

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA ACADEMICA PROFESIONAL DE INGENIERÍA
AGROINDUSTRIAL



UNS
UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL SANTA

**“Contenido de polifenoles y fibra dietética en galletas obtenidas a partir de
harina de cáscara de mango (*Manguifera indica L.*)”**

TESIS PARA OPTAR EL TITULO DE INGENIERO
AGROINDUSTRIAL

Autores:

Bach. Orbegozo Mattos, Antony Ralps

Bach. Villarreal Guzmán, Pedro Ronald

Asesor:

Dr. Moreno Rojo, Cesar

ORCID: 0000-0002-7143-4450

Nuevo Chimbote – Perú

2023 - Julio - 18

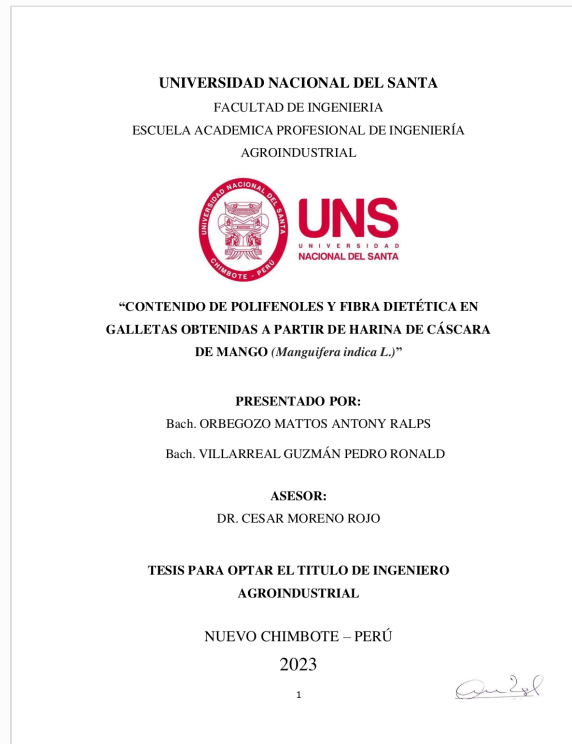


Recibo digital

Este recibo confirma que su trabajo ha sido recibido por Turnitin. A continuación podrá ver la información del recibo con respecto a su entrega.

La primera página de tus entregas se muestra abajo.

Autor de la entrega: Antony Orbegoso Matos
Título del ejercicio: Informe Galletas
Título de la entrega: Tesis galletas-HCM
Nombre del archivo: RINA_DE_C_SCARA_DE_MANGO_EN_DIFERENTES_GRADOS_DE...
Tamaño del archivo: 14.74M
Total páginas: 197
Total de palabras: 37,271
Total de caracteres: 198,042
Fecha de entrega: 21-jul.-2023 10:22a. m. (UTC-0500)
Identificador de la entrega... 2134577422



Tesis galletas-HCM

INFORME DE ORIGINALIDAD

15%

INDICE DE SIMILITUD

15%

FUENTES DE INTERNET

2%

PUBLICACIONES

2%

TRABAJOS DEL
ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	core.ac.uk Fuente de Internet	6%
2	repositorio.uns.edu.pe Fuente de Internet	5%
3	docplayer.es Fuente de Internet	2%
4	hdl.handle.net Fuente de Internet	1%
5	1library.co Fuente de Internet	1%
6	repositorio.espam.edu.ec Fuente de Internet	1%

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias < 1%

Excluir bibliografía

Activo

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA ACADEMICA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL



CARTA DE CONFORMIDAD DE ASESOR

La presente Tesis para Título ha sido revisada y desarrollada en cumplimiento del objeto propuesto y reúne las condiciones formales y metodológicas, estando encuadrado dentro de las áreas y líneas de investigación conforme al reglamento general para obtener el Título Profesional en la Universidad Nacional del Santa de acuerdo a la denominación siguiente:

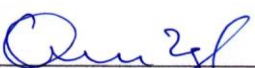
TESIS PARA OPTAR EL TITULO DE INGENIERO
AGROINDUSTRIAL

“Contenido de polifenoles y fibra dietética en galletas obtenidas a partir de
harina de cáscara de mango (*manguifera indica l.*)”

AUTORES:

Bach. Orbegozo Mattos Antony Ralps

Bach. Villarreal Guzmán Pedro Ronald

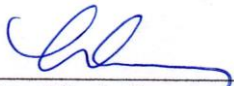

Dr. Moreno Rojo Cesar
DNI: 32907242
ASESOR

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA ACADEMICA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

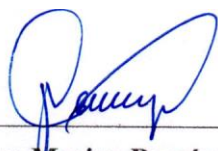


HOJA AVAL DEL JURADO EVALUADOR

El presente trabajo de tesis titulado “**Contenido de polifenoles y fibra dietética en galletas obtenidas a partir de harina de cáscara de mango (*manguifera indica L.*)**”, para obtener el título profesional de Ingeniero Agroindustrial, presentado por los bachilleres, **Orbegozo Mattos Antony Ralps** y **Villarreal Guzmán Pedro Ronald**, que tiene como asesor al **Dr. Cesar Moreno Rojo** designado por resolución N° 658-2019-UNS-FI. Ha sido revisado y aprobado el día 18 de julio del 2023, por el siguiente jurado evaluador designado mediante resolución N° 310-2023-UNS-CFI.



Dra. Luz María Paucar Menacho
Presidente



Dr. Jorge Marino Domínguez Castañeda
Secretario



Dr. Cesar Moreno Rojo
Integrante

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Siendo las 10:00 horas del día dieciocho de julio del dos mil veintitrés, se instalaron en el aula multimedia de la EPIA – 1er piso, el Jurado Evaluador, designado mediante T/Resolución N° 310-2023-UNS-CFI integrado por los docentes:

- **Dra. Luz Maria Paucar Menacho** (Presidente)
- **Dr. Jorge Marino Domínguez Castañeda** (Secretario)
- **Dr. Cesar Moreno Rojo** (Integrante)
- **Ms. Wilson Daniel Símpalo López** (Accesitario)

Para dar inicio a la Sustentación del Informe Final de Tesis:

“CONTENIDO DE POLIFENOLES Y FIBRA DIETETICA EN GALLETAS OBTENIDAS A PARTIR DE HARINA DE CASCARA DE MANGO (Mangifera indica L.)”; elaborado por los bachilleres en Ingeniería Agroindustrial.

- **ORBEGOZO MATTOS ANTONY RALPS**
- **VILLARREAL GUZMAN PEDRO RONALD**

Asimismo, tiene como Asesor al docente: Dr. Cesar Moreno Rojo

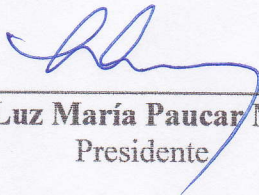
Finalizada la sustentación, el Tesista respondió las preguntas formuladas por los miembros del Jurado Evaluador.

El Jurado después de deliberar sobre aspecto relacionados con el trabajo, contenido y sustentación del mismo, y con las sugerencias pertinentes en concordancia con el Artículo 103° del Reglamento de Grados y títulos de la Universidad Nacional del Santa, declaran:

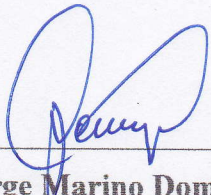
BACHILLER	PROMEDIO VIGESIMAL	PONDERACIÓN
ORBEGOZO MATTOS ANTONY RALPS	18	BUENO

Siendo las 11:30 horas del mismo día, se dio por terminada dicha sustentación, firmando en señal de conformidad el Jurado Evaluador.

Nuevo Chimbote, 18 de julio del 2023.



Dra. Luz María Paucar Menacho
Presidente



Dr. Jorge Marino Domínguez Castañeda
Secretario



Dr. Cesar Moreno Rojo
Integrante

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Siendo las 10:00 horas del día dieciocho de julio del dos mil veintitrés, se instalaron en el aula multimedia de la EPIA – 1er piso, el Jurado Evaluador, designado mediante T/Resolución N° 310-2023-UNS-CFI integrado por los docentes:

- **Dra. Luz Maria Paucar Menacho** (Presidente)
- **Dr. Jorge Marino Domínguez Castañeda** (Secretario)
- **Dr. Cesar Moreno Rojo** (Integrante)
- **Ms. Wilson Daniel Símpalo López** (Accesitario)

Para dar inicio a la Sustentación del Informe Final de Tesis:

“CONTENIDO DE POLIFENOLES Y FIBRA DIETETICA EN GALLETAS OBTENIDAS A PARTIR DE HARINA DE CASCARA DE MANGO (Mangifera indica L.)”; elaborado por los bachilleres en Ingeniería Agroindustrial.

- **ORBEGOZO MATTOS ANTONY RALPS**
- **VILLARREAL GUZMAN PEDRO RONALD**

Asimismo, tiene como Asesor al docente: Dr. Cesar Moreno Rojo

Finalizada la sustentación, el Tesista respondió las preguntas formuladas por los miembros del Jurado Evaluador.

El Jurado después de deliberar sobre aspecto relacionados con el trabajo, contenido y sustentación del mismo, y con las sugerencias pertinentes en concordancia con el Artículo 103° del Reglamento de Grados y títulos de la Universidad Nacional del Santa, declaran:

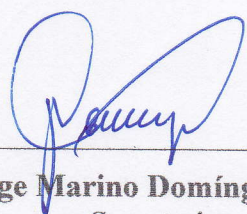
BACHILLER	PROMEDIO VIGESIMAL	PONDERACIÓN
VILLARREAL GUZMAN PEDRO RONALD	18	BUENO

Siendo las 11:30 horas del mismo día, se dio por terminada dicha sustentación, firmando en señal de conformidad el Jurado Evaluador.

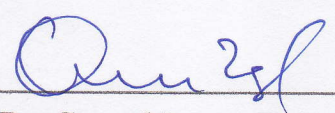
Nuevo Chimbote, 18 de julio del 2023.



Dra. Luz María Paucar Menacho
Presidente



Dr. Jorge Marino Domínguez Castañeda
Secretario



Dr. Cesar Moreno Rojo
Integrante

DEDICATORIA

Le dedico el resultado de este trabajo a toda mi familia. Principalmente, a mis padres que me apoyaron y contuvieron los momentos malos y en los menos malos. Gracias por enseñarme a afrontar las dificultades sin perder nunca la cabeza.

Me han enseñado a ser la persona que soy hoy, mis principios, mis valores, mi perseverancia y mi empeño. Todo esto con una enorme dosis de amor y sin pedir nada a cambio.

También quiero dedicarles este trabajo a mis hermanos. Por su paciencia, por su comprensión, por su empeño, por su fuerza, por su amor, porque los quiero. Realmente, ellos me ayudaron a alcanzar el equilibrio que me permite dar todo mi potencial. Nunca dejaré de estar agradecido por esto.

A mis profesores quienes nunca desistieron al enseñarme, aun sin importar que muchas veces no ponía atención en clase, a ellos que continuaron depositando su esperanza en mí.

Pedro Villarreal Guzmán

DEDICATORIA

Ante todo este trabajo se lo dedico a Dios por haberme permitido llegar hasta este punto de mi vida, haberme dado salud para lograr mis objetivos y por iluminarme en todo el trayecto a mi carrera y por haber estado conmigo en los momentos buenos y malos, además de su infinita bondad, amor y fortaleza para seguir adelante ante todo.

A mi madre, Rosa, por acompañarme y apoyarme en los 5 años de carrera universitaria y en cada etapa de este proyecto, gracias por siempre confiar en mí, dándome palabras de incentivo en los momentos más difíciles, sin su ayuda no tendría la oportunidad de seguir y luchar por mis sueños.

A mi padre, que me cuida desde el cielo, siento que estás conmigo siempre y aunque nos faltaron muchas cosas por vivir juntos, sé que este momento hubiera sido tan especial para ti como lo es para mí.

A mis hermanos Gilmer, Ana y Oscar quienes estuvieron apoyándome y me daban ánimos, fuerzas para culminar el trabajo, quienes me motivaron para salir adelante y culminar mi carrera profesional satisfactoriamente, por el apoyo incondicional y por la motivación que me da siempre para seguir adelante a pesar de todos los obstáculos y caídas.

Antony Orbeagozo Mattos

AGRADECIMIENTO

A Dios por permitirnos llegar con salud hasta este momento, y ayudarnos a cumplir esta meta en común. En sus manos dejamos todos nuestros planes, confiamos en su divina voluntad.

A nuestros padres quienes son nuestro motivo principal para seguir luchando por nuestras metas, gracias por darnos la oportunidad de estudio, y apoyarnos en todo momento.

Al Instituto de Investigación Agroindustrial (IITA) de la Universidad Nacional del Santa por abrirnos las puertas y brindarnos el apoyo incondicional en la realización del presente trabajo.

A nuestro asesor Dr. Cesar Moreno Rojo, por darnos su apoyo incondicional y brindarnos la asesoría profesional pertinente para el desarrollo de la tesis.

Al personal técnico y profesional del IITA por todo el apoyo brindado para realizar las corridas experimentales; también a los profesionales de los laboratorios de Composición de Productos Agroindustriales y de Microbiología y Toxicología; a la Planta Piloto Agroindustrial en la persona del Ing. Pedro Ayala, por su tiempo y paciencia para la elaboración de las galletas.

A nuestros compañeros de la escuela de agroindustria, a los que siempre estuvieron ahí, con quienes compartimos buenos momentos a lo largo de los 5 años de la carrera universitaria; para quienes estuvieron dispuestos a colaborar con lo que necesitaríamos en el desarrollo experimental de la tesis, gracias por su amistad, siempre los recordaremos con mucho cariño.

Pedro y Antony

CONTENIDO

	Pág.
RESUMEN	16
ABSTRACT	17
I INTRODUCCION	18
1.2 Realidad problemática	18
1.3 Antecedentes.....	20
1.4 Objeto de la investigación	24
1.5 Formulación del problema	26
1.6 Objetivos.....	26
1.6.1 Objetivos General.....	26
1.6.2 Objetivos Específicos	26
1.7 Hipótesis.....	26
1.8 Importancia y justificación del estudio.....	27
II MARCO TEORICO	29
2.1 Mango.....	29
2.1.1 Generalidades del Mango	30
2.1.2 Composición taxonómica	31
2.1.3 Características del Mango.....	32
2.1.4 Composición química del mango.....	34
2.1.5 Propiedades nutritivas	34
2.1.6 Aprovechamiento de residuos industriales	35
2.1.7 Cascara de Mango	36
2.1.8 Harina de cascara de mango (HCM).....	36
2.2 Galletas.....	37
2.2.1 Definición de galletas.....	37

	Pág.
2.2.2 Características de la calidad de las galletas.....	38
2.2.3 Insumos para la elaboración de las galletas.....	39
2.3 Polifenoles	43
2.3.1 Clasificación de los polifenoles	44
2.4 Fibra dietética.....	45
2.4.1 Clasificación de la fibra dietética.....	45
2.4.2 Beneficios de la fibra dietética	46
2.4.3 Propiedades funcionales de Fibra Dietética.....	46
2.5 Análisis de Perfil de textura para la elaboración de galletas.....	47
III METODOLOGIA DE ESTUDIO	48
3.1 Método de investigación.....	48
3.2 Estrategia del estudio.....	49
3.2.1 Tipo de investigación	49
3.2.2 Diseño de investigación.....	49
IV MATERIALES Y METODOS	51
4.1 Instrumentación de recolección de datos.....	51
4.1.1 Equipos	51
4.1.2 Materia prima e insumos	52
4.1.3 Insumos.....	52
4.1.4 Materiales de Vidrio o laboratorio	52
4.1.5 Otros Materiales.....	53
4.1.6 Reactivos	53
4.2 Análisis Físicoquímico del Mango.....	54
4.3 Análisis físicoquímicos de la harina de cascara de mango.....	54

	Pág.
4.3.1	Análisis fisicoquímicos de la HCM.....54
4.4	Características sensoriales para las galletas obtenidas.....57
4.5	Obtención de la harina de Cáscaras de Mango.....60
4.6	Procedimiento para la elaboración de galletas.....61
4.6.1	Descripción del proceso.....62
4.7	Procedimiento de la recolección de datos.....63
4.7.1	Obtención y evaluación de la harina de cascara de mango.....65
4.7.2	Evaluación de la textura instrumental.....68
4.7.3	Evaluación del color instrumental.....69
4.7.4	Evaluación de FDT, FDI, FDS en las galletas.....70
4.7.5	Evaluación de Polifenoles Totales en las galletas.....73
4.7.6	Análisis estadísticos de los resultados.....75
V	RESULTADOS Y DISCUSIONES.....76
5.1	Análisis fisicoquímico de la pulpa de mango.....76
5.2	Análisis químico proximal y fisicoquímico de la harina de cáscara de mango.....77
5.2.1	Composición proximal de la harina de cáscara de mango var. Kent.....77
5.2.2	Composición fisicoquímica de la harina de cáscara de mango var. Kent.....80
5.3	Análisis químico proximal y colorimétrico de la harina de trigo.....81
5.3.1	Composición proximal de harina de trigo.....81
5.3.2	Colorimetría instrumental de harina de trigo.....82
5.4	Evaluación funcional de las galletas.....84
5.4.1	Evaluación de fibra dietética total en las galletas.....84
5.4.2	Evaluación de fibra dietética insoluble en las galletas.....90
5.4.3	Evaluación de fibra dietética soluble en las galletas.....103

	Pág.
5.4.4 Evaluación de polifenoles totales en galletas.....	109
5.5 Evaluación tecnológica de las galletas.....	121
5.5.1 Evaluación del color instrumental de las galletas.....	121
5.5.2 Evaluación de textura instrumental de galletas.....	138
5.6 Evaluación química de las galletas.....	145
5.6.1 Evaluación del contenido (%) de grasas en las galletas.....	150
5.6.2 Evaluación de cenizas en las galletas.....	155
5.7 Análisis sensorial de las galletas.....	160
5.7.1 Color.....	163
5.7.2 Aroma.....	166
5.7.3 Textura.....	170
5.7.4 Sabor.....	173
5.7.5 % de intención de compra.....	175
5.8 Elección del mejor tratamiento.....	176
VI CONCLUSIONES.....	177
VII RECOMENDACIONES.....	178
VIII REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	179
IX ANEXO.....	184

INDICE DE TABLAS

Pág.

Tabla 1. Composición química del mango.....	34
Tabla 2. Modelo del experimento del análisis de cascara de mango.....	50
Tabla 3. Cuadro de los análisis de la cascara de mango.....	50
Tabla 4. Escala hedónica de calificación.....	51
Tabla 5. Formulación utilizada para la producción de galletas.....	62
Tabla 6. Análisis fisicoquímico de pulpa de mango (Variedad Kent).....	76
Tabla 7. Composición química de la harina de cáscara de mango var. Kent.....	77
Tabla 8. %Fibra dietética total (FDT), Insoluble (FDI) y Soluble (FDS) de la harina de cáscara de mango var. Kent.....	79
Tabla 9. Parámetros de color de la harina de cáscara de mango var. Kent.....	80
Tabla 10. Composición químico – proximal de la harina de trigo.....	81
Tabla 11. Determinación colorimétrica de la harina de trigo.....	82
Tabla 12. % Fibra Dietética Total (FDT) de las galletas a base de harinas de trigo y harina de cáscara de mango (HCM) en tres estados de madurez.....	84
Tabla 13. Análisis de varianza para el contenido de Fibra Dietética Total (%) de galletas a base de harinas de trigo y harina de cáscara de mango (HCM) en tres estados de madurez.....	86
Tabla 14. Prueba de Múltiples Rangos LSD para el contenido de Fibra Dietética Total (%) en galletas por Estado de Madurez.....	87
Tabla 15. Prueba de Múltiples Rangos LSD para el contenido de Fibra Dietética Total (%) en galletas por %HCM.....	88
Tabla 16. % Fibra Dietética Insoluble (FDI) de las galletas a base de harinas de trigo y harina de cáscara de mango (HCM) en tres estados de madurez.....	90
Tabla 17. Análisis de varianza para el contenido de Fibra Dietética Insoluble (%) de galletas a base de harinas de trigo y harina de cáscara de mango (HCM) en tres estados de madurez....	91
Tabla 18. Prueba de Múltiples Rangos LSD para el contenido de Fibra Dietética Insoluble (%) en galletas por Estado de Madurez.....	93
Tabla 19. Prueba de Múltiples Rangos LSD para el contenido de Fibra Dietética Insoluble (%) en galletas por %HCM.....	94
Tabla 20. % Fibra Dietética Soluble (FDS) de las galletas a base de harinas de trigo y harina de cáscara de mango (HCM) en tres estados de madurez.....	95
Tabla 21. Análisis de varianza para el contenido de Fibra Dietética Soluble (%) de galletas a base de harinas de trigo y harina de cáscara de mango (HCM) en tres estados de madurez....	97
Tabla 22. Prueba de Múltiples Rangos LSD para el contenido de Fibra Dietética Soluble (%) en galletas por Estado de Madurez.....	98
Tabla 23. Prueba de Múltiples Rangos LSD para el contenido de Fibra Dietética Soluble (%) en galletas por %HCM.....	99
Tabla 24. Contenido de polifenoles (mgGAE/100g) de las galletas desarrolladas.....	101
Tabla 25. Análisis de Varianza para el contenido de Polifenoles (mgGAE/100g) en galletas.....	105

Tabla 26. Prueba de Múltiples Rangos LSD para el contenido de Polifenoles (mgGAE/100g) en galletas por Estado de Madurez.....	105
Tabla 27. Prueba de Múltiples Rangos LSD para el contenido de Polifenoles (mgGAE/100g) en galletas por % de Harina de Cáscara de Mango.....	106
Tabla 28. Color instrumental (Luminosidad y Cromaticidad) de las galletas elaboradas.....	108
Tabla 29. Color instrumental (Luminosidad) de las galletas elaboradas.....	109
Tabla 30. Análisis de Varianza para los valores de Luminosidad (L*) en galletas.....	111
Tabla 31. Prueba de Múltiples Rangos LSD para los valores de Luminosidad en galletas por Estado de Madurez.....	113
Tabla 32. Prueba de Múltiples Rangos LSD para los valores de Luminosidad en galletas por % de Harina de Cáscara de Mango.....	115
Tabla 33. Color instrumental (Cromacidad) de las galletas elaboradas.....	117
Tabla 34. Análisis de Varianza para los valores de Cromacidad (*C) en galletas.....	119
Tabla 35. Prueba de Múltiples Rangos LSD para los valores de Cromacidad en galletas por Estado de Madurez.....	120
Tabla 36. Prueba de Múltiples Rangos LSD para los valores de Cromacidad en galletas por % de Harina de Cáscara de Mango.....	122
Tabla 37. Dureza (N) y Fracturabilidad (N) de las galletas a base de harinas de trigo y harina de cáscara de mango (HCM) en tres estados de madurez.....	124
Tabla 38. Análisis de varianza para la Dureza (N) de galletas a base de harinas de trigo y harina de cáscara de mango (HCM) en tres estados de madurez.....	125
Tabla 39. Prueba de Múltiples Rangos LSD para la Dureza (N) en galletas por %HCM.....	128
Tabla 40. Análisis de varianza para la Fracturabilidad (N) de las galletas a base de harinas de trigo y harina de cáscara de mango (HCM) en tres estados de madurez.....	130
Tabla 41. Prueba de Múltiples Rangos LSD para la Fracturabilidad (N) en galletas por Estado de Madurez.....	131
Tabla 42. Prueba de Múltiples Rangos LSD para la Fracturabilidad (N) en galletas.....	132
Tabla 43. % de grasas de las galletas elaboradas.....	134
Tabla 44. Análisis de Varianza para el contenido de Grasas (%) en galletas.....	136
Tabla 45. Prueba de Múltiples Rangos LSD para el % de Grasas en galletas por Estado de Madurez.....	138
Tabla 46. Prueba de Múltiples Rangos LSD para el % de grasas en galletas por % de Harina de Cáscara de Mango.....	139
Tabla 47. % Cenizas de las galletas a base de harinas de trigo y harina de cáscara de mango (HCM) en tres estados de madurez.....	141
Tabla 48. Análisis de varianza para el contenido de Cenizas (%) de galletas a base de harinas de trigo y harina de cáscara de mango (HCM) en tres estados de madurez.....	143
Tabla 49. Prueba de Múltiples Rangos LSD para el contenido de Cenizas (%) en galletas por Estado de Madurez.....	144

Tabla 50: Prueba de Múltiples Rangos LSD para el contenido de Cenizas (%) en galletas por %HCM.....	145
Tabla 51: Puntuación promedio del Análisis Sensorial de las galletas elaboradas.....	147
Tabla 52: Valores de puntuación promedio para el atributo sensorial de COLOR.....	148
Tabla 53: Análisis de Varianza para la puntuación de COLOR sensorial en galletas.....	150
Tabla 54: Prueba de Múltiples Rangos de la puntuación de COLOR sensorial en galletas.....	152
Tabla 55: Prueba de Múltiples Rangos LSD para la puntuación del COLOR sensorial en galletas por % de Harina de Cáscara de Mango.....	153
Tabla 56: Puntaje promedio para el Aroma de las galletas a base de harinas de trigo y harina de cáscara de mango (HCM) en tres estados de madurez.....	155
Tabla 57: Análisis de varianza para el Aroma de galletas a base de harinas de trigo y harina de cáscara de mango (HCM).....	157
Tabla 58: Prueba de Múltiples Rangos LSD para el Aroma en las galletas.....	158
Tabla 59: Prueba de Múltiples Rangos LSD para el Aroma en las galletas por %HCM.....	159
Tabla 60: Puntaje promedio para la Textura de las galletas a base de harinas de trigo y harina de cáscara de mango (HCM).....	160
Tabla 61: Análisis de varianza para la Textura de galletas a base de harinas de trigo y harina de cáscara de mango (HCM).....	162
Tabla 62: Puntaje promedio para el Sabor de las galletas a base de harinas de trigo y harina de cáscara de mango (HCM).....	165
Tabla 63: Análisis de varianza para el Sabor de galletas a base de harinas de trigo y harina de cáscara de mango (HCM).....	167
Tabla 64: % de INTENCION de COMPRA de las galletas elaboradas.....	170
Tabla 65: Análisis de Varianza para el % de INTENCION de COMPRA en galletas.....	172
Tabla 66: Prueba de Múltiples Rangos LSD del % de INTENCIÓN de COMPRAS.....	174
Tabla 67: Prueba de Múltiples Rangos LSD para el % de INTENCIÓN de COMPRA.....	175

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Encuesta para el análisis sensorial de las galletas de cascara de mango.....	59
Figura 2. Diagrama de flujo para la obtención de harina de cascara de mango.....	60
Figura 3. Diagrama de flujo para la elaboración de galletas.....	63
Figura 4. Harina de cascara de mango listo para ser pesada.....	65
Figura 5. Pesado de las 18 formulaciones según el diseño experimental.....	65
Figura 6. Preparación de la mezcla de harina para formar la masa para cada tratamiento, usando la amasadora de la planta piloto agroindustrial.....	66

Figura 7. Formación de la masa para la realización de los tratamientos de las galletas.....	66
Figura 8. Laminado de la masa para la realización de galletas.....	66
Figura 9. Moldeado de la masa para llevarlo al horno.....	67
Figura 10. Cada tratamiento fue llevado al horno de la Planta Piloto Agroindustrial.....	67
Figura 11. Galletas obtenidas para su evaluación.....	67
Figura 12. Muestras de galleta, sometidos al texturómetro Brookfield.....	68
Figura 13. Medición del color de las galletas.....	69
Figura 14. Preparación de las muestras en los vasos FOSS.....	70
Figura 15. Enzimas a utilizarse en el proceso de evaluación de FDT.....	70
Figura 16. Buffers a ácidos a utilizarse en el proceso de evaluación de FDT.....	71
Figura 17. Uso del pH metro para ajustar el pH de las muestras.....	71
Figura 18. Muestras ingresando al baño maría para incubar a 95°C y evaluar la acción de la enzima amilasa.....	71
Figura 19. Frascos de incubación conteniendo las muestras con los crisoles FOSS.....	72
Figura 20. Filtrado y lavado de las muestras.....	72
Figura 21. Secado de las muestras en la estufa a 105°C.....	72
Figura 22. Crisoles FOSS conteniendo los residuos de FDT.....	73
Figura 23. Preparación de los reactivos Folin-Ciocalteu, ácido gálico, carbonato de sodio Para determinar polifenoles totales.....	73
Figura 24. Preparación de las muestras siguiendo el procedimiento.....	74
Figura 25. Las muestras pasan por la centrifuga utilizado en el laboratorio de IITA.....	74
Figura 26. Preparación para curva estándar y lectura en el lector multi modal de microplacas.....	74
Figura 27. Determinación de polifenoles totales de las muestras mediante la lectura en el lector Multi modal de microplacas utilizado en el laboratorio de IITA.....	75
Figura 28. % Fibra Dietética Total (FDT) de las galletas a base de harinas de trigo y harina de cáscara de mango (HCM) en tres estados de madurez.....	85
Figura 29. Grafica de dispersión para Fibra Dietética Total (%) de las galletas a base de harinas de trigo y harina de cáscara de mango (HCM) en tres estados de madurez.....	86
Figura 30. Medias y Prueba de Fisher LSD para el contenido de Fibra Dietética Total (%) en galletas por Estado de Madurez.....	87
Figura 31. Medias y Prueba de Fisher LSD para el contenido de Fibra Dietética Total (%) en galletas por %HCM.....	89
Figura 32. % Fibra Dietética Insoluble (FDI) de las galletas a base de harinas de trigo y harina de cáscara de mango (HCM) en tres estados de madurez.....	91
Figura 33. Grafica de dispersión para Fibra Dietética Insoluble (%) de las galletas a base de harinas de trigo y harina de cáscara de mango (HCM) en tres estados de madurez.....	92
Figura 34. Medias y Prueba de Fisher LSD para el contenido de Fibra Dietética Insoluble (%) en galletas por Estado de Madurez.....	93

Figura 35. Medias y Prueba de Fisher LSD para el contenido de Fibra Dietética Insoluble (%) en galletas por %HCM.....	94
Figura 36. % Fibra Dietética Soluble (FDS) de las galletas a base de harinas de trigo y harina de cáscara de mango (HCM) en tres estados de madurez.....	96
Figura 37. Grafica de dispersión para Fibra Dietética Soluble (%) de las galletas a base de harinas de trigo y harina de cáscara de mango (HCM) en tres estados de madurez.....	97
Figura 38. Medias y Prueba de Fisher LSD para el contenido de Fibra Dietética Soluble (%) en galletas por Estado de Madurez.....	98
Figura 39. Medias y Prueba de Fisher LSD para el contenido de Fibra Dietética Soluble (%) en galletas por %HCM.....	99
Figura 40. Polifenoles (mgGAE/100g) de las galletas desarrolladas.....	102
Figura 41. Gráfica de dispersión de Polifenoles por % de Harina de cáscara de mango	104
Figura 42. Gráfica de dispersión de Polifenoles por Estado de Madurez en galletas.....	104
Figura 43. Medias y Prueba de Fisher LSD para el contenido de Polifenoles totales (mgGAE/100g) en galletas por Estado de Madurez.....	106
Figura 44. Medias y Prueba de Fisher LSD para el contenido de Polifenoles totales (mgGAE/100g) en galletas por % de Harina de Cáscara de Mango.....	107
Figura 45. Gráfica de los valores de luminosidad (*L) en las galletas elaboradas.....	110
Figura 46. Gráfica de dispersión de los valores de Luminosidad(*L) por % de Harina de cáscara de mango en galletas.....	112
Figura 47. Gráfica de dispersión de los valores de Luminosidad (*L) por Estado de Madurez.....	112
Figura 48. Medias y Prueba de Fisher LSD para los valores de Luminosidad en galletas por Estado de Madurez.....	113
Figura 49. Medias y Prueba de Fisher LSD para los valores de Luminosidad en galletas por % de Harina de Cáscara de Mango.....	116
Figura 50. Gráfica de los valores de cromacidad (C*) en las galletas elaboradas.....	118
Figura 51. Gráfica de dispersión de los valores de Cromacidad (*C) por % de Harina de cáscara de mango en galletas.....	119
Figura 52. Gráfica de dispersión de los valores de Cromacidad (*C).....	120
Figura 53. Medias y Prueba de Fisher LSD para los valores de Cromacidad en galletas por Estado de Madurez.....	121
Figura 54. Medias y Prueba de Fisher LSD para los valores de Cromaticidad en galletas por % de Harina de Cáscara de Mango.....	123
Figura 55. Dureza (N) de las galletas a base de harinas de trigo y harina de cáscara de mango (HCM) en tres estados de madurez.....	124
Figura 56. Grafica de dispersión para la Dureza (N) de las galletas a base de harinas de trigo y harina de cáscara de mango (HCM) en tres estados de madurez.....	126

Figura 57. Medias y Prueba de Fisher LSD para la Dureza (N) en galletas por Estado de Madurez.....	127
Figura 58. Medias y Prueba de Fisher LSD para la Dureza (N) en galletas por %HCM.....	128
Figura 59. Fracturabilidad (N) de las galletas a base de harinas de trigo y harina de cáscara de mango (HCM) en tres estados de madurez.....	129
Figura 60. Grafica de dispersión para Fracturabilidad (N) de las galletas a base de harinas de trigo y harina de cáscara de mango (HCM) en tres estados de madurez.....	130
Figura 61. Medias y Prueba de Fisher LSD para la Fracturabilidad (N) en galletas por Estado de Madurez.....	131
Figura 62. Medias y Prueba de Fisher LSD para la Fracturabilidad (N) en galletas	132
Figura 63. Gráfica del contenido de Grasas (%) en las galletas elaboradas.....	135
Figura 64. Gráfica de dispersión del % grasas por % de Harina de cáscara de mango	136
Figura 65. Gráfica de dispersión del % grasas por estado de madurez.....	137
Figura 66. Medias y Prueba de Fisher LSD para el % de grasas en galletas por Estado de Madurez.....	138
Figura 67. Medias y Prueba de Fisher LSD para % de grasas en galletas por % de Harina de Cáscara de Mango.....	139
Figura 68. % Cenizas de las galletas a base de harinas de trigo y harina de cáscara de mango (HCM) en tres estados de madurez.....	142
Figura 69. Grafica de dispersión para Cenizas (%) de las galletas a base de harinas de trigo y harina de cáscara de mango (HCM) en tres estados de madurez.....	143
Figura 70. Medias y Prueba de Fisher LSD para el contenido de Cenizas (%) en galletas.....	144
Figura 71. Medias y Prueba de Fisher LSD para el contenido de Cenizas (%) en galletas por %HCM.....	145
Figura 72. Gráfica de la puntuación promedio para COLOR sensorial en las galletas elaboradas.....	149
Figura 73. Gráfica de dispersión de la puntuación de COLOR sensorial por % de Harina de cáscara de mango en galletas.....	150
Figura 74. Gráfica de dispersión de la puntuación de COLOR sensorial por Estado de Madurez.....	151
Figura 75. Medias y Prueba de Fisher LSD de la puntuación de COLOR sensorial en galletas por Estado de Madurez.....	152
Figura 76. Medias y Prueba de Fisher LSD para la puntuación de COLOR sensorial en galletas por % de Harina de Cáscara de Mango.....	153
Figura 77. Puntaje promedio para el Aroma de las galletas a base de harinas de trigo y harina de cáscara de mango (HCM) en tres estados de madurez.....	156
Figura 78. Grafica de dispersión para el Aroma de las galletas a base de harinas de trigo y harina de cáscara de mango (HCM) en tres estados de madurez.....	157

	Pág.
Figura 79. Medias y Prueba de Fisher LSD para el Aroma en las galletas por Estado de Madurez.....	158
Figura 80. Medias y Prueba de Fisher LSD para el Aroma en las galletas por %HCM	159
Figura 81. Puntaje promedio para la Textura de las galletas a base de harinas de trigo y harina de cáscara de mango (HCM) en tres estados de madurez.....	161
Figura 82. Grafica de dispersión para la Textura de las galletas a base de harinas de trigo y harina de cáscara de mango (HCM) en tres estados de madurez.....	162
Figura 83. Medias y Prueba de Fisher LSD para la Textura en las galletas por Estado de Madurez.....	163
Figura 84. Medias y Prueba de Fisher LSD para la Textura en las galletas por %HCM.....	164
Figura 85. Puntaje promedio para el Sabor de las galletas a base de harinas de trigo y harina de cáscara de mango (HCM) en tres estados de madurez.....	166
Figura 86. Grafica de dispersión para el Sabor de las galletas a base de harinas de trigo y harina de cáscara de mango (HCM) en tres estados de madurez.....	167
Figura 87. Medias y Prueba de Fisher LSD para el Sabor en las galletas	168
Figura 88. Medias y Prueba de Fisher LSD para el Sabor en las galletas por %HCM.....	169
Figura 89. Gráfica del % de INTENCIÓN de COMPRA de las galletas elaboradas.....	171
Figura 90. Gráfica de dispersión del % de INTENCIÓN DE COMPRA por % de Harina de cáscara de mango en galletas.....	172
Figura 91. Gráfica de dispersión del % de INTENCIÓN de COMPRA por estado de madurez en galletas.....	173
Figura 92. Medias y Prueba de Fisher LSD el % de INTENCIÓN de COMPRA en galletas por Estado de Madurez.....	174

INDICE ANEXO

ANEXO 1. Equipos y materiales.....	184
ANEXO 2. Análisis proximal de la harina de mango.....	185
ANEXO 3. Análisis de la pulpa de mango.....	187
ANEXO 4. Curva de calibrado para determinar polifenoles totales.....	188
ANEXO 5. Clasificación física del fruto de mango variedad Kent en grado de madurez Verde, pintón y maduro.....	189
ANEXO 6. Caracterización física al fruto de mango variedad Kent en grado de madurez Verde, pintón y maduro.....	190
ANEXO 7. Caracterización física al fruto de mango variedad Kent en grados de madurez verde, pintón y maduro.....	193
ANEXO 8. Galleta comercial: VAINILLA DIA.....	194
ANEXO 9. Elección del mejor tratamiento de galleta con HCM en tres estados de madurez....	195
ANEXO 10. Matriz para obtención de peso relativo.....	196
ANEXO 11. Elección del mejor Tratamiento mediante el Método de Ponderación.....	197

RESUMEN

El objetivo fue determinar las concentraciones (%p/p) óptimas de la harina de cascara de mango (HCM) en sus diferentes grados de madurez para obtener galletas con características funcionales, tecnológicas y sensorialmente aceptable. Se empleó un diseño de Superficie de Respuesta (MSR), con niveles de HCM de 0 – 10%.

