degradación física del almidón de cebada (*Hordeum sativum* Jess). Correlación entre la gelatinización y el tamaño de gránulos”. *MULTICIENCIAS*, vol. 9, no. 2 (2009), (México), pp. 115–125. ISSN 1317-2255.

PUA, C.K., et al. “Production of drum-dried jackfruit (*Artocarpus heterophyllus*) powder with different concentration of soy lecithin and gum arabic”. *Journal of Food Engineering*, vol. 78, no. 2 (2007), (Malasia) pp. 630–636. ISSN 02608774. DOI 10.1016/j.jfoodeng.2005.10.041.

QUEVEDO URÍAS, H.A. & PÉREZ SALVADOR, B.R. *Estadística para Ingeniería y Ciencias* [en línea]. México: Grupo Editorial Patria S.A., 2014. [Consulta: 23 April 2021]. ISBN 978-607-438-939-5. Disponible en: https://books.google.com.ec/books?id=jvLhBAAAQBAJ&printsec=frontcover&dq=analisis+d+e+varianza+anova&hl=es-419&sa=X&ved=2ahUKEwi4_sm99ZfwAhVOh-AKHWX3DikQ6AEwCHoECACQAg#v=onepage&q&f=false.

QUINTANA PÉREZ, V.R. Aprovechamiento integral de la jaca (*Artocarpus heterophyllus Lam*) para elaborar productos alimenticios [en línea] (Tesis) (Licenciatura). Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas, Facultad de Ciencias de la Nutrición y Alimentos. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México. 2017. pp. 7-58. [Consulta: 30 May 2020]. Disponible en: [https://repositorio.unicach.mx/bitstream/20.500.12114/1322/1/IAGRO 664.0284 J38 2017.pdf](https://repositorio.unicach.mx/bitstream/20.500.12114/1322/1/IAGRO%20664.0284%20J38%202017.pdf).

RAMÍREZ NAVAS, J.S. *Liofilización de Alimentos* [en línea]. Cali - Colombia: Universidad del Valle, 2006. [Consulta: 4 April 2021]. Disponible en: https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=hNcKTLfmPl4C&oi=fnd&pg=PP1&dq=deshidratacion+por+liofilizacion+&ots=poSc-xEgJb&sig=5Z2gGU9fU1AmoFS_ADF19sYjVdE#v=onepage&q=deshidratacion%20por%20liofilizacion&f=false.

RAMÍREZ NAVAS, J.S. “Análisis sensorial: pruebas orientadas al consumidor”. *Revista ReCiTeIA* [en línea], 2012, (Colombia) 12(1), pp. 86-93. ISSN 2027-6850. Disponible en: <http://revistareciteia.es.tl/>.

RAMÍREZ ORTIZ, M.E. *Propiedades funcionales de hoy* [en línea]. S.l.: Omnia Science, 2017. [Consulta: 18 June 2021]. ISBN 8494560344, 9788494560347. Disponible en: https://books.google.com.ec/books?id=8zo3DgAAQBAJ&dq=propiedades+funcionales+de+las+harinas&source=gbs_navlinks_s.

ROBLES, Q. *¿Qué es la fibra dietética?* [en línea]. S.l.: Centro Nacional de Alimentación y Nutrición, Instituto Nacional de Salud, 2001. [Consulta: 24 April 2021]. Disponible en:

<https://repositorio.ins.gob.pe/xmlui/bitstream/handle/INS/834/BOLETIN-2001-ene-oct-13-14.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

RODRÍGUEZ ARZAVE, J.A., et al. “Determinación del índice de acidez y acidez total de cinco mayonesas resumen”. *Investigación y Desarrollo en Ciencia y Tecnología de Alimentos* [en línea], 2016, (México) 1(2), pp. 843–849. [Consulta: 7 June 2021]. Disponible en: <http://www.fcb.uanl.mx/IDCyTA/files/volume1/2/10/146.pdf>.

RODRÍGUEZ-SANDOVAL, E., LASCANO, A. & SANDOVAL, G. “Influence of the partial substitution of wheat flour for quinoa and potato flour on the thermomechanical and breadmaking properties of dough”. *CAA. Revista UDCA Actualidad & Divulgación Científica* [en línea], 2012, (S.l.) 15(1), pp. 199–207. [Consulta: 28 May 2021]. Disponible en: <https://repository.udca.edu.co/bitstream/handle/11158/1944/817-Texto%20del%20art%20c3%20adculo-2696-1-10-20180906.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

SÁEZ-PLAZA, P., GARCÍA ASUERO, A. & MARTÍN, J. “An annotation on the Kjeldahl method: Una anotacion sobre el metodo de Kjeldahl”. *ANALES DE LA REAL ACADEMIA NACIONAL DE FARMACIA*, vol. 85, no. 1 (2019), (España) pp. 14–19.

SAXENA, A., BAWA, A.S. & RAJU, P.S. *Jackfruit (Artocarpus heterophyllus Lam.)* [en línea]. S.l.: Woodhead Publishing Limited, 2011. ISBN 9781845697358. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/B978-1-84569-735-8.50012-7>.

SCHEFFÉ, H. *The Analysis of Variance* [en línea]. New York-United States: Wiley Classics Library, 1999. [Consulta: 23 April 2021]. ISBN 0-471-75834-5. Disponible en: <https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=h7NuoPIXh9UC&oi=fnd&pg=PA3&dq=analysis+of+variance&ots=02M0dKrtPR&sig=edidOAvK-pwFwbIUPdT72eW9IYA#v=onepage&q=analysis%20of%20variance&f=false>.

SIMBA CASA, M. del R. Caracterización físico-química del jack fruit y propuestas de dos alternativas para el procesamiento. [en línea] (Trabajo de titulación) (Grado). Universidad Tecnológica Equinoccial, Facultad de Ciencias de la Ingeniería, Carrera de Ingeniería de Alimentos. Quito, Ecuador. 2014. pp. 14-57. Disponible en: http://192.188.51.77/bitstream/123456789/5062/1/55526_1.pdf.

SPADA, F.P., et al. “Characterisation of the chocolate aroma in roast jackfruit seeds”. *Food Chemistry*, vol. 354, s.n. (2021), (S.l.) pp. 129537. ISSN 18737072. DOI 10.1016/j.foodchem.2021.129537.

STONE, H., BLEIBAUM, R.N. & THOMAS, H.A. *Sensory Evaluation Practices* [en línea]. 5ª ed. Chennai-India: Barbara Makinster, 2020. [Consulta: 19 April 2021]. ISBN 978-0-12-815334-5. Disponible en: https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=U2XRDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&dq=sensory+evaluation+practices&ots=q7gKswHgI3&sig=EblJ1jr5ZdHvVHwBaD_4vJeLMss#v=onepage&q=sensory%20evaluation%20practices&f=false.