Las características funcionales de las galletas, resultaron significativas ($p < 0.05$), la F6 con 17.6 mgGAE/100g (harina de cascara de mango verde) obtuvo mayor cantidad de polifenoles, mientras que la F6 con 25% (harina de cascara de mango verde) en fibra dietética.

Se determinó características tecnológicas como textura, color instrumental, porcentaje de grasa, determinación de cenizas y análisis sensorial. La optimización de múltiples respuestas determinó que la formulación óptima está dada por 10% HCM (verde), el cual determinó un producto de una buena calidad fisicoquímica y sensorial aceptable.

Palabras claves: galletas, harina de cascara de mango, fibra dietética, polifenoles, grado de madurez, metodología de superficie de respuesta (MSR)

ABSTRACT

The objective was to determine the optimum concentrations (% w/w) of mango peel flour (HCM) in its different degrees of maturity to obtain cookies with functional, technological and sensorially acceptable characteristics. A Response Surface (MSR) design was used, with HCM levels of 0 – 10%.

The functional characteristics of the cookies were significant ($p < 0.05$), the F6 with 17.6 mgGAE/100g (green mango peel flour) obtained a greater amount of polyphenols, while the F6 with 25% (green mango peel flour) in dietary fiber.

Technological characteristics such as texture, instrumental color, fat percentage, ash determination and sensory analysis were determined. The optimization of multiple responses determined that the optimal formulation is given by 10% HCM (green), which makes a product of good physicochemical and sensory acceptable quality.

Keywords: cookies, mango peel flour, dietary fiber, polyphenols, degree of maturity, response surface methodology (RSM)

I INTRODUCCION

1.1 Realidad Problemática

La industria acumula cerca de seis millones de toneladas de desecho, muchos de los cuales son manejados de forma que no son conveniente para el hombre, ya que busca sus propios beneficios económicos; pero, cuando se ve alertado sobre las consecuencias y afectaciones que causa al medio ambiente; no sabe cómo buscar solución para estos residuos que pueden ser o no peligrosos, cuando una solución se aplica dentro de la gestión integrada del ciclo vital; que consiste en la protección del medio ambiente. En el futuro la composición de residuos en la producción industrial generará “subproductos indeseables” que serán manejados de manera correcta para evitar consecuencias y afecte al ser humano y al entorno donde se desenvuelve, porque generalmente existe una necesidad de seguir produciendo elementos de consumo (Quizhpi, 2015). El Perú cuenta con una gran diversidad de frutas disponibles y destinadas a diversos procesos agroindustriales, utilizando como insumos la pulpa de la materia prima, y que en muchos casos esta genera la acumulación de la merma o residuos, que ya no se consideran de utilidad para el proceso que las generó, como es el caso del mango. La aglomeración de residuos debe ser sometido a procesos de adecuación o tratamiento que busque reducir su impacto negativo en el medio, porque muchas veces los suelos de los campos no tienen tratamiento alguno, propiciando su descomposición con la obtención de agentes infecciosos (Campos, 2015).

El aumento de residuos sólidos asociado al crecimiento del mango para su transformación ha generado un problema de impacto ambiental puesto que, a nivel industrial el 40% sencillamente no se utiliza; son subproductos (cáscara y semilla), que pueden ser utilizados como materia prima para procesos alimentarios o no alimentarios, como el compostaje, cuyo proceso es volver a incorporarlos a su ciclo natural a través del producto final, “el compost” (Rodríguez, 2014). Teniendo en cuenta que se comercializan 1.2 millones de toneladas anuales de mango aproximadamente en todo el mundo, y el aporte

de Perú es de 14 000 toneladas por año que comercializa (Jahurul et al., 2014). Este término de “compuestos fenólicos” engloba el mundo de los alimentos de origen vegetal natural, compuesto por micronutrientes conservadores del deterioro oxidativo de los alimentos, constituido por sustancias químicas, considerados como parte de los metabolitos secundarios en las plantas. Miles de estos compuestos cumplen funciones metabólicas en las plantas tanto en el crecimiento como en su reproducción y además protege los de patógenos y el estrés, así como de la radiación UV y de los depredadores (Juárez, 2017). El estudio por parte de la ciencia ha generado mucho interés en los compuestos polifenólicos ya que ha determinado un sin número de publicaciones de propiedades beneficiosas tanto medicinales como nutricionales para el hombre debido a la gran capacidad antioxidante, antimicrobiana, antiinflamatoria que esta posee. Pues se ha determinado técnicas analíticas y métodos muy utilizados como en el caso del método Folin – Ciocalteu para todo tipo de muestra ya sea para el caso de los frutos y hortalizas demostrando así una significativa actividad antioxidante, que evidencia un potencial beneficioso sobre la salud humana (Juárez, 2017). La mayoría de los compuestos polifenólicos que actúan en actividad antioxidante de las frutas se caracterizan por ser hidrosolubles (Hernández et al; 2013). Las cáscaras de mango son fuente potencial de antioxidantes (vitamina C), polifenoles, pectina, fibra dietética, con un alto potencial en la agroindustria, constituyendo así una fuente importante de compuestos bioactivos (Mejía et al., 2015).

1.2 Antecedentes

Los antecedentes que se consideran para la siguiente investigación están con relación a la similitud de la investigación y cuyos aportes sean básicos para el estudio que se propone.

La investigación realizada en Colombia por Serna y Torres (2014), evaluó el potencial agroindustrial de las cáscaras de mango de las variedades Kent y Tommy Atkins por su alto contenidos en compuestos fenólicos totales para el desarrollo de productos de valor agregado. Reportando que las cáscaras de mango de estas variedades tienen potencial como ingrediente alimentario, suplemento alimentario y en alimentos funcionales prebióticos, esto debido a que son excelente fuente de compuestos fenólicos. La cantidad de polifenoles extraíbles fue de 70 mg/g.

López (2018), en su estudio sobre el efecto de la sustitución parcial de harina de “trigo” por polvo de cáscara de “mango”, 2.5, 5 y 7.5 % sobre la firmeza, color, contenido de fibra, y aceptabilidad en galletas dulces, donde se evaluó una muestra control sin sustitución. La prueba de Duncan consideró que el reemplazo de harina de “trigo” por polvo de cáscara de “mango” al 5% permitió conseguir una adecuada firmeza, luminosidad, cromaticidad y cromaticidad, así mismo se alcanzó un contenido de fibra de 10.60 % (p.83). La prueba de Duncan considero que el reemplazo de harina de “trigo” por polvo de cáscara de “mango” al 5% permitió conseguir una adecuada firmeza, luminosidad, cromaticidad y cromaticidad, así mismo se alcanzó un contenido de fibra de 10.60 % (p.83)

M., Leelavathi, K. and Prasada-Rao, U. J. S. (2015). En el artículo “Mango peel powder: A potential source of antioxidant and dietary fiber in macaroni preparations” estudios de la cáscara de mango la señalan como una potencial fuente de fitoquímicos: polifenoles, carotenoides, enzimas, vitamina E y vitamina C. De acuerdo con la composición proximal de cáscaras de mango verde y maduro es la siguiente: humedad 70.5 ± 4.5 (siendo mayor en las cáscaras de mango maduro), proteína total 1.90 ± 0.15 , lípidos 2.41 ± 0.25 ,

carbohidratos 24.0 ± 4.0 , fibra cruda 5.35 ± 2.05 (siendo mayor en las cáscaras de mango maduro) y cenizas 2.08 ± 0.92 . Mientras que encontraron los siguientes porcentajes de fibra en las cáscaras de mango: fibra dietética total 45-78 %, fibra dietética soluble 16-28 % y fibra dietética insoluble 29-50 %.

Cedeño y Zambrano (2014), en la tesis “Cáscaras de piña y mango deshidratadas como fuente de fibra dietética en producción de galletas” menciona que lo que buscaban establecer, era la dosificación de cáscaras de “piña” y “mango” como fuente de fibra para el mejoramiento de las características sensoriales y funcionales en la elaboración de galletas. Elaboraron diferentes formulaciones en base al porcentaje de cáscaras (4, 8 y 12 %), se evaluó el grado de aceptabilidad de los tratamientos aplicando el test de Scoring, mediante un análisis de varianza de dos factores con una sola muestra por grupo, con Tukey $p > 0,05$ y DMS, se determinó diferencias significativas en los tratamientos a2b1 (8% de cáscaras de “piña” y 92% de harina de “trigo”) y a3b2 (12% de cáscaras de “mango” y 88% de harina de “trigo”), en los que se evaluaron sus propiedades bromatológicas y microbiológicas: Energía 448 y 451 kcal; proteína 8,17 y 7,76 %; grasa 19,5 y 20 %; fibra total 5,31 y 4,12 %; carbohidratos totales 59,83 % y 59,60 %.

Atoche y García (2017), en la tesis “Aprovechamiento de Residuos Agroindustriales (Cáscara De Mango) para la Formulación de Cupcakes” buscaron aprovechar la cáscara de “mango” en la formulación y elaboración de Cupcakes. Determinaron las siguientes formulaciones: %) de harina de cáscara de “mango”: F0 (0%), F1 (5%), F2 (10%), F3 (15%), F4 (20), obteniendo la mejor formulación mediante la vida útil, la aceptabilidad sensorial e índice de peróxido, siendo el de mejor resultado la formulación F1 (5% de sustitución de harina de “trigo”) y se determinó que la vida útil de los cupcakes elaborados sustituyendo parcialmente la harina de “trigo” por harina de cáscaras de “mango”

Ajila et al. (2015) En la tesis “Bioactive compounds and antioxidant potential of mango peel extract” apreciaron la influencia del concentrado de la cáscara de mango sobre galletas de pasta suave, consiguiendo un mayor contenido de

polifenoles y carotenoides que la muestra sin FD de mango (control) y por lo tanto, hubo un mejora significativa de la actividad antioxidante (p.98) Según Larrauri et al., (2000) en la tesis doctoral “Influencia de la adición de harina de cáscara de mango (*mangifera indica* L.), variedad Kent y ácido ascórbico sobre las características tecnológicas del pan de molde” el contenido de fibra dietética insoluble fue similar a los valores encontrados en fibras comerciales de manzana y limón, a su vez la composición mineral mostro que los elementos en mayor contenido fueron: calcio, potasio y magnesio, por lo tanto la cascara de mango puede ser considerada como una buena fuente de fibra dietética de excelente calidad. Con todo lo anterior, la fibra de mango puede ser de beneficio potencial en el control de enfermedades como diabetes u obesidad. Otros, obtuvieron fibra dietética de mango a partir de la cascara y pulpa y evaluaron el efecto hipoglucémico de dicha fibra in vitro, así como su efecto sobre la degradación enzimática del almidón y la difusión de glucosa.

Según Corrales-Bernal et al. (2014), en la tesis “Propiedades físicas, químicas y antioxidantes de variedades de mango crecidas en la costa de Guerrero”, menciona que los frutos como mango y guayaba (*Psidium guajava* L.) poseen propiedades medicinales o nutracéuticas, las cuales son atribuidas principalmente al conjunto de compuestos fenólicos contenidos, carotenoides totales y a su capacidad antioxidante. Asimismo, las variedades de cultivo difieren en su contenido de componentes antioxidantes debido a variaciones genotípicas, factores de manejo pre-cosecha, condiciones climáticas, prácticas agrícolas y etapa de maduración.

Abdalla, A. E. M., Darwish -Hamahmy, R. M. (2017). En el artículo “Compositional quality of mango seed kernel” se busca de darle valor agregado a los residuos sólidos del mango, además de mitigar el impacto ambiental, la producción de polifenoles a partir de dichos residuos, surgen como una alternativa de producción de antioxidantes naturales. Los compuestos fenólicos son el grupo más extenso de sustancias no energéticas presentes en los alimentos de origen vegetal, en los últimos años, se ha

demostrado que una dieta rica en polifenoles vegetales puede mejorar la salud y disminuir la incidencia de enfermedades cardiovasculares.

Según Sánchez (2010), en su investigación “Determinación del estado de madurez óptimo de mango “Ataulfo” destinado a procesamiento mínimo” sugirió varios índices de madurez para cosechar algunas variedades de mango. El objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto del almacenamiento en frío sobre los compuestos bioactivos en mango fresco cortado a un determinado estado de madurez. Asimismo, a los frutos en distinto estado de madurez se les determinó el contenido de compuestos bioactivos (vitamina C, β -caroteno, fenoles y flavonoides totales) y actividad antioxidante (ORAC-H, ORAC-L y ORAC total).

Naidu, k; Bhat, S; & Prasada Rao, U. (2015). En el artículo “Bioactive compounds and antioxidant potential of mango peel extract” Diversas investigaciones sobre la composición proximal de la semilla de mango muestran que su composición es comparable a la mayoría de los cereales: hidratos de carbono (69.2 %-79.8 %), grasa (8.3 %-16.1 %), proteína (5.6 %-9.5 %), fibra (0.1 %-2.9 %) y cenizas (0.3 % a 3.6 %) reportaron que el embrión de la semilla de mango presenta una importante actividad antioxidante debido a su elevado contenido de compuestos fenólicos y puede ser una buena fuente de fitosteroles y tocoferoles.

Finalmente, Moreno et al., (2017) en la tesis titulada “Efecto de los extractos de flavonoides de harinas de cáscaras y semillas de pomelos sobre la estabilidad de aceite de soja” apreciaron la actividad antioxidante de los extractos acuosos originarias de las cáscaras y semillas de mango, las cuales se procesaron para convertirlos en harinas y se sometieron a la extracción de los flavonoides. Los tratamientos harina de semilla acuoso 0.5:25 al 0,01% y harina de la cáscara acuoso 0.5:25 al 0.75% mostraron los mejores efectos antioxidantes.

1.3 Objeto de la investigación

Lo más importante es saber qué sentido va a tener la investigación, qué es lo que estamos queriendo hacer y conocer la clave es tener acceso al conocimiento.

El Mango es una buena fuente de fibra dietética y de polifenoles. Diversos estudios evaluaron las propiedades fisicoquímicas de la cascara de mango y reportaron una alta cantidad de fibra dietética soluble con un valor de 281 g/Kg. Contenidos similares solo se obtienen de frutas cítricas; además, la fibra tuvo una capacidad de retención de agua de 11.4 g/g en base seca, el valor fue superior comparado con fibras comerciales.

El contenido de fibra dietética insoluble fue similar a los valores encontrados en fibras comerciales de manzana y limón, a su vez la composición mineral mostro que los elementos en mayor contenido fueron: calcio, potasio y magnesio, por lo tanto la cascara de mango puede ser considerada como una buena fuente de fibra dietética de excelente calidad. Con todo lo anterior, la fibra de mango puede ser de beneficio potencial en el control de enfermedades como diabetes u obesidad (Larrauri et al., 2000). Otros, obtuvieron fibra dietética de mango a partir de la cascara y pulpa y evaluaron el efecto hipoglucémico de dicha fibra in vitro, así como su efecto sobre la degradación enzimática del almidón y la difusión de glucosa.

Estos autores reportaron que la fibra de mango retrasa la hidrolisis del almidón en un 56.6%, mientras que la muestra de referencia (almidón sin fibra) se hidrolizo en un 71.9%, también mostro efecto en el retraso de la difusión de la glucosa en un 33.1%. Finalmente, concluyen que el mango puede ser considerado como un alimento alto en fibra y que dicha fibra retrasa la digestibilidad del almidón y la difusión de glucosa, lo cual se traduce en que la fibra de mango podría disminuir la respuesta glucémica postprandial (Gourgue et al., 2012).

La Organización Mundial de la Salud establece en 25 gramos la cantidad mínima de fibra que cada persona debe consumir a diario. Los alimentos ricos en fibra tienen una serie de propiedades imprescindibles para el correcto funcionamiento del organismo, como mejorar la hidratación, regular el tránsito intestinal o quemar el exceso de grasas. Además, está recomendada para las personas que realicen algún tipo de dieta de adelgazamiento porque prolongan la sensación de saciedad (OMS, 2000).

De acuerdo a las características fisicoquímicas de las cascara de mango se encontró una diferencia significativa con un nivel del 95% de confianza en las variables de variedad, se encontró una relación directa en el grado de madurez y las características de densidad, índice de refracción, acidez, yodo, peróxidos y anisidina, de la misma manera el grado de madurez presentó resultados favorables con el contenido de polifenoles totales, capacidad antioxidante y fibra dietética.

El objeto de la investigación viene a ser la utilización de los subproductos obtenidos del mango, variedad Kent, específicamente las cascara en diferente grado de madurez, cuando se procesa néctar de mango y, que muchas veces se retiran a los campos de cultivo. A estas se les pasará por un proceso de obtención de harina de cascara de mango para la elaboración de galletas.

En este trabajo, el caracterizar la cascara de mango en diferentes grados de madurez y las galletas elaborados con este producto, comprenderá determinar los valores de FDT, FDI, FDS, polifenoles y finalmente, desarrollar el análisis sensorial respectivo. Todos estos análisis involucra manejarlos estadísticamente a través del software de optimización estadística v. 12.

Catalogar a las galletas a obtener, ricas en fibra y polifenoles significa desarrollar los 18 tratamientos del diseño estadístico DBCA, en función a las variables mencionadas.

1.4 Formulación del problema

¿Cómo influye la adición de harina de cascara de mango con diferente grado de madurez en el contenido de polifenoles y fibra dietética en galletas?

1.5 Objetivos:

1.5.1. Objetivo general:

- Determinar el contenido de polifenoles y fibra dietética en galletas obtenidas a partir de harina de cáscara de mango (manguifera indica l.) con diferente grado de madurez.

1.5.2. Objetivos Específicos:

- Caracterizar las propiedades fisicoquímicas y funcionales de la harina de cáscara de mango con diferente grado de madurez.
- Cuantificar el contenido de polifenoles totales y fibra dietética total en las galletas obtenidas a partir de harina de cascara de mango con diferente grado de madurez.
- Evaluar la aceptabilidad de las galletas obtenidas a partir de harina de cascara de mango con diferente grado de madurez mediante un análisis sensorial.

1.6 Hipótesis:

- La adición de harina de cascara de mango (0-10%) con diferente grado de madurez en galletas permite obtener valores altos en polifenoles y fibra dietética total con una calidad fisicoquímica y sensorial aceptable.

A continuación, se definen las variables en estudio.

➤ **Variables independientes:**

Grado de madurez: verde, pintón, maduro

➤ **Variables dependientes:**

Contenido de polifenoles y fibra dietética en harinas de cascara de mango de diferente grado de madurez.

1.7 Importancia y justificación del estudio

El presente estudio es importante porque conforme a la problemática hallada en nuestro país están vinculados a los desechos orgánicos ya que no cuenta con políticas para su manejo y la mayoría de las veces son arrojadas a los basureros; sin embargo, es un desecho rico en antioxidantes, y se ha encontrado que es una buena fuente de fitoquímicos como polifenoles, carotenoides, vitamina C y E, que han mostrado buenas propiedades antioxidantes, además se ha indicado que el contenido de polifenoles es mayor en la cáscara del mango que en la pulpa. (Nizana, 2015).

Estos factores socioeconómicos, las nuevas tecnologías aplicadas en la industria alimentaria son las que cuentan con mayor información que posee el consumidor sobre la influencia de la dieta en su estado de salud, en tal sentido provoca que la calidad nutricional y dietética sea uno de los principales factores que influyen en la elección de sus alimentos, por lo que está listo para consumir alimentos a precios adecuados que enfatizan los beneficios de nuevos ingredientes, sustancias y componentes aislados de alimentos que son combinados y agregados a otros como mermeladas, cereales, productos de bollería, galletas; las que son consideradas de primera necesidad debido a la alta aceptabilidad que tiene entre los grupos de todas las edades. (Arrate L, 2017).

Actualmente se están utilizando alternativas para el uso de los subproductos: la semilla y la piel del mango, investigaciones recientes señalan que la cáscara

puede ser aprovechada para extracción de pectinas, enzimas, y como harina para panificación y galletería; y que la semilla de mango contiene en su interior grandes componentes antioxidantes y aceite. Pero la semilla a comparación de la cáscara, es la parte que tiene un mayor volumen en el mango, del 10 al 50% del peso, mientras que la cáscara del 15 al 20% de la fruta, dependiendo de la variedad de mango (Culebro, 2017).

En este contexto, la investigación se justifica porque permite el estudio de la industria alimentaria cuya actividad debe encaminarse a satisfacer las necesidades del consumidor como del medio ambiente, mediante nuevas investigaciones e implementar las denominadas “tecnologías limpias” para que realicen el aprovechamiento integral de frutas y hortalizas que se cosechan en la provincia; dándole así valor agregado ya que formarán parte principal o integrante adicional de nuevos productos y que en el futuro no resulten agravantes para el beneficio económico de la empresa y mucho menos para el medio ambiente. (Sánchez, 2014).

Asimismo, por los estudios similares realizados en los últimos años revelan que muchas de las enfermedades como obesidad, enfermedades cardiovasculares y diabetes tipo II, pueden ser prevenidas y tratadas por el incremento en las cantidades y variedad de fibra que contienen los alimentos en la dieta, también retarda el proceso de envejecimiento e influye en el performance atlético.

Porque a través de la adición de fibra dietética a productos de panificación, se buscará principalmente modificar formulaciones y crear con ello opciones alimenticias para los consumidores.

Porque permitirá enmarcar sus características fisicoquímica y funcionalmente a la fibra dietética obtenida del mango, así como determinar los compuestos polifenólicos presentes en ella y evaluar su adición en la elaboración de galletas; así como los controles respectivos sustituyendo la harina de trigo por harina de cascara de mango.

II MARCO TEORICO

2.1 Mango

El mango es un fruto que generalmente se utiliza en estado maduro, ya sea para la elaboración de mermeladas, purés y jugos o bien para su consumo como fruto fresco. No obstante, la falta de comercialización y a una carencia de condiciones óptimas de almacenamiento, resulta ser un producto perecedero, dando como resultado pérdidas económicas importantes. Una opción en la que se pudiese aprovechar este fruto es para la obtención de fibra dietética y antioxidantes, ya que el mango puede contener entre un 18.50 - 76.80 % de fibra dietética (Ruales y Zumba, 2018; Gourgue y Col, 2012) y entre 54 - 70 mg/g de compuestos polifenólicos en la cáscara (Larrauri, 2000; Vasco, 2003).

2.1.1. Proceso De Maduración:

El proceso de maduración del mango está gobernado bajo una serie de reacciones bioquímicas al interior del fruto que se caracterizan por cambios en la textura, color, en el contenido de azúcares, ácidos, aromas, entre otros. Las sustancias acumuladas durante el desarrollo se transforman de manera lenta y progresiva hasta que el fruto alcanza las condiciones de aroma y jugosidad que permita clasificarlo como maduro. Dilley (2011), Define a la maduración de consumo como la transformación del fruto fisiológicamente maduro desde un estado de firmeza, textura, color, sabor y aroma desfavorable a un estado más favorable, para el consumo. Vergara (2004), aun después de cosechadas, las células de la fruta no mueren inmediatamente. Sin embargo, para no morir y seguir siendo comestibles, las células vegetales requieren energía. Esta energía la obtienen de la oxidación de nutrientes ricos en energía, principalmente carbohidratos almacenados en las células, comúnmente se utiliza oxígeno y se elimina dióxido de carbono a medida que estos constituyentes

almacenados son empleados como fuente de energía. Si este proceso, denominado respiración puede ser más lento, las células pueden vivir más tiempo. El almacenamiento a bajas temperaturas pero por encima del punto de congelación, es la técnica comúnmente utilizada para disminuir la respiración y prolongar el periodo de almacenamiento durante el cual las frutas tienen una calidad aceptable. El Etefón como regulador fisiológico, lo hace generalmente a través del etileno que se desprende en el interior de los tejidos cuando es aplicado en el vegetal o sus partes y se debe que el etileno se considera como fitoregulador, que ocurre en forma natural en la mayoría de las plantas. Landazábal Rafael (2010), a medida que los frutos de mangos se maduran, se va desarrollando su olor característico el cual da lugar a la emisión de los volátiles, que van aumentando hasta llegar a su madurez organoléptica. El contenido de lípidos en la pulpa del mango también ha sido relacionado con su aroma. El sabor es el resultado del balance entre los azúcares, los ácidos y los volátiles, siendo los frutos de mango más dulces los de mejor calidad.

2.1.2. Generalidades del Mango

El mango (*Mangifera indica* L) es originario de Asia, específicamente de la región Indo - Birmanica, cultivándose en la India desde hace más de cuatro siglos. Este frutal fue introducido a nuestro país a través de los españoles, en el año de 1779, quienes trajeron las primeras variedades de las Islas Filipinas. A pesar de no ser un cultivo nativo del continente americano ha llegado a ocupar un lugar primordial. (Galán, 1999).

El mango (*Mangifera indica* L.) es una fruta tropical típica originaria del sureste asiático reconocida a nivel mundial por su sabor, calidad y excelencia. Los mangos pertenecen al género *Mangifera*, que consiste en numerosas especies de árboles frutales tropicales en la familia de plantas con flores Anacardiácea. Existen más de mil variedades de mango cultivadas, pero solo algunas se producen a escala comercial

(Barbosa, 2012). Es el quinto frutal con mayor producción a nivel mundial, antecedido por los cultivos de manzana, banano y naranja; y es el segundo cultivo tropical de importancia económica a nivel mundial, superado sólo por el banano (Barbosa, 2012).

Agrobanco (2007), desarrollo el manual del cultivo del mango, a través del Área de Desarrollo, mencionando aspectos valiosos sobre las características de la planta y el fruto.

El mango es una drupa de variadas formas de acuerdo con el cultivo, que contiene un carozo duro. La pulpa (que es la parte comestible) puede ser firme o acuosa, con o sin fibras, de color amarillo o anaranjado y de sabor variable. Las variedades mejoradas presentan fibras más cortas en el carozo. La cáscara del fruto es de un grosor variable. El peso del fruto a la madurez varía entre 100g hasta 2kg por unidad.

2.1.3. Composición Taxonómica

Según Pérez (2015) las características taxonómicas del mango son las siguientes:

Reino:	Plantae.
Filum:	Magnoliophyta.
Clase:	Magnoliopsida.
Orden:	Sapindales.
Familia:	Anacardiaceae.
Género:	Mangifera.
Especie:	Mangifera indica L.

Cáceres y Franco (2011) definen al mango como un fruto carnoso, sabroso y refrescante, es también conocido como "melocotón de los trópicos". Es el miembro más importante de la familia de las Anacardiáceas o familia del marañón, género *Mangifera*, el cual comprende unas 50 especies, nativas del sureste de Asia e islas.

2.1.4. Características del Mango

Las características del mango como forma, color, tamaño o peso son muy variables, pero por lo general el mango tiene forma oblonga, y color verde en estado pintón, y amarillo o rojo en estado maduro. La cáscara es uniforme y contiene pequeñas lenticelas circulares. Su pulpa varía también puede ser muy fibrosa, o muy jugosa dependiendo de la variedad (Rodríguez, 2014). Cáceres & Franco (2013) brindan las siguientes características para el mango:

✓ **Forma:**

Su forma varía de acuerdo al tipo de mango, pero generalmente ovoide, oblonga o arriñonada, notoriamente aplanada, redondeada u obtusa en ambos extremos, con un hueso central grande, aplanado y con cubierta leñosa.

✓ **Tamaño y peso:**

De largo mide de 4 a 25cm, y 1.5-10cm de grosor, su peso varía desde 150g hasta los 2 kg.

✓ **Color**

El color se encuentra entre verde, amarillo y otras tonalidades de rosa, rojo y violeta, con brillo o sin brillo. Su pulpa es de color amarillo intenso, casi anaranjado. El color depende de las condiciones ambientales en la cosecha del mango.

✓ **Sabor:**

Dulce, agradable, exótico y aromático.

Para los conocedores el mango peruano es el mejor de todos, debido a que se produce en un trópico seco donde no hay lluvias y el cultivo se maneja a voluntad. La fruta tiene mejor color, más sólidos totales, más dulzura y menos trementina en la cáscara, llegando al mercado sin manchas de antracnosis, que es un problema muy frecuente en las zonas en donde la producción se realiza bajo lluvia.

2.1.5. Composición química del mango

El mango tiene alto componente de vitaminas esenciales (tales como A y C), minerales, antioxidantes y fibra por lo que constituye un excelente suplemento dietético. Aunque muchos de los valores de la composición del mango son variables, dependiendo de la variedad, localidad, clima, y del grado de madurez (Barbosa, 2012).

Los frutos del mango constituyen un valioso suplemento dietético, pues es muy rico en vitaminas A y C, minerales, fibras y antioxidantes, siendo bajos en calorías, grasas y sodio. Su valor calórico es de 62-64 calorías/100g de pulpa. (Valdemayor, 2013).

El componente mayoritario es el agua, el contenido de azúcar varía de 10 a 20%. Son ricos en fibra dietética soluble conocida como pectina, el ácido predominante es el ácido cítrico, y es un poderoso antioxidante (Båtten, 2014).

Tabla 1: Composición Química del mango

Compuesto	Valor
Energía (kcal)	60
Agua (g)	83,0
Proteína (g)	0,4
Grasa (g)	0,2
Carbohidrato (g)	15,9
Fibra (g)	1,0
Ceniza (g)	0,5
Calcio (mg)	17
Fósforo (mg)	15
Hierro (mg)	0,4
Retinol (mg)	159
Tiamina (mg)	0,03
Riboflavina (mg)	0,11
Niacina (mg)	0,39
Ácido Ascórbico (mg)	24,8

Fuente: Collazos, 2015

2.1.6. Propiedades nutritivas

La vitamina C interviene en la formación de colágeno, huesos y dientes, glóbulos rojos y favorece la absorción del hierro de los alimentos y la resistencia a las infecciones. El beta-caroteno se transforma en vitamina A en nuestro organismo conforme éste lo necesita.

La vitamina A es esencial para la visión, el buen estado de la piel, el cabello, las mucosas, los huesos y para el buen funcionamiento del sistema inmunológico. Ambas vitaminas cumplen además una función antioxidante. El potasio es un mineral necesario para la transmisión y generación del impulso nervioso y para la actividad muscular normal, interviene en el equilibrio de agua dentro y fuera de la célula.

El magnesio se relaciona con el funcionamiento de intestino, nervios

y músculos, forma parte de huesos y dientes, mejora la inmunidad y posee un suave efecto laxante.

2.1.7. Aprovechamiento de residuos industriales

La industria genera una gran cantidad de residuos, muchos de los cuales son recuperables. El problema está en que las técnicas para aprovechar los residuos y hacerlos útiles son caras y en muchas ocasiones no compensa económicamente hacerlo. De todas formas, está aumentando la proporción de residuos que se valorizan para usos posteriores. (Quizhpi, L, 2008)

En el mango hay tres partes de interés: la pulpa, la cáscara y la semilla. La cáscara constituye aproximadamente entre el 15-20% de la fruta, mientras que las semillas representan del 10-50% del peso de la fruta entera, dependiendo de la variedad de mango; y la almendra al interior de la semilla del 45-75% de la semilla entera (Culebro, 2017).

El problema de la transformación del mango es el alto desperdicio que se genera en el proceso (40% aproximadamente), es decir los subproductos como cáscara y semilla. Donde el valor agregado que se le da generalmente es usarlo solo para compostaje y lombricultura (Rodríguez, 2014). Teniendo en cuenta que se comercializan 1.2 millones de toneladas anuales de mango aproximadamente en todo el mundo, y el aporte de Perú es de 14000 toneladas por año que comercializa (Jahurul et al., 2014).

La cáscara o piel del mango puede ser utilizada en la extracción de pectinas, producción de biogás, o también para la elaboración de harinas en panificación y galletería; mientras que la semilla se le puede usar para la extracción de aceite empleado en la confitería, y también para la obtención de antioxidantes naturales (Rodríguez, 2014)

2.1.8. Cáscara de Mango

Es fuente importante de nutrientes, como: azúcares, pectina, proteínas y fibra. Del peso seco de la cáscara 13 % es pectina, la cual es de buena calidad, por lo que podría utilizarse para la elaboración de mermeladas, jaleas y algunos productos farmacéuticos. El alto contenido de azúcares de la cáscara del mango ha despertado gran interés para utilizarla como fuente de carbono en los procesos de fermentación (Ajila y otros, 2008).

También se han aislado algunos compuestos que parecen evitar el desarrollo de alternata, el hongo que causa la enfermedad conocida como “mancha negra del mango”. El alto contenido de azúcares de la cáscara del mango ha despertado gran interés para utilizarla como fuente de carbono en los procesos de fermentación.

2.1.9. Harina de cáscara de mango (HCM)

El polvo de cáscara de mango está contenido de compuestos valiosos como polifenoles, carotenoides, enzimas y fibra dietética (Ajila y otros, 2008).

Liliana Serna Cock (2015), profesora de la Facultad de Ingeniería y Administración (U.N. Colombia-Sede Palmira), afirma que es posible transformar este residuo (cáscara de mango) en un producto alimenticio que puede durar años, gracias a sus características de rendimientos, contenidos en compuestos fenólicos totales y composición proximal comprendida en materia seca, proteína, cenizas, fibras dietéticas y otros. A través de un proceso de secado se logró obtener la harina de los residuos de este fruto, un valor agregado que puede ser utilizado como ingrediente alimentario.

Con base en estos resultados se puede deducir que las cáscaras de mango pulverizadas, en especial de la variedad Kent, es una buena fuente de compuestos antioxidantes o compuestos fenólicos totales. Las coloraciones rojizas de las cáscaras son un indicativo indirecto del alto contenido de antioxidantes en mango.

Aunque un porcentaje mínimo de la cáscara generada en el procesamiento del mango se utiliza actualmente para la fabricación de concentrados, la mayor parte es considerada como un residuo y termina siendo una fuente de contaminación ambiental.

Por ello, la investigación, además de mostrar el potencial alimenticio, resalta la importancia ambiental de este proceso al mitigar problemas como propagación de plagas, malos olores, contaminación de suelos y de cuerpos de agua.

2.2. Galletas

2.2.1. Definición de galletas

Las galletas de acuerdo con la definición de la legislación alimentaria española son productos alimenticios elaborados fundamentalmente por una mezcla de harina, grasas comestibles y agua adicionada con o sin azúcares y otros productos alimenticios o alimentarios (aditivos, aromas, condimentos, especias, etc.), sometidos a un proceso de amasado y posterior tratamiento térmico, que dan lugar a un producto de presentación muy variada caracterizado por el bajo contenido en agua. Son de fácil ingestión y gran comodidad de presentación, así como fáciles de transportar y conservar. (Gil, 2010).

Son productos de consistencia crocante y ligeramente dura al consumirla, se preparan con harina como materia prima esencial y otros insumos más como leche, huevos, grasas comestibles, conservantes, colorantes, féculas, mantequilla, azúcar y más ingredientes autorizados. Según Cori y Pacheco, (2011) y citado por (Aliaga y Sánchez, 2014).

2.2.2. Características de la calidad de las galletas

Las galletas se clasifican:

➤ **Por su sabor:**

Pueden ser de sabor dulces, saladas o también en sabores especiales dependiendo del tipo de producto a elaborar o comercializar (INDECOPI, 2011).

➤ **Por su presentación:**

✓ **Galletas simples:** Este tipo de galletas son las galletas de presentación común, pues no se le agrega ningún otro componente luego de haber sido horneadas (INDECOPI, 2011).

✓ **Galletas rellenas:** Este tipo de galletas se caracteriza por que luego del proceso de horneado se le agrega un relleno entre 2 galletas, este relleno puede variar entre diferentes tipos de sabores (INDECOPI, 2011).

✓ **Galletas revestidas:** Este tipo de galletas después del horneado se le adiciona un revestimiento, este revestimiento suele generalmente ser de chocolate (INDECOPI, 2011).

✓ **Galletas rellenas:** Este tipo de galletas se caracteriza por que luego del proceso de horneado se le agrega un relleno entre 2 galletas, este relleno puede variar entre diferentes tipos de sabores (INDECOPI, 2011).

✓ **Galletas revestidas:** Este tipo de galletas después del horneado se le adiciona un revestimiento, este revestimiento suele generalmente ser de chocolate (INDECOPI, 2011).

- **Por su forma de comercialización:**
 - ✓ **Galletas envasadas:** Son comúnmente comercializadas en porciones individuales de paquetes sellado (INDECOPI, 2011).
 - ✓ **Galletas a granel:** Este tipo de presentación se suele comercializar en envases de hojalata, cajas de cartón o tecno por, también suelen comercializarse en envases de plástico, y suelen ser presentaciones para varias personas (INDECOPI, 2011).

2.2.3. Insumos para la elaboración de las galletas

- **Harinas**

La harina es el principal componente en la confección o elaboración de toda clase de artículos de pastelería y galletería, y, entre las harinas empleadas, la primordial es siempre la de trigo. La harina de trigo proviene de diversas calidades de trigo cultivado en diferentes partes del mundo. Cada clase de harina corresponde a una determinada clase de trigo, y el elemento principal e indispensable que debe tener una buena harina es un elevado porcentaje de gluten (Alva, 2010).

Es la materia prima básica para la elaboración de este producto, dentro de la cual la más usada es la que se elabora de trigos blandos pero el contenido de proteínas está por debajo del 10%. Al trabajar con esta harina se obtiene una masa poco elástica que no es resistente al estiramiento como la masa que resulta de trabajar con la harina de trigo duro (tiene proteína mayor al 10%). (Paucar, et al 2016).

- **Azúcar**

En la elaboración de las galletas se utiliza el azúcar o sacarosa, en especial para la elaboración de galletas dulces, este componente se caracteriza por ser muy soluble en agua a temperatura ambiente, formando jarabes otorgándole mayor viscosidad al agua (López, 2015).

Insumo que contribuye con el aspecto y textura de las galletas. Los jarabes de los azúcares reductores también se hacen notar con la textura de las galletas. La fijación de agua por los polisacáridos y azúcares da una aportación en cuanto las propiedades de las galletas. El agregado de este insumo (azúcar) a la receta disminuye la viscosidad de la masa, reduce su grosor y peso, también promueve la longitud de las galletas. (Paucar et al., 2016).

Otra característica importante es que a una temperatura de horneado de 160°C la sacarosa comienza a fundirse y los 170 comienza a caramelizarse, esto influye a nivel sensorial porque les da color y un sabor dulce a las galletas (López, 2015).

El azúcar es una importante fuente de calorías en la dieta alimenticia moderna, pero es frecuentemente asociada a calorías vacías, debido a la completa ausencia de vitaminas y minerales. En alimentos industrializados el porcentaje de azúcar puede llegar al 80 %. La Organización Mundial de la salud recomienda que el azúcar no supere el 10% de las calorías diarias consumidas (OMS, 2015).

➤ **Manteca vegetal**

Las grasas juegan un papel clave en la textura de las masas. Durante la mezcla de una masa, hay competencia por la harina de la superficie entre la fase acuosa y la grasa. La solución de agua o azúcar interactúa con el gluten (proteína) de la harina para formar una red coherente, extensible. Cuando la grasa recubre de la harina, la red es interrumpida y las propiedades comestibles después de la cocción son menos rígidas y más probable que se deshagan en la boca (Manley, 2010).

Las grasas cumplen un papel de antiglutinante en la masa, contribuyen a suavizarla y darle plasticidad. Las grasas tienen un rol importante en cuanto a textura en las galletas y su dureza. Este insumo contribuye a la disminución del grosor y peso de las galletas, al aumento de la

longitud de lamasa. Hace que las galletas se caractericen por tener una estructura fragmentable, es decir fácil de romper. (Carece, 2014).

➤ **Huevos**

Los huevos influyen en los productos de panadería y pastelería a nivel sensorial en el color, textura y sabor; más específicamente influyen en la masa ayudando a evitar que la masa se expanda demasiado permitiendo mantener la forma de la galleta (Kirk, 2016).

El huevo es especialmente rico en aminoácidos esenciales, ácidos grasos y algunos minerales y vitaminas necesarias en la dieta. Es también fuente de otros componentes que hoy se sabe tienen un importante papel en la salud y en la prevención de algunas de las enfermedades crónicas frecuentes en las sociedades desarrolladas. (Ortega, 2015).

La función de este insumo es unir y lograr la consistencia del producto. La yema tiene proteínas que pueden unir y las grasas podrían interferir la formación del gluten, lo que significaría que se produzcan los dos fenómenos pudiendo predominar uno sobre otro, en presencia del resto de componentes. (Carece, 2014).

Este proceso durante el amasado da lugar a la formación de un aumento de volumen y da una estructura esponjosa.

La presencia de burbujas de gas en la masa durante el horneado se expande las proteínas, coagulan y fijan la estructura. (Carece, 2014).

➤ **Leche**

La leche es el ingrediente que da un sabor agradable a la galleta, mejora el color de la textura, la absorción de agua y las propiedades de expansión de los productos horneados (Aguilar. A, 2021).

La leche es un alimento rico en nutrientes por lo que su adicción a las galletas le otorga proteínas de gran calidad y son una fuente importante

de calcio, lo que le brinda a la galleta un mejor valor nutricional y sabor, además sus componentes Influyen en la masa ayudando a que esta sea más flexible y elástica; al coagularse las proteínas de la leche la masa se vuelve más esponjosa (López, 2015).

➤ **Bicarbonatos**

Los bicarbonatos son agentes gasificantes que presentan un elemento alcalino. También se les denomina levaduras químicas. Su función principal es la de generar gas para aumentar el volumen final de la pieza antes de terminar la cocción con la desnaturalización de las proteínas.

Bicarbonato sódico: En presencia de humedad, el bicarbonato sódico reacciona con cualquier sustancia ácida, produciendo anhídrido carbónico. En ausencia de sustancias ácidas el bicarbonato sódico libera algo de dióxido de carbono y permanecerá como carbonato sódico. También se utiliza para ajustar el pH de la masa y de las piezas resultantes. (Alonso, S. y Montero, S, 2014).

Bicarbonato amónico: Extraordinariamente útil en galletería, puesto que se descompone completamente por el calor desprendiendo anhídrido carbónico, amoniaco gaseoso y agua. Se disuelve muy rápidamente, pero es muy alcalina, produciendo masas muy blandas. (Almonacid, G, 2016).

➤ **Polvo de hornear**

En el proceso para elaborar las galletas no se utiliza levadura debido a que son productos con un contenido de azúcar elevado, esto genera una fuerte presión osmótica que impide desarrollar adecuadamente a la levadura por lo que no se lograría leudar, además cabe mencionar que otra razón para no usar levadura es que esta requiere tiempo para cumplir su función, por lo que el uso de levaduras químicas, como el polvo de hornear, disminuye el tiempo de este proceso (Kirk, 2016).

El fin de este insumo es generar gas para aumentar el volumen final de las galletas antes de culminar su cocción con la degeneración de las proteínas. Estos casos también suceden en la elaboración de panes, molletes y galletas. (Turcios y Castañeda 2010).

➤ **Esencia de vainilla**

La vainilla es una esencia saborizante elaborada usando las vainas de semillas de la orquídea *Vainilla*. Es nativa de México, aunque en la actualidad está ampliamente extendida por los trópicos. Madagascar es uno de los mayores productores. Aunque se encuentran muchos compuestos en el extracto de vainilla, el responsable predominante de su característico olor y sabor es la vainillina (Manley, 2009). Este insumo le da al producto final un buen sabor, color y aroma. (Paucar et al., 2016).

Se obtiene poniendo a macerar una cantidad acorde de chauchas de vainilla (*vainilla planifolia*), en un frasco conteniendo un licor de fuerte graduación alcohólica, como por ejemplo "Vodka" y se deja macerar alrededor de tres meses. Luego de este proceso se obtiene una sustancia de color ámbar, de consistencia líquida, y característico aroma a vainilla (Savart, 2015).

2.3 Polifenoles

Los polifenoles son compuestos bio-sintetizados por las plantas (sus frutos, hojas, tallos, raíces, semillas u otras partes). Todos los polifenoles exhiben propiedades antioxidantes. Estos compuestos dan cuenta de la mayor parte de la actividad antioxidante que exhiben las frutas, las verduras y ciertas infusiones y bebidas naturales habitualmente consumidas por la población. (Quiñones M, 2012).

Los polifenoles son sustancias químicas que posea un anillo aromático, un anillo benceno con una o más grupos hidróxidos, se conocen más de 8000

compuestos diferentes, que abarcan desde moléculas simples con bajo peso molecular como los ácidos fenólicos hasta compuestos altamente polimerizados, generalmente conjugados con azúcares (glucósidos) u otros compuestos orgánicos como los taninos. (Pérez Jiménez J. et al. 2012).

La determinación o cuantificación del contenido total de fenoles es un factor importante que ha despertado interés por parte de los investigadores debido a los beneficios en la salud, como son la capacidad antioxidante, antimicrobiana, antiinflamatoria, etc. (Juárez, 2017).

Entre los métodos más usados tenemos resonancia magnética, el HPLC, usada mayormente en frutos; y métodos colorimétricos como el método Folin – Ciocalteu para todo tipo de muestra, método usado en este trabajo de investigación. Para conocer acerca del método colorimétrico es necesario primero conocer acerca de los compuestos fenólicos en la muestra de estudio, la HCM. (Juárez, 2017).

2.3.1. Clasificación de los polifenoles

Se puede clasificar en dos subtipos de compuestos:

- Los flavonoides, cuya estructura (difencilpropano, C₆-C₃-C₆) abarca dos anillos aromáticos (A y B) que se encuentran unidos entre sí por un heterociclo formado por tres átomos de carbono y uno de oxígeno (C), y para los cuales se han descrito más de cinco mil compuestos en el reino vegetal. (Zaro María José, 2014).
- Los llamados no-flavonoides (algunos cientos), que comprenden por lo general a los alcoholes mono-fenólicos, ácidos fenólicos simples y estilbenos. (Pérez et al., 2012).

¿Es la ingesta de Polifenoles "esencial" para la conservación de la salud?

No existe aún evidencia de que el consumo de polifenoles sea "esencial" para la conservación de la salud, y por ende no existen a la fecha valores

de dosis diaria recomendada (RDA) de estos compuestos. Sin embargo, abundante literatura científica da cuenta de diversos beneficios para la salud asociados a un mayor consumo de alimentos ricos en polifenoles, como son ciertas frutas, verduras, legumbres y cereales. (Capanoglu et al., 2011).

2.4 Fibra Dietética

El término fibra dietética apareció por primera vez en 1953 y se refirió a la hemicelulosa, celulosa y lignina. Más tarde (Badui, D. 2012). Definió a la fibra dietética como el remanente de las paredes celulares de las plantas que no son hidrolizados por las enzimas digestivas del ser humano.

Las diferencias estructurales, la relación fibra dietética insoluble / fibra dietética soluble (FDI/FDS), el tamaño de partícula, la fuente, así como por el grado y el tipo de procesamiento llevado a cabo para cada uno de los polisacáridos, determinan sus propiedades fisicoquímicas y funcionales diferentes y como consecuencia comportamientos fisiológicos diversos. (Álvarez y Bagué, 2011)

La avena posee un gran contenido en dos tipos de fibra: fibra insoluble muy adecuada para facilitar el tránsito intestinal y evitar el estreñimiento; y fibra soluble, que resulta también muy recomendable para reducir el colesterol, ya que dificulta su absorción intestinal (Michelle, 2012).

2.4.1. Clasificación de la fibra dietética

Relacionados con su solubilidad en agua y métodos de extracción, la fibra se clasifica en fibra dietaria soluble y fibra dietaria insoluble, que son importantes para las características fisicoquímicas y también para las funciones saludables (Tejada-Ortigoza et al., 2016).

✓ Fibra soluble (FDS):

Las fibras alimentarias solubles, estas forman geles cuando entran en contacto con el agua. Entre ellas están comprendidas mucílagos, las gomas, almidón resistente, pectinas, algunas hemicelulosas,

galactooligosacáridos (GOS), inulina y fructooligosacáridos (FOS) (Batista, C, 2013).

Este tipo especificado de fibra está integrado por pectinas, β -glucanos, gomas, fructanos (inulina, fructooligosacáridos), mucilagos, algunos tipos de hemicelulosa y de almidones resistentes (González, 2013).

✓ **Fibra insoluble (FDI):**

Son aquellas parcialmente fermentables en el intestino por las bacterias colónicas y no forman dispersión en el agua (Olagnero et al., 2015).

Las fibras que son poco solubles tienen la capacidad de retener el agua en la matriz estructural, formando mezclas de una viscosidad baja, lo que provoca un aumento de la masa fecal acelerando el tránsito intestinal. Por otro lado, aporta una disminución en la concentración y en el tiempo que tiene contacto con potenciales carcinogénicos con la mucosa del colon. (Caballero, A, 2017).

La FDI está integrada por sustancias (celulosa, hemicelulosa, lignina y almidón resistente) que retienen poca agua y se hinchan poco. Este tipo de fibra predomina en alimentos como el salvado de trigo, granos enteros, algunas verduras y en general en todos los cereales. (González, 2013).

2.4.2. Beneficios de la fibra dietética

La evidencia clínica (Cárdenas, e. a, 2012) ha demostrado que la ingesta de fibra reduce la concentración de colesterol en la sangre, mejora el control de la glucemia y la sensibilidad a la insulina en los individuos diabéticos, facilitando la pérdida de peso; además, las dietas ricas en fibra son sugeridas para la protección contra el cáncer de colon.

2.4.3. Propiedades funcionales de Fibra Dietética

Son las responsables de los efectos fisiológicos y están influenciadas por la matriz estructural de la misma, la relación FDI: FDS, el tamaño de partícula, la fuente, así como por el grado y tipo de procesamiento llevado a cabo para su obtención. (Ospina et al., 2016).

✓ **Tamaño de partícula**

La operación de molienda puede provocar un aumento en propiedades como la capacidad de absorción de agua al incrementarse el área superficial de un producto. Por otro lado, la molienda es capaz de dañar estructuras dentro de las fibras en donde se realizan los procesos de intercambio acuoso y por tanto reducir la capacidad de absorción de agua. (Elleuch et al., 2011).

✓ **Color**

El hecho de que muchas fibras posean coloraciones con tonos amarillos o cafés, sabores particulares como amargos o a fruta, entre otros, limita su rango de aplicación como ingrediente alimentario para compensar esto, se puede recurrir a la utilización de métodos de purificación. (Mayorga, 2013).

2.5 Análisis de Perfil de textura para la elaboración de galletas:

La dureza, cohesividad, consistencia, fragilidad, pegajosidad, adhesividad, masticabilidad, etc. son algunas de las características que definen la textura de un alimento. Si hay un cambio en la textura de un producto que solemos tomar lo notamos inmediatamente y, por ello, las industrias de alimentación tienden cada día más a controlar su consistencia en la fabricación.

El análisis de la textura se hace imprescindible, no sólo para controlar y mantener esas características dentro de los límites especificados, sino también para desarrollar nuevos productos con diferentes especificaciones.

Fue desarrollado por un grupo de investigadores del General Foods

Corporation en los años 60, mediante el uso de un texturómetro de la misma firma para obtener varios parámetros de textura. Este ha demostrado la elevada correlación que existe entre las mediciones por esta técnica y la evaluación sensorial (Carranza, M., y Toro, J, 2018).

a) Dureza (N): Es la fuerza máxima que tiene lugar, en cualquier tiempo, durante el primer ciclo de compresión. Definida también como la fuerza necesaria para comprimir una rodaja de pan hasta un 50% del espesor original (Método 74-09, AACCI Internacional 2011).

b) Masticabilidad (mj): sensorialmente se define como la fuerza requerida para desintegrar un alimento sólido hasta que esté listo para ser deglutido (Cortez, C., y Morales, C, 2018).

Se determina como el producto de firmeza x cohesividad (definida como el cociente entre A_2/A_1) x elasticidad.

c) Firmeza (N):

La firmeza se puede medir, como la fuerza máxima de rotura, empleando una prueba de penetración con un disco determinado y acoplado al equipo, a una velocidad de penetración específica y a una temperatura definida antes de las mediciones.

III METODOLOGIA DE ESTUDIO

3.1 Método de investigación:

La investigación se realizó en forma cuantitativa. Es cuantitativa porque supone un enfoque diferente al de la investigación cualitativa, ya que ofrece datos medibles, su objetivo responde a cuantificar los resultados obtenidos, y los estudios pueden ser de dos tipos diferentes (Hernández et al., 2014).

3.2 Estrategia del estudio

3.2.1. Tipo de investigación

La investigación fue aplicada, porque este tipo de investigación se encarga de solucionar los problemas prácticos utilizando métodos científicos (Borja, 2018).

3.2.2. Diseño de investigación

El diseño utilizado para la siguiente investigación se realizó con Diseño Experimental Con Bloques Completamente Al Azar (DBCA), con arreglo factorial de $1 \times 3 \times 2 = 6$, 1 variedades de mango, 3 grados de madurez y 2 parámetros (contenido de polifenoles y fibra dietética), es decir 6 tratamientos con 3 repeticiones.

Siendo un total de 18 corridas, las cuales fueron evaluadas estadísticamente para determinar si existen diferencias significativas entre ellas.

Mediante el diseño estadístico, el procesamiento y análisis de los datos (programa STATISTICA Statsoft v 12.0) obtenidos se evaluaron los efectos la variable independiente sobre las variables dependientes.

A través de las superficies de respuestas obtenidas para cada variable dependiente se seleccionará una región óptima, donde se obtenga una galleta con las mejores propiedades físico-químicas y organolépticas.

- **Modelo matemático lineal:**

Los datos se sometieron a un diseño con bloques completamente al azar con arreglo factorial de 1x3x2, en el software Statgraphics Centurión, cuyo modelo estadístico es el siguiente:

$$Y_{ijk} = \mu + A_i + B_j + C_k + (AB)_{ij} + (AC)_{ik} + (BC)_{jk} + (ABC)_{ijk} + E_{ijk}$$

Donde:

Y_{ijk} = Cualquier observación en la estimación de la vida útil

μ = Media poblacional

A_i = Variedad del mango $i = 0, 1$

B_j = Grado de madurez $i = 0, 1$

C_k = Parámetros $i = 0, 1$

$(AB)_{ij}, (AC)_{ik}, (BC)_{jk}, (ABC)_{ijk}$ = Efecto de las interacciones entre variedad, grado de madurez y los parámetros (Polifenoles Totales y Fibra Dietética total).

- **Modelo del Diseño Experimental Con Bloques Completamente Al Azar (DBCA)**

Tabla 2. Modelo del experimento del análisis de cascara de mango

TRATAMIENTOS	% Harina		Estado De Madurez		
	Cascara de Mango		Verde	Pintón	Maduro
1	0		0	0	0
2	1.5		1.5	1.5	1.5
3	3		3	3	3
4	5		5	5	5
5	8.5		8.5	8.5	8.5
6	10		10	10	10

Fuente: Elaborado sobre el Paquete STATISTICA, STATSOFT – USA, versión 12.0

Tabla 3. Cuadro de análisis para la galleta de harina de cascara de mango

ANALISIS	Estado De Madurez		
	Verde	Pintón	Maduro
Polifenoles Totales			
Fibra Total			

Fuente: Elaborado sobre el Paquete STATISTICA, STATSOFT – USA, versión 12.0.

IV MATERIALES Y METODOS

4.1 Instrumentos de recolección de datos

En la presente investigación se realizará la recopilación de datos, considerando los ensayos de laboratorio.

4.1.1. Equipos:

- Estufa, marca Blue-M, modelo SW-17TC-1, Serie SW-1990
- Mufla, marca Thermolyne, Serie 34703484
- Molino marca IKA WERKE modelo M20.
- pH metro digital, Marca Hach, Modelo EC20
- Balanza analítica marca ADAM, modelo PW-254
- Colorímetro marca KONICA MINOLTA, modelo CR-400
- Horno rotatorio por convención marca NOVA, modelo MAX 1000
- Secador de bandejas, marca Torrh, modelo SBT-10XL

4.1.2. Materia prima e insumos:

- Mango
- Harina de Mango

4.1.3. Insumos:

- Azúcar rubia, marca San Jacinto.
- Margarina, marca Sello de oro.
- Extracto de Malta, marca especies y sabores del Perú.
- Agentes leudantes: bicarbonato de amonio.

4.1.4. Materiales de vidrio o laboratorio:

- Campana de desecación
- Probetas (20 y 50 ml)
- Vasos precipitados (10,50 y 100 ml)

- Pipetas (1,2,5,10 ml)
- Micropipetas: 10, 100 y 1000 uL
- Pipeteadores de plástico.
- Placas Petri
- Matraz Erlenmeyer (50, 100, 250 ml)
- Tubos de ensayo
- Crisoles
- Pinzas de madera y de metal.
- Papel filtro
- Placas Petri.
- Mortero.

4.1.5. Otros materiales:

- Tinas grandes
- Hipoclorito de Na
- Micropipetas
- Cucharones
- Cuchillos
- Jabón líquido
- Papel filtro
- Papel aluminio

4.1.6. Reactivos:

- Ácido clorhídrico
- Ácido acético buffer (300mM)
- Ácido gálico (C₇H₆O₅)-250ppm
- Carbonato de sodio (NaCO₃)
- Éter de petróleo
- Ácido sulfúrico concentrado (H₂S₀₄) 0.2N
- Agua destilada
- Hidróxido de sodio (NaOH) 40%.

4.2 Análisis Físicoquímico del Mango

➤ Acidez titulable

Por la medición de la acidez titulable se utilizó el método 942.15A AOAC 2000.

➤ Sólidos solubles

La determinación del contenido en sólidos solubles se realizó mediante un refractómetro tipo ABBE. Por medida del grado °Brix y conversión en sólidos solubles mediante fórmula. Las medidas se realizarán a temperatura ambiental.

4.3 Análisis físicoquímicos de la harina de cáscara de mango

4.3.1. Análisis físicoquímicos de la HCM

➤ Humedad

La humedad de la pectina es un factor que indica la estabilidad ya que por sus características químicas es de fácil proliferación a microorganismos, especialmente hongos, este análisis se realizó bajo los parámetros establecidos según AOAC 925.25 (Huigera, 2017).

➤ Colorimetría

Para la determinación del color de la harina de cascara de mango se utilizó el colorímetro (Marca. KONICA MINOLTA) siguiendo el sistema CIE- Lab, donde se determinara los valores de L* luminosidad (Negro 0/Blanco 100), a* (verde-/rojo+) y b* (azul-/amarillo+). La cromaticidad (C*) y el ángulo de tonalidad (h*), será calculado según (De León, R, 2019).

➤ **Granulometría**

El tamaño de partícula de la harina de cascara de mango se determinó con el modelo de equipo 295 Granutest según el método AOAC 965.22 (1995). Los tamices se pesarán previamente. Enseguida se pasa 100 g de harina durante 30 minutos en el conjunto de cinco tamices redondos con aberturas de mallas 16, 20, 30, 40 y 60 de malla Tyler y las cantidades retenidas en cada tamiz se pesaron y se expresó como un porcentaje.

➤ **Fibra dietética total (FDT), insoluble (FDI) y soluble (FDS)**

La fibra dietética total se determinó por el método de la AOAC 985.29. La fibra dietética soluble e insoluble por el método de la AOAC 991.43.

➤ **Contenido De Polifenoles Totales**

Se determinó mediante el método establecido por Folin & Ciocalteu (1927). Los resultados se expresaron en mg ácido gálico (GAE) /g muestra. Según el método estandarizado se tiene la siguiente metodología para la preparación de reactivos:

a) Preparación de solución Folin-Denis (solución Folin-Ciocalteu 0.25N)

- Tomar 1.25ml del reactivo Folin - Ciocalteu y enrasar a 10ml con aguadestilada en una Fiola color ámbar o forrada con papel aluminio.

b) Preparación de solución de ácido gálico

- Pesar 25mg de ácido gálico y enrasar a 100ml con agua destilada; de esta solución tomar 2ml y enrasar a 10ml con agua destilada.

c) Preparación de solución de carbonato de sodio al 20%

- Pesar 2g de carbonato de sodio, y agregar agua destilada hasta enrase de 10ml, agitar y calentar a 70°C y 80°C hasta disolución y enfriar.

Para la preparación de muestra se siguió el método establecido por Bail et al. (2008), quienes relatan que para obtener el extracto acuoso de la muestra de harina se debe seguir el siguiente procedimiento:

- Pesar 1g de cada muestra de harina en cada tubo de ensayo.
- Agregar 3ml de una solución metanol: agua (90:10), seguidamente agitar durante 4 minutos en el vortex.
- Centrifugar durante 5 minutos a 3000 rpm por minuto.
- Repetir el procedimiento de extracción 3 veces para cada aceite.
- Combinar todos los extractos metanólicos, y concentrar hasta sequedad añadiendo nitrógeno.
- En caso la muestra se deba almacenar, guardar en oscuridad a 20°C hasta su análisis, y al momento de usar disolver la materia seca con 1 ml de metanol: agua (10:90).
- Para determinar la cantidad de polifenoles totales en la muestra primero se debe preparar la curva estándar, y para ello se sigue la siguiente metodología Folin y Ciocalteu (1927):

d) Determinación de la curva estándar

- En tubos de vidrio previamente forrados con papel aluminio, añadir 150µl, 300µl, 600µl, 900µl, 1200µl de solución de ácido gálico respectivamente.
- Añadir 300µl de solución Folin-Denis, agitar y reposar por 5 minutos.
- Añadir 150µl de carbonato de sodio a cada tubo, y agitar.
- Enrasar con agua destilada hasta completar un volumen de 3750µl, homogenizar y reposar por 2 minutos.

- Leer en el espectrofotómetro a 726nm.

4.4 Características sensoriales para las galletas obtenidas

La valoración sensoriales se realizó con 100 panelistas o jueces semi-entrenados (estudiantes de la universidad nacional del santa), para ello se usó el método sensorial afectiva, en particular la escala hedónica de 9 puntos como se muestra en la tabla 4, a fin de evaluar los diferentes atributos: color, olor sabor y textura de las galletas a base de harina de cascara de mango, el tamaño del panel y la representación de los jueces se eligió basándose en los criterios que sugiere J. Sancho (2012); alguien que califique, que parcialmente esté capacitado o aquel que sin formar parte de un panel de jueces, este familiarizado o consume el producto con una cierta frecuencia, el número ideal de panelistas o jueces que participan para este tipo de valoración puede ser de 10 a 30 .

El diseño estadístico empleado en la distribución de las muestras a los jueces, fue el de bloques incompletos equilibrados, esto a razón que cada panelista no podría evaluar el total de los tratamientos en una sesión, debido a que la fatiga por probar muchas muestras incrementaría el error experimental. Siguiendo lo establecido por (Gerbaud, P, 2016).

Una vez realizadas las pruebas, los resultados se deben comentar con los miembros del panel al objeto de que todos y cada uno de ellos adquieran un mayor conocimiento de las técnicas empleadas y en general, de su trabajo. Esto suele proporcionar una satisfacción íntima al verificar la utilidad de sus esfuerzos por realizar las catas de la forma más objetiva posible. Hay que tener en cuenta que la motivación es muy importante en la emisión de juicios por los catadores. Un panel interesado en su trabajo y motivado es mucho más eficiente y objetivo. Corresponde al Director del Panel, alcanzar y mantener este estado en el equipo (Perdomo, 2019)

Tabla 4. Escala hedónica de calificación

Valor	Descripción
9	Me gusta muchísimo
8	Me gusta mucho
7	Me gusta moderadamente
6	Me gusta poco
5	Ni me gusta/ni me disgusta
4	Me disgusta poco
3	Me disgusta moderadamente
2	Me disgusta mucho
1	Me disgusta muchísimo

Fuente: Sancho, (2012).

EVALUACION SENSORIAL DE GALLETAS

Nombre:

Edad:

Fecha:

Ud.; está recibiendo muestras codificadas de **GALLETAS**, Por favor, indique en base a la escala siguiente, cuanto le gusto o le disgusto la muestra presentada.

Valor	Descripción
9	Me gusta muchísimo
8	Me gusta mucho
7	Me gusta moderadamente
6	Me gusta poco
5	Ni me gusta/ni me disgusta
4	Me disgusta poco
3	Me disgusta moderadamente
2	Me disgusta mucho
1	Me disgusta muchísimo

Grado de madurez:

A. En base a la escala anterior, cuanto le gusto o disgusto el **COLOR** de la muestra

MUESTRA	COLOR

C. En base a la escala anterior, cuanto le gusto o disgusto el **SABOR** de la muestra

MUESTRA	SABOR

B. En base a la escala anterior, cuanto le disgusto o gusto el **OLOR** de la muestra

MUESTRA	OLOR

D. En base a la escala anterior, cuanto le gusto o disgusto el **TEXTURA** de la muestra

MUESTRA	TEXTURA

Figura 1. Encuesta para el análisis sensorial de las galletas de cascara de mango

4.5 Obtención de la harina de Cáscaras de Mango

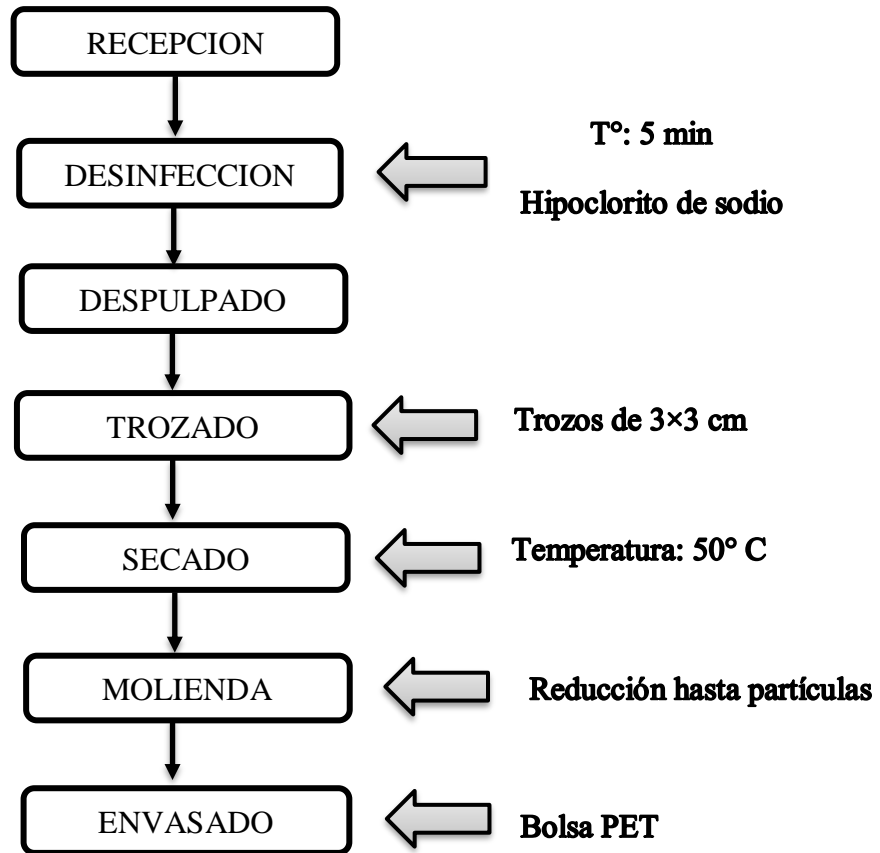


Figura 2. Diagrama de flujo para la obtención de harina de cáscaras de mango

La cáscara de mango, variedad Kent, pasa diversas etapas antes de obtener la harina respectiva como se muestra en la figura 2, donde estas son:

- **Recepción de la materia prima:**
Se decepcionó en jabas de 50 kg aproximadamente.
- **Selección y clasificación:**
Se realizó con la finalidad de eliminar las cáscaras deterioradas y oscuras.
- **Lavado y desinfección:**
El lavado se realizó con agua potable para eliminar restos de partículas extrañas, suciedad y tierra de la superficie del fruto. La desinfección se realiza por inmersión en tinas con agua potable e hipoclorito de sodio al 0.05%.
- **Secado:**
Las cáscaras de mango se pasaron a un secador de bandejas horizontales de aire forzado a 55° C, durante 4 horas.
- **Molienda:**
Para la molienda se empleó un molino manual, obteniendo partículas de 0.2 mm, en promedio.
- **Envasado:**
Una vez lista la harina, se debió empacar en bolsas de polipropileno y aluminio, debidamente selladas para evitar la humedad del medio.

4.6 Procedimiento para la elaboración de galletas

La galleta se elaboró de acuerdo a la formulación propuesta por Planta Piloto UNS. Los ingredientes referidos en la Tabla 5, se mezclaron para elaborar la masa. Con la cuarta parte de la harina y la maicena, junto con un poco de agua. Con el resto de la harina se forma un volcán, donde se añadirán los demás ingredientes, se amasa de nuevo y se reposar durante media hora. Pasado este tiempo, se vuelve a amasar y se empieza a laminar hasta formar el espesor indicado, cortar en porciones que forma los moldes; luego se introduce en el horno a 145°C durante 12 minutos.

Tabla 5. Formulación utilizada para la producción de galletas

FORMULACIÓN	
Ingredientes	% (Base harina)
Harina de trigo	70
Maicena	30
Margarina	26
Azúcar rubia	30
Agua	21.68
Sal	0.59
Esencia de vainilla	0.30
Polvo de hornear	0.80
Bicarbonato de sodio	0.34
Canela en polvo	0.25

Fuente: Manual de panificación (Planta Piloto UNS, 2023)

A continuación, se presenta el diagrama de flujo para la elaboración de galletas (figura 3), con los parámetros a controlar durante el proceso y que está siendo utilizado por la Planta Piloto Agroindustrial de la Universidad Nacional del Santa. A partir de este diagrama se hicieron los diferentes tratamientos para obtener una galleta con harina de cascara de mango a diferentes grado de madurez (con alto contenido de fibra dietética y polifenoles).

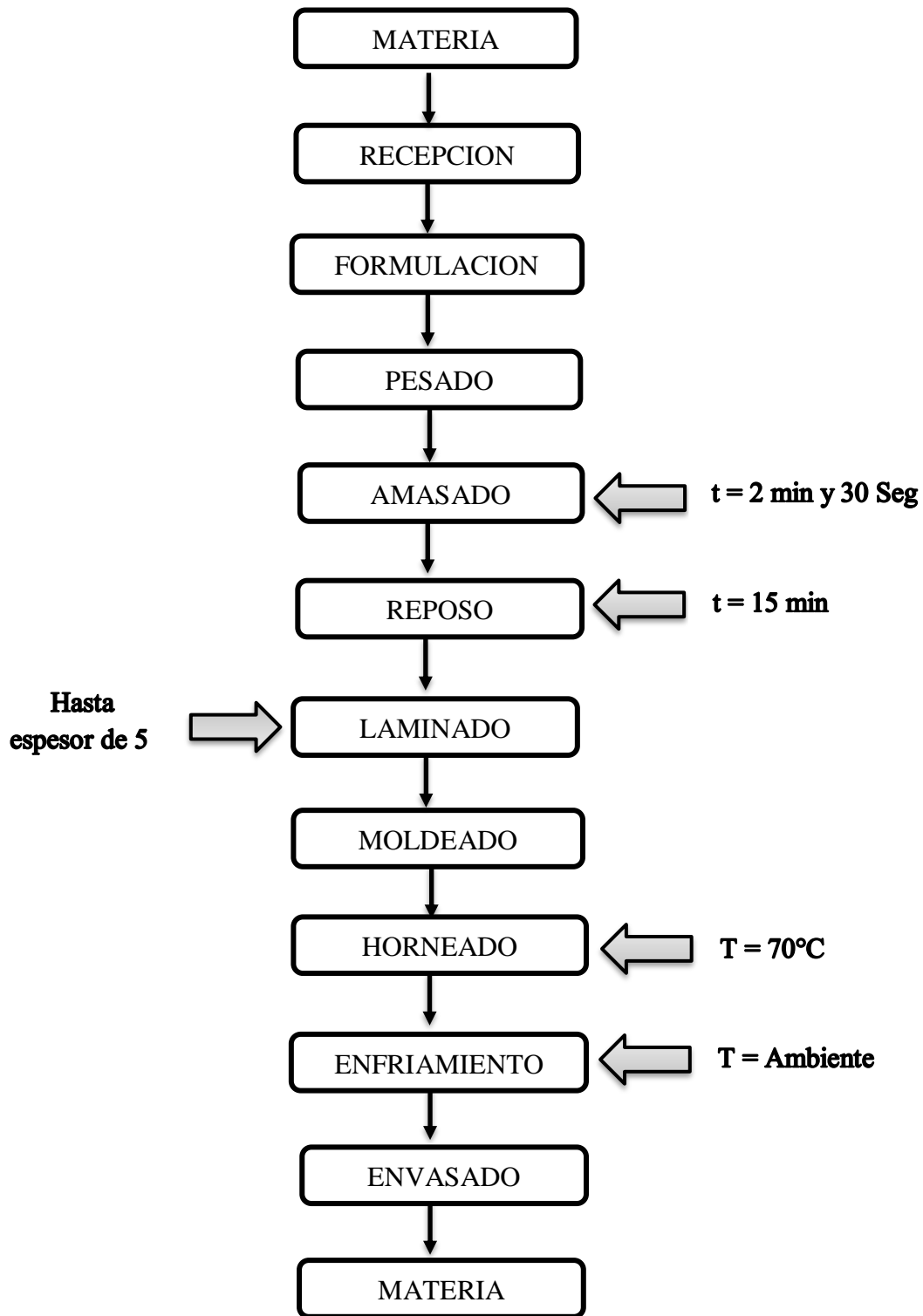


Figura 3. Diagrama de flujo para la elaboración de galletas

4.6.1 Descripción del proceso

Para la elaboración de las galletas se siguió la metodología seguida por (Ronquillo, 2012):

- **Recepción:** se recibió la materia prima en las debidas condiciones de higiene, calidad sensorial y organoléptica.
- **Pesado:** todos los ingredientes según la formulación indicada.
- **Amasado:** se mezcló todos los ingredientes secos con la margarina, posteriormente se le adiciona el azúcar y extracto de malta disueltos en agua, y se comienza con un amasado suave y leve por un tiempo de 2 min y 30 Seg.
- **Reposo de la masa:** una vez amasada, se procedió a dejar reposar por unos 15 minutos a la masa, para que tome consistencia.
- **Laminado de la masa:** con ayuda de un rodillo se procedió a extender la masa hasta un grosor de 5 mm
- **Moldeado:** con ayuda de un molde en forma de circunferencia de 5 cm de diámetro, se procedió a realizar cortes a la masa laminada.
- **Horneado:** se hornea a 145° C durante 12 minutos.
- **Enfriamiento:** una vez sacado de horno se dejó enfriar hasta que este a temperatura de ambiente.
- **Envasado:** una vez que alcanza la temperatura de ambiente, se pudo envasar las galletas en fundas plásticas.