STTEFANIA. *Tipos de Deshidratación*. [blog]. S.l.: Tiffany Nguyen, 2009. [Consulta: 4 April 2021]. Disponible en: <https://procesochipfrutas.wordpress.com/tipos-de-deshidratacion/>.

SWORDS, G., BOBBIO, P.A. & HUNTER, G.L. “Volatile constituents of jack fruit (*Artocarpus heterophyllus*)”. *Journal of Food Science* [en línea], 1978, (S.l.) 43(2), pp. 639–640. [Consulta: 24 June 2021]. ISSN 17503841. DOI 10.1111/j.1365-2621.1978.tb02375.x. Disponible en: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/j.1365-2621.1978.tb02375.x>.

THOMAS, D.E., ELLIOTT, E.J. & BAUR, L. “Low glycaemic index or low glycaemic load diets for overweight and obesity”. *Cochrane Database of Systematic Reviews* [en línea], 2007, (Australia) no. 3: John Wiley and Sons Ltd. [Consulta: 24 June 2021]. Disponible en: <https://www.cochranelibrary.com/cdsr/doi/10.1002/14651858.CD005105.pub2/full>.

TOLEDO, R.T., SINGH, R.K. & KONG, F. *Fundamentals of Food Process Engineering* [en línea]. 4ª ed. USA: Springer International Publishing, 2018. [Consulta: 5 April 2021]. Food Science Text Series. ISBN 978-3-319-90097-1. Disponible en: <http://link.springer.com/10.1007/978-3-319-90098-8>.

TULYATHAN, V., et al. “Some Physicochemical Properties of Jackfruit (*Artocarpus heterophyllus* Lam) Seed Flour and Starch”. *ScienceAsia*, vol. 28, no. 1 (2002), (Tailandia) pp. 37-41. ISSN 1513-1874. DOI 10.2306/scienceasia1513-1874.2002.28.037.

VALDEZ LÓPEZ, E. & CRUZ CANSINO, N. Optimización del néctar de yaca (*artocarpus heterophyllus*) termoultrasonificado sobre estabilidad física y ácido ascórbico [en línea]. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Instituto de Ciencias de la Salud, área Académica de Nutrición. Centro de Investigación Multidisciplinario, México. [sin fecha]. [Consulta: 22

March 2021]. Disponible en: <https://repository.uaeh.edu.mx/revistas/index.php/ICSA/article/download/864/3640?inline=1>.

VERA, G. *Determinación de azúcares totales, Hidratos de carbono disponibles y Factores de cálculo de energía en alimentos* [en línea]. Santiago de Chile: ACHIPIA, 2016. [Consulta: 24 April 2021]. Disponible en: <http://www.achipia.cl/wp-content/uploads/2016/06/8-M--todos-Az-cares-Totales-H.-de-Carbono-F--ctores-c--lculo-energ--a-Dra.-Gloria-Vera.pdf>.

WATTS, B.M., et al. *Métodos sensoriales básicos para la evaluación de alimentos*. Ottawa-Canadá: Centro Internacional De Investigaciones Para El Desarrollo (CIID), 1992. ISBN 0-88936-564-4.

WIESER, H. "Chemistry of gluten proteins". *Food Microbiology*, vol. 24, no. 2 (2007), (Germany) pp. 115–119. ISSN 07400020. DOI 10.1016/j.fm.2006.07.004.

ZHOU, W. & HUI, Y.H. *Bakery Products: Science and Technology*. 2^a ed. Puducherry-India: John Wiley & Sons, Ltd., 2014. ISBN 0813801877. pp. 17-295.

ZUMBADO FERNÁNDEZ, H. *Análisis químico de alimentos: Métodos Clásicos*. [en línea]. Instituto de Farmacia y Alimentos: Universidad de La Habana, 2004. Disponible en: <https://juliocruz82.files.wordpress.com/2011/08/analisis-quimico-de-los-alimentos-mc3a9todos-clc3a1sicos.pdf>.

ANEXOS

ANEXO A: HARINAS DE ORIGEN VEGETAL. DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE IÓN HIDRÓGENO O PH

NTE INEN526:2013

- La determinación debe realizarse por duplicado sobre la misma muestra preparada.
- Pesar 10 g de muestra preparada y colocar en un vaso de precipitación, añadir 100 mL de agua destilada recién hervida y enfriada, agitar suavemente hasta que las partículas queden uniformemente suspendidas.
- Continuar con la agitación por 30 min a 25° C de modo que las partículas de almidón se mantengan en suspensión, posteriormente dejar en reposo durante 10 minutos para que el líquido se decante.
- Decantar el sobrenadante en el vaso de precipitación.
- Determinar el pH por lectura directa, introduciendo los electrodos del potenciómetro en el vaso de precipitación con el líquido sobrenadante, cuidando que éstos no toquen las paredes del recipiente ni las partículas sólidas.

ANEXO B: DETERMINACIÓN DE LA CANTIDAD DE MICROORGANISMOS. AEROBIOS MESÓFILOS. REP.

NTE INEN 1529-5:2006

- Para cada dilución del ensayo se debe realizar por duplicado. En cada una de las cajas Petri bien identificadas verter aproximadamente 20 cm^3 de agar para recuento en placa (PCA), fundido y templado a $45^{\circ}C \pm 2^{\circ}C$ y dejar reposar las placas para que se solidifique el agar. La adición del medio no debe pasar más de 45 minutos a partir de la preparación de la primera dilución.
- En cada una de las placas, inocular 100 μL (0,1 mL) de cada dilución, usando una pipeta distinta y esterilizada.
- Mezclar el inóculo de siembra con el medio de cultivo imprimiendo a la placa movimientos de vaivén: 5 veces en el sentido de las agujas del reloj y 5 veces en sentido contrario.
- Para una prueba de esterilidad, verter agar en una caja que contenga el diluyente sin inocular. No debe haber desarrollo de colonias.
- Invertir las cajas e incubarlas a $30^{\circ}C \pm 1^{\circ}C$ por 48 a 75 horas.
- Pasado el tiempo de incubación seleccionar las placas de dos diluciones consecutivas que presenten entre 15 y 300 colonias utilizando un contador de colonias o lupas de mayor aumento.
- Las colonias de crecimiento difuso deben considerarse como una sola colonia si el crecimiento de este tipo de colonias cubre menos de un cuarto de la placa, si cubre más de la caja no será tomada en cuenta en el ensayo.
- Anotar el número de colonias y la respectiva dilución.