4.7 Procedimiento de la recolección de datos

4.7.1 Obtención de las galletas partir de harina de cascara de mango

- a. Elaboración de las galletas desarrollando los 18 tratamientos con las diferentes formulaciones descritas en la metodología



Figura 4. Harina de cascara de mango listo para ser pesada



Figura 5. Pesado de las 18 formulaciones según el diseño experimental con bloques al azar



Figura 6. Preparación de la mezcla de harinas para formar la masa para cada tratamiento, usando la amasadora de la Planta Piloto Agroindustrial



Figura 7. Formación de la masa para la realización de los tratamientos de las galletas



Figura 8. Laminado de la masa para la realización de las galletas



Figura 9. Moldeado de la masa para llevarlo al horno



Figura 10. Cada tratamiento fue llevado al horno de la Planta Piloto Agroindustrial



Figura 11. Galletas obtenidas para su evaluación

4.7.2 Evaluación de la textura instrumental

La textura instrumental se evaluó con el equipo TexturePro CT V1.4 Build 17, de Brookfield Engineering Labs, Inc. El tipo de test fue el Análisis del Perfil de Textura (APT); la sonda que se utilizó fue la TA4/1000; el objetivo de la penetración fue de 10.0mm y la velocidad del test de 0.5 mm/s



Figura 12. Muestras de galleta, sometidos al texturómetro Brookfield

4.7.3 Evaluación del color instrumental

El color instrumental involucró utilizar el colorímetro Konica Minolta para medir parámetros de color L, a y b.



Figura 13. Medición del color de las galletas

4.7.4 Evaluación de FDT, FDI, FDS en las galletas

Todos los tratamientos y la harina de cascara de mango, fueron sometidos a la evaluación de FDT, FDI y FDS, como una forma de conocer si la galleta está dentro de la categoría de alimento rico en fibra (> 3%) o muy rico en fibra (>6%).

Para ello se utilizó el equipo FOSS Fibertec 1023 del Instituto de Investigación Tecnológica Agroindustrial de la Universidad Nacional del Santa.

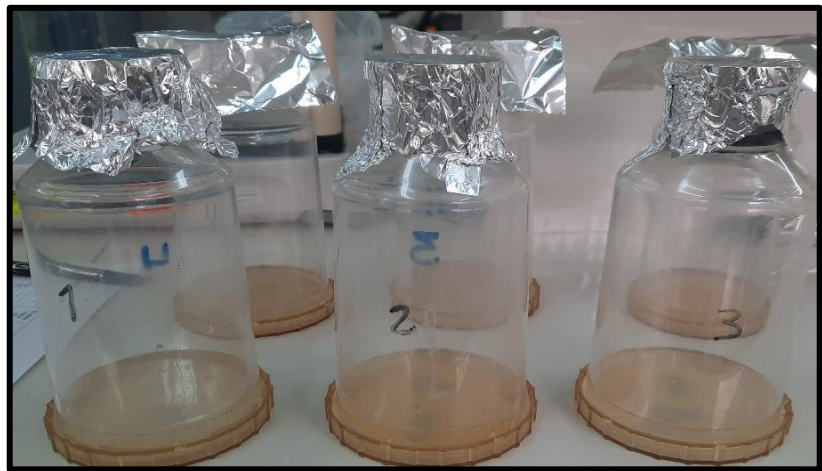


Figura 14. Preparación de las muestras en los vasos FOSS



Figura 15. Enzimas a utilizarse en el proceso de evaluación de FDT



Figura 16. Buffers y ácidos a utilizarse en el proceso de evaluación de FDT



Figura 17. Uso del pH metro para ajustar el pH de las muestras



Figura 18. Muestras ingresando al baño maría para incubar a 95°C y evaluar la acción de la enzima amilasa



Figura 19. Frascos de incubación conteniendo las muestras con los respectivos crisoles FOSS



Figura 20. Filtrado y lavado de las muestras



Figura 21. Secado de las muestras en la estufa a 105°C



Figura 22. Crisoles FOSS conteniendo los residuos de FDT

4.7.5 Evaluación Contenido De Polifenoles Totales en las galletas

Se determinó mediante el método establecido por Folin & Ciocalteu (1927). Los resultados se expresan en mg ácido gálico (GAE) /g muestra.

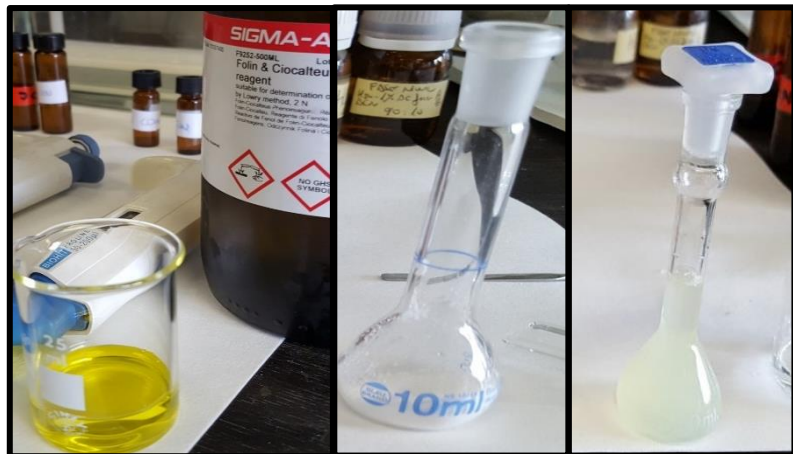


Figura 23. Preparación de los reactivos Folin-Ciocalteu, ácido gálico, carbonato de sodio para determinar polifenoles totales



Figura 24. Preparación de las muestras siguiendo el procedimiento



Figura 25. Las muestras pasan por la centrifuga utilizado en el laboratorio de IITA



Figura 26. Preparación para la curva estándar y lectura en el lector multi modal de microplacas utilizado en el laboratorio de IITA



Figura 27. Determinación de polifenoles totales de las muestras mediante la lectura en el lector multi modal de microplacas utilizado en el laboratorio de IITA

4.7.6 Análisis estadísticos de los resultados

Mediante el diseño estadístico, el procesamiento y análisis de los datos (programa STATISTICA Statsoft v 12.0) obtenidos se evaluó los efectos o influencias de las variables independientes sobre las variables dependientes (Fibra dietética total (FDT), Fibra dietética soluble (FDS) e insoluble (FDI), Polifenoles).

También se calculó los coeficientes de regresión, el análisis de varianza (ANOVA) y se construyó las superficies de respuesta con nivel de significancia de 5% o 10% según sea el caso.

A través de las superficies de respuestas obtenidas para cada variable dependiente se seleccionó una región óptima donde se obtenga una galleta con las mejores propiedades físico-químicas y organolépticas.

V. RESULTADOS Y DISCUSIONES

5.1 Análisis fisicoquímico de la pulpa de mango

Tabla 6: Análisis fisicoquímico de pulpa de mango (Variedad Kent)

Parámetro	Pulpa de mango var. Kent			Valores teóricos %**
	Verde	Pintón	Maduro	
pH	3.412 ± 0.765	3.852 ± 0.765	4.110 ± 0.113	3.73 ± 0.12
Acidez	1.389 ± 0.765	1.124 ± 0.112	0.890 ± 0.367	1.20 ± 0.03
°Brix	5.374 ± 0.765	6.841 ± 0.115	9.667 ± 1.527	7.75 ± 0.35
IM (Índice de madurez)	5.564 ± 0.765	6.983 ± 0.765	10.862 ± 0.947	6.46 ± 0.19

FUENTE: *Laboratorio de Composición de Productos Agroindustriales (Media de 3 repeticiones +DS)

** (Ruiz L., Harina de mango (*Mangifera indica*): Efecto del secado convencional sobre el contenido de compuestos bioactivos, 2022)

De acuerdo a la tabla 6, el valores de pH obtenidos en pintón (3.852) y maduro (4.110) fue ligeramente superior al valor hallado por Ruiz (2022), siendo éste ultimo de 3.73, cabe destacar que este valor obtenido por Ruiz sugiere que el mango que analizó se encontraba en un estado de maduración pintón, puesto que valores similares (4.14) se encontraron en la investigación realizada por Gómez, Bayona y Goenaga (2015) en donde por estado de maduración del mango agrupa las muestras y realiza un análisis de pH, °Brix, acidez y % humedad.

Con el incremento de la maduración (gracias a la producción de etileno) notamos que el pH sube (verde - 3.412, pintón – 3.852, maduro – 4.110); puesto que, los almidones, pectinas, etc. presentes en él se degradan y provocan un aumento de azúcares en el fruto, originando a su vez este aumento de pH.

Otro de los parámetros obtenidos es la acidez (verde – 1.389, pintón – 1.124 y maduro – 0.890), para este caso, contrario al pH, con el aumento de la maduración este disminuye. Valores similares (1.20) para mango pintón se ha encontrado en la investigación realizada por Gómez, Bayona y Goenaga (2015) en donde paralelo al incremento del pH hay una pérdida de acidez al avanzar la maduración.

La determinación de los °Brix se utilizan como parámetros ideales para determinar el estado de madurez de las frutas, es así que en la Tabla 6 se observa que el mango muestreado de tipo maduro presenta 9.667°Brix, siendo superior (7.75°Brix) al reportado por Ruiz (2022), a diferencia del pintón (6.841°Brix) y maduro (5.374°Brix) que si fueron menores a los valores dados. Al igual que el valor de pH, los °Brix aumentan con el avance del proceso de maduración puesto que los altos índices de almidones y ácidos presentes en el mango se degradan hasta llegar a azúcares solubles lo cual origina que el valor de °Brix aumente.

5.2 Análisis químico proximal y fisicoquímico de la harina de cáscara de mango

5.2.1 Composición proximal de la harina de cáscara de mango var. Ken

Tabla 7: Composición química de la harina de cáscara de mango var. Kent

Componente	Harina de cáscara de mango var. Kent		
	Estado de Madurez		
	Verde	Pintón	Maduro
% Humedad	6.210 ± 0.2169	5.503 ± 0.215	4.857 ± 0.765
% Grasa	5.373 ± 0.3229	6.352 ± 1.231	8.253 ± 0.112
% Cenizas	3.240 ± 0.2848	3.563 ± 0.140	3.825 ± 0.115
% Proteínas	4.223 ± 0.1564	3.215 ± 0.412	2.541 ± 0.234
% Carbohidratos	43.053 ± 0.586	41.367 ± 0.75	39.524 ± 0.866
% FDT	32.151 ± 0.782	25.123 ± 0.56	18.536 ± 0.321
Polifenoles Totales (mgGAE/100g)	6.1506 ± 0.010	5.9888 ± 0.23	5.288 ± 0.235

Nota *Media de tres repeticiones + SD

En cuanto al contenido de humedad en la HCM es preciso mencionar que su % disminuye conforme el estado de madurez pasa de verde (6.210 ± 0.2169 %) a maduro (4.857 ± 0.765%), lo cual se debe a que el fruto a medida que va madurando pierde agua y comienza a encogerse y arrugarse, y por tanto la cáscara del fruto sufre el mismo efecto, asimismo debido a que se trabajaron bajo condiciones de secado uniformes para los tres estados de

madurez se obtienen HCM con diferentes %humedad para cada estado de madurez.

Con respecto al %Grasa en la HCM se evidencia un incremento conforme el estado de madurez de verde a maduro con 5.773 ± 0.3229 % y 8.253 ± 0.112 % respectivamente, este comportamiento también se evidencio en la investigación realizada por Arévalo y Javier (2019), quienes encontraron un incremento en el % de grasa en la almendra de mango con valores de 8.6576 ± 1.9786 % para estado pintón y 9.1553 ± 1.6883 % para estado maduro para mango de variedad Kent. Dicho comportamiento puede deberse a una menor disposición de agua a medida que el fruto va madurando haciendo que la concentración en el porcentaje de grasa aumente (citado por Arévalo y Javier, 2019).

Por otro lado, es necesario señalar que la HCM obtuvo un mayor %grasa a comparación de la harina de trigo que solo obtuvo 1.69%, lo cual resulta beneficioso en la elaboración de las galletas no solo en el aspecto nutricional sino en el tecnológico, otorgándoles mayor frescura al producto además de una textura suave y de fácil rotura.

El contenido en cenizas de la HCM tiene una relación directa conforme el estado de madurez avanza, es decir que se encontraron valores superiores en %cenizas en estado maduro (3.825 ± 0.115 %) a comparación del estado verde (3.240 ± 0.2848 %), aunque esta diferencia solo fue de 0.585, lo cual puede explicarse al igual que en el %grasa a una reducción en el %humedad de las cascara del mango a medida que va madurando.

Tabla 8: %Fibra dietética total (FDT), Insoluble (FDI) y Soluble (FDS) de la harina de cáscara de mango var. Kent.

Harina de cáscara de mango var. Kent				
Componente	Estado de Madurez*			Valores* teóricos %**
	Verde	Pintón	Maduro	
% FDT	38.15 ± 4.666	25.14 ± 0.123	15.18 ± 0.563	39.31 ± 0.553
% FDI	20.14 ± 3.408	13.11 ± 0.147	10.11 ± 0.235	27.36 ± 0.224
% FDS	18.01 ± 1.258	12.03 ± 0.321	5.07 ± 0.564	11.94 ± 0.123

FDT: Fibra dietética total; FDI: Fibra dietética insoluble; FDS: Fibra dietética soluble

Nota *Media de tres repeticiones + SD

FUENTE: ** Artica, 2008.

Los autores Cedeño y Zambrano (2014), obtuvieron 31.20% de FDT para cáscara de mango deshidratado, mientras que Gonzáles, L. (2013). Citado por Artica, (2018), reporto un valor de 56.68% de FDT. Es importante mencionar que la harina de cáscara de mango (verde), obtuvo el mayor porcentaje de FDT con 38.15%, donde comparándolo con los autores se asemejan con los datos obtenidos.

El % FDI, así como el %FDS de la HCM tienden a disminuir cuantiosamente conforme la cáscara de mango va madurando, no obstante, se obtuvieron valores de %FDI para los 3 estados de madurez verde (20.14%), pintón(13.11%) y maduro(10.11%) mayores a comparación del %FDS verde (18.01%), pintón(12.03%) y maduro(5.07%).

5.2.2 Composición fisicoquímica de la harina de cáscara de mango var. Kent.

Tabla 9: Parámetros de color de la harina de cáscara de mango var. Kent.

Componente	Harina de cáscara de mango var. Kent			Valores teóricos* % **
	Verde	Estado de Madurez* Pintón	Maduro	
Luminosidad (L)	61.43 ± 1.84	64.57 ± 0.21	53.28 ± 0.36	85.2 ± 0.10
a	2.65 ± 0.14	5.56 ± 1.08	7.85 ± 0.11	1.80 ± 0.03
b	10.95 ± 1.08	32.82 ± 0.12	42.95 ± 0.22	23.51 ± 0.01
Cromacidad (C)	43.04 ± 1.08	52.26 ± 0.11	60.23 ± 0.14	23.58 ± 0.02
Angulo de Tonalidad (h)	67.25 ± 0.12	72.74 ± 0.14	78.36 ± 0.45	85.62 ± 0.01

Nota. *Media de tres repeticiones + SD

FUENTE: ** Atoche y García, 2017

La HCM en sus 3 estados de madurez presentaron diferentes luminosidades (L), siendo el estado pintón(64.57± 0.21) el que obtuvo mayor L y por tanto tuvo un tono más claro, no obstante este valor resulto inferior al reportado por Atoche y García (2017), quienes obtuvieron una L de 85.2 ± 0.10, que indica que la HCM que obtuvieron fue aún más clara, ello pudo deberse a diversos factores como el estado de madurez del mango, los métodos de secado (temperatura, humedad relativa, tiempo) y el equipo empleado para la medición del color en la harina.

Con respecto a las coordenadas “a”, presentan valores cercanos al cero para los tres estados de madurez de la HCM, por lo que se puede decir que no existe una tendencia por el color rojo ni por el verde, mientras que para la coordenada “b” si se nota un aumento considerable al pasar de estado verde (10.95± 1.08) a maduro (42.95 ± 0.22), indicando que en estado maduro la HCM presenta una coloración con tonalidad amarilla, lo cual puede atribuirse a los carotenoides presentes en las cascara de mango.

Por otro lado, los valores “a”, “b” y Cromacidad, obtenidos para la HCM pintón y maduro fueron mayores al determinado por Atoche y García (2017), siendo a= 1.80 ± 0.03 y b= 23.51 ± 0.01 con una Cromacidad de 23.58 ± 0.02, la HCM madura obtuvo la mayor Cromacidad con 60.23 ± 0.14, lo cual indica que presentó una coloración saturada o brillante.

En general según los parámetros de color obtenidos se puede afirmar que la coloración de la HCM tiende a una coloración amarilla oscura a medida que la cáscara de mango va madurando, ello debido a una degradación de la clorofila, el aumento de otros pigmentos como las antocianinas y los carotenoides, evidenciándose un cambio notorio en las frutas a medida que van madurando pasando de un color verde a un amarillo naranja, (Fonseca et al., 2012, citado por Arévalo y Javier, 2019).

5.3 Análisis químico proximal y colorimétrico de la harina de trigo.

5.3.1 Composición proximal de harina de trigo

Los valores obtenidos de los componentes de la harina de trigo utilizada para la elaboración de las galletas, se muestran a continuación:

Tabla 10: Composición químico – proximal de la harina de trigo.

Componente	Harina de trigo	
	Valores obtenidos %*	Valores teóricos %**
% Humedad	11.170 ± 0.028	10.8 ± 0.021
% Cenizas	0.220 ± 0.056	0.4 ± 0.058
% Grasa	1.03 ± 0.023	2 ± 0.045
% Carbohidratos	62.15 ± 0.014	76.3 ± 0.072
% Proteínas	19.17 ± 0.041	20.2 ± 0.074
% FDT	2.02 ± 0.1842	3.12 ± 0.42
Polifenoles		
Totales(mgGAE/100g)	5.128 ± 0.235	4.621 ± 0.021

Nota. *Media de 3 repeticiones + DS

FUENTE: ** Ministerio de salud e Instituto nacional de Salud, 2009.

De acuerdo a la Tabla 10, la harina de trigo obtenida reporta un valor % de Humedad de 11.47% mientras que la presentada por el Ministerio de salud e Instituto Nacional de Salud es de 10.8%, mostrando así una ligera superioridad, no obstante, el % obtenido cumple con el requisito técnico de la Codex Alimentarius (2016) y la NTP 205.064 (Trigo. Harina de trigo para

consumo humano. Requisitos), el cual tiene como límite máximo 15%, con este valor se puede asegurar una adecuada conservación.

Por otro lado, el % de cenizas obtenido fue de 0.420% siendo este valor igual (0.4%) al reportado en las tablas del Ministerio de Salud e Instituto Nacional de Salud (2012), el valor de cenizas representa el contenido de minerales que contiene la harina de trigo analizada, así como da una idea del proceso de molienda, impurezas en la harina y el porcentaje de extracción.

El contenido de grasas de la harina de trigo fue de 1.69%, siendo ligeramente menor al valor de 2.0% reportado por el Ministerio de salud e institución de salud (2012), no obstante, es superior al determinado por Hidalgo y Pérez (2018), el cual fue de 1.05% de grasas.

Por último, otros de los componentes determinados en la harina de trigo fueron los carbohidratos, siendo el obtenido 74.45% y algo similar se observa en las tablas de alimentos (76.3%) presentada por el Ministerio de Salud e Instituto Nacional de Salud (2012).

5.3.2 Colorimetría instrumental de harina de trigo

La determinación colorimétrica instrumental de la harina de trigo se presenta en la siguiente tabla.

Tabla 11: Determinación colorimétrica de la harina de trigo

Parámetro	Harina de trigo	
	Valores obtenidos*	Valores teóricos**
Luminosidad (L)	98.220 ± 0.363	95.98 ± 0.09
a*	1.670 ± 0.043	-0.48 ± 0.03
b*	14.870 ± 0.483	13.71 ± 0.12
Cromaticidad (C°)	14.960 ± 0.483	13.72 ± 0.12
Ángulo de tonalidad (h°)	84.590 ± 1.776	92.01 ± 0.13

Nota. *Media de 3 repeticiones + DS

FUENTE: **Carranza y Toro, 2018.

En la Tabla 11 se describen los parámetros colorímetros de la harina de trigo, en donde se observa que la Luminosidad obtuvo un valor de 98.220 ± 0.363 , este valor representa la luminosidad del color de la harina de trigo, en donde $L^*=0$ indica negro y $L^*=100$ indica blanco, comparando este dato con el valor obtenido (98.220 ± 0.363) en la Tabla 11, se puede deducir que la luminosidad de la harina de trigo es blanca, otro resultado igual obtuvo Carranza y Toro (2018) en su investigación, en donde han obtenido un valor L de 95.98 ± 0.09 , es decir, tiene una luminosidad de color con tendencia al blanco.

El parámetro a^* resultó 1.670 ± 0.043 mientras que el valor b^* fue de 14.870 ± 0.483 , ambas coordenadas indican una tendencia hacia el color amarillo claro.

Este comportamiento, de una tendencia más amarilla, también se reportó en la investigación realizada por Carranza y Toro (2018), en donde el valor de las coordenadas fue de: a^* igual a -0.48 ± 0.03 y b^* igual a 13.71 ± 0.12 .

La cromaticidad promedio determinada fue de 14.960 ± 0.483 , esto indica que la harina de trigo respecto al color amarillo presentó baja intensidad o saturación, es decir tiende al color blanco. Se observó el mismo comportamiento en valores reportados por Carranza y Toro (2018), donde la cromaticidad fue de 13.72 ± 0.12 .

5.4 Evaluación funcional de las galletas

5.4.1 Evaluación de Fibra Dietética Total en las galletas

En la Tabla 12 se presenta el %Fibra Dietética total para los 18 tratamientos de las galletas a base de harinas de trigo y harina de cáscara de mango (HCM) en tres estados de madurez (verde, pintón y maduro).

Tabla 12: % Fibra Dietética Total (FDT) de las galletas a base de harinas de trigo y harina de cáscara de mango (HCM) en tres estados de madurez

ESTADO DE MADUREZ	HARINA CASCARA MANGO (%)	FIBRA* DIETÉTICA TOTAL (%)
Verde	0	2.7 ± 0.5931
Verde	1.5	17 ± 0.4123
Verde	3	19 ± 0.6124
Verde	5	21 ± 0.4812
Verde	8.5	24 ± 0.6412
Verde	10	25 ± 0.4723
Pintón	0	2.5 ± 0.1842
Pintón	1.5	4 ± 0.3421
Pintón	3	7 ± 0.1584
Pintón	5	10 ± 0.4921
Pintón	8.5	13 ± 0.2751
Pintón	10	15 ± 0.1427
Maduro	0	2.6 ± 0.4532
Maduro	1.5	5 ± 0.2346
Maduro	3	5 ± 0.5468
Maduro	5	6 ± 0.1451
Maduro	8.5	7 ± 0.2751
Maduro	10	7 ± 0.3424

Nota. *Media de tres repeticiones + DS

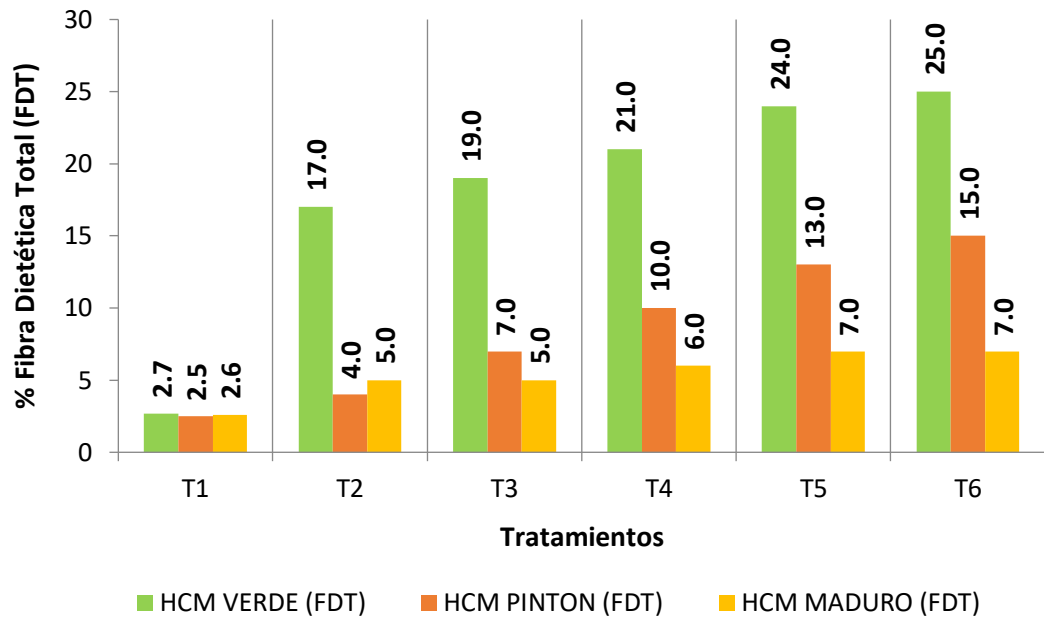


Figura 28: % Fibra Dietética Total (FDT) de las galletas a base de harinas de trigo y harina de cáscara de mango (HCM) en tres estados de madurez.

En la gráfica se visualiza que el mayor %Fibra Dietética Total (FDT) la obtuvo la galleta elaborada con 10% HCM Verde con un valor de 25%, mientras que la galleta a base de 100% harina de trigo (T1), solo presentó un valor promedio de 2.6% de FDT.

Cabe señalar a medida de verificar que tanto el estado de madurez y el %HCM presentan una influencia estadísticamente significativa en el %FDT de las galletas, es necesario realizar un análisis de varianza, el cual se presenta en la siguiente tabla.

Tabla 13: Análisis de varianza para el contenido de Fibra Dietética Total (%) de galletas a base de harinas de trigo y harina de cáscara de mango (HCM) en tres estados de madurez

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:%HCM	338,844	5	67,7689	5,29	0,0123
B: ESTADO DE MADUREZ	523,348	2	261,674	20,44	0,0003
RESIDUOS	128,006	10	12,8006		
TOTAL	990,198	17			
(CORREGIDO)					

Nota. *Valores estadísticamente significativos al 5% de significancia ($p < 0.05$)

La tabla ANOVA contribuye a explicar estadísticamente si la variabilidad del %FDT de las galletas se debe al %HCM y el estado de madurez, siendo ambos efectos A: %HCM y B: Estado de Madurez estadísticamente significativos al presentar un valor-P menor que 0.05, a un nivel de confianza del 95.0%.

Dispersión por Código de Nivel

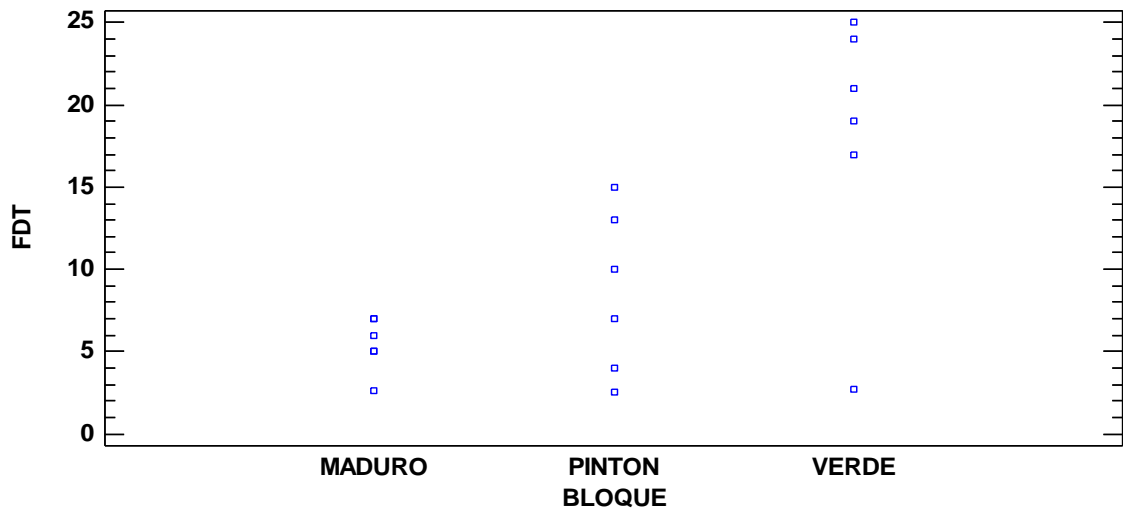


Figura 29: Grafica de dispersión para Fibra Dietética Total (%) de las galletas a base de harinas de trigo y harina de cáscara de mango (HCM) en tres estados de madurez.

La gráfica de dispersión agrupa los %HCM (0, 1.5, 3, 5, 8.5 y 10%) con respecto a cada estado de madurez (verde, pintón y maduro), siendo cada punto un %HCM que otorga un %FDT diferente, asimismo el orden de cada punto se encuentra en estado ascendente de incorporación de %HCM lo que significa que el primer punto de los 3 estados de madurez que obtiene el menor valor de %FDT indica una incorporación de 0% HCM lo cual se tomaría como control, mientras que el último punto nos indica la mayor adición de HCM a la galleta es decir 10% de HCM, ello nos permite visualizar claramente el incremento que tiene el %FDT en la galleta cuando se incorpora solo el 1.5% de HCM verde, pasando de un valor de 2.7% a 17% de FDT, por otro lado es necesario aclarar que como se observa en el grafico el estado de maduro solo tiene 4 puntos en vez de 6, lo cual se debe a que hubo %HCM que obtuvieron valores de %FDT similares o cercanos.

Tabla 14: Prueba de Múltiples Rangos LSD para el contenido de Fibra Dietética Total (%) en galletas por Estado de Madurez

<i>Contraste</i>	<i>Sig.</i>	<i>Diferencia</i>	<i>+/- Límites</i>
MADURO - VERDE	*	-12.6833	4.60253
PINTON - VERDE	*	-9.53333	4.60253

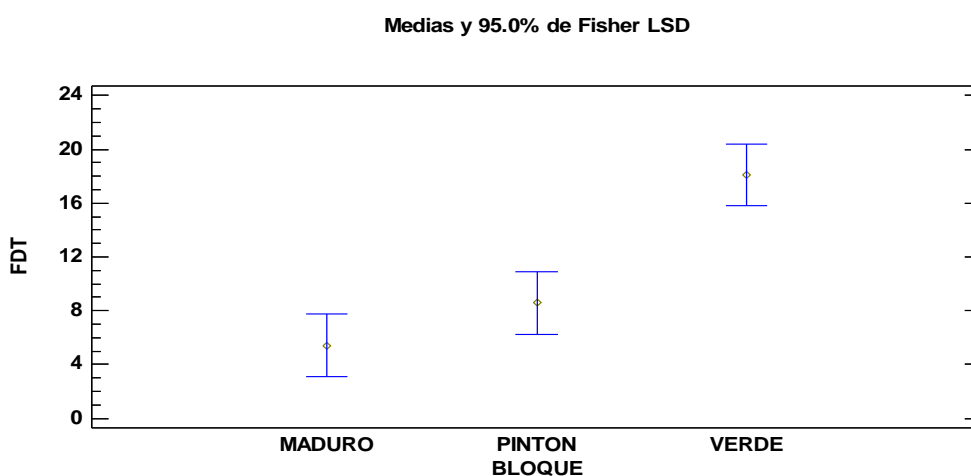


Figura 30: Medias y Prueba de Fisher LSD para el contenido de Fibra Dietética Total (%) en galletas por Estado de Madurez

Mediante la Tabla 14 y la figura 30, notamos que al comparar las medias de la FDT con respecto a los estados de madurez de la HCM entre sí, existen diferencias significativas entre dos grupos de estados de madurez, los cuales son Maduro-Verde y Pintón-Verde, siendo el primero el de mayor diferencia, asimismo el signo negativo indica que el %FDT disminuye al pasar de estado verde a maduro.

Otros autores reportaron valores inferiores en FDT para galletas elaboradas con adición de harina de cascara de mango, Cedeño y Zambrano (2014), obtuvo 5.31% FDT para una galleta elaborada con 8% de harina de cáscara de mango y 92% de harina de trigo, mientras que López (2018), consiguió 14.18% FDT para una galleta con incorporación de 7.5% de harina de cascara de mango var. Kent. Asimismo, Velásquez y Medina (2020), en su investigación determinó 3.12% FDT en galletas a base de 75% de harina de semilla de mango.

Tabla 15: Prueba de Múltiples Rangos LSD para el contenido de Fibra Dietética Total (%) en galletas por %HCM

<i>Contraste</i>	<i>Sig.</i>	<i>Diferencia</i>	<i>+/- Límites</i>
0 - 3	*	-7,73333	6,50897
0 - 5	*	-9,73333	6,50897
0 - 8,5	*	-12,0667	6,50897
0 - 10	*	-13,0667	6,50897
1,5 - 10	*	-7,0	6,50897

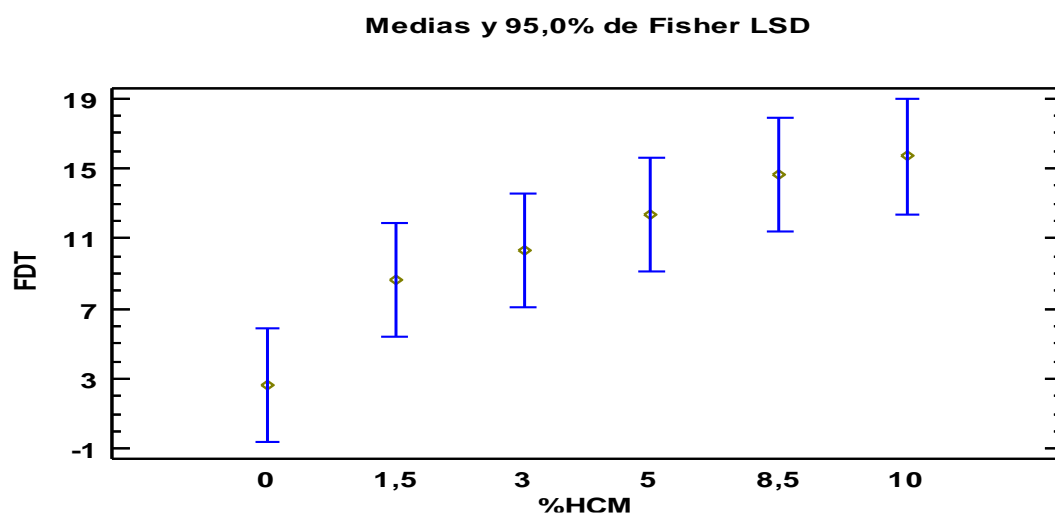


Figura 31: Medias y Prueba de Fisher LSD para el contenido de Fibra Dietética Total (%) en galletas por %HCM.

Una vez confirmado que el estado verde de la HCM confiere mayor %FDT, es necesario complementarlo con un análisis de pruebas de múltiples rangos LSD a fin de encontrar cual es el %HCM que permite obtener mayor %FDT, mediante la comparación de las medias entre los pares de %HCM, obteniendo que 5 pares de medias de FDT con respecto al %HCM presentan diferencia significativa, como se puede visualizar esta gran diferencia ocurre cuando no se incorpora nada de HCM a la galleta y al incorporar a partir de 3 – 10% HCM, alcanzando el mayor valor de FDT (25%) cuando la sustitución de harina de trigo por HCM es de 10%.

5.4.2 Evaluación de Fibra Dietética Insoluble en las galletas

El % Fibra Dietética Insoluble para los 18 tratamientos de las galletas con harinas de trigo y cáscara de mango (HCM) en tres estados de madurez (verde, pintón y maduro) lo visualizamos en la tabla 16.

Tabla 16: % Fibra Dietética Insoluble (FDI) de las galletas a base de harinas de trigo y harina de cáscara de mango (HCM) en tres estados de madurez.

ESTADO DE MADUREZ	HARINA CASCARA MANGO (%)	FIBRA* DIETÉTICA INSOLUBLE (%)
Verde	0	1.7 ± 0.4725
Verde	1.5	12 ± 0.2514
Verde	3	12 ± 0.3625
Verde	5	12 ± 0.1642
Verde	8.5	13 ± 0.3425
Verde	10	13 ± 0.7123
Pintón	0	1.6 ± 0.196
Pintón	1.5	2.5 ± 0.5124
Pintón	3	4 ± 0.5261
Pintón	5	6.5 ± 0.1823
Pintón	8.5	9 ± 0.4397
Pintón	10	10 ± 0.5812
Maduro	0	1.6 ± 0.2711
Maduro	1.5	3 ± 0.6371
Maduro	3	2.7 ± 0.1438
Maduro	5	3.4 ± 0.4652
Maduro	8.5	4 ± 0.1476
Maduro	10	4 ± 0.3641

Nota. *Media de tres repeticiones + DS

Gráficamente observamos que el mayor % Fibra Dietética Insoluble (FDI) la obtuvieron las galletas elaboradas con 8.5 y 10% HCM Verde con un valor de 13%, mientras que la galleta a base de 100% harina de trigo (T1), solo presentó un valor promedio de 1.6% de FDT.

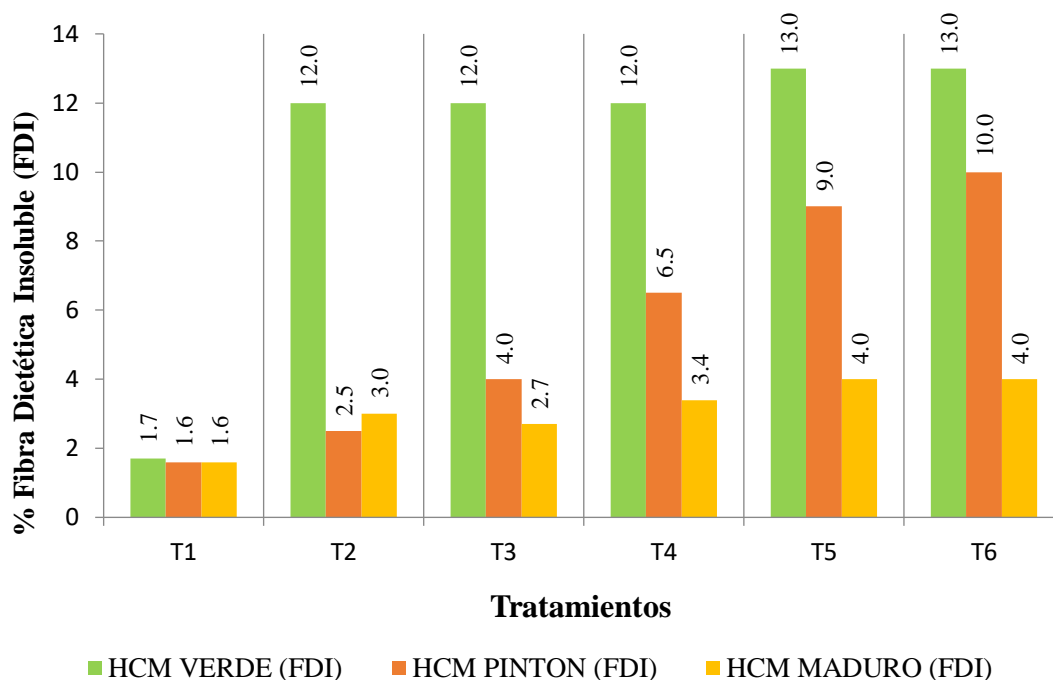


Figura 32: % Fibra Dietética Insoluble (FDI) de las galletas a base de harinas de trigo y harina de cáscara de mango (HCM) en tres estados de madurez

Como se observa el estado de madurez verde es el que genera mayor contenido de FDI en las galletas a comparación de los estados de madurez pintón y maduro, por otro lado, se aprecia valores similares de FDI con respecto a una incorporación de 1.5 a 10% de %HCM Verde.

Tabla 17: Análisis de varianza para el contenido de Fibra Dietética Insoluble (%) de galletas a base de harinas de trigo y harina de cáscara de mango (HCM) en tres estados de madurez

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:%HCM	107,298	5	21,4596	4,02	0,0292
B: ESTADOS DE MADUREZ	175,168	2	87,5839	16,42	0,0007
RESIDUOS	53,3389	10	5,33389		
TOTAL (CORREGIDO)	335,804	17			

Nota. *Valores estadísticamente significativos al 5% de significancia ($p < 0.05$)

Mediante la tabla ANOVA se comprueba que ambos efectos A: %HCM y B: Estado de Madurez son estadísticamente significativos al presentar un valor-P menor que 0.05 con un nivel de confianza del 95.0%.

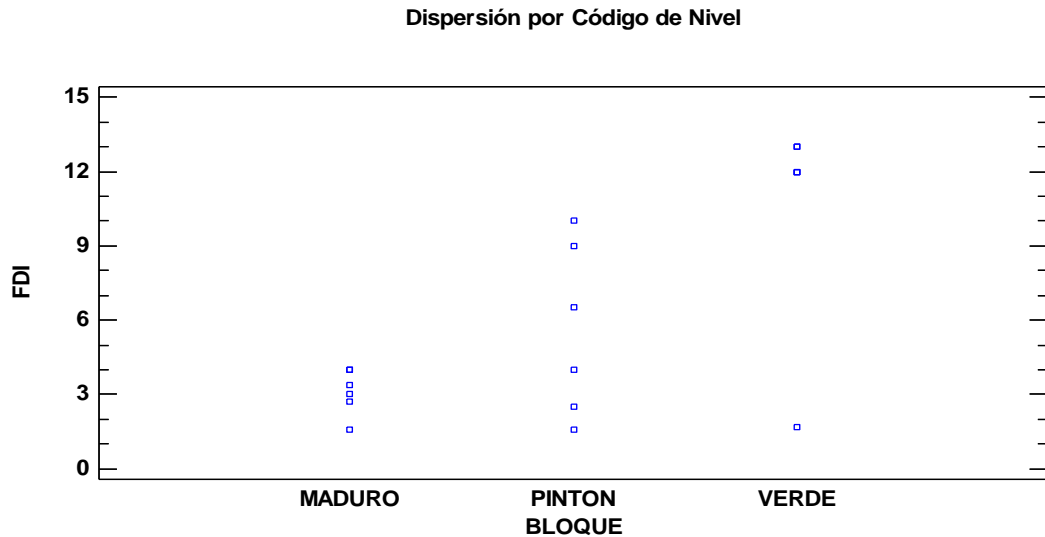


Figura 33: Gráfica de dispersión para Fibra Dietética Insoluble (%) de las galletas a base de harinas de trigo y harina de cáscara de mango (HCM) en tres estados de madurez

En la gráfica de dispersión notamos que la HCM Verde es el estado de madurez que genera mayor %FDI en las galletas, lo cual se evidencia en la amplia diferencia que existe entre el primer punto (0% HCM) y el segundo punto (1.5% HCM), es decir con tan solo adicionar a la formulación de las galletas 1.5% HCM el contenido en FDI se incrementa de 1.7% a 12%, siendo muy favorable para ser usado como ingrediente en la elaboración de productos de repostería como las galletas, no solo por el aspecto nutricional si no por el aspecto tecnológico debido a las propiedades funcionales que tiene la FDI como es la capacidad de retención de aceite.

Asimismo, se observa en el grafico el estado de verde solo tiene 3 puntos y el maduro 5 puntos en vez de 6, lo cual se debe a que hubo %HCM que obtuvieron valores de %FDI similares o cercanos.

Tabla 18: Prueba de Múltiples Rangos LSD para el contenido de Fibra Dietética Insoluble (%) en galletas por Estado de Madurez

<i>Contraste</i>	<i>Sig.</i>	<i>Diferencia</i>	<i>+/- Límites</i>
MADURO - VERDE	*	-7.5	2.97101
PINTON - VERDE	*	-5.01667	2.97101

Medias y 95.0% de Fisher LSD

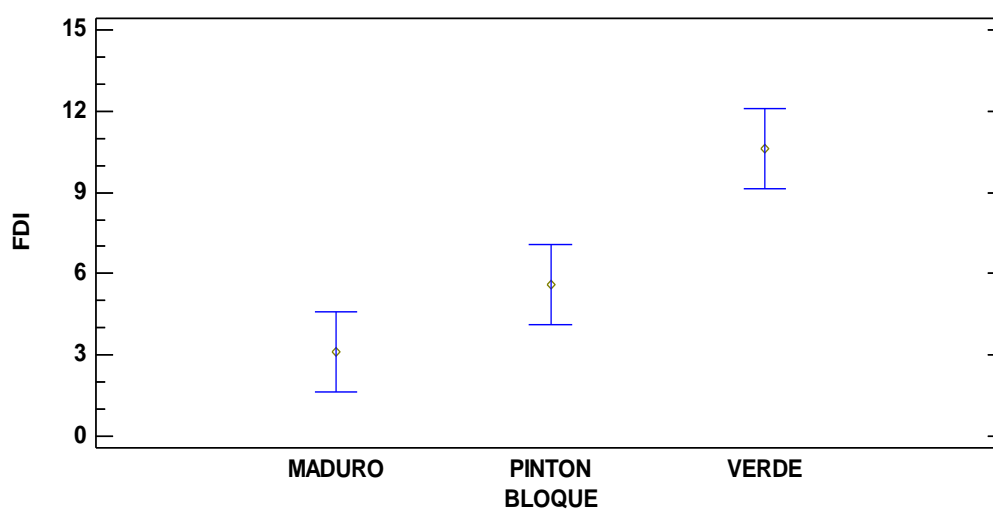


Figura 34: Medias y Prueba de Fisher LSD para el contenido de Fibra Dietética Insoluble (%) en galletas por Estado de Madurez

Al igual que en el análisis de FDT existen dos grupos de estados de madurez que presentan diferencias significativas en el %FDI, los cuales son Maduro-Verde y Pintón-Verde, siendo el primero el de mayor diferencia, asimismo el signo negativo indica que el %FDI disminuye al pasar de estado verde a maduro.

Por lo tanto, determinamos que el estado de Madurez que otorga a la galleta con HCM mayor %FDI es el estado verde con un promedio de 11% de FDI.

Cabe señalar lo reportado por Díaz y Espinoza (2022), quienes obtuvieron $8.7065 \pm 0.0707\%$ de FDI para galletas con 19.9397% Harina de Soya y 5.5898% Harina de cáscara de Piña, mientras que Medrano y Murrieta

(2018), elaboraron galletas ricas en fibra a base de 40% de filadermis y pulpa fermentada de yuca obteniendo un valor de 8.91 ± 0.40 % de FDI, por otro lado, Canett et al., (2014), consiguieron 7.09 ± 0.35 g/100g de FDI para galletas con adición de 10% de cascarilla de orujo de uva.

Tabla 19: Prueba de Múltiples Rangos LSD para el contenido de Fibra Dietética Insoluble (%) en galletas por %HCM

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
0 - 3	*	-4,6	4,20165
0 - 5	*	-5,66667	4,20165
0 - 8,5	*	-7,03333	4,20165
0 - 10	*	-7,36667	4,20165

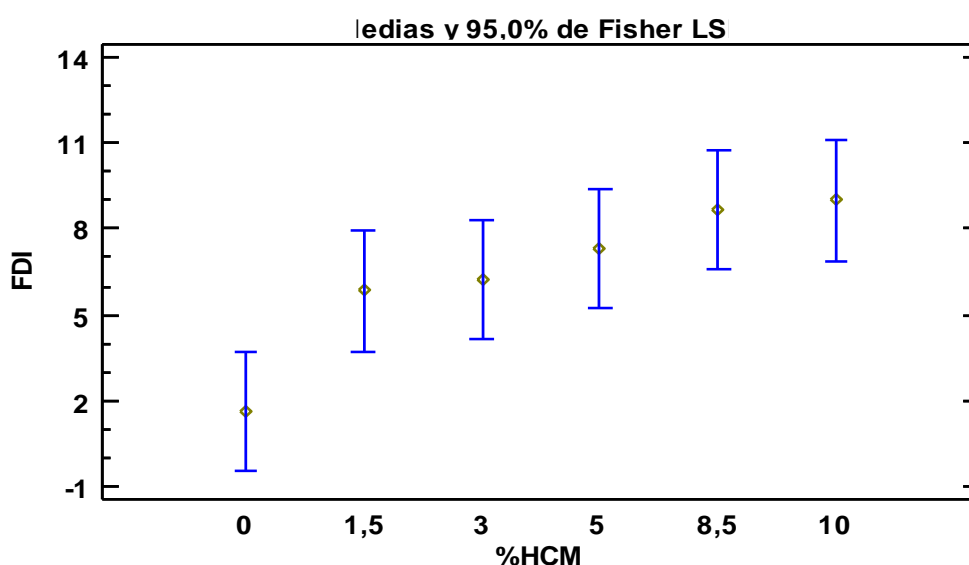


Figura 35: Medias y Prueba de Fisher LSD para el contenido de Fibra Dietética Insoluble (%) en galletas por %HCM.

El análisis de pruebas de múltiples rangos LSD por %HCM permite encontrar qué %HCM produce mayor %FDI en las galletas, mediante la comparación de las medias entre los pares de %HCM, obteniendo que 4 pares de medias de FDI con respecto al %HCM presentan diferencia significativa, como se puede visualizar esta diferencia significativa entre las medias de FDI ocurre cuando la galleta es a base de 100% harina de trigo y a medida que se incorpora entre 3 – 10% HCM, obteniéndose el mayor valor de FDI (13%) cuando se incorpora 10% de HCM.

Por ello se concluye que incorporando 10% HCM en estado Verde para la elaboración de la galleta, se obtiene 13% de Fibra Dietética Insoluble (FDI).

5.4.3 Evaluación de Fibra Dietética Soluble en las galletas.

El % Fibra Dietética Soluble para los 18 tratamientos de las galletas a base de harinas de trigo y harina de cáscara de mango (HCM) en tres estados de madurez (verde, pintón y maduro) se detalla en la Tabla 20.

Tabla 20: % Fibra Dietética Soluble (FDS) de las galletas a base de harinas de trigo y harina de cáscara de mango (HCM) en tres estados de madurez

ESTADO DE MADUREZ	HARINA CÁSCARA DE MANGO (%)	FIBRA DIETÉTICA* SOLUBLE (%)
Verde	0	1 ± 0.0256
Verde	1.5	5 ± 0.1245
Verde	3	7 ± 0.4517
Verde	5	9 ± 0.0213
Verde	8.5	11 ± 0.0165
Verde	10	12 ± 0.3452
Pintón	0	0.9 ± 0.5642
Pintón	1.5	1.5 ± 0.2314
Pintón	3	3 ± 0.0314
Pintón	5	3.5 ± 0.0414
Pintón	8.5	4 ± 0.0152
Pintón	10	5 ± 0.4213
Maduro	0	1 ± 0.0174
Maduro	1.5	2 ± 0.8512
Maduro	3	2.3 ± 0.0196
Maduro	5	2.6 ± 0.6341
Maduro	8.5	3 ± 0.0528
Maduro	10	3 ± 0.3121

Nota. *Media de tres repeticiones + DS

En la gráfica notamos que la galleta elaborada con 10% HCM Verde obtuvo el mayor % Fibra Dietética Soluble (FDS) con 12%, mientras que la galleta a base de 100% harina de trigo (T1), solo presentó un valor promedio de 1% de FDS.

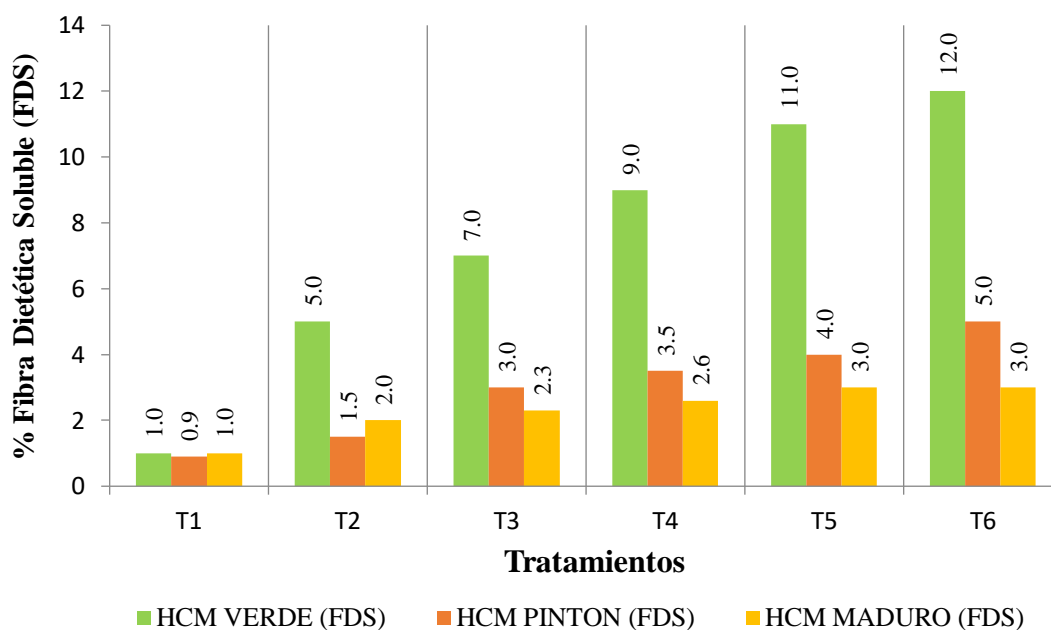


Figura 36: % Fibra Dietética Soluble (FDS) de las galletas a base de harinas de trigo y harina de cáscara de mango (HCM) en tres estados de madurez.

Como se observa la FDS presenta el mismo comportamiento que la FDT y la FDI, presentando la galleta con HCM mayor FDS cuando se encuentra en estado verde, a comparación de las galletas elaboradas con HCM en estados de madurez pintón y maduro.

El ANOVA permite verificar que tanto el estado de madurez y el %HCM intervienen de forma estadísticamente significativa en el %FDS de las galletas.

Tabla 21: Análisis de varianza para el contenido de Fibra Dietética Soluble (%) de galletas a base de harinas de trigo y harina de cáscara de mango (HCM) en tres estados de madurez.

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:%HCM	71,7175	5	14,3435	4,97	0,0185
B:ESTADO DE MADUREZ	80,5612	2	40,2806	13,95	0,0017
RESIDUOS	25,9788	9	2,88654		
TOTAL (CORREGIDO)	191,981	16			

Nota. *Valores estadísticamente significativos al 5% de significancia ($p < 0.05$)

Con la ayuda de la tabla ANOVA se comprueba que ambos efectos

A: %HCM y B: Estado de Madurez son estadísticamente significativos al presentar un valor-P menor que 0.05, con un nivel de confianza del 95.0%.

Dispersión por Código de Nivel

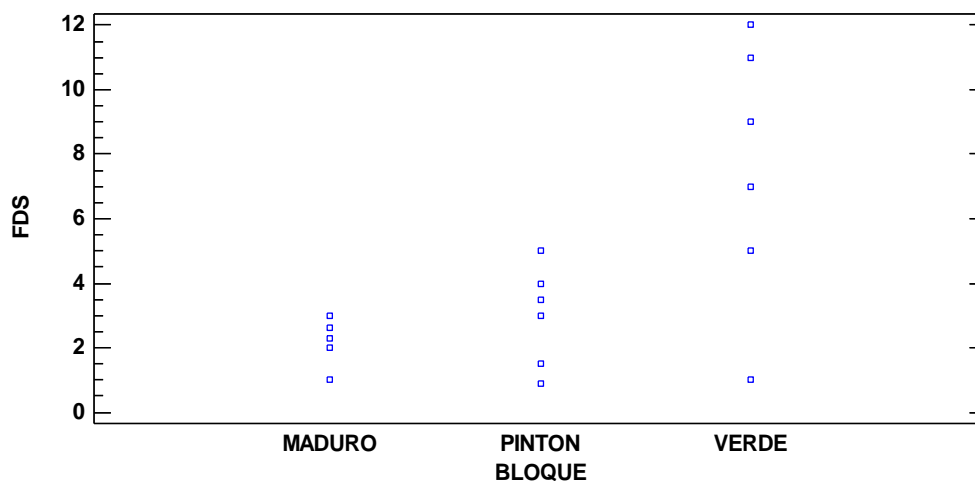


Figura 37: Gráfica de dispersión para Fibra Dietética Soluble (%) de las galletas a base de harinas de trigo y harina de cáscara de mango (HCM) en tres estados de madurez

Gráficamente se observa que el estado de madurez y el %HCM influyen significativamente en el contenido de FDS de la galleta, siendo esta influencia más notoria cuando la HCM se encuentra en estado verde y cuando se sustituye la harina de trigo por HCM de 1.5 a 10%, a diferencia

del estado pintón y maduro donde los puntos se encuentran más cercanos lo cual significa que al incorporar entre 1.5 a 10% de HCM para un mismo estado de madurez este no aumenta considerablemente en la FDS de la galleta alcanzando valores similares o cercanos.

La Prueba de Múltiples Rangos, mediante el método de diferencia mínima significativa (LSD) de Fisher, con un riesgo de error del 5%, permitió evaluar la influencia significativa que el %HCM y estado de madurez tienen sobre el %FDS de la galleta, al determinar que pares de medias tanto de los estados de madurez como de los %HCM presentan diferencia significativa.

Tabla 22: Prueba de Múltiples Rangos LSD para el contenido de Fibra Dietética Soluble (%) en galletas por Estado de Madurez

<i>Contraste</i>	<i>Sig.</i>	<i>Diferencia</i>	<i>+/- Límites</i>
MADURO - VERDE	*	-4.66833	2.37958
PINTON - VERDE	*	-4.51667	2.21897

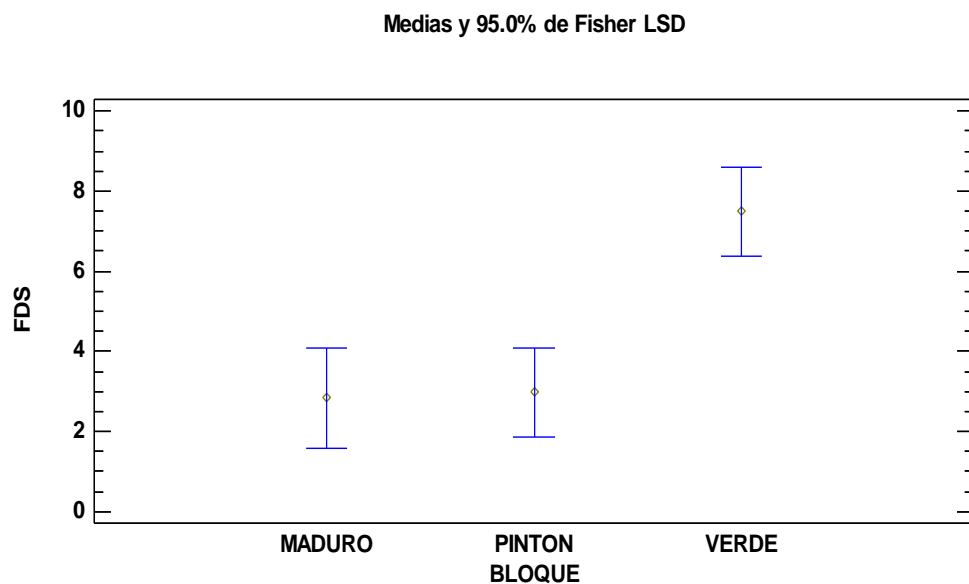


Figura 38: Medias y Prueba de Fisher LSD para el contenido de Fibra Dietética Soluble (%) en galletas por Estado de Madurez

La grafica de medias del %FDS en las galletas, comprueba que el estado de madurez afecta significativamente en la variabilidad de la FDS de las galletas, y con ayuda de la Prueba de Múltiples Rangos LSD se determinó que tanto los pares de estado de madurez Maduro-Verde y Pintón-Verde

presentan diferencias significativas en el %FDS, presentando diferencias similares para ambos grupos, lo cual indica que tanto el estado de madurez, pintón y maduro obtienen valores promedios de FDS similares, asimismo el signo negativo indica que el %FDS disminuye al pasar de estado verde a maduro.

Por consiguiente, se concluye que el estado de Madurez que otorga a la galleta con HCM mayor %FDS es el estado verde con un promedio de 7.5% de FDS.

Tabla 23: Prueba de Múltiples Rangos LSD para el contenido de Fibra Dietética Soluble (%) en galletas por %HCM.

<i>Contraste</i>	<i>Sig.</i>	<i>Diferencia</i>	<i>+/- Límites</i>
0 - 5	*	-4,06667	3,1381
0 - 8,5	*	-5,03333	3,1381
0 - 10	*	-6,73	3,57798
1,5 - 8,5	*	-3,16667	3,1381
1,5 - 10	*	-4,86333	3,57798
3 - 10	*	-3,59667	3,57798

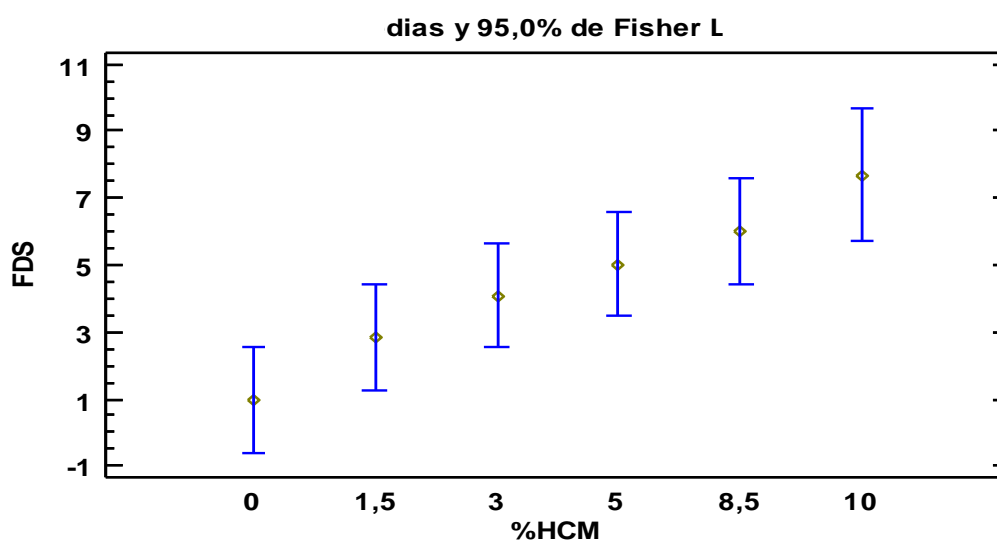


Figura 39: Medias y Prueba de Fisher LSD para el contenido de Fibra Dietética Soluble (%) en galletas por %HCM

Con respecto al %HCM se obtuvieron diferencias significativas en 6 pares de medias de FDS en las galletas, lo cual ocurre cuando la galleta es a base de 100% harina de trigo y a medida que se incorpora entre 5, 8.5 y 10% HCM, asimismo al comparar 1.5% - 8.5 y 10%, y 3 con 10%, ello se debe a que las medias de FDS cuando se incorpora a las galletas 1.5 y 3% HCM fueron de 2.9% y 4.1% valores cercanos a comparación de 8.5% que fue el promedio más alto de FDS para una adición de 10% de HCM con respecto a los estados de madurez verde, pintón y maduro.

Por ende, se concluye que incorporando 10% HCM en estado Verde para la elaboración de la galleta, se obtiene 12% de Fibra Dietética Soluble (FDS).

5.4.4 Evaluación de Polifenoles Totales en galletas.

En la Tabla 24 se describen los resultados obtenidos del análisis del contenido de polifenoles totales en las galletas elaboradas con sustitución parcial por harina de cascara de mango en diferentes grados de madurez; se determinó por el método de Folin – Ciocalteu.

Tabla 24: Contenido de Polifenoles Totales (mgGAE/100g) de las galletas desarrolladas

ESTADO DE MADUREZ	HARINA CÁSCARA MANGO (%)	POLIFENOLES* TOTALES (mgGAE/100g)
Verde	0	6.5506 ± 0.0106
Verde	1.5	9.4757 ± 0.2701
Verde	3	11.6105 ± 0.0064
Verde	5	12.0599 ± 0.0028
Verde	8.5	16.5169 ± 0.7460
Verde	10	17.6217 ± 0.5042
Pintón	0	5.9888 ± 0.2353
Pintón	1.5	7.5843 ± 0.2871
Pintón	3	7.8277 ± 0.7955
Pintón	5	8.3146 ± 0.2326
Pintón	8.5	10.4494 ± 2.7690
Pintón	10	11.7978 ± 0.5681
Maduro	0	5.9888 ± 0.2353
Maduro	1.5	5.9738 ± 0.7439
Maduro	3	6.2172 ± 0.1442
Maduro	5	7.1161 ± 0.5636
Maduro	8.5	7.2659 ± 0.2312
Maduro	10	7.6404 ± 0.3461

Nota. *Media de tres repeticiones + DS

En la Tabla 24 se describe la cantidad de polifenoles (mgGAE/100g) obtenidos por los 18 tratamientos, estos oscilan entre 5.9738 y 17.6217 mgGAE/100g. La galleta control producida con 100% harina de trigo,

presentó un valor promedio de 6.18 mgGAE/100g. Los tratamientos con sustitución resultaron ser superiores al tratamiento control. Por lo que se puede inferir que la incorporación de HCM favorece el contenido de polifenoles en las galletas.

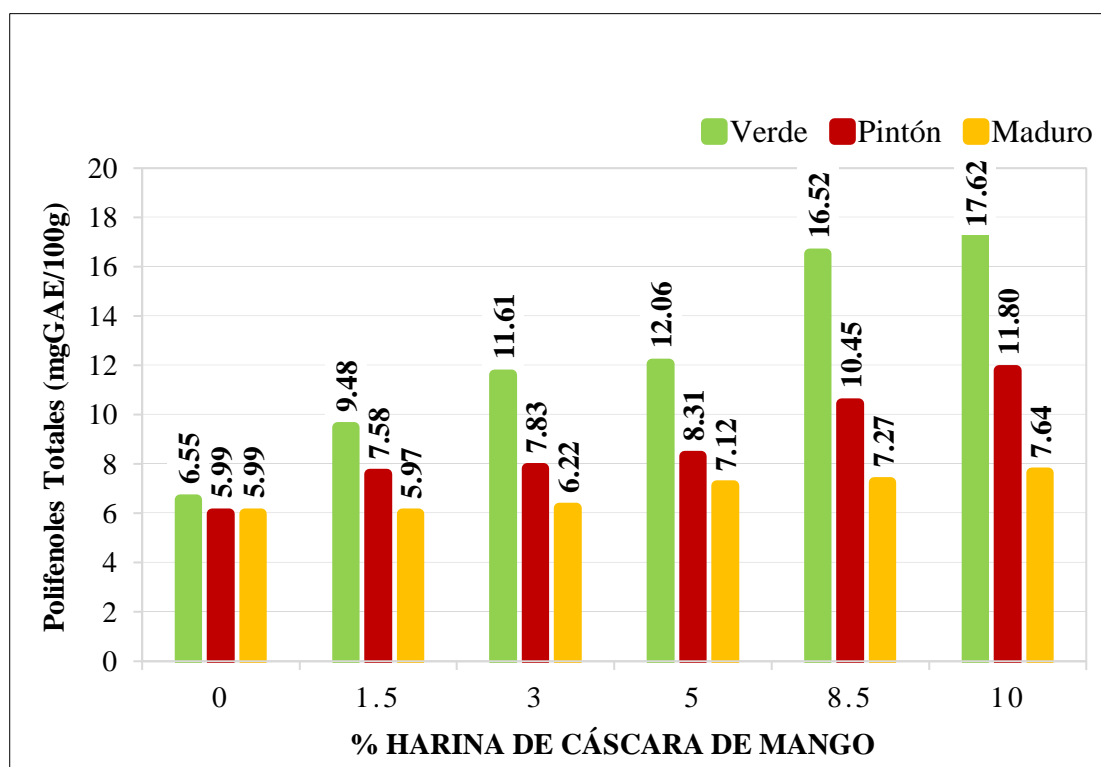


Figura 40: Polifenoles Totales (mgGAE/100g) de las galletas desarrolladas.

Se identifica en la figura 40 que los polifenoles disminuyen cuando se utiliza harina de cascara de mango con mayor estado de maduración, por lo tanto, con HCM verde se obtienen valores más altos de polifenoles. Además, el contenido de polifenoles aumenta gradualmente a medida que se aumenta la sustitución (%) por harina de cáscara de mango. El tratamiento con la mayor cantidad de polifenoles (entre los 18 tratamientos) está compuesto por 10% de harina de cáscara de mango (HCM) verde.

Ruiz (2022) ha realizado en su investigación el análisis de compuestos fenólicos totales (CFT) en harina de mango variedad Kent obteniendo valores de polifenoles que se encuentran en un intervalo de 178,43 a 294,10 mg GAE/100g.

Del mismo modo, Rodriguez, Pérez, Acevedo, y Vargas (2020) informaron valores elevados de polifenoles totales (99,71 mg GAE/g) en harina de mango verde variedad Ataulfo. Por otro lado, Abdul, Wong, Bhat, y Cheng (2012) reportaron 102,41 mgGAE/100g en harina de mango verde. Así mismo, Caballero (2017) reportó valores de 867 mgGAE/100g para harina de cáscara de mango.

No se ha reportado información bibliográfica que permita comparar la cantidad de polifenoles de una galleta comercial con los resultados obtenidos en esta investigación, no obstante, dada la similitud de la galleta control con los componentes proximales (%grasa, % fibra dietética) de la galleta comercial VAINILLA DIA, podremos asegurar que la incorporación de harina de cáscara de mango permite fortificar la galleta, dado que aumenta el contenido de polifenoles de producto. Es así que una galleta común contiene alrededor de 5.99 mgGAE/100g de polifenoles mientras que la sustitución por 10% de HCM verde permite elevar su contenido hasta 17.62 mgGAE/100g.

Tabla 25: Análisis de Varianza para el contenido de Polifenoles Totales (mgGAE/100g) en galletas.

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:%HCM	80.1301	5	16.026	4.96	0.0153
B:Estado de madurez	97.106	2	48.553	15.02	0.0010
RESIDUOS	32.334	10	3.2334		
TOTAL (CORREGIDO)	209.57	17			

Nota. *Valores estadísticamente significativos al 5% de significancia (p<0.05)

En la Tabla 25 se describen los efectos principales influyentes en el contenido de polifenoles, estos confirman la hipótesis nula de que el efecto es 1 (estadísticamente significativo), lo que significaría que si existe una relación entre las variables independientes (Harina de cáscara de mango y estado de madurez) y la variable respuesta (Polifenoles) con un nivel de significancia de $p < 0.05$.

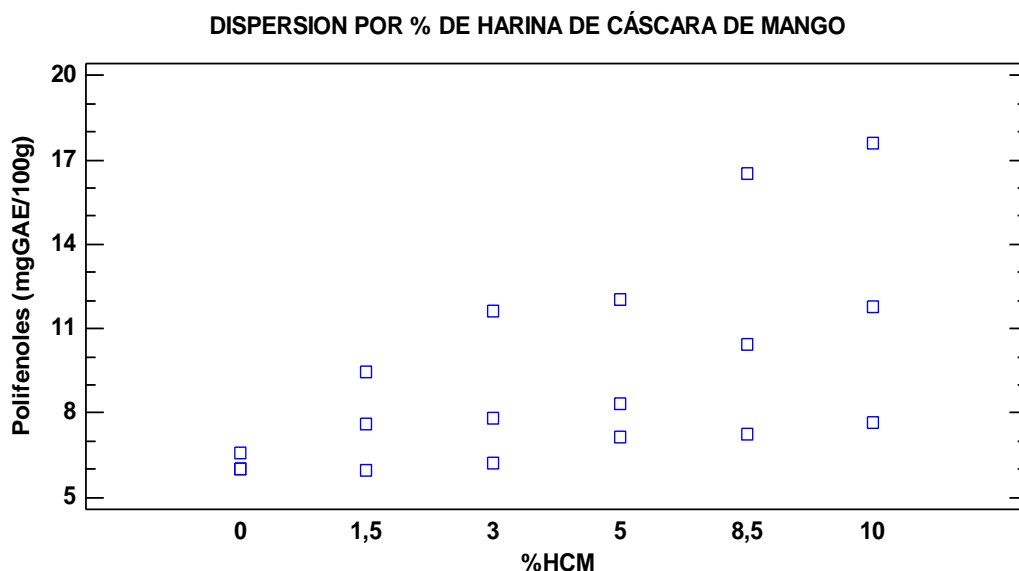


Figura 41: Gráfica de dispersión de Polifenoles por % de Harina de cáscara de mango en galletas.