ANEXO C: CONTROL MICROBIOLÓGICO DE LOS ALIMENTOS. STAPHYLOCOCCUS AUREUS

NTE INEN 1529-14:98_Recuento en placa de siembra por extensión en superficie

- A partir de la dilución 10^{-1} , inocular por duplicado volúmenes de 0,1 mL de muestra líquida sobre la superficie seca de placas individuales de agar Mannitol Salt.
- Con un asa de digralsky, diseminar el inóculo uniformemente sobre la superficie del agar, hasta que sea absorbido por el medio. Esterilizar el asa con alcohol y con un mechero por cada dilución.
- Invertir las placas e incubar entre $35 - 37^{\circ}\text{C}$ durante 32 ± 2 horas. Para productos fermentados o madurados en donde los micrococos son mucho más abundantes que los estafilococos, es mejor que sean incubadas a 42°C durante 18 a 40 h.
- En cada una de las placas, contar las colonias que se presentan. Estas suelen presentarse de una coloración amarillo-intensa y de forma regular.

ANEXO D: CONTROL MICROBIOLÓGICO DE LOS ALIMENTOS. MOHOS Y LEVADURAS VIABLES.

NTEN INEN 1529-10:2013_Recuentos en placa por siembra en profundidad

- Sobre una placa de agar Sabouraud previamente fundido, utilizando una pipeta estéril, transferir 0,1 mL de la muestra si es líquido o 0,1 mL de la suspensión inicial en el caso de otros productos. Sobre una segunda placa de agar utilizando otra pipeta estéril, transferir 0,1 mL de la primera dilución (10^{-2}) y así sucesivamente para las diluciones posteriores, utilizando una pipeta estéril nueva para cada dilución decimal.
- Si se sospecha un rápido crecimiento de mohos, extender el líquido sobre la superficie de la placa de agar con un asa de digralsky hasta que el líquido se encuentre completamente absorbido en el medio.
- Incubar las placas preparadas aeróbicamente, con las tapas superiores en posición vertical en la incubadora a $25^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ durante 5 días. Si es necesario deje las placas de agar con luz natural difusa durante 1 a 2 días. Es recomendable incubar las placas en una bolsa de plástico abierta con el fin de no contaminar la incubadora en el caso de difusión de los mohos.
- Transcurrido el tiempo de incubación entre 2 a 5 días, seleccionar las placas que contienen menos de 150 colonias y contarlas.
- Contar las colonias de mohos y levaduras por separado, si es necesario.

ANEXO E: CONTROL MICROBIOLÓGICO DE LOS ALIMENTOS. DETERMINACIÓN DE MICROORGANISMOS COLIFORMES

NTE INEN 1529-6:1990_Técnica del número más probable (NMP)

- Utilizando una sola pipeta estéril, transferir 10 mL de la dilución 10^{-1} a cada uno de los tres tubos que contengan 9 mL de caldo BGBL (Brilliant Green Bile Broth) de concentración simple y un tubo Durhan.
- Con otra nueva pipeta estéril, transferir 1 mL de la dilución 10^{-2} en cada uno de los tubos que contengan 9 mL del medio y finalmente con otra pipeta transferir 0,1 mL de la dilución 10^{-3} a los tres tubos que contengan el medio. Proceder de igual manera con otras diluciones.
- Incubar los tubos a $30^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ para productos refrigerados y $35^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ para productos que se mantienen a temperatura ambiente, por 48 horas.
- Si transcurrido el tiempo de incubación existe presencia de gas en los tubos, confirma la presencia de coliformes. Se considera presunto positivo si el tubo Durhan contiene menos gas del indicado, pero al golpear delicadamente al tubo de cultivo hay desprendimiento de burbujas. Solo la turbidez no es indicativa de una prueba positiva.
- Anotar en cada dilución como presuntos positivos todos los tubos que presenten crecimiento con producción de suficiente gas como para llenar el fondo cóncavo del tubo Durhan.



ANEXO F: FORMATO DE ENCUESTA HEDÓNICA DE 9 PUNTOS

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

Facultad de Ciencias

Escuela de Ciencias Químicas

Carrera de Química



Nombre: -----

Fecha: -----

INSTRUCCIONES

Frente a usted se presentan tres muestras de galletas elaboradas a partir de harina de Jackfruit. Por favor, observe y pruebe cada una de ellas, yendo de izquierda a derecha. Indique el grado en que le gusta o le disgusta cada atributo de cada muestra, de acuerdo con el puntaje/categoría, escribiendo el número correspondiente en la línea que corresponde al código de la muestra.

PUNTAJE	CATEGORÍA
1	Me disgusta extremadamente
2	Me disgusta mucho
3	Me disgusta moderadamente
4	Me disgusta levemente
5	No me gusta ni me disgusta
6	Me gusta levemente
7	Me gusta moderadamente
8	Me gusta mucho
9	Me gusta extremadamente

CÓDIGO	Calificación para cada atributo			
	OLOR	COLOR	SABOR	TEXTURA
JK40Q60				
JK50Q50				
JK60Q40				

Comentarios: -----

¡Gracias por su colaboración!

ANEXO G: RESULTADOS DEL ANOVA PARA EL ANÁLISIS PROXIMAL DE LAS GALLETAS DE JACKFRUIT

HUMEDAD

Análisis de Varianza “ANOVA” para el contenido de humedad

Fuente	GL	Suma de cuadrados	Media de cuadrados	Valor F	Valor -p
Factor	2	37.7058	18.8529	119.06	0.001
Error	3	0.4751	0.1584		
Total	5	38.1809			

Prueba Tukey HSD: Comparaciones Múltiples para el contenido de humedad

Tratamiento	Contraste	Diferencia de medias	Sig.
T1 (JK40Q60)	T1 – T2	5.17500*	0.002
	T1 – T3	5.45000*	0.002
T2 (JK50Q50)	T2 – T1	-5.17500*	0.002
	T2 – T3	0.27500	0.785
T3 (JK60Q40)	T3 – T1	-5.45000*	0.002
	T3 – T2	-0.27500	0.785

*La diferencia de medias es significativa en el nivel de 0.05

CENIZAS

Análisis de Varianza “ANOVA” para el contenido cenizas

Fuente	GL	Suma de cuadrados	Media de cuadrados	Valor F	Valor -p
Factor	2	0.02590	0.01295	18.95	0.020
Error	3	0.00205	0.00068		
Total	5	0.02795			

Prueba Tukey HSD: Comparaciones Múltiples para el contenido de cenizas

Tratamiento	Contraste	Diferencia de medias	Sig.
T1 (JK40Q60)	T1 – T2	0.09500	0.071
	T1 – T3	0.16000*	0.018
T2 (JK50Q50)	T2 – T1	-0.09500	0.071
	T2 – T3	0.06500	0.170
T3 (JK60Q40)	T3 – T1	-0.16000*	0.018
	T3 – T2	-0.06500	0.170

*La diferencia de medias es significativa en el nivel de 0.05

GRASA

Análisis de Varianza “ANOVA” para el contenido de grasa o extracto etéreo.