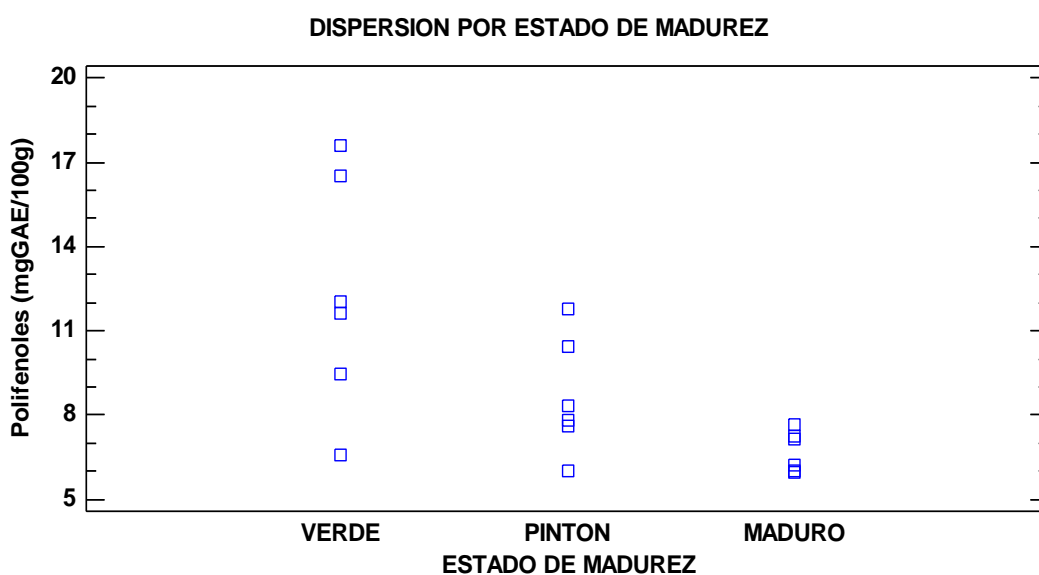


Figura 42: Gráfica de dispersión de Polifenoles por Estado de Madurez en galletas

Con respecto a la gráfica de dispersión de datos, según el % de HCM en la formulación de galletas (figura 41), esta agrupa en cada una de ellas los 3 estados de madurez, es así que se observa una mayor dispersión para sustituciones de 8.5% y 10% de HCM, es decir el contenido de polifenoles cambia considerablemente por cada nivel de estado de madurez mientras que para los demás (%) de sustitución, los contenidos de polifenoles son más próximos.

La grafica de dispersión de datos (Figura 42) por estados de madurez del mango (verde, pintón y maduro) con el que se obtuvo la harina de cáscara de mango, agrupa de manera individual los polifenoles obtenidos para las 6 sustituciones (%). Es así que el estado Verde ha obtenido valores más dispersos o diferentes entre sí en relación a los otros 2 estados de madurez, sobre todo cuando cambia de 5% a 8.5% de HCM. Esto reafirmaría que, la adición de HCM verde tiene un efecto directamente proporcional en el contenido de polifenoles y es significativo dado que produce cambios o incrementos que son superiores al de los demás estados de maduración.

Tabla 26: Prueba de Múltiples Rangos LSD para el contenido de Polifenoles Totales (mgGAE/100g) en galletas por Estado de Madurez

<i>Contraste</i>	<i>Sig.</i>	<i>Diferencia</i>	<i>+/- Límites</i>
VERDE - PINTON	*	3.64545	2.31319
VERDE - MADURO	*	5.60552	2.31319

La Tabla 26 utiliza un medio de comparación múltiple para determinar si existen medias que son significativamente diferentes de otras. Como se aprecia en la tabla existe diferencia significativa en las medias de los estados de madurez VERDE y PINTON con VERDE y MADURO, siendo este último los valores extremos (más alto y más bajo) del contenido de polifenoles totales. Cuanto mayor sea el avance de la maduración menores valores de polifenoles se obtienen, es decir existe un efecto inversamente proporcional entre la variable independiente y la variable respuesta.

Se puede concluir que el estado de madurez si influye en el contenido de polifenoles ($p < 0.05$), las galletas elaboradas con HCM verde presentan un contenido de polifenoles promedio más alto en relación a las elaboradas con HCM de mayor estado de maduración (pintón y maduro).

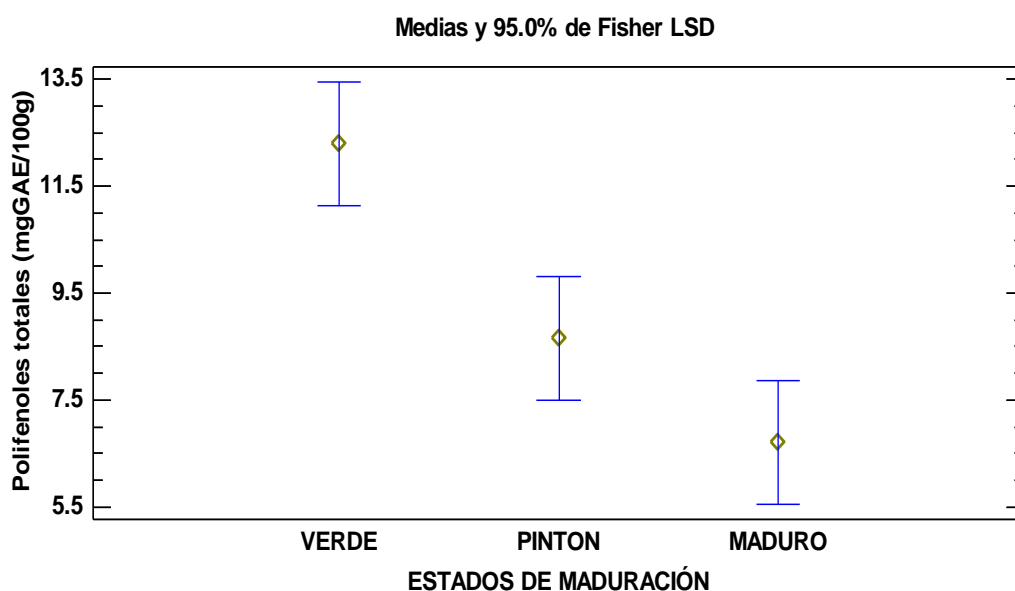


Figura 43: Medias y Prueba de Fisher LSD para el contenido de Polifenoles totales (mgGAE/100g) en galletas por Estado de Madurez.

Tabla 27: Prueba de Múltiples Rangos LSD para el contenido de Polifenoles (mgGAE/100g) en galletas por % de Harina de Cáscara de Mango.

<i>Contraste</i>	<i>Sig.</i>	<i>Diferencia</i>	<i>+/- Límites</i>
0 - 8,5	*	-5.23467	3.27135
0 - 10	*	-6.17723	3.27135
1,5 - 8,5	*	-3.7328	3.27135
1,5 - 10	*	-4.67537	3.27135
3 - 10	*	-3.8015	3.27135

La Tabla 27 muestra los pares de medias significativos respecto al incremento de sustitución por HCM, se observa que existen solo 5 pares de medias de los 18 tratamientos que tiene un efecto significativamente estadístico. Para todos lo pares se observa que el efecto se da con los valores más bajos y altos de sustitución, por lo que podemos inferir que el contenido de polifenoles incrementa significativamente cuando la sustitución es por encima de 8.5% y 10%, dado que no se ha presentado significancia entre valores más bajos.

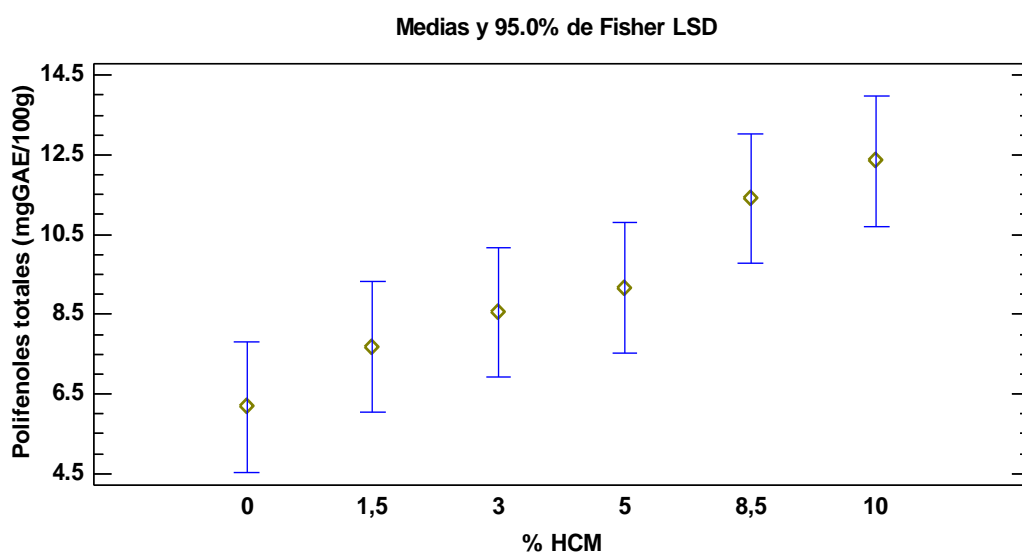


Figura 44: Medias y Prueba de Fisher LSD para el contenido de Polifenoles totales (mgGAE/100g) en galletas por % de Harina de Cáscara de Mango.

La figura 44 muestra el comportamiento del contenido promedio de polifenoles en las galletas con el incremento de sustitución (%), este efecto es directamente proporcional dado que a medida que se aumenta el % de HCM mayor es el contenido de polifenoles totales obtenido. Esto resulta positivo ya que la elaboración de este tipo de galletas resultaría como una nueva alternativa de obtener galletas que sean nutritivas y beneficiosas tras su consumo.

5.5 Evaluación tecnológica de las galletas

5.5.1 Evaluación del color instrumental de las galletas.

En la siguiente tabla se muestran los valores obtenidos luego de determinar el color instrumental de las galletas.

Tabla 28: Color instrumental (Luminosidad y Cromacidad) de las galletas elaboradas.

Estado de madurez	% Harina de cáscara de mango	Luminosidad L*	Cromacidad C*
Verde	0	70.6	3.57
Verde	1.5	61.3	7.90
Verde	3	60.0	9.18
Verde	5	57.3	13.19
Verde	8.5	50.8	15.09
Verde	10	44.0	20.02
Pintón	0	73.5	3.66
Pintón	1.5	63.4	7.82
Pintón	3	60.4	8.64
Pintón	5	57.5	12.24
Pintón	8.5	54.1	13.68
Pintón	10	44.4	17.37
Maduro	0	73.5	3.49
Maduro	1.5	69.5	7.72
Maduro	3	63.2	8.54
Maduro	5	63.0	9.8
Maduro	8.5	55.6	13.51
Maduro	10	54.0	17.21

Los valores de cromacidad y luminosidad, permiten determinar el color instrumental de las muestras promedio de las galletas elaboradas de acuerdo a los tratamientos desarrollados en donde se utilizaron 3 estados de maduración, para la obtención de la harina de cáscara de mango, además de 6 concentraciones (%) diferentes de harina de cáscara de mango fueron utilizadas en la formulación de las galletas.

a. Evaluación de la Luminosidad en las galletas formuladas

Los resultados que se muestran en la siguiente tabla pertenecen a los valores obtenidos de Luminosidad evaluados en las galletas, de acuerdo a cada tratamiento.

Tabla 29: Color instrumental (Luminosidad) de las galletas elaboradas

Estado de madurez	% Harina de cáscara de mango	Luminosidad L*
Verde	0	70.6
Verde	1.5	61.3
Verde	3	60.0
Verde	5	57.3
Verde	8.5	50.8
Verde	10	44.0
Pintón	0	73.5
Pintón	1.5	63.4
Pintón	3	60.4
Pintón	5	57.5
Pintón	8.5	54.1
Pintón	10	44.4
Maduro	0	73.5
Maduro	1.5	69.5
Maduro	3	63.2
Maduro	5	63.0
Maduro	8.5	55.6
Maduro	10	54.0

Los valores presentados en la Tabla 29 señalan que los tratamientos en el que no se utilizaron harina de cáscara de mango obtuvieron mayores valores de luminosidad, dentro de los 18 tratamientos desarrollados. Mientras que el tratamiento en el que se utilizó 10% de harina de cáscara de mango elaborada con mango verde obtuvo el valor más bajo de Luminosidad (44.0), es decir las galletas tendían a ser más oscuras. Esto indicaría que la incorporación de la harina de cáscara de mango a la mezcla tiene un efecto

inversamente proporcional a la luminosidad, mientras más % de harina de cascara de mango se incorpore, los valores de luminosidad serán menores y en efecto las galletas serán más oscuras.

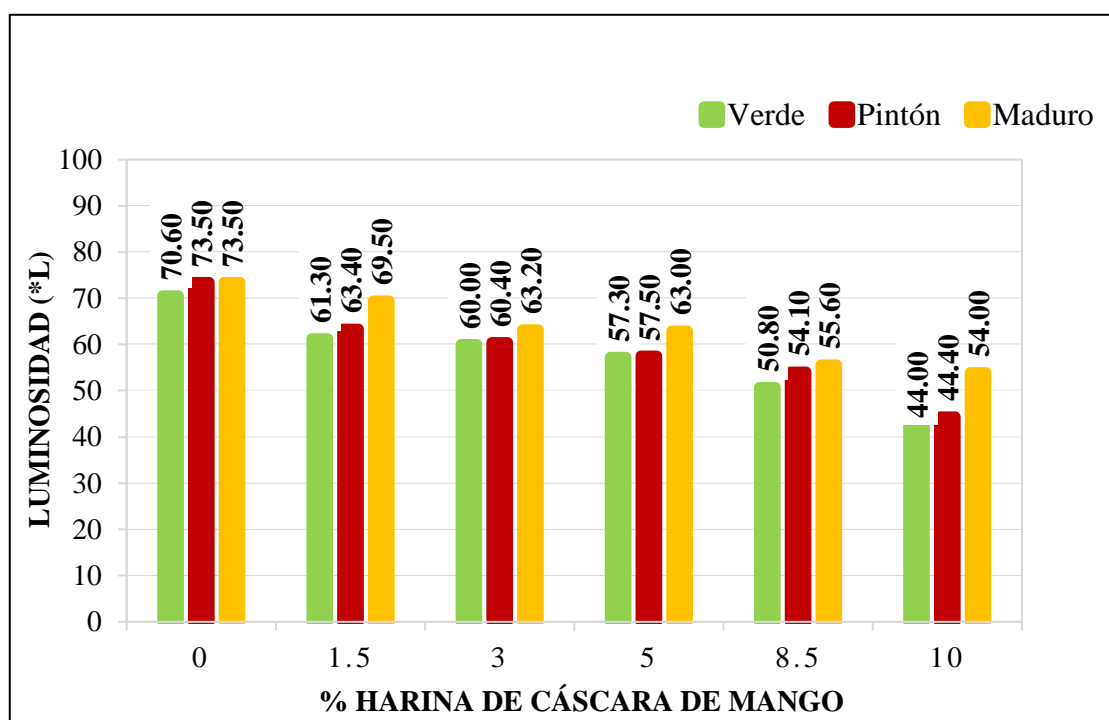


Figura 45: Gráfica de los valores de luminosidad (*L) en las galletas elaboradas.

En la figura 45 se aprecia el comportamiento y efecto que tiene la adición, en diferentes concentraciones, de la harina de cascara de mango en sus tres estados de madurez en los valores de luminosidad de las galletas elaboradas.

Se observa en la gráfica que, dentro de los 3 estados de madurez (utilizados para obtener harina de cascara de mango) que se emplearon para la elaboración de las galletas, fue la de estado verde la que de manera general presentaron menores valores de luminosidad, en efecto galletas más oscuras.

Este mismo efecto se observó para las harinas de cascara de mango pintón y maduro. Por ejemplo, para la harina de cascara de mango pintón con % de sustitución de 0%, 1.5%, 3%, 5%, 8.5% y 10% se obtuvo valores de luminosidad de 73.5, 63.4, 60.4, 57.5, 54.1 y 44.4 respectivamente, es decir, conforme va aumentando el % de sustitución los valores de luminosidad van decreciendo gradualmente.

Se han reportado valores y efectos iguales en la investigación realizada por López (2018), en donde se utilizó harina de cáscara de mango pintón/maduro (variedad Kent) en concentraciones de 0%, 2.5%, 5% y 7.5 para la elaboración de galletas, obteniendo valores de luminosidad de 64.38, 59.49, 55.23 y 52.98 respectivamente. En ambos casos, el efecto que tiene la adición de la harina de cáscara de mango, en sus diferentes estados de madurez, en la formulación de galletas es producido por el incremento del % de sustitución, dado que la cáscara de mango aporta la tonalidad amarilla oscura y además sumado a ello el proceso de horneado realizado para obtener las galletas, es por ello de la obtención de esos valores de luminosidad.

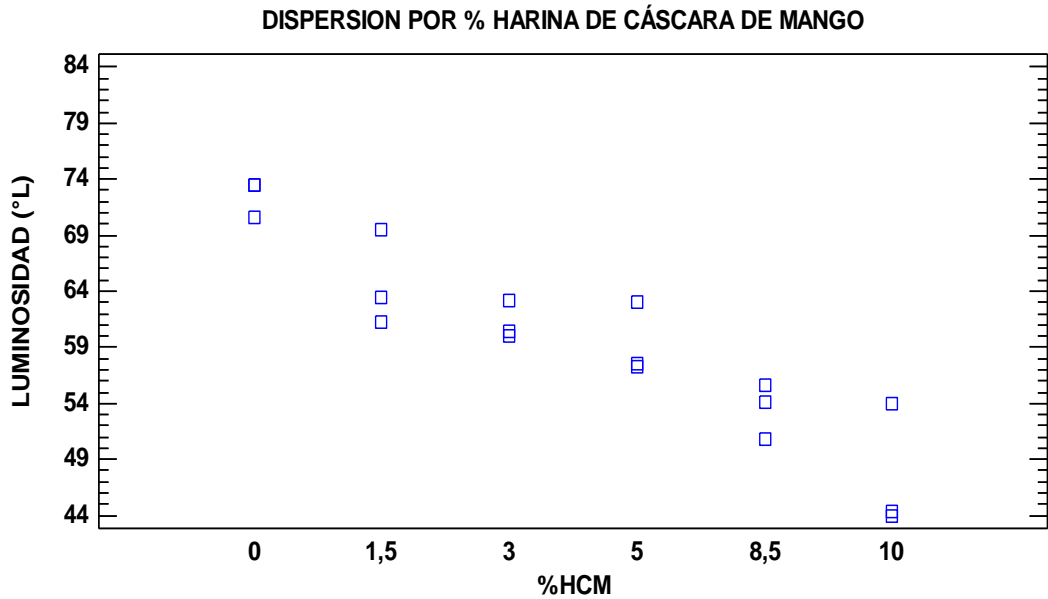
Tabla 30: Análisis de Varianza para los valores de Luminosidad (L*) en galletas

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:%HCM	1141.56	5	228.312	61.95	0.0000
B:ESTADO DE MADUREZ	108.21	2	54.105	14.68	0.0011
RESIDUOS	36.8567	10	3.68567		
TOTAL (CORREGIDO)	1286.63	17			

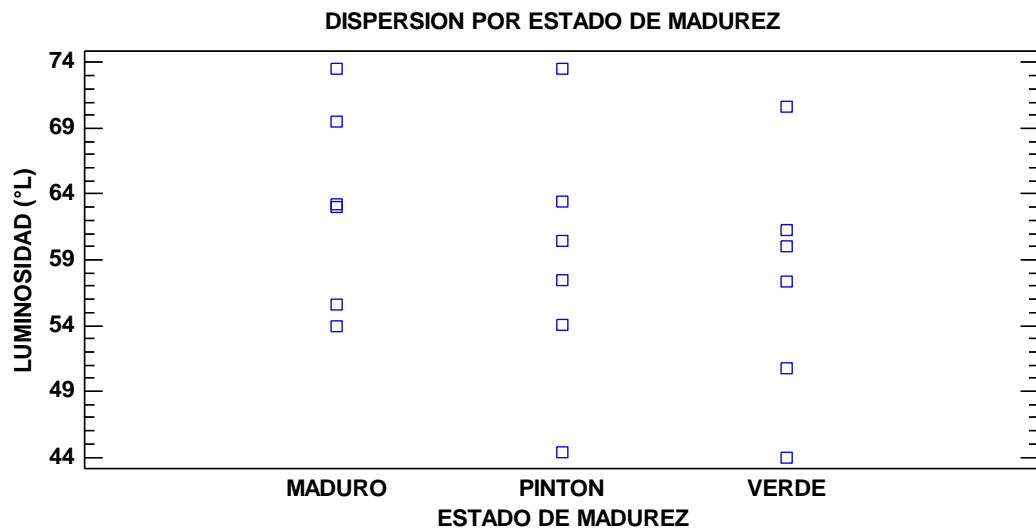
Todas las razones-F se basan en el cuadrado medio del error residual

Nota. *Valores estadísticamente significativos al 5% de significancia ($p < 0.05$)

En la tabla ANOVA (Tabla 30) se observan los resultados obtenidos del análisis estadístico, en donde se establece y confirma que los efectos principales (%HCM y estados de madurez), influyen significativamente en los valores obtenidos de Luminosidad de las galletas, dado que se presentaron valores P inferiores a 0.05 y con un nivel de significancia del 95%.



*Figura 46: Gráfica de dispersión de los valores de Luminosidad (*L) por % de Harina de cáscara de mango en galletas.*



*Figura 47: Gráfica de dispersión de los valores de Luminosidad (*L) por Estado de Madurez en galletas.*

Así mismo en la figura 46 se aprecia la dispersión de los valores de Luminosidad de acuerdo a cada % de sustitución de HCM en la mezcla para la elaboración de las galletas. En ella se observa el efecto inversamente proporcional del % HCM, dado que a medida que el % de sustitución se incrementa los valores de Luminosidad decrecen, esto gracias al aporte de fibra que posee la Harina de cáscara de mango.

El efecto de la sustitución por HCM se aprecia enfáticamente con 10%, dado que llega a valores de hasta 44 mientras que, cuando no hay adición de HCM el valor es de incluso 73.5 de Luminosidad.

Por otro lado en la figura 47 se evalúa el efecto en la luminosidad por estado de maduración, en donde se observa que la harina de cáscara de mango verde posee dentro de los 3 grados de maduración el menor valor de Luminosidad (galletas más oscuras), a su vez la destacable diferencia que tiene respecto a la HCM maduro, dado que para un 10% de sustitución los valores de luminosidad son de 44 (HCM verde) y 54 (HCM maduro), lo cual obedece al % de fibra dietética que aporta la HCM verde en la formulación y ello se confirma en el % de fibra dietética presente en la galleta elaborada con 10% de HCM verde el cual fue de 25% (superior a todas las formulaciones elaboradas), obteniéndose galletas más oscuras.

Tabla 31: Prueba de Múltiples Rangos LSD para los valores de Luminosidad en galletas por Estado de Madurez.

<i>Contraste</i>	<i>Sig.</i>	<i>Diferencia</i>	<i>+/- Límites</i>
VERDE - MADURO	*	-5.8	2.46968
PINTON - MADURO	*	-4.25	2.46968

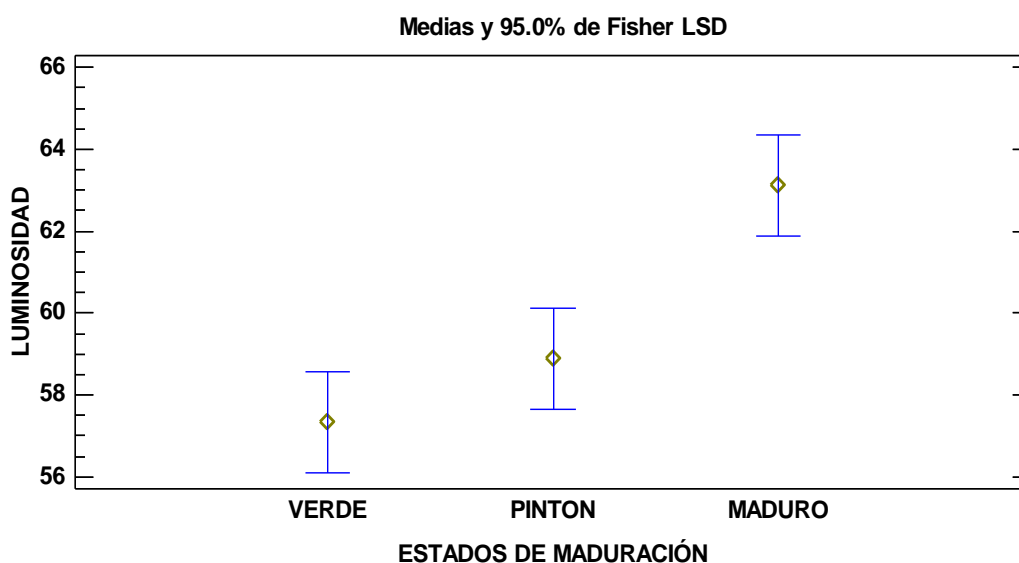


Figura 48: Medias y Prueba de Fisher LSD para los valores de Luminosidad en galletas por Estado de Madurez.

La prueba de múltiples rangos nos permitió determinar entre que pares de medias por estado de madurez de HCM presentan diferencias, es así que en la figura 48 se detalla la diferencia significativa que existe entre VERDE - MADURO y PINTON - MADURO, habiendo mayor diferencia en la primera, en ambos casos el efecto es con la HCM maduro, es decir no se presenta un efecto significativo entre la HCM verde y pintón. Aguilar y Estrella (2021) en su investigación, elaboraron galletas con sustitución parcial de harina de trigo por las harinas de cáscara de banano, cáscara de plátano verde y raquis, y obtuvieron para una sustitución de 5% de HCP verde 53.76 de Luminosidad, siendo este similar al obtenido para ese mismo estado de maduración (5% HCM verde), el cual fue de 57.3 de Luminosidad.

En conclusión, los valores de luminosidad son progresivos al avance del estado de maduración de la cáscara de mango, y con la HCM maduro (1.5-10%) se obtienen los valores de luminosidad más altos, los que a su vez permite obtener galletas con tendencias más claras.

Tabla 32: Prueba de Múltiples Rangos LSD para los valores de Luminosidad en galletas por % de Harina de Cáscara de Mango

<i>Contraste</i>	<i>Sig.</i>	<i>Diferencia</i>	<i>+/- Límites</i>
0 - 1,5	*	7.8	3.49265
0 - 3	*	11.3333	3.49265
0 - 5	*	13.2667	3.49265
0 - 8,5	*	19.0333	3.49265
0 - 10	*	25.0667	3.49265
1,5 - 3	*	3.53333	3.49265
1,5 - 5	*	5.46667	3.49265
1,5 - 8,5	*	11.2333	3.49265
1,5 - 10	*	17.2667	3.49265
3 - 5		1.9333	3.49265
3 - 8,5	*	7.7	3.49265
3 - 10	*	13.7333	3.49265
5 - 8,5	*	5.76667	3.49265
5 - 10	*	11.8	3.49265
8,5 - 10	*	6.03333	3.49265

En la Tabla 32 aplica un procedimiento de comparación múltiple para determinar cuáles medias son significativamente diferentes de otras. El método empleado actualmente para discriminar entre las medias es el procedimiento de diferencia mínima significativa (LSD) de Fisher. Con este método hay un riesgo del 5.0% al decir que cada par de medias es significativamente diferente, cuando la diferencia real es igual a 0.

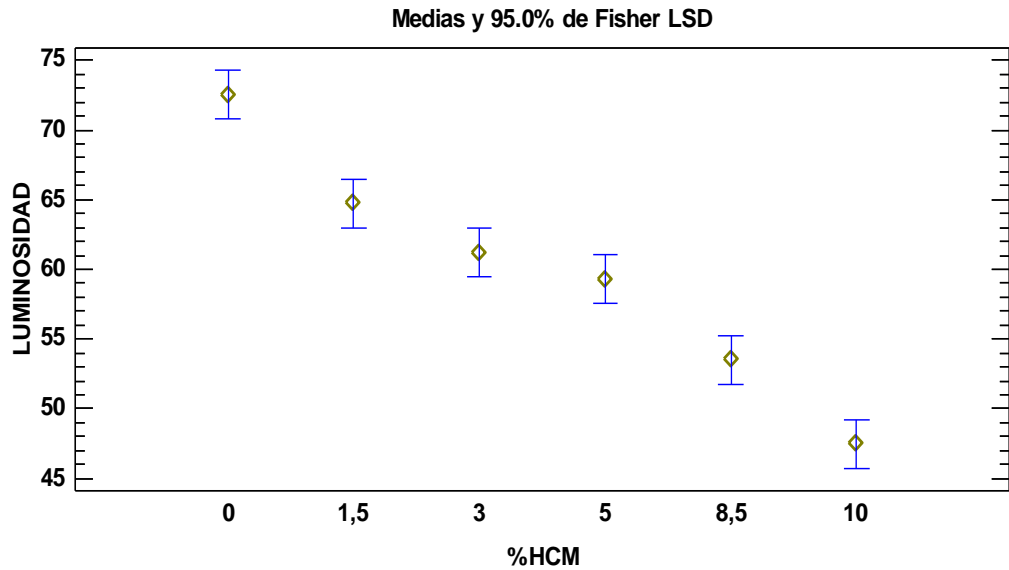


Figura 49: Medias y Prueba de Fisher LSD para los valores de Luminosidad en galletas por % de Harina de Cáscara de Mango.

Dado que la HCM verde y HCM maduro son variables que tienen un efecto significativo en la luminosidad (menores y mayores valores de luminosidad respectivamente), es preciso indicar cuáles son a su vez las concentraciones (%) que aportan este efecto. Como se visualiza en la Tabla 32 todas las interacciones o pares de medias presentan diferencia significativa (a excepción de 3% con 5%), por lo que se puede inferir que la adición mínima (1.5%-10%) de HCM deriva en una disminución de la Luminosidad (Figura 49) debido a la coloración oscura que le aporta la HCM a la galleta.

En resumen, al incorporar 10% de HCM verde se logra 44 de Luminosidad (valor más bajo dentro de las 15 sustituciones) obteniéndose galletas más oscuras (tendencia a marrón) mientras que con una sustitución de 1.5% de HCM maduro se alcanza 69.5 (valor más alto dentro de las 15 sustituciones) obteniéndose galletas más claras.

b. Evaluación de la Cromacidad en las galletas formuladas

En la Tabla 33 se plasman los valores de cromacidad conseguidos al analizar las galletas con los diferentes % de sustitución de HCM (y obtenidos de 3 estados de madurez diferentes).

Tabla 33: Color instrumental (Cromacidad) de las galletas elaboradas

Estado de madurez	% Harina de Cáscara de mango	Cromacidad C*
Verde	0	3.57
Verde	1.5	7.90
Verde	3	9.18
Verde	5	13.19
Verde	8.5	15.09
Verde	10	20.02
Pintón	0	3.66
Pintón	1.5	7.82
Pintón	3	8.64
Pintón	5	12.24
Pintón	8.5	13.68
Pintón	10	17.37
Maduro	0	3.49
Maduro	1.5	7.72
Maduro	3	8.54
Maduro	5	9.8
Maduro	8.5	13.51
Maduro	10	17.21

La cromacidad hace referencia al grado de saturación de color, en este caso una tonalidad marrón clara a oscura. Los valores dan una idea del comportamiento de los valores de cromaticidad, en donde existe un incremento tras el aumento de la adición de HCM, en cualquiera de los estados de maduración, no obstante, existe un mayor incremento para la HCM verde.

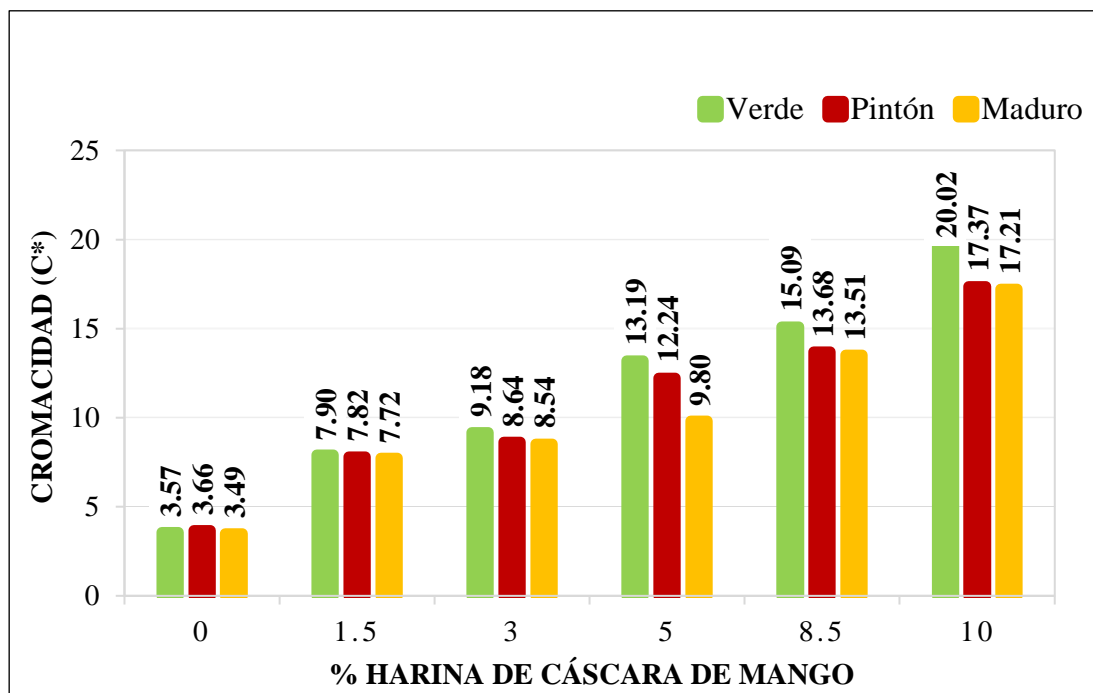


Figura 50: Gráfica de los valores de cromacidad (C*) en las galletas elaboradas.

La grafica de la figura 50 expresa el comportamiento de la sustitución por HCM a diferentes concentraciones y estados de madurez.

Es evidente la influencia directamente proporcional que tiene el % de HCM, ya que conforme va incrementando (%), la cromacidad lo hace también

La mayor sustitución (10%) logra los valores más altos de cromacidad siendo dentro ellas la de estado verde la que más obtenga (20.92).

El incremento de la cromaticidad está relacionado con la saturación de color que le aporta la HCM debido a la tonalidad que le aporta al alto % de fibra dietética, sobre todo en la HCM verde, dado que cuando el fruto se encuentra en un estado de madurez verde su estructura está conformada por polisacáridos como almidón, pectinas, celulosa y hemicelulosa, que elevan el contenido de fibra dietética pero los cuales disminuyen con el avance de la maduración.

Tabla 34: Análisis de Varianza para los valores de Cromacidad (*C) en galletas

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFECTOS PRINCIPALES					
A:%HCM	394.909	5	78.9818	122.81	0.0000
B: ESTADO DE MADUREZ	6.43853	2	3.21927	5.01	0.0312
RESIDUOS	6.4312	10	0.64312		
TOTAL (CORREGIDO)	407.779	17			

Nota. Todas las razones-F se basan en el cuadrado medio del error residual

La Tabla ANOVA descompone la variabilidad de CROMACIDAD en contribuciones debidas a varios factores. Los Valores-P prueban la significancia estadística de cada uno de los factores. Puesto que 2 valores-P son menores que 0.05, estos factores tienen un efecto estadísticamente significativo sobre CROMACIDAD con un 95.0% de nivel de confianza. Por lo tanto, el % de HCM y su estado de madurez influyen en los valores de cromaticidad obtenidos.

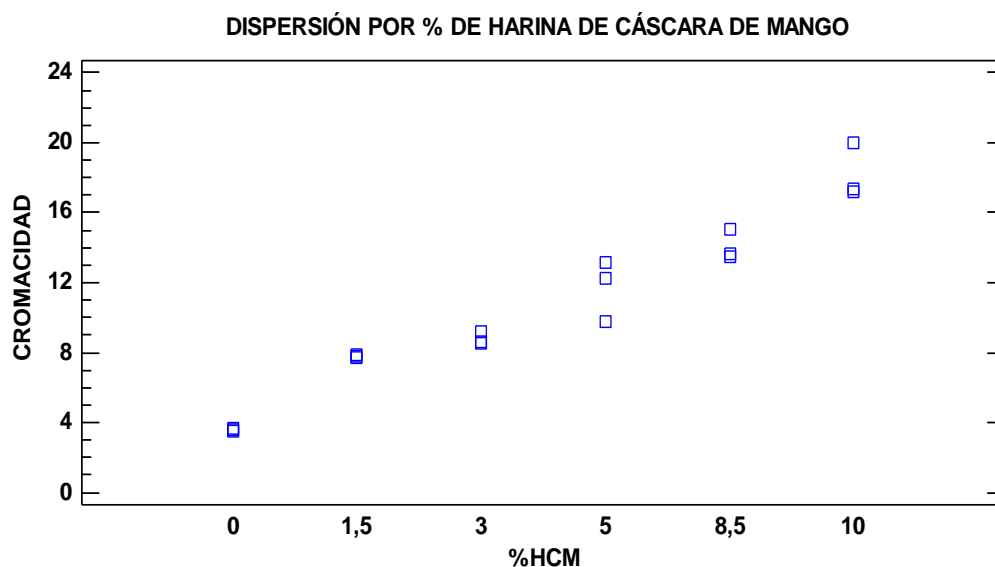


Figura 51: Gráfica de dispersión de los valores de Cromacidad (*C) por % de Harina de cáscara de mango en galletas.