Fuente	GL	Suma de cuadrados	Media de cuadrados	Valor F	Valor -p
Factor	2	2781.912	1390.956	199.421	0.001
Error	3	20.925	6.975		
Total	5	2802.837			

Prueba Tukey HSD: Comparaciones Múltiples para el contenido de grasa o extracto etéreo.

Tratamiento	Contraste	Diferencia de medias	Sig.
T1 (JK40Q60)	T1 – T2	-0.01500	1.000
	T1 – T3	-45.68500*	0.001
T2 (JK50Q50)	T2 – T1	0.01500	1.000
	T2 – T3	-47.67000*	0.001
T3 (JK60Q40)	T3 – T1	45.68500*	0.001
	T3 – T2	45.67000*	0.001

*La diferencia de medias es significativa en el nivel de 0.05

FIBRA

Análisis de Varianza “ANOVA” para el contenido de fibra.

Fuente	GL	Suma de cuadrados	Media de cuadrados	Valor F	Valor -p
Factor	2	15.5233	7.76165	5478.81	0.000
Error	3	0.0042	0.00142		
Total	5	15.5275			

Prueba Tukey HSD: Comparaciones Múltiples para el contenido de fibra.

Tratamiento	Contraste	Diferencia de medias	Sig.
T1 (JK40Q60)	T1 – T2	-1.53500*	0.000
	T1 – T3	-3.91000*	0.000
T2 (JK50Q50)	T2 – T1	1.53500*	0.000
	T2 – T3	-2.37500*	0.000
T3 (JK60Q40)	T3 – T1	3.91000*	0.000
	T3 – T2	2.37500*	0.000

*La diferencia de medias es significativa en el nivel de 0.05

PROTEÍNA

Análisis de Varianza “ANOVA” para el contenido de proteína.

Fuente	GL	Suma de cuadrados	Media de cuadrados	Valor F	Valor -p
Factor	2	1.0177	0.50885	15.20	0.027
Error	3	0.1005	0.03348		
Total	5	1.1181			

Prueba Tukey HSD: Comparaciones Múltiples para el contenido de proteína.

Tratamiento	Contraste	Diferencia de medias	Sig.
T1 (JK40Q60)	T1 – T2	0.97000*	0.027
	T1 – T3	0.72500	0.057
T2 (JK50Q50)	T2 – T1	-0.97000*	0.027
	T2 – T3	-0.24500	0.469
T3 (JK60Q40)	T3 – T1	-0.72500	0.057
	T3 – T2	0.24500	0.469

*La diferencia de medias es significativa en el nivel de 0.05

CARBOHIDRATOS

Análisis de Varianza “ANOVA” para el contenido de carbohidratos

Fuente	GL	Suma de cuadrados	Media de cuadrados	Valor F	Valor -p
Factor	2	2795.08	1397.54	156.89	0.001
Error	3	26.72	8.91		
Total	5	2821.81			

Prueba Tukey HSD: Comparaciones Múltiples para el contenido de carbohidratos

Tratamiento	Contraste	Diferencia de medias	Sig.
T1 (JK40Q60)	T1 – T2	-4.69000	0.381
	T1 – T3	43.26000*	0.001
T2 (JK50Q50)	T2 – T1	4.69000	0.381
	T2 – T3	47.95000*	0.001
T3 (JK60Q40)	T3 – T1	-43.26000*	0.001
	T3 – T2	-47.95000*	0.001

*La diferencia de medias es significativa en el nivel de 0.05

AZÚCARES TOTALES

Análisis de Varianza “ANOVA” para el contenido de azúcares totales

Fuente	GL	Suma de cuadrados	Media de cuadrados	Valor F	Valor -p
Factor	2	147.276	73.6379	306.72	0.000
Error	3	0.720	0.2401		
Total	5	147.996			

Prueba Tukey HSD: Comparaciones Múltiples para el contenido de azúcares totales

Tratamiento	Contraste	Diferencia de medias	Sig.
T1 (JK40Q60)	T1 – T2	-2.025	0.051
	T1 – T3	-11.375*	0.000
T2 (JK50Q50)	T2 – T1	2.025	0.051
	T2 – T3	-9.35*	0.001
T3 (JK60Q40)	T3 – T1	11.375*	0.000
	T3 – T2	9.35*	0.001

*La diferencia de medias es significativa en el nivel de 0.05

ANEXO H: TABULACIÓN DE LAS ENCUESTAS PARA ACEPTABILIDAD DE LAS GALLETAS

Aceptabilidad del primer tratamiento. Galleta JK40Q60

Galleta JK40Q60								
CATERGORIA	OLOR		COLOR		SABOR		TEXTURA	
	f	%	f	%	f	%	f	%
Me disgusta extremadamente	0	0	0	0	0	0	0	0
Me disgusta mucho	0	0	0	0	0	0	0	0
Me disgusta moderadamente	0	0	0	0	1	1,9	0	0
Me disgusta levemente	4	7,5	1	1,9	4	7,5	5	9,4
No me gusta ni me disgusta	6	11,3	4	7,5	5	9,4	5	9,4
Me gusta levemente	11	20,8	4	7,5	6	11,3	11	20,8
Me gusta moderadamente	13	24,5	18	34,0	16	30,2	16	30,2
Me gusta mucho	14	26,4	18	34,0	12	22,6	9	17,0
Me gusta extremadamente	5	9,4	8	15,1	9	17,0	7	13,2
TOTAL	53	100,0	53	100,0	53	100,0	53	100,0

Aceptabilidad del segundo tratamiento. Galleta JK50Q50

Galleta JK50Q50								
CATERGORIA	OLOR		COLOR		SABOR		TEXTURA	
	f	%	f	%	f	%	f	%
Me disgusta extremadamente	0	0	0	0	0	0	0	0
Me disgusta mucho	0	0	0	0	0	0	0	0
Me disgusta moderadamente	0	0	0	0	0	0	0	0
Me disgusta levemente	0	0	0	0	2	3,8	0	0
No me gusta ni me disgusta	4	7,5	6	11,3	2	3,8	4	7,5
Me gusta levemente	9	17,0	2	3,8	6	11,3	7	13,2
Me gusta moderadamente	13	24,5	10	18,9	11	20,8	8	15,1
Me gusta mucho	15	28,3	23	43,4	16	30,2	17	32,1
Me gusta extremadamente	12	22,6	12	22,6	16	30,2	17	32,1
TOTAL	53	100,0	53	100,0	53	100,0	53	100,0