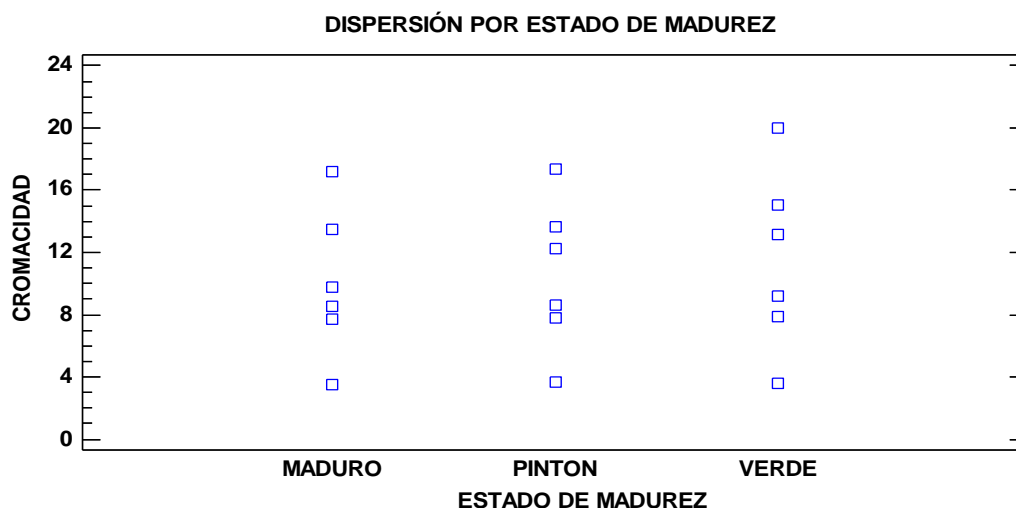


Figura 52: Gráfica de dispersión de los valores de Cromacidad (*C) por estado de maduración en galletas.

La figura 51 grafica los valores reportados de cromacidad respecto al incremento del % de sustitución por HCM agrupando los estados de maduración, se evidencia que para un mismo nivel de sustitución, por ejemplo 3%, los valores de cromacidad no varían pronunciadamente entre estado de madurez (los valores fueron cercanos), a excepción de 5% y 10% donde sí se aprecia la variación.

Por otro lado la figura 52 presenta el comportamiento de la dispersión que agrupa los %HCM (0, 1.5, 3, 5, 8.5 y 10%) en base a cada estado de madurez (verde, pintón y maduro), siendo cada punto un %HCM que confiere un valor de cromaticidad distinto del otro, es así que el estado de madurez verde presenta mayores valores de cromacidad en comparación de los otros dos estados de maduración.

Tabla 35: Prueba de Múltiples Rangos LSD para los valores de Cromacidad en galletas por Estado de Madurez.

<i>Contraste</i>	<i>Sig.</i>	<i>Diferencia</i>	<i>+/- Límites</i>
MADURO - VERDE	*	-1.44667	1.03164

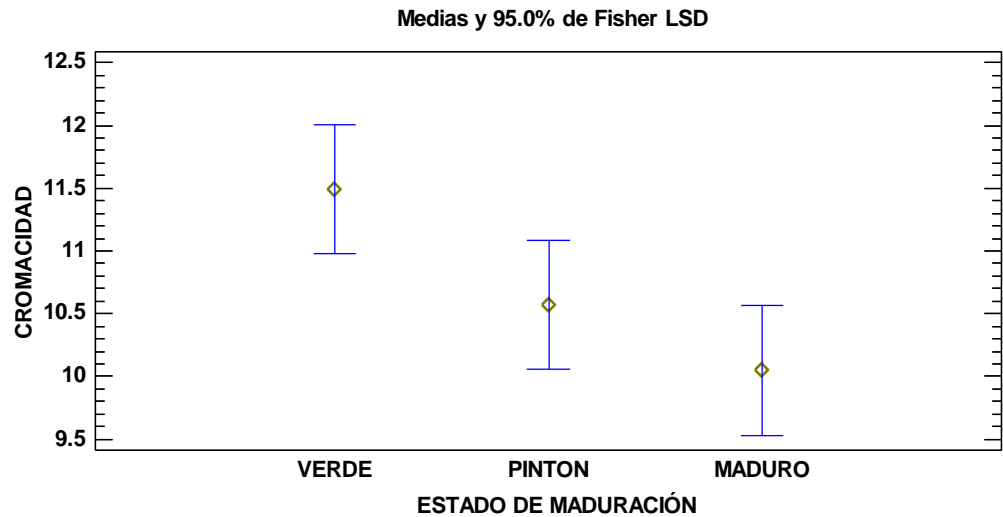


Figura 53: *Medias y Prueba de Fisher LSD para los valores de Cromacidad en galletas por Estado de Madurez.*

La diferencia significativa estadística por estado de maduración se da cuando hay un cambio de estado VERDE a MADURO, como se aprecia en la gráfica, la CROMACIDAD disminuye considerablemente al pasar a un estado MADURO, es decir la saturación de color en las galletas es mayor cuando se sustituye por HCM verde. Es decir, la cromaticidad es inversamente proporcional al avance del proceso de maduración. Y ello se respalda con el efecto que tiene tonalidad dada por el % de fibra dietética presente en la HCM, el cual disminuye a medida que el fruto madura.

Tabla 36: Prueba de Múltiples Rangos LSD para los valores de Cromacidad en galletas por % de Harina de Cáscara de Mango.

<i>Contraste</i>	<i>Sig.</i>	<i>Diferencia</i>	<i>+/- Límites</i>
0 - 1,5	*	-4.24	1.45896
0 - 3	*	-5.21333	1.45896
0 - 5	*	-8.17	1.45896
0 - 8,5	*	-10.52	1.45896
0 - 10	*	-14.6267	1.45896
1,5 - 3		-0.973333	1.45896
1,5 - 5	*	-3.93	1.45896
1,5 - 8,5	*	-6.28	1.45896
1,5 - 10	*	-10.3867	1.45896
3 - 5	*	-2.95667	1.45896
3 - 8,5	*	-5.30667	1.45896
3 - 10	*	-9.41333	1.45896
5 - 8,5	*	-2.35	1.45896
5 - 10	*	-6.45667	1.45896
8,5 - 10	*	-4.10667	1.45896

La Tabla 36 aplica un procedimiento de comparación múltiple para determinar cuáles medias son significativamente diferentes de otras. El método empleado para discriminar entre las medias es el procedimiento de diferencia mínima significativa (LSD) de Fisher. Con este método hay un riesgo del 5.0% al decir que cada par de medias es significativamente diferente, cuando la diferencia real es igual a 0. De acuerdo a los resultados obtenidos, son 14 los pares de medias cuya interacción son estadísticamente significativos (a excepción de 1.5% y 3%). Si comparamos la cromacidad obtenida con una sustitución de 8.5% y 10% respecto a la de 0% (sin sustitución), podremos observar la gran influencia de la HCM, es así que para 0% existen medias de hasta 3.49 de Cromacidad, mientras que para 8.5% y 10% alcanza los valores más altos de hasta 15.09 y 20.02 de Cromacidad respectivamente.

En consecuencia, podemos afirmar que el incremento del % de sustitución de la HCM tiene un efecto directamente proporcional en los valores de cromacidad, lo que origina galletas con saturación de color más alto cuando la sustitución es de 10%.

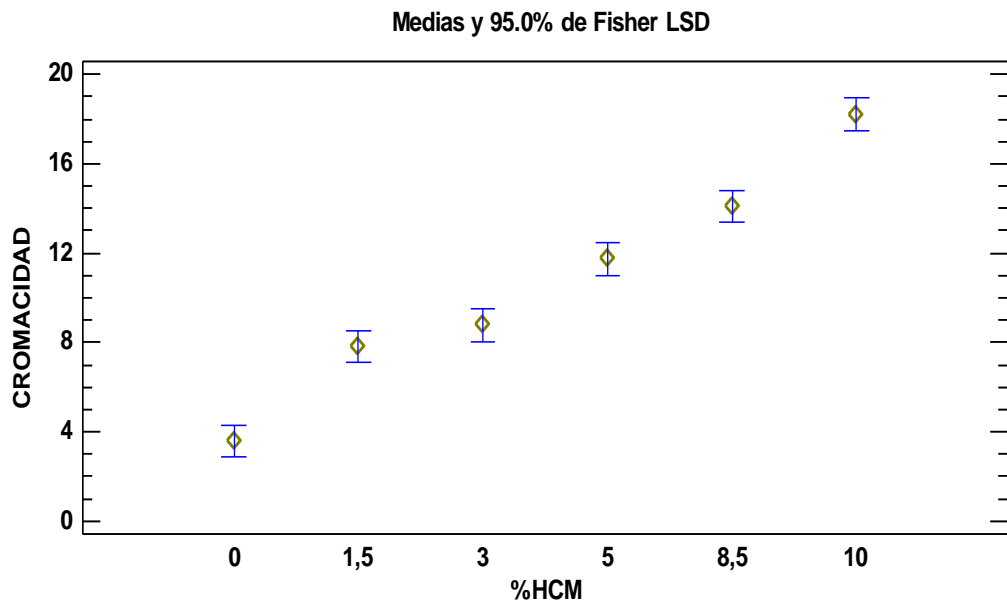


Figura 54: Medias y Prueba de Fisher LSD para los valores de Cromacidad en galletas por % de Harina de Cáscara de Mango

5.5.2 Evaluación de textura instrumental de galletas.

Es necesario realizar un estudio de estos parámetros texturales con respecto a la incorporación %HCM a la galleta en 3 estados de madurez (verde, pintón y maduro). En la Tabla 37 se presenta la Dureza (N) y Fracturabilidad (N) para los 18 tratamientos de las galletas a base de harinas de trigo y harina de cáscara de mango (HCM) en tres estados de madurez (verde, pintón y maduro).

Tabla 37: Dureza (N) y Fracturabilidad (N) de las galletas a base de harinas de trigo y harina de cáscara de mango (HCM) en tres estados de madurez

TRATAMIENTO	%HARINA DE CÁSCARA DE MANGO	DUREZA (N)	FRACTURABILIDAD (N)
Verde	0	18	25.85
Verde	1.5	20.32	20.15
Verde	3	35.7	35.72
Verde	5	36.21	42.56
Verde	8.5	38.25	48.35
Verde	10	80.18	81.07
Pintón	0	26.86	37.45
Pintón	1.5	35.25	35.23
Pintón	3	40.02	50.38
Pintón	5	55.23	51.23
Pintón	8.5	60.25	62.58
Pintón	10	63.01	63.09
Maduro	0	27.97	30.35
Maduro	1.5	29.32	30.21
Maduro	3	30.74	30.75
Maduro	5	35.45	30.78
Maduro	8.5	40.75	30.89
Maduro	10	49.27	49.74

a. Dureza (N)

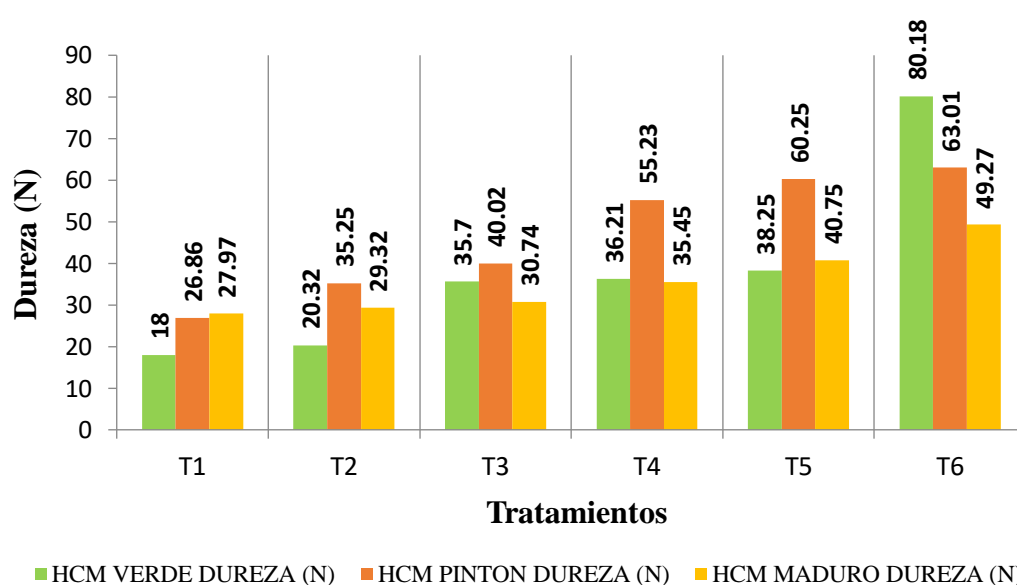


Figura 55: Dureza (N) de las galletas a base de harinas de trigo y harina de cáscara de mango (HCM) en tres estados de madurez

En la gráfica se aprecia que la galleta que obtuvo el mayor valor de dureza fue la galleta a base de 10% HCM Verde con 80.18 N, mientras que la galleta con 1.5% HCM Verde consiguió la menor dureza con 20.32 N, en cuanto al T1 o control, galleta elaborada con 100% harina de trigo, logró un promedio de 24.28 N.

Como se puede notar en la gráfica existe mucha variación en cuanto a la dureza de las galletas, siendo un factor determinante la incorporación de la HCM, pues altera su composición química, generando cambios en la dureza de la galleta.

Esta idea es respaldada por Paucar, et al., (2012), quienes señalan que un cambio en la composición de azúcares, grasas y proteínas afectan de forma directa en el aumento de la dureza, firmeza y crocancia en las galletas.

Tabla 38: Análisis de varianza para la Dureza (N) de galletas a base de harinas de trigo y harina de cáscara de mango (HCM) en tres estados de madurez

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFFECTOS					
PRINCIPALES					
A:%HCM	3102,75	5	620,55	7,53	0,0036
B:ESTADO DE MADUREZ	413,042	2	206,521	2,51	0,1311
RESIDUOS	823,856	10	82,3856		
TOTAL	4339,65	17			
(CORREGIDO)					

Nota. *Valores estadísticamente significativos al 5% de significancia ($p < 0.05$)

La tabla ANOVA permite determinar de forma estadística si la variabilidad en la dureza (N) de las galletas se debe al %HCM y el estado de madurez, en este caso solo el efecto A: %HCM resultó estadísticamente significativo al presentar un valor-P menor que 0.05, a un nivel de confianza del 95.0%.

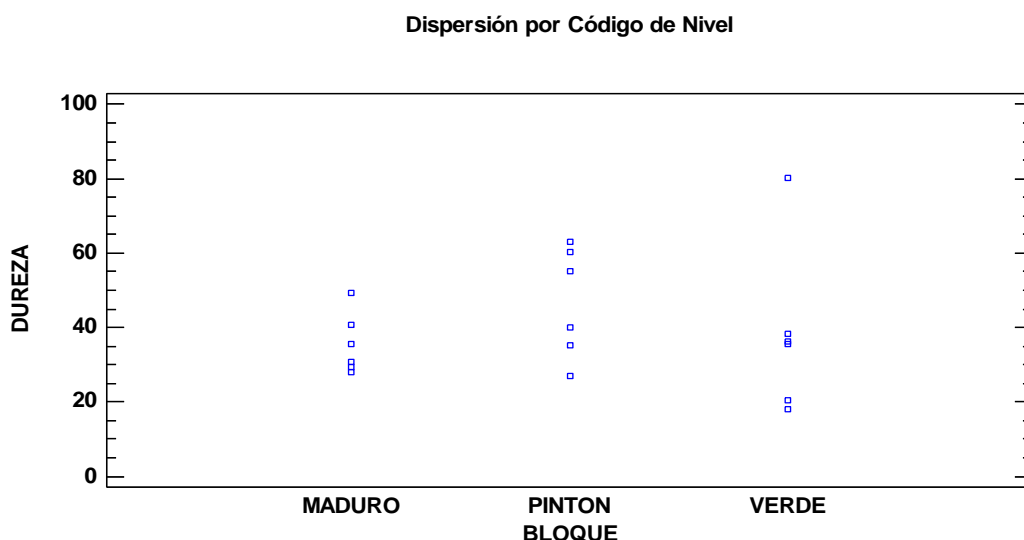


Figura 56: *Grafica de dispersión para la Dureza (N) de las galletas a base de harinas de trigo y harina de cáscara de mango (HCM) en tres estados de madurez*

La gráfica 56 evidencia al comparar los estados de madurez verde, pintón y maduro una dispersión en los valores de dureza de la galleta cuando la harina de trigo se sustituye por HCM de 1.5 a 10%, notándose un incremento más notorio en el estado verde cuando se adiciona de 8.5% HCM (38.25 N) a 10% HCM (80.18 N), con una diferencia de 41.93 N, con ello podemos decir que en efecto el % de incorporación de la HCM si influye significativamente en la dureza de la galleta.

Mientras si comparamos los valores más bajos de dureza en las galletas con respecto a los tres estados de madurez de la HCM, los cuales fueron para verde 20.32 N, pintón 26.86 N y maduro 27.97, la diferencia entre el menor y mayor valor es solo de 7.65 N, evidenciando que el estado de madurez no afecto de forma significativa en la variabilidad de la dureza como se obtuvo en la tabla ANOVA.

No obstante, el estado verde con adición de 10% HCM, como ya se mencionó anteriormente, fue el que genero la galleta más dura con 80.18 N, ello debido al contenido de fibra dietética que contiene la HCM que es mayor en estado verde a comparación del estado pintón y maduro, ocasionando que la estructura de la galleta se vea reforzado requiriendo de mayor fuerza para romperla.

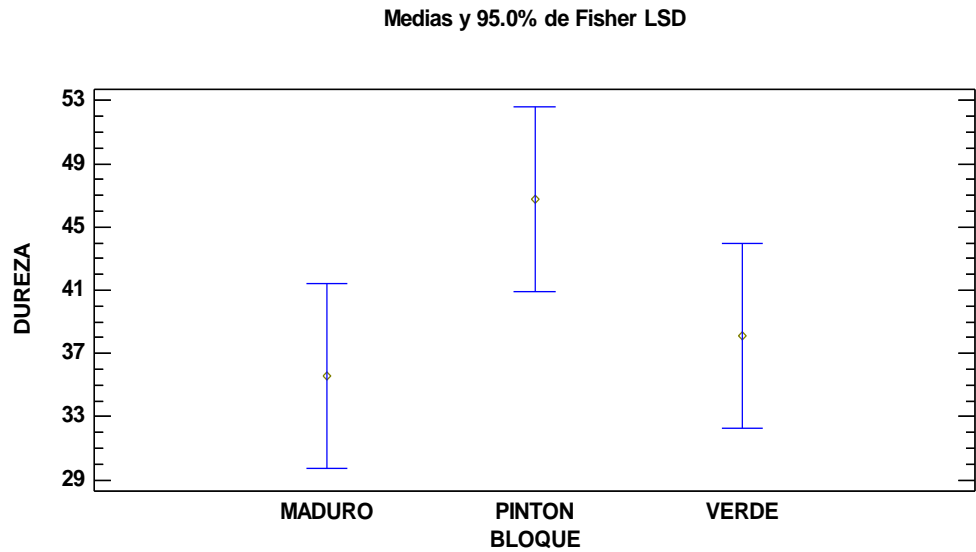


Figura 57: *Medias y Prueba de Fisher LSD para la Dureza (N) en galletas por Estado de Madurez*

Como se puede apreciar la menor media de dureza (promedio de la dureza (N) de las galletas con incorporaciones de 0-10% HCM), la obtuvo el estado maduro, lo cual es debido básicamente a un menor % de fibra dietética que contiene la HCM en el estado maduro, por tanto se puede decir que si bien el estado de madurez estadísticamente no afecta en la dureza de las galletas, según los valores de dureza obtenido, se obtendrían galletas más duras cuando se incorpore HCM en estado pintón a diferencia del estado maduro y verde, a pesar de que cuando se adicionó 10% HCM Verde se obtuvo el mayor valor de dureza (80.18 N), lo cual pudo deberse a un error experimental, esta variación también puede darse por la presencia de bolsas de aire internas en las galletas, requiriéndose de una mayor fuerza para quebrarlas (Yılmaz y Ögütcü, 2015).

Tabla 39: Prueba de Múltiples Rangos LSD para la Dureza (N) en galletas por %HCM

<i>Contraste</i>	<i>Sig.</i>	<i>Diferencia</i>	<i>+/- Límites</i>
0 - 5	*	-18,02	16,5129
0 - 8,5	*	-22,14	16,5129
0 - 10	*	-39,8767	16,5129
1,5 - 8,5	*	-18,12	16,5129
1,5 - 10	*	-35,8567	16,5129
3 - 10	*	-28,6667	16,5129
5 - 10	*	-21,8567	16,5129
8,5 - 10	*	-17,7367	16,5129

Con respecto al %HCM resultaron 8 pares de medias con diferencia significativa, tal y como se puede visualizar en la Tabla 39, a la vez con la ayuda de la gráfica de medias de Fisher notamos que la mayor media corresponde a una adición de 10% HCM a la galleta con 64.15 N, mientras que se obtuvieron galletas con la menor dureza cuando se incorporó 0 y 1.5% de HCM, con promedios de 24.28 N y 28.29 N respectivamente.

Medias y 95,0% de Fisher LSD

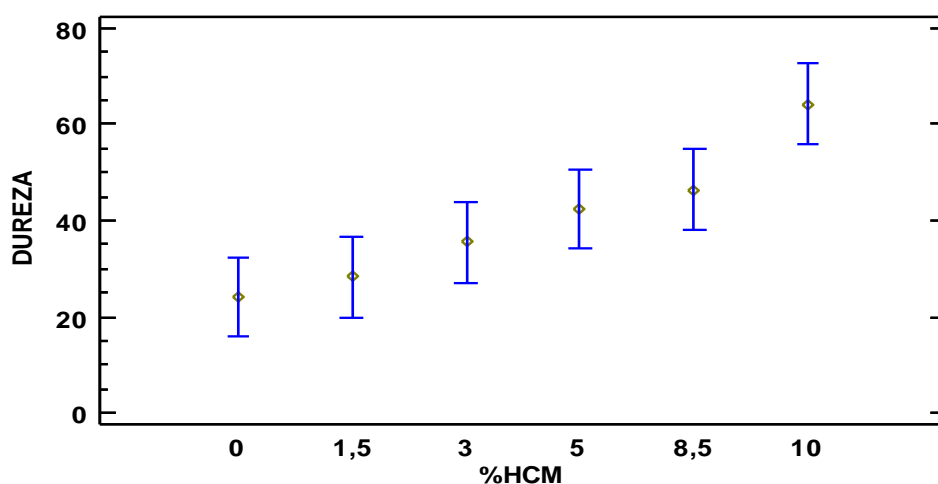


Figura 58: Medias y Prueba de Fisher LSD para la Dureza (N) en galletas por %HCM

Por consiguiente, podemos concluir que una mayor incorporación de HCM incrementa la dureza de las galletas independientemente del estado de madurez de la HCM (no significativo), por ello para obtener una galleta con una dureza similar a la galleta control (24.28 N), es conveniente adicionar 1.5% de HCM en estado verde, puesto que obtuvo el menor valor de dureza con 20.32 N.

López (2018), evaluó la dureza en las galletas con sustitución parcial de harina de trigo por harina de cáscara de mango var. Kent, encontrando diferencia significativa en galletas con 0% HCM y 7.5% HCM, con durezas de 30.42 N y 39.16 N respectivamente.

b. Fracturabilidad (N)

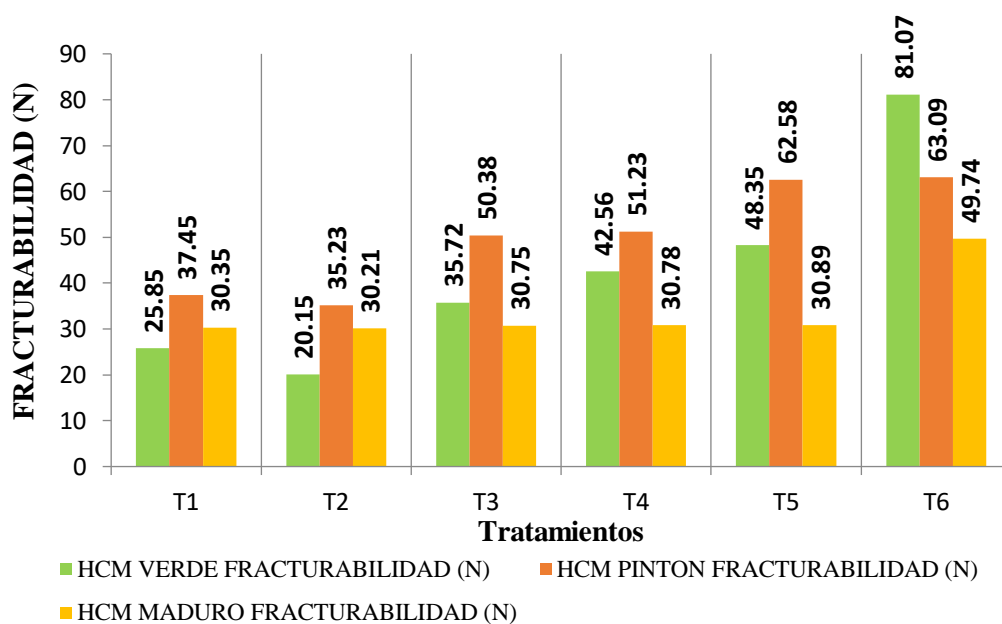


Figura 59: Fracturabilidad (N) de las galletas a base de harinas de trigo y harina de cáscara de mango (HCM) en tres estados de madurez

La gráfica 59 evidencia que el mayor valor de fracturabilidad la obtuvo la galleta a base de 10% HCM Verde con 81.07 N, mientras que la menor fracturabilidad fue para la galleta con 1.5% HCM Verde con 20.15 N, en cuanto a la galleta elaborada con 100% harina de trigo, T1 o control, logró un promedio de 31.22 N.

Tabla 40: Análisis de varianza para la Fracturabilidad (N) de las galletas a base de harinas de trigo y harina de cáscara de mango (HCM) en tres estados de madurez.

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:%HCM	2541,97	5	508,394	6,24	0,0071
B:ESTADO DE MADUREZ	788,587	2	394,293	4,84	0,0339
RESIDUOS	815,012	10	81,5012		
TOTAL (CORREGIDO)	4145,57	17			

Nota. *Valores estadísticamente significativos al 5% de significancia ($p < 0.05$)

La tabla ANOVA permite determinar de forma estadística si la variabilidad en la Fracturabilidad de las galletas se debe al %HCM y el estado de madurez, en este caso ambos efectos A: %HCM y B: Estado de Madurez resultaron estadísticamente significativos al presentar un valor-P menor que 0.05, a un nivel de confianza del 95.0%.

Dispersión por Código de Nivel

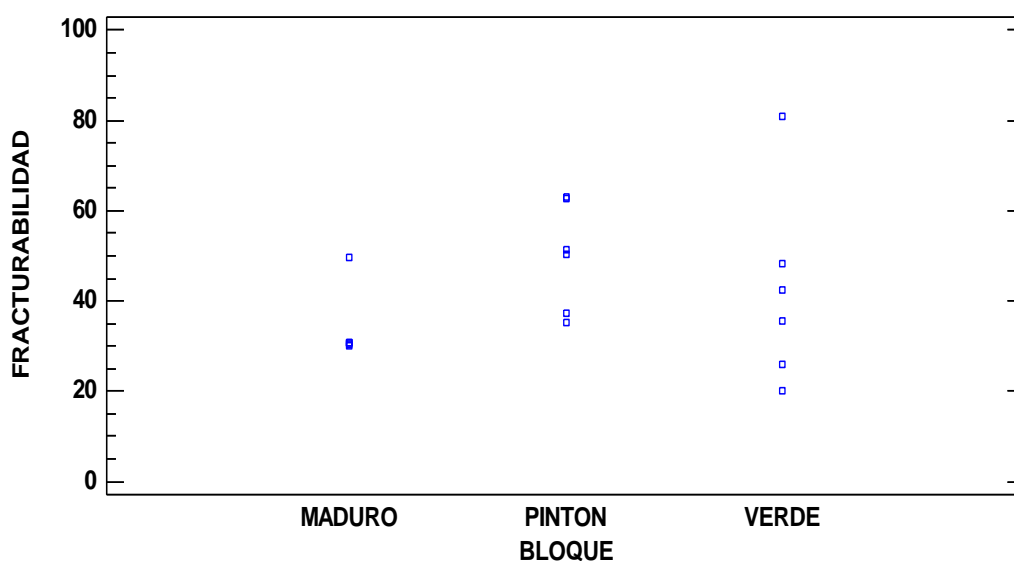


Figura 60: Gráfica de dispersión para Fracturabilidad (N) de las galletas a base de harinas de trigo y harina de cáscara de mango (HCM) en tres estados de madurez.

La gráfica de dispersión demuestra que la incorporación a las galletas de HCM verde a influye más en su fracturabilidad, puesto que se obtienen valores más dispersos al pasar de 1.5% a 10% de HCM, siendo más amplio este incremento cuanto se sustituye entre 8.5 y 10% de HCM Verde, con una diferencia de 32.72 N.

Mientras que tanto para el estado pintón y maduro, los valores de fracturabilidad estuvieron menos dispersos, es decir se obtuvieron valores cercanos o similares de fracturabilidad en las galletas.

Al realizar la Prueba de Múltiples Rangos LSD para el estado de madurez, solo se encontró un grupo de medias que obtuvo diferencia significativa, el cual fue Maduro – Pintón, con una diferencia de -16.2067, el símbolo negativo indica que la fracturabilidad disminuye al pasar de estado pintón a maduro.

Tabla 41: Prueba de Múltiples Rangos LSD para la Fracturabilidad (N) en galletas por Estado de Madurez

<i>Contraste</i>	<i>Sig.</i>	<i>Diferencia</i>	<i>+/- Límites</i>
MADURO - PINTON	*	-16.2067	11.6135

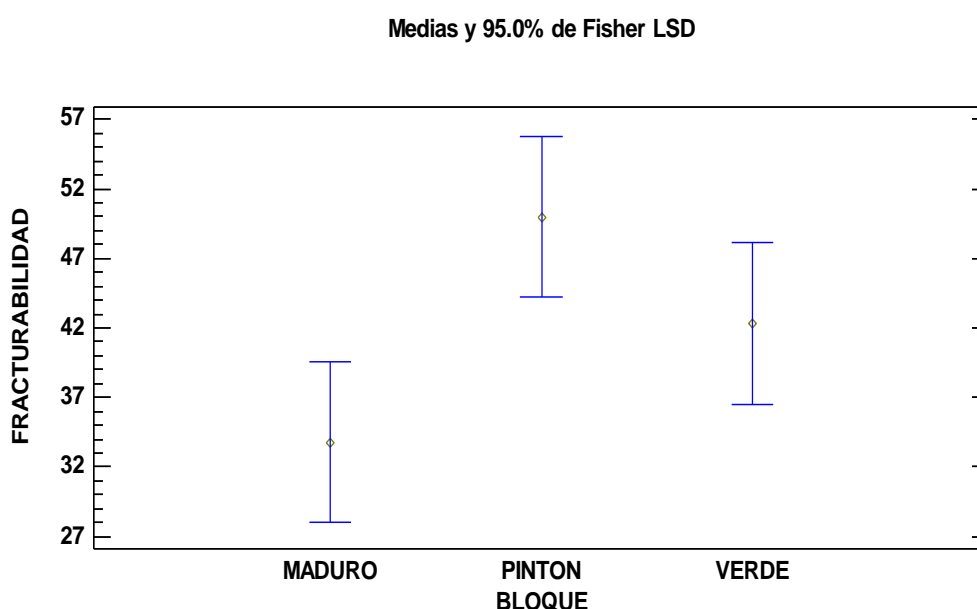


Figura 61: Medias y Prueba de Fisher LSD para la Fracturabilidad (N) en galletas por Estado de Madurez

Es preciso aclarar que, si bien la HCM verde obtuvo el menor y mayor valor de fracturabilidad, en cuanto a promedio para 1.5 – 10% HCM, obtuvo 42.28 N, mientras que el HCM Pintón y Maduro, obtuvieron promedios de 50 N y 33.79 N respectivamente, de allí que existe una diferencia significativa entre ambos estados de madurez.

Por lo tanto, podemos decir que, si nos basamos solo en el estado de madurez independientemente del %HCM, el estado maduro es el que conseguiría la menor fracturabilidad en la galleta con una media de 33.79 N.

Tabla 42: Prueba de Múltiples Rangos LSD para la Fracturabilidad (N) en galletas por %HCM

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
0 - 10	*	-33,4167	16,424
1,5 - 8,5	*	-18,7433	16,424
1,5 - 10	*	-36,1033	16,424
3 - 10	*	-25,6833	16,424
5 - 10	*	-23,11	16,424
8,5 - 10	*	-17,36	16,424

Medias y 95,0% de Fisher LSD

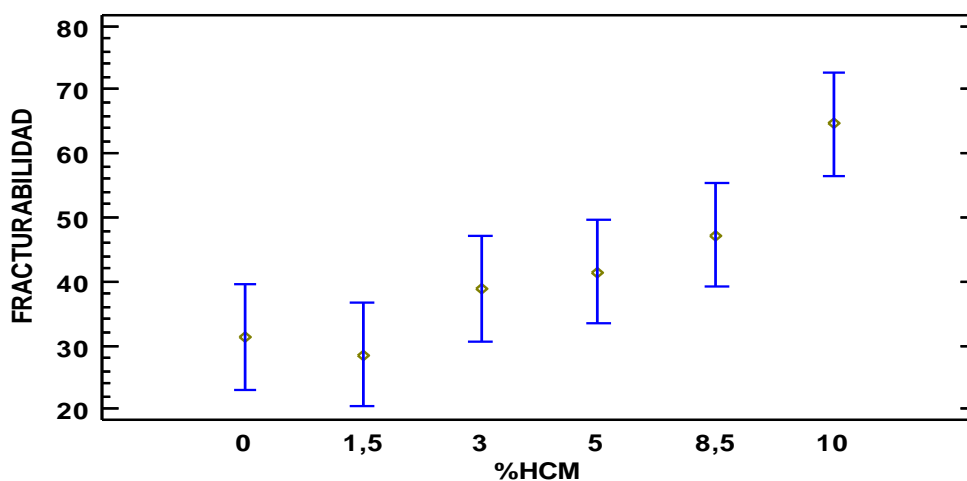


Figura 62: Medias y Prueba de Fisher LSD para la Fracturabilidad (N) en galletas por %HCM

Con respecto al %HCM como se observa en la Tabla 42, se obtuvieron un total de 6 medias con diferencias significativas, siendo la mayor diferencia encontrada con -36.1033 correspondiente al contrastar las medias de fracturabilidad cuando se incorpora a la galleta 1.5%HCM y 10%HCM, independientemente del estado de madurez.

Con ello podemos afirmar que el %HCM si influye estadísticamente en la fracturabilidad de las galletas, incrementándose su valor cuando es mayor la adición de %HCM a las galletas, por lo que para obtener la menor fracturabilidad es necesario solo adicionar 1.5% HCM obteniendo un promedio de 28.53 N, valor inferior al obtenido por la galleta control que fue de 31.22 N.

5.6 Evaluación química de las galletas

5.6.1 Evaluación del contenido (%) de grasas en las galletas.

La Tabla 43 muestra el % de grasa obtenido para cada uno de los tratamientos desarrollados.

Tabla 43: % de grasas de las galletas elaboradas.

Estado de madurez	% Harina de Cáscara de Mango	GRASAS (%)
Verde	0	12.25
Verde	1.5	13.61
Verde	3	13.85
Verde	5	19.18
Verde	8.5	19.72
Verde	10	19.81
Pintón	0	12.25
Pintón	1.5	11.14
Pintón	3	12.51
Pintón	5	13.35
Pintón	8.5	13.65
Pintón	10	13.76
Maduro	0	11.85
Maduro	1.5	12.49
Maduro	3	12.55
Maduro	5	12.72
Maduro	8.5	12.84
Maduro	10	12.87

La tabla 43 evidencia que el mayor valor de % de grasa la obtuvo la galleta a base de 10% HCM Verde con 19.81%, mientras que la menor % de grasa para la galleta con 1.5% HCM pintón con 11.14%, en cuanto a la galleta elaborada con 100% harina de trigo, T1 o control, logró un promedio de 12.25%.