Aceptabilidad del tercer tratamiento. Galleta JK60Q40

Galleta JK60Q40								
CATERGORIA	OLOR		COLOR		SABOR		TEXTURA	
	f	%	f	%	f	%	f	%
Me disgusta extremadamente	0	0	0	0	0	0	0	0
Me disgusta mucho	0	0	0	0	0	0	0	0
Me disgusta moderadamente	0	0	0	0	0	0	0	0
Me disgusta levemente	1	1,9	1	1,9	0	0	0	9,4
No me gusta ni me disgusta	4	7,5	3	5,7	0	0	0	9,4
Me gusta levemente	4	7,5	3	5,7	1	1,9	2	3,8
Me gusta moderadamente	8	15,1	6	11,3	6	11,3	12	22,6
Me gusta mucho	12	22,6	25	47,2	15	28,3	18	34,0
Me gusta extremadamente	24	45,3	15	28,3	31	58,5	21	39,6
TOTAL	53	100,0	53	100,0	53	100,0	53	100,0

ANEXO I: PRUEBA NO PARAMÉTRICA DE KRUSKAL WALLIS PARA CARACTERÍSTICAS SENSORIALES

CARACTERÍSTICA SENSORIAL “OLOR”

Prueba de hipótesis para característica sensorial “Olor”

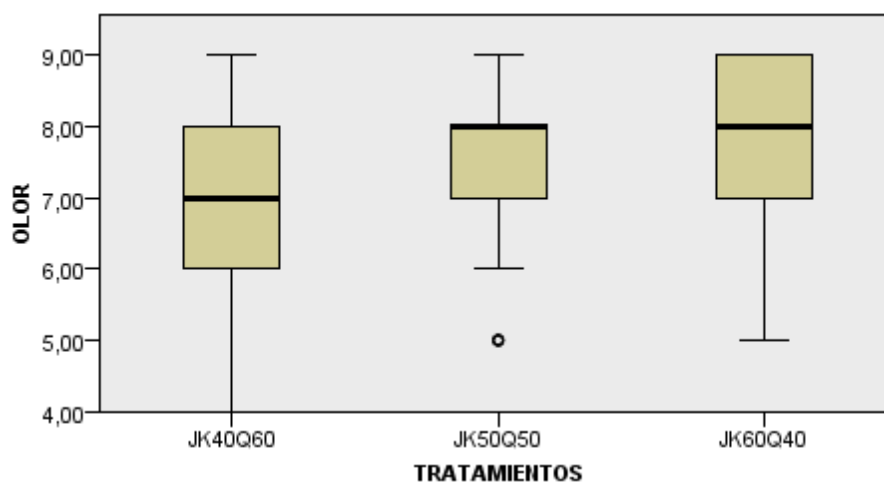
Hipótesis nula	N Total	Estadístico de Contraste	GL	Sig. Asintótica	Decisión
La distribución de OLOR es la misma entre los tratamientos.	159	16.670	2	.000	Rechazar la hipótesis nula

El nivel de significancia es de 0.05

Comparación de pares de tratamientos para característica sensorial “Olor”

Muestra 1- Muestra 2	Estadístico de Contraste X^2	Error	Desv. Estadístico de Contraste	Sig.	Sig. Ajust.
JK40Q60 – JK50Q50	-18.321	8.726	-2.100	0.036	0.107
JK40Q60 – JK60Q40	-35.623	8.726	-4.082	0.000	0.000
JK50Q50 – JK60Q40	-17.302	8.726	-1.983	0.047	0.142

Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes



CARACTERÍSTICA SENSORIAL “COLOR”

Prueba de hipótesis para característica sensorial “Color”

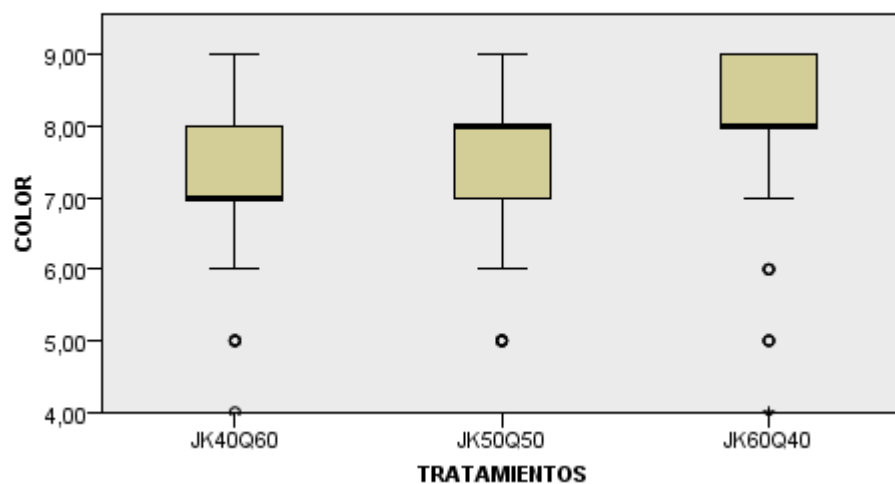
Hipótesis nula	N Total	Estadístico de Contraste	GL	Sig. Asintótica	Decisión
La distribución de COLOR es la misma entre los tratamientos.	159	6.104	2	.047	Rechazar la hipótesis nula

El nivel de significancia es de 0.05

Comparación entre pares de tratamientos para característica sensorial “Color”

Muestra 1- Muestra 2	Estadístico de Contraste X^2	Error	Desv. Estadístico de Contraste	Sig.	Sig. Ajust.
JK40Q60 – JK50Q50	-12.642	8.520	-1.84	0.138	0.414
JK40Q60 – JK60Q40	-20.896	8.520	-2.453	0.014	0.043
JK50Q50 – JK60Q40	-8.255	8.520	-0.969	0.333	0.998

Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes



CARACTERÍSTICA SENSORIAL “SABOR”

Prueba de hipótesis para característica sensorial “Sabor”

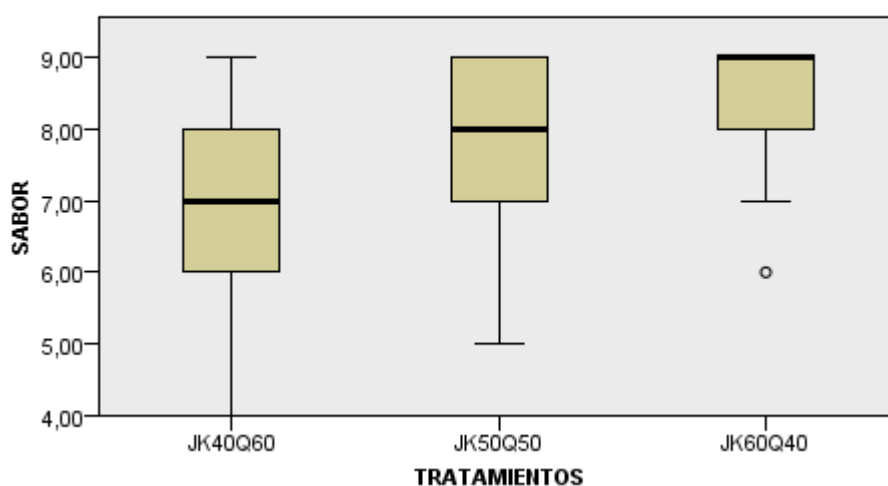
Hipótesis nula	N Total	Estadístico de Contraste	GL	Sig. Asintótica	Decisión
La distribución de COLOR es la misma entre los tratamientos.	159	30.969	2	.000	Rechazar la hipótesis nula

El nivel de significancia es de 0.05

Comparación entre pares de tratamientos para característica sensorial “Sabor”

Muestra 1- Muestra 2	Estadístico de Contraste X^2	Error	Desv. Estadístico de Contraste	Sig.	Sig. Ajust.
JK40Q60 – JK50Q50	-18.594	8.611	-2.159	0.031	0.092
JK40Q60 – JK60Q40	-47.547	8.611	-5.521	0.000	0.000
JK50Q50 – JK60Q40	-28.953	8.611	-3.362	0.001	0.002

Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes



CARACTERÍSTICA SENSORIAL “TEXTURA”

Prueba de hipótesis para característica sensorial “Textura”

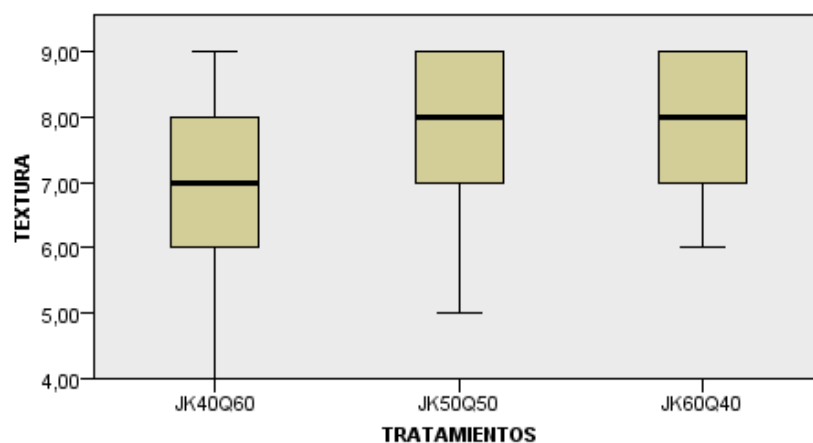
Hipótesis nula	N Total	Estadístico de Contraste	GL	Sig. Asintótica	Decisión
La distribución de COLOR es la misma entre los tratamientos.	159	30.969	2	.000	Rechazar la hipótesis nula

El nivel de significancia es de 0.05

Comparación entre pares de tratamientos para característica sensorial “Textura”

Muestra 1- Muestra 2	Estadístico de Contraste X^2	Error	Desv. Estadístico de Contraste	Sig.	Sig. Ajust.
JK40Q60 – JK50Q50	-29.556	8.683	-3.405	0.001	0.002
JK40Q60 – JK60Q40	-42.547	8.683	-4.900	0.000	0.000
JK50Q50 – JK60Q40	-12.981	8.683	-1.495	0.135	0.405

Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes



ANEXO J: OBTENCIÓN DE HARINA DE LA PULPA DE JACKFRUIT

RECEPCIÓN DE MATERIA PRIMA



DESPULPADO



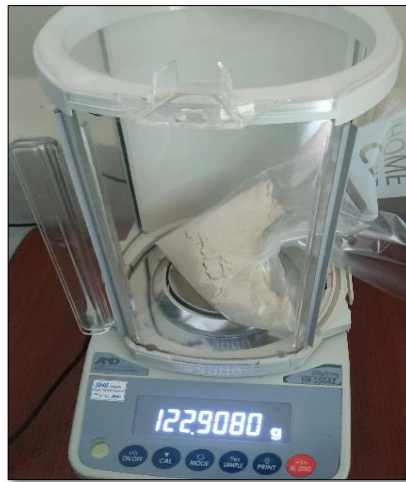
SELECCIÓN Y PESADO



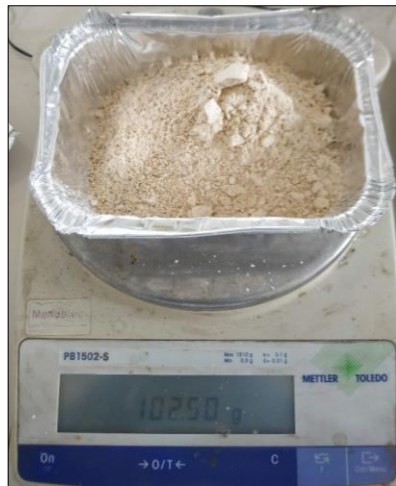
DESHIDRATADO



MOLIENDA



TAMIZADO

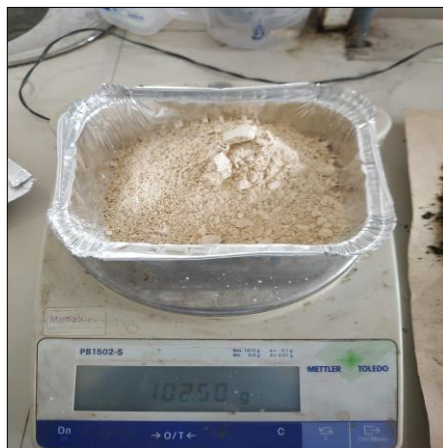


ENVASADO

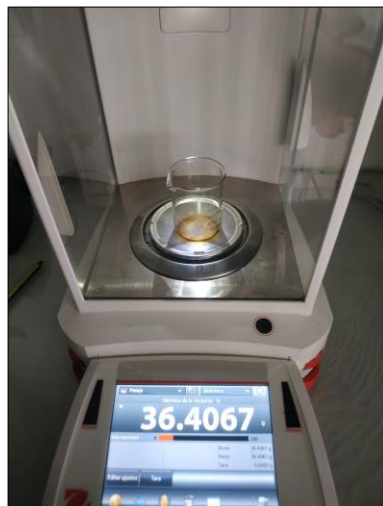
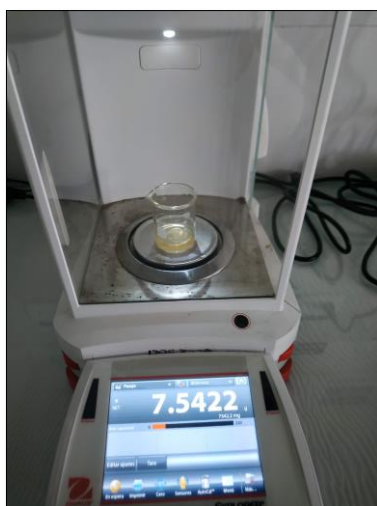
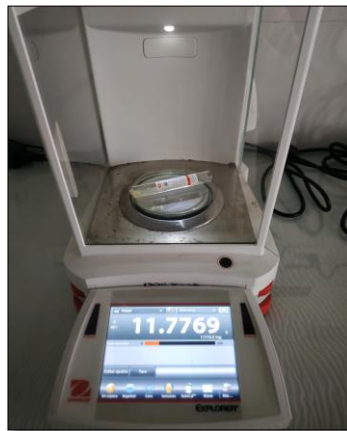
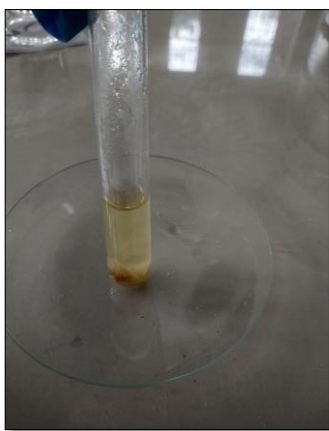
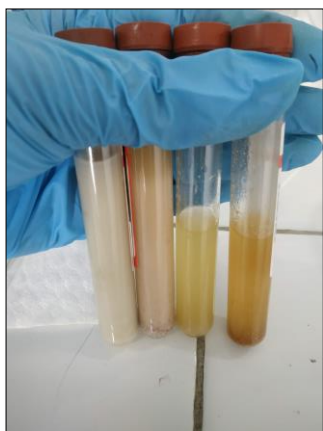
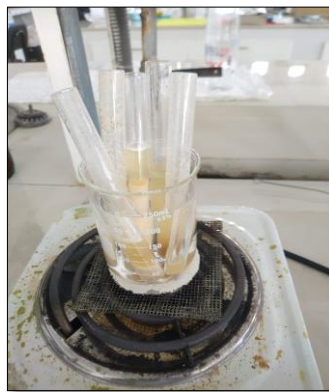
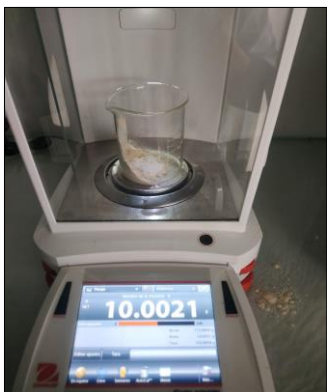


ANEXO K: GRANULOMETRÍA Y PROPIEDADES FUNCIONALES DE HARINA DE JACKFRUIT

DETERMINACIÓN DE TAMAÑO DE PARTÍCULA

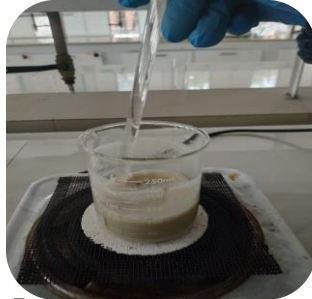


PROPIEDADES FUNCIONALES



ANEXO L: ANÁLISIS FISICOQUÍMICO Y PROXIMAL DE LA HARINA Y GALLETAS DE JACKFRUIT

DETERMINACIÓN DE pH



Preparación muestra
(Harina de pulpa de
jackfruit)



Preparación muestra
(Harina de semillas
de jackfruit)



Seperación del
sobrenadante (
HJKP)



Separación
sobrenadante
(HJKS)



Lectura pH (Harina
de semillas de
jackfruit)



Lectura de pH
(Harina de pulpa de
jackfruit)

DETERMINACIÓN DE PH



Galleta JK40Q60



Galleta JK50Q50

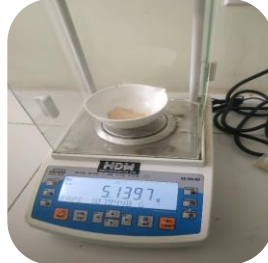


Galleta JK60Q40

DETERMINACIÓN DE HUMEDAD



Harina de pulpa de
jackfruit



Harina de semillas de
jackfruit



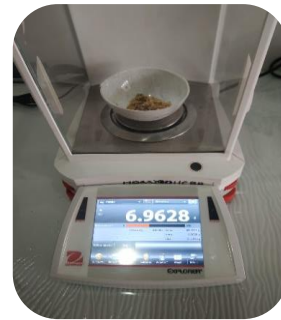
Galleta JK40Q60



Galleta JK50Q50



Galleta JK60Q40



Peso de la muestra



Secado en estufa

DETERMINACIÓN DE CENIZAS



Harina de pulpa de jackfruit



Harina de semillas de jackfruit



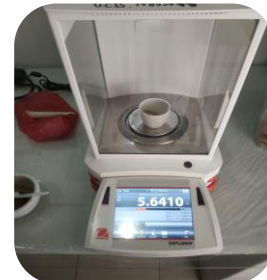
Calcinación



Galleta JK40Q60



Galleta JK50Q50



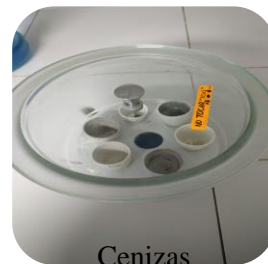
Galleta JK60Q40



Calcinación



Incineración



Cenizas

DETERMINACIÓN DE GRASA



Tara del balón



Extracción de grasa en
muestras de harina



Extracción de grasa en
muestras de galletas



Evaporación del
solvente

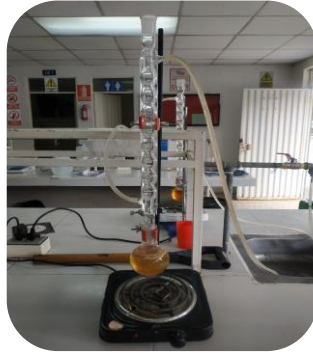


Balón más grasa

DETERMINACIÓN DE FIBRA



Peso de la muestra



Digestión ácida



Filtración



Lectura de pH



Digestión básica

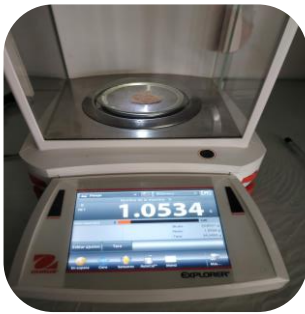


Aislamiento de fibra cruda

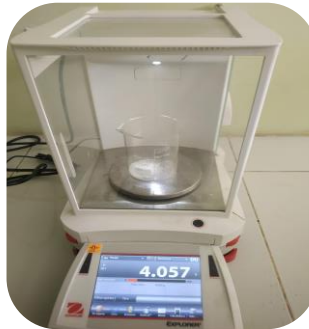


Residuo de fibra cruda

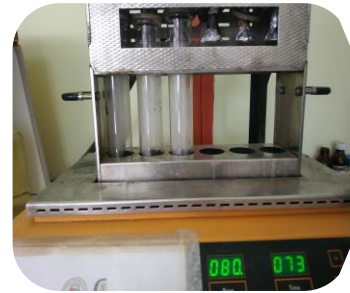
DETERMINACIÓN DE PROTEÍNA



Peso de la muestra



Mezcla catalizadora



Digestión



Muestra digerida



Destilación



Titulación

DETERMINACIÓN DE AZÚCARES TOTALES



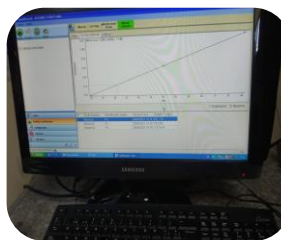
Peso de la muestra



Preparación de la muestra



Muestra para lectura



Lectura

ANEXO M: ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE LA HARINA Y GALLETAS DE JACKFRUIT



Preparación de
muestras



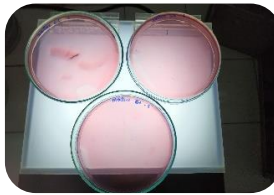
Preparación medios
de cultivo



Inoculación en
placas



Recuento Aerobios
mesófilos



Recuento
Staphylococcus
aureus



Recuento Mohos y
Levaduras



Recuento
Coliformes

ANEXO N: GALLETAS DE JACKFRUIT



Galleta
JK40Q60



Galleta
JK50Q50



Galleta
JK60Q40

ANEXO O: ENCUESTA DE ACEPTABILIDAD





ANEXO P: EJEMPLAR DE LA ENCUESTA DE ACEPTABILIDAD DE LAS GALLETAS



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
Facultad de Ciencias
Escuela de Ciencias Químicas
Carrera de Química



Nombre: Zaragoza Ayala In.

Fecha: 26 Marzo/21

INSTRUCCIONES

Frete a usted se presentan tres muestras de galletas elaboradas a partir de harina de Jackfruit. Por favor, observe y pruebe cada una de ellas, yendo de izquierda a derecha. Indique el grado en que le gusta o le disgusta cada atributo de cada muestra, de acuerdo al puntaje/categoría, escribiendo el número correspondiente en la línea que corresponde al código de la muestra.

PUNTAJE	CATEGORÍA
1	Me disgusta extremadamente
2	Me disgusta mucho
3	Me disgusta moderadamente
4	Me disgusta levemente
5	No me gusta ni me disgusta
6	Me gusta levemente
7	Me gusta moderadamente
8	Me gusta mucho
9	Me gusta extremadamente

CÓDIGO	Calificación para cada atributo			
	OLOR	COLOR	SABOR	TEXTURA
JK40Q60	6	8	7	5
JK50Q50	7	8	8	7
JK60Q40	9	8	9	8

Comentarios: El tratamiento de mejorar la textura.
El producto es muy suave para el paladar.
El tratamiento de mejorar la textura, algo de sabor y el olor.

¡Gracias por su colaboración!



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
Facultad de Ciencias
Escuela de Ciencias Químicas
Carrera de Química



Nombre: Estefanía
Fecha: 05/05/21

INSTRUCCIONES

Frente a usted se presentan tres muestras de galletas elaboradas a partir de harina de Jackfruit. Por favor, observe y pruebe cada una de ellas, yendo de izquierda a derecha. Indique el grado en que le gusta o le disgusta cada atributo de cada muestra, de acuerdo al puntaje/categoría, escribiendo el número correspondiente en la línea que corresponde al código de la muestra.

PUNTAJE	CATEGORÍA
1	Me disgusta extremadamente
2	Me disgusta mucho
3	Me disgusta moderadamente
4	Me disgusta levemente
5	No me gusta ni me disgusta
6	Me gusta levemente
7	Me gusta moderadamente
8	Me gusta mucho
9	Me gusta extremadamente

CÓDIGO	Calificación para cada atributo			
	OLOR	COLOR	SABOR	TEXTURA
JK40Q60	6	5	7	5
JK50Q50	7	5	8	5
JK60Q40	7	5	7	9

Comentarios: La adición de chocolate no permite
apreciar adecuadamente las galletas.

¡Gracias por su colaboración!



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
Facultad de Ciencias
Escuela de Ciencias Químicas
Carrera de Química



Nombre Katty Lucía Durkicela
Fecha 29/03/2021

INSTRUCCIONES

Frente a usted se presentan tres muestras de galletas elaboradas a partir de harina de Jackfruit. Por favor, observe y pruebe cada una de ellas, yendo de izquierda a derecha. Indique el grado en que le gusta o le disgusta cada atributo de cada muestra, de acuerdo al puntaje/categoría, escribiendo el número correspondiente en la línea que corresponde al código de la muestra.

PUNTAJE	CATEGORÍA
1	Me disgusta extremadamente
2	Me disgusta mucho
3	Me disgusta moderadamente
4	Me disgusta levemente
5	No me gusta ni me disgusta
6	Me gusta levemente
7	Me gusta moderadamente
8	Me gusta mucho
9	Me gusta extremadamente

CÓDIGO	Calificación para cada atributo			
	OLOR	COLOR	SABOR	TEXTURA
JK40Q60	8	8	7	4
JK50Q50	8	8	7	7
JK60Q40	9	8	9	8

Comentarios: Me parece una idea innovadora utilizar
frutas comúnmente no conocidas para elaborar alimentos.
Sería interesante conocer además los beneficios que se
conservan del Jackfruit en este caso.

¡Gracias por su colaboración!



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

DIRECCIÓN DE BIBLIOTECAS Y RECURSOS DEL APRENDIZAJE
UNIDAD DE PROCESOS TÉCNICOS Y ANÁLISIS BIBLIOGRÁFICO Y DOCUMENTAL

REVISIÓN DE NORMAS TÉCNICAS, RESUMEN Y BIBLIOGRAFÍA

Fecha de entrega: 04 / 09 / 2021

INFORMACIÓN DEL AUTOR/A (S)
Nombres – Apellidos: <i>Aracely Guadalupe Semanate Sacatoro</i>
INFORMACIÓN INSTITUCIONAL
Facultad: <i>Ciencias</i>
Carrera: <i>Química</i>
Título a optar: <i>Química</i>
f. Analista de Biblioteca responsable: <i>Ing. Leonardo Medina Ñuste MSc.</i>

LEONARDO
FABIO MEDINA
NUSTE

Firmado digitalmente por
LEONARDO FABIO MEDINA
NUSTE
Fecha: 2021.10.04 09:39:30
-05'00'



1823-DBRA-UTP-2021