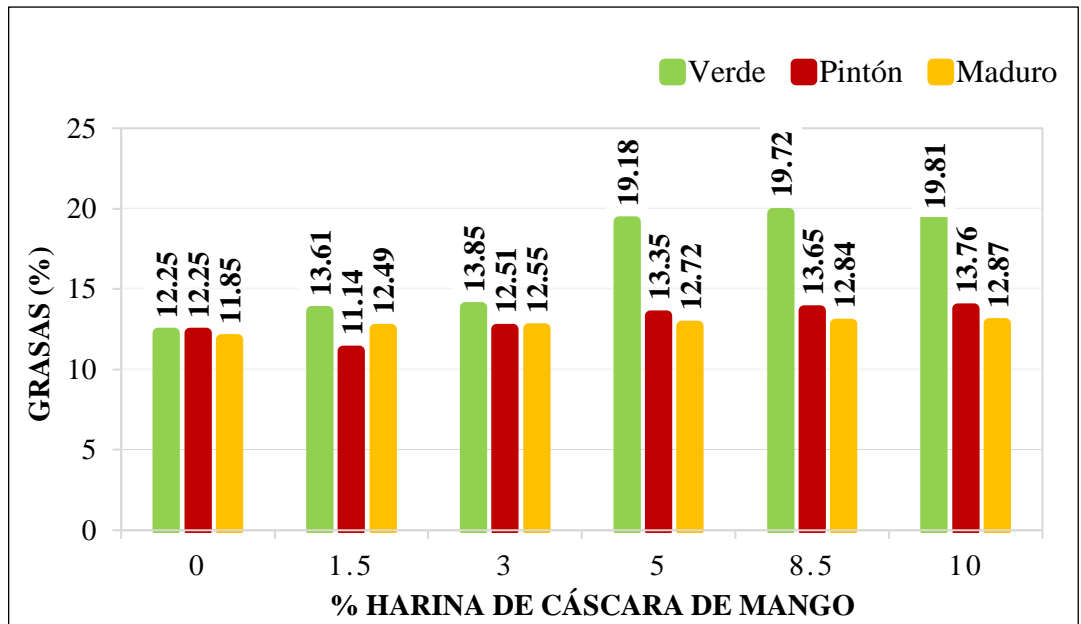


Figura 63: Gráfica del contenido de Grasas (%) en las galletas elaboradas

La figura 63 muestra que, los valores más altos de grasas están dados por la HCM en estado VERDE y dentro de ellas la sustitución con 10% de HCM logra 19.81% de grasas, siendo este superior a todos los tratamientos desarrollados.

Por otro lado, los valores más bajos (%) se obtuvieron para sustituciones mínimas de 1.5% de HCM. Del mismo modo se identifica que conforme aumenta el % de sustitución de HCM también aumenta el % de grasas, existiendo un efecto directamente proporcional entre ellas. Iniciando de 5% de sustitución hacia 10% se observa que a medida que aumenta el estado de maduración el % de grasa disminuye.

Los tratamientos en los que no hubo sustitución representarían los controles y bajo los cuales se podría comparar el efecto de la adición de HCM. Bajo esa importancia, resulta destacable mencionar que el % de grasa de los tratamientos control fueron en promedio 12.28% de grasa. Si comparamos este valor con el de una galleta comercial (elaborada solo con harina de trigo) como la VAINILLA DIA cuyo % de grasa es de 12 % (ver etiqueta en anexos) podremos corroborar que ambas se asemejan por ende su análisis respecto al de las galletas desarrolladas brindarán una comparación con esta marca comercial. Se presentaron de manera general % de grasa superiores al tratamiento control (100% harina de trigo) y galleta comercial

VAINILLA DIA, por lo que podemos inferir que el % de grasa presente en la harina de cascara de mango influye y contribuye al aumento del % de grasa en la galleta sobre todo cuando la harina se elabora con cáscara de mango VERDE.

Tabla 44: Análisis de Varianza para el contenido de Grasas (%) en galletas.

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:%HCM	39.9361	5	7.98722	2.60	0.1007
B:Estado de madurez	48.6545	2	24.3273	7.93	0.0104
RESIDUOS	27.626	9	3.06955		
TOTAL (CORREGIDO)	122.585	16			

Todas las razones-F se basan en el cuadrado medio del error residual

La tabla ANOVA descompone la variabilidad del contenido de GRASAS (%) en contribuciones debidas a varios factores. Los valores-P prueban la significancia estadística de cada uno de los factores. Puesto que un valor-P es menor que 0.05, el factor ESTADO DE MADURACIÓN tiene un efecto estadísticamente significativo sobre el contenido de grasas (Tabla 44) con un 95.0% de nivel de confianza.

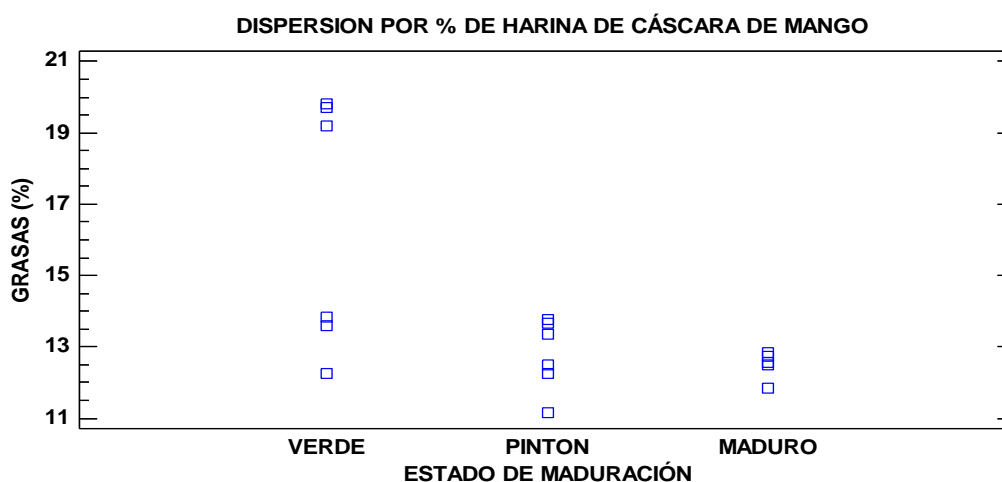


Figura 64: Gráfica de dispersión del % grasas por % de Harina de cáscara de mango

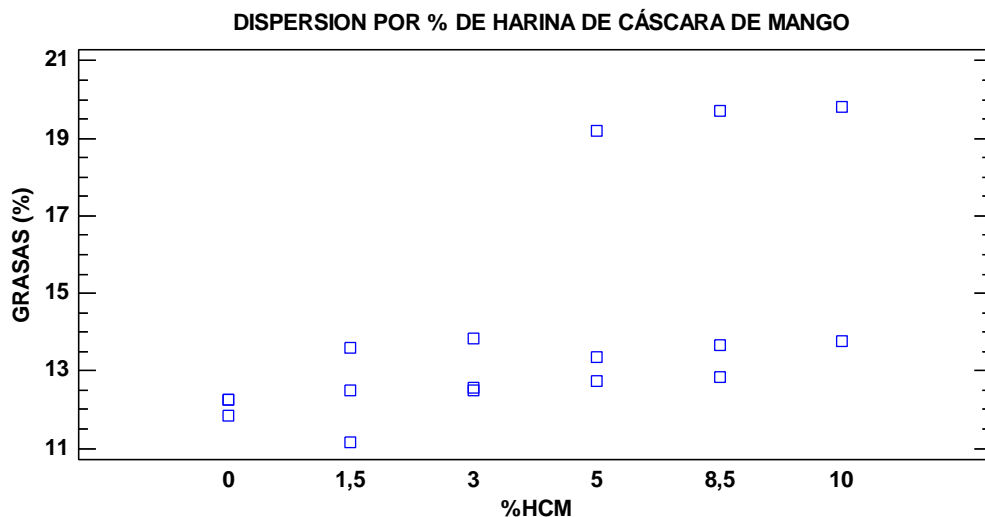


Figura 65: Gráfica de dispersión del % grasas por estado de madurez.

En la gráfica de dispersión de datos según el % de HCM en la formulación de galletas (figura 64), se agrupa en cada una de ellas los 3 estados de madurez, es así que se visualiza una mayor dispersión en sustituciones de 5%, 8.5 y 10% de HCM tras el cambio de estado de maduración, es decir el % de Grasas varía considerablemente por cada nivel de estado de madurez, sobre todo cuando con 10% HCM se obtiene 19.81% de grasa (HCM verde) y 12.87% de grasa (HCM maduro). Esta variación es significativamente estadística por lo que se puede afirmar que el estado de maduración influye en el % de grasas de las galletas.

La grafica de dispersión de datos (figura 65) por estados de madurez del mango (verde, pintón y maduro) con el que se obtuvo la HCM, agrupa de manera individual el % de grasa obtenido para las 6 sustituciones (%). Para cada uno de los estados de madurez, pintón y maduro, se han obtenido valores más cercanos de grasa respecto al incremento del % de sustitución. Algo similar sucedió con el estado de madurez verde, ya que presenta valores de % de grasa relativamente cercanos entre sí (por nivel de % de sustitución), por ello el factor de %HCM resulto no ser significativo ($p < 0.05$).

En conclusiones el % de grasa de las galletas disminuye con el incremento del estado de madurez del fruto con el que se elabora la HCM. Se obtuvieron valores más altos para HCM VERDE, además el incremento del % de sustitución no resulta ser un factor que influya significativamente en el contenido de grasas de las galletas.

Tabla 45: Prueba de Múltiples Rangos LSD para el % de Grasas en galletas por Estado de Madurez.

<i>Contraste</i>	<i>Sig.</i>	<i>Diferencia</i>	<i>+/- Límites</i>
VERDE - PINTON	*	3.62667	2.28824
VERDE - MADURO	*	3.47433	2.45386

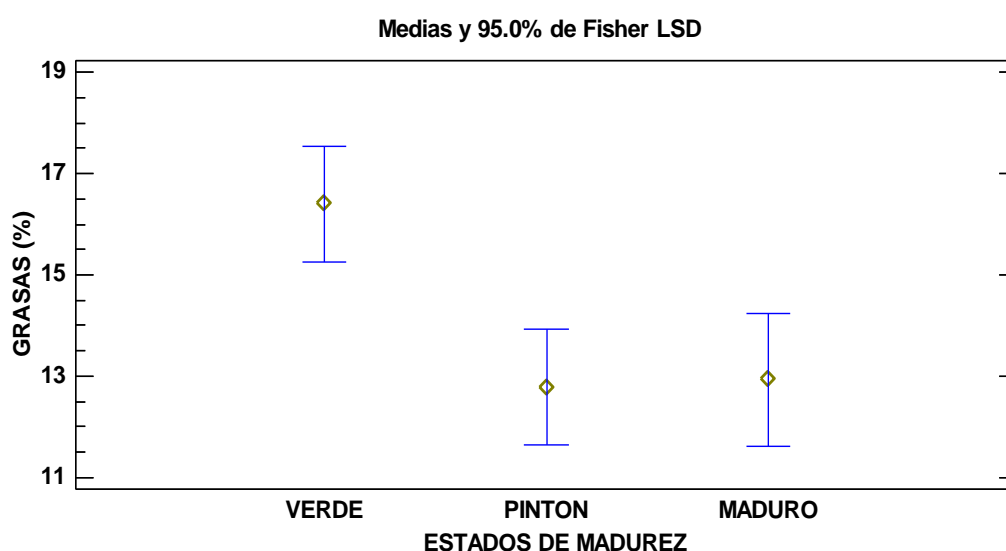


Figura 66: Medias y Prueba de Fisher LSD para el % de grasas en galletas

Mediante la Tabla 45 y la figura 66, observamos que, al comparar las medias de los % de grasas respecto a los estados de madurez de la HCM, existen diferencias significativas entre dos pares de estados de madurez, los cuales son Verde-Pintón y Verde-Maduro, siendo el primero el de mayor diferencia. Además, la figura muestra que el estado VERDE posee mayor % de grasa promedio en relación a las galletas elaboradas con HCM pintón y maduro.

Con ello podemos concluir que el estado de Madurez que otorga mayor % grasa a la galleta es la HCM en estado verde con un promedio de 16.5% de grasa.

Cedeño y Zambrano (2014) reportaron valores similares de grasa (20.10%) en galletas elaboradas con 12% de harina de cascara de mango, mientras que en esta investigación con 10% de HCM verde se obtuvo 19.81% de grasa, estos valores indican que es posible obtener mayores % de grasa en las galletas si se incrementa el % de sustitución de la HCM, lo cual abre a nuevas investigaciones tanto fisicoquímicas como sensorial, dado que es importante identificar el grado de preferencia del consumidor por esta galletas.

Tabla 46: Prueba de Múltiples Rangos LSD para el % de grasas en galletas por % de Harina de Cáscara de Mango.

<i>Contraste</i>	<i>Sig.</i>	<i>Diferencia</i>	<i>+/- Límites</i>
0 - 8,5	*	-3.28667	3.23605
0 - 10	*	-4.11467	3.68967
1,5 - 10	*	-3.818	3.68967

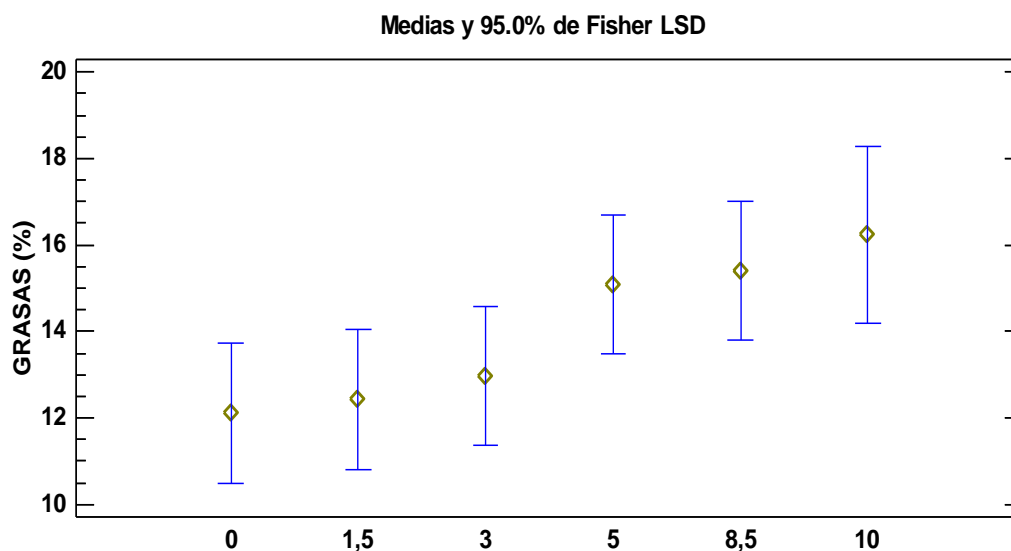


Figura 67: Medias y Prueba de Fisher LSD para % de grasas en galletas por % de Harina de Cáscara de Mango.

La tabla 46 muestra los pares de medias que presentan diferencia significativa entre ellas. Esto resulta ser una análisis adicional y diferente al ANOVA (en donde se identificó que el % de HCM no presenta un efecto significativo al % de grasas) dado que aquí solo se analizan los pares promedios por % de sustitución de forma individual. Es así que se obtuvieron 3 pares de media que resultaron se significativos, siendo estos los % extremos de sustitución de HCM (0% con 10%, 0% con 8.5% y 1.5% con 10), en los tres casos coincide con que una sustitución más alta, como 10% HCM permite tener mayor diferencia de% de grasa en relación a una galleta sin sustitución (0% HCM) o con una de baja sustitución (1.5%).

El comportamiento de la figura 67 indica un efecto directamente proporcional entre el % de HCM y el % de grasa en las galletas, dado que a medida que se da un incremento en la sustitución por HCM se incrementa el % de grasa obtenido en las galletas, no obstante, cabe destacar que este factor no resultó significativo según el análisis estadístico.

5.6.2 Evaluación de cenizas en las galletas

La Tabla 47 y la figura 68 muestran los % Cenizas para los 18 tratamientos de las galletas a base de harinas de trigo y harina de cáscara de mango (HCM) en tres estados de madurez (verde, pintón y maduro).

Tabla 47: % Cenizas de las galletas a base de harinas de trigo y harina de cáscara de mango (HCM) en tres estados de madurez.

ESTADO DE MADUREZ	HARINA CASCARA MANGO (%)	CENIZAS (%)
Verde	0	2.1
Verde	1.5	2.05
Verde	3	2.15
Verde	5	2.09
Verde	8.5	2.16
Verde	10	2.19
Pintón	0	2.1
Pintón	1.5	2.3
Pintón	3	2.8
Pintón	5	2.18
Pintón	8.5	2.33
Pintón	10	3.21
Maduro	0	2.8
Maduro	1.5	2.5
Maduro	3	2.79
Maduro	5	2.85
Maduro	8.5	3.14
Maduro	10	3.29

Gráficamente se observa que el mayor % Cenizas la obtuvo la galleta elaborada con 10% HCM Maduro con un valor de 3.29%, mientras que la galleta con 1.5% HCM Verde alcanzó el menor % cenizas con 2.05%, por otro lado, la galleta a base de 100% harina de trigo (T1), presentó un valor promedio de 2.3% de Cenizas.

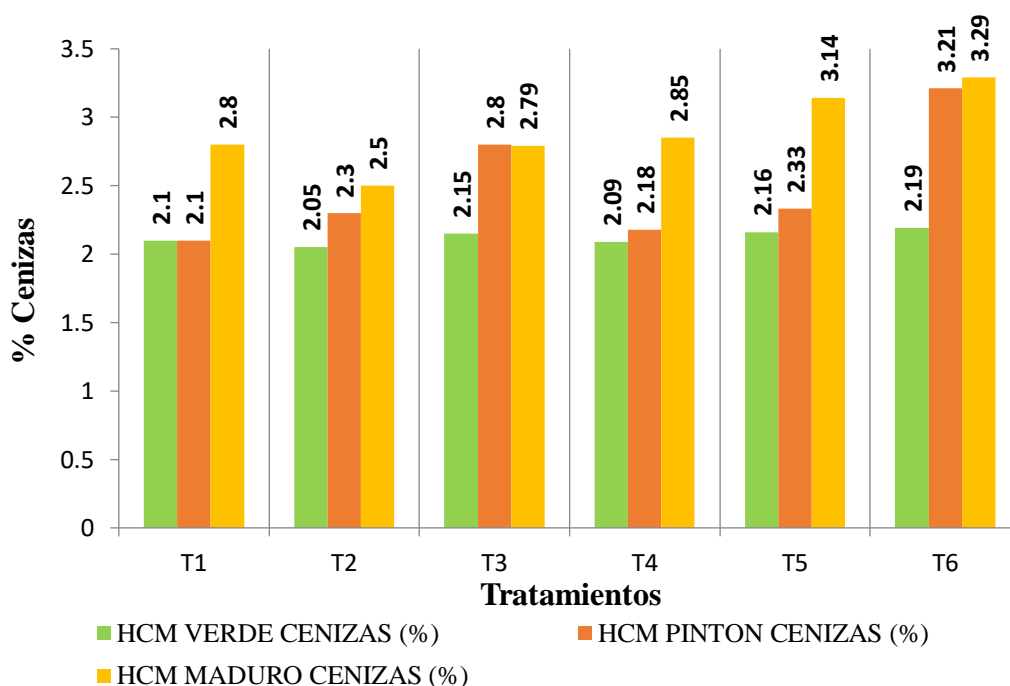


Figura 68: % Cenizas de las galletas a base de harinas de trigo y harina de cáscara de mango (HCM) en tres estados de madurez

Como se puede apreciar el % cenizas en las galletas es mayor cuando se incorpora HCM en estado maduro, a pesar de obtener valores similares en los estados pintón y maduro para una incorporación de 3 y 10% de HCM.

Lo cual puede deberse a que HCM en estado maduro presentó mayor contenido % cenizas con $3.825 \pm 0.115\%$ mientras que en estado pintón y verde tuvo $3.563 \pm 0.140\%$ y $3.240 \pm 0.2848\%$ respectivamente, este incremento puede deberse a la reducción de humedad que ocurre cuando el fruto madura haciendo que el contenido en cenizas (minerales) se concentre.

Tabla 48: Análisis de varianza para el contenido de Cenizas (%) de galletas a base de harinas de trigo y harina de cáscara de mango (HCM) en tres estados de madurez

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:%HCM	0,769117	5	0,153823	2,73	0,0827
B:ESTADOS DE MADUREZ	1,78843	2	0,894217	15,89	0,0008
RESIDUOS	0,5629	10	0,05629		
TOTAL (CORREGIDO)	3,12045	17			

Nota. *Valores estadísticamente significativos al 5% de significancia ($p < 0.05$)

La tabla ANOVA permite determinar de forma estadística si la variabilidad del %Cenizas de las galletas se debe al %HCM y el estado de madurez, en este caso solo el efecto B: Estado de Madurez resulto estadísticamente significativo al presentar un valor-P menor que 0.05, a un nivel de confianza del 95.0%.

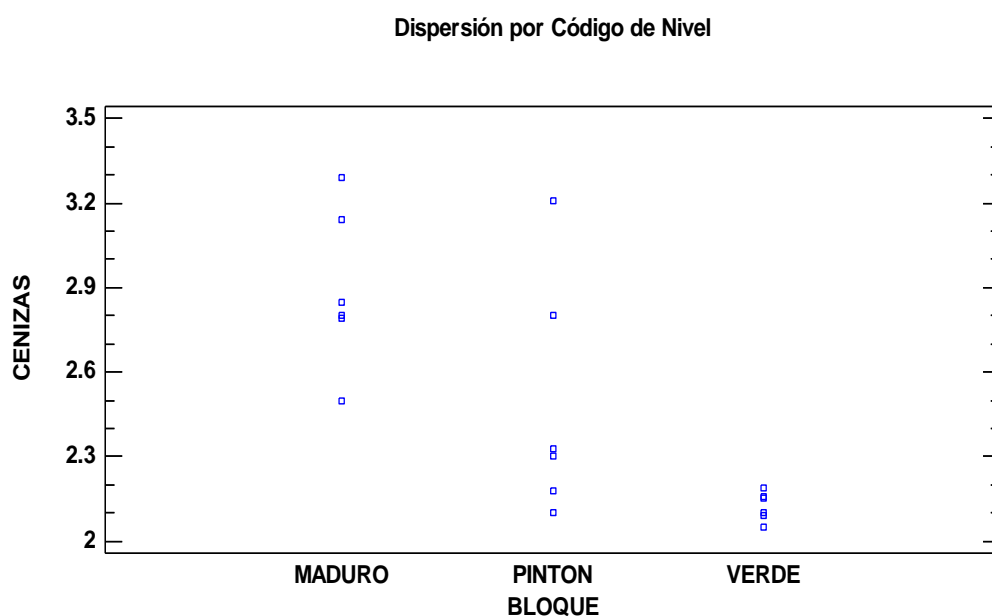


Figura 69: Gráfica de dispersión para Cenizas (%) de las galletas a base de harinas de trigo y harina de cáscara de mango (HCM) en tres estados de madurez

En la gráfica de dispersión se observa claramente que en el estado verde la galleta obtuvo valores cercanos en % cenizas con un rango de 2.05 a 2.19% para una adición de 1.5 a 10% de HCM, mientras que hubo mayor dispersión en los valores del % ceniza cuando a la galleta se le adiciona HCM en estado pintón o maduro.

Es necesario aclarar que la HCM contribuye mayoritariamente en el % de cenizas a pesar de solo sustituir a la harina de trigo como máximo en 10%, ello debido a que la harina de trigo solo presentó 0.42 ± 0.056 %, recordemos que los minerales que aporta el mango son el calcio, potasio, magnesio, sodio, hierro y zinc, (González, L, 2013, citado por Atoche y García, 2017).

Tabla 49: Prueba de Múltiples Rangos LSD para el contenido de Cenizas (%) en galletas por Estado de Madurez

<i>Contraste</i>	<i>Sig.</i>	<i>Diferencia</i>	<i>+/- Límites</i>
MADURO - PINTON	*	0.408333	0.30521
MADURO - VERDE	*	0.771667	0.30521
PINTON - VERDE	*	0.363333	0.30521

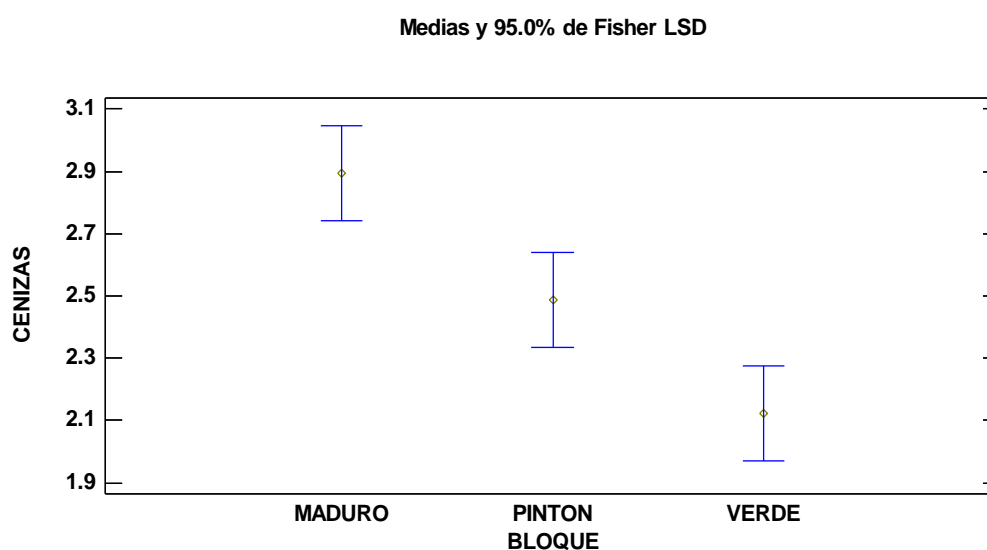


Figura 70: Medias y Prueba de Fisher LSD para el contenido de Cenizas (%) en galletas por Estado de Madurez

Como se aprecia para el estado de madurez hubo 3 pares de estados de madurez que al contrastarlos presentaron diferencias significativas, los cuales fueron Maduro – Pintón, Maduro – Verde y Pintón – Verde, estas diferencias se visualizan mejor en la gráfica de medias de Fisher, asimismo se observa que el mayor % de cenizas en las galletas se da cuando se adiciona HCM maduro con un promedio de 2.9%.

En otras investigaciones se reportaron valores de % cenizas de 2.17% para una galleta elaborada con 8% de harina de cáscara de mango y 92% de harina de trigo (Cedeño y Zambrano, 2014), mientras que Atoche y García (2017), consiguieron $3.177 \pm 0.006\%$ Cenizas para una galleta con incorporación de 20% de harina de cascara de mango var. Kent.

Con respecto a la galleta comercial Vainilla marca Field en su información nutricional solo presenta 2 mg de hierro por porción (37g), en cuanto al contenido en calcio es insignificante, mientras que para las galletas integrales de la marca Costa no menciona el contenido en ningún mineral, a excepción del sodio (640 mg/100g).

Tabla 50: Prueba de Múltiples Rangos LSD para el contenido de Cenizas (%) en galletas por %HCM

<i>Contraste</i>	<i>Sig.</i>	<i>Diferencia</i>	<i>+/- Límites</i>
0 - 10	*	-0,563333	0,431632
1,5 - 10	*	-0,613333	0,431632
5 - 10	*	-0,523333	0,431632

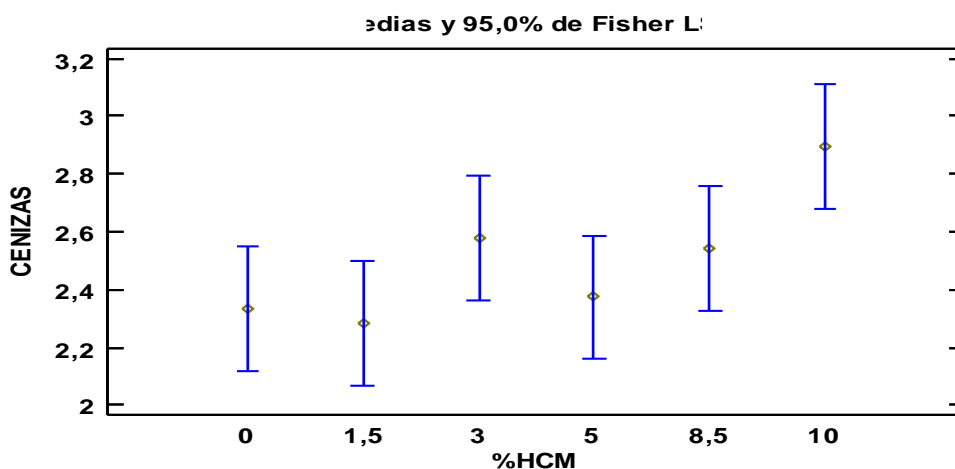


Figura 71: Medias y Prueba de Fisher LSD para el contenido de Cenizas (%) en galletas por %HCM

En relación al %HCM, si bien este no fue significativo, al contrastar las medias de cada %HCM se obtuvieron 3 grupos, siendo estos de 0-10%. 1.5 – 10% y 5 a 10%, como se aprecia en la gráfica de medias de Fisher los valores promedios en %cenizas de las galletas resultaron similares cuando se adicionaron 0, 1.5, 3 % HCM indistintamente del estado de madurez, lo cual origina que la diferencia sea significativa con respecto al 10% HCM que proporciona el mayor valor de %cenizas en las galletas con un promedio de 2.9%.

Por ello podemos concluir que incorporando a la galleta 10% HCM en estado Maduro se obtendrá 3.29% de cenizas, destacando los minerales de calcio, potasio, magnesio, sodio, hierro y zinc (Menéndez, M, 2013., citado por Atoche y García, 2017).

5.7 Análisis sensorial de las galletas

Tabla 51: Puntuación promedio del Análisis Sensorial de las galletas elaboradas

TRATAMIENTO	% HARINA DE CASCARA DE MANGO	COLOR	AROMA	TEXTURA	SABOR	% DE INTENCION DE COMPRA
Verde	0	6.67	6.51	7.25	7.75	69
Verde	1.5	6.75	6.25	7.75	6.25	69
Verde	3	7.15	6.75	6.52	7.13	72
Verde	5	8.15	7.25	6.58	7.25	68
Verde	8.5	7.14	6.25	6.54	7.75	75
Verde	10	8.25	6.52	7.75	8.25	80
Pintón	0	6.33	6.67	7.15	7.33	68
Pintón	1.5	6.33	5.33	8.35	7.65	66
Pintón	3	7.85	5.33	7.95	7.67	67
Pintón	5	5.67	5.45	6.32	7.32	59
Pintón	8.5	6.67	5.67	7.55	7.35	66
Pintón	10	6.33	6.32	5.67	6.67	61
Maduro	0	7	7	7	6.67	70
Maduro	1.5	7.67	6.33	6.33	6	67
Maduro	3	7.02	5.67	5.67	5.33	68
Maduro	5	6.8	6.67	6.67	6.33	78
Maduro	8.5	7.67	5.85	5	6.67	67
Maduro	10	7.33	8	8	8.67	71

5.7.1 Color

La Tabla 52 muestra la puntuación promedio obtenida para los 18 tratamientos desarrollados, en un total de 100 panelistas evaluados.

Tabla 52: Valores de puntuación promedio para el atributo sensorial de color de superficie.

ESTADO DE MADUREZ	%HARINA DE CÁSCARA DE MANGO	COLOR
Verde	0	6.67
Verde	1.5	6.75
Verde	3	7.15
Verde	5	8.15
Verde	8.5	7.14
Verde	10	8.25
Pintón	0	6.33
Pintón	1.5	6.33
Pintón	3	7.85
Pintón	5	5.67
Pintón	8.5	6.67
Pintón	10	6.33
Maduro	0	7.00
Maduro	1.5	7.67
Maduro	3	7.02
Maduro	5	6.8
Maduro	8.5	7.67
Maduro	10	7.33

Sin duda alguna el color es un atributo sensorial importante, dado que es una de las primeras características que el consumidor detecta. Su aspecto visual inclusive puede determinar la aceptación o rechazo de un producto, por ello resulta importante analizar dentro de los 18 tratamientos desarrollados, cual es el que los panelistas prefieren.

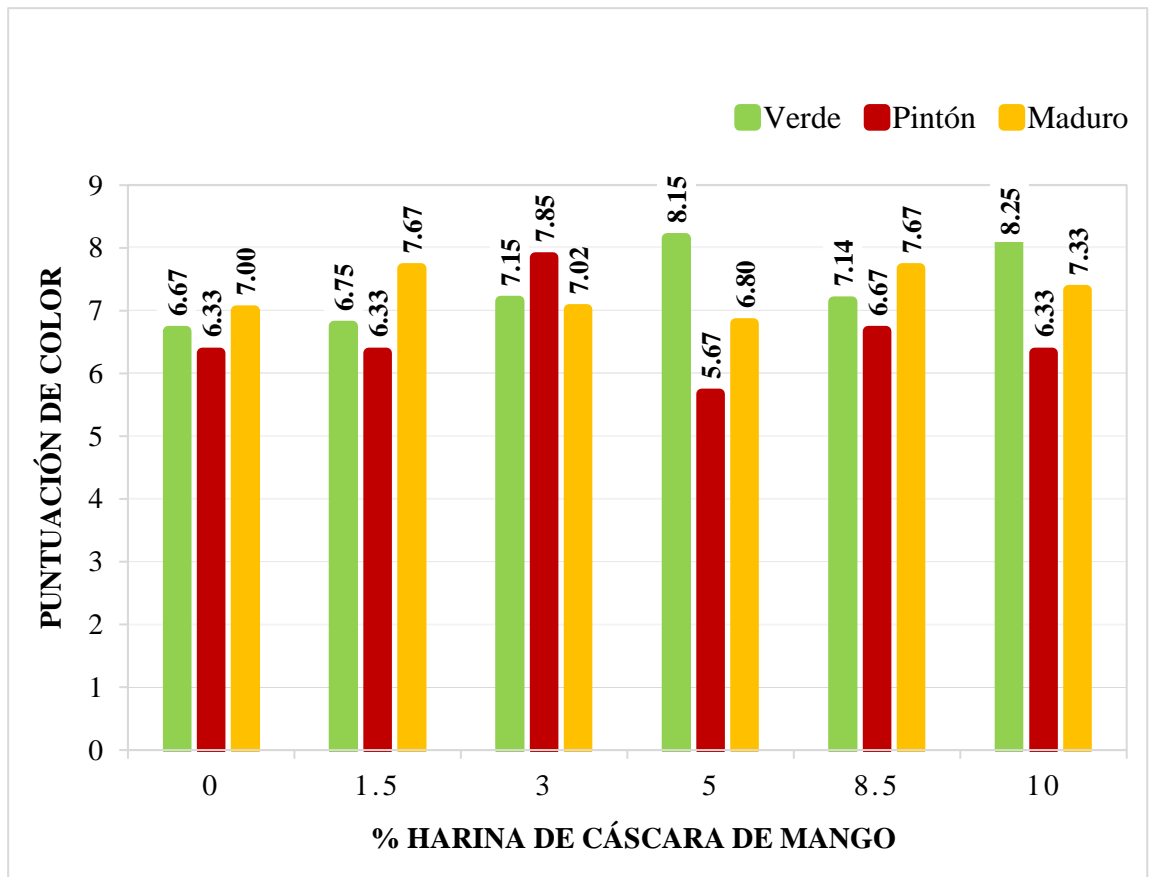


Figura 72: Gráfica de la puntuación promedio para *COLOR* sensorial en las galletas elaboradas.

La figura 72 muestra que las puntuaciones promedio obtenidas por los panelistas para la preferencia de *COLOR* oscilan entre 5.67 y 8.25. El mayor puntaje de preferencia de *COLOR* lo obtuvo la conformada por 10% de HCM verde dado que se obtuvo un puntaje de 8.25 de un total de 9 puntos. Mientras que el tratamiento que tuvo el más bajo puntaje fue de 5% de HCM pintón (5.67 de puntuación). Estos resultados nos indican que no hay un efecto negativo o de rechazo hacia las galletas debido a la sustitución de harina de trigo por HCM y en sus diferentes estados de madurez., dado que las puntuaciones de las formulaciones incluso superan a los tratamientos en donde no hubo sustitución (6.33).

Tabla 53: Análisis de Varianza para la puntuación de COLOR sensorial en galletas.

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:%HCM	1.06813	5	0.213627	0.47	0.7936
B: ESTADO DE MADUREZ	2.40363	2	1.20182	2.62	0.1216
RESIDUOS	4.58703	10	0.458703		
TOTAL (CORREGIDO)	8.0588	17			

Nota. Todas las razones-F se basan en el cuadrado medio del error residual

La tabla ANOVA presentada en la Tabla 53 indica que no existe diferencia significativa estadística al 95% de confianza, en otras palabras, no existe efecto del % de HCM y estado de madurez del fruto en la calificación que tienen los panelistas.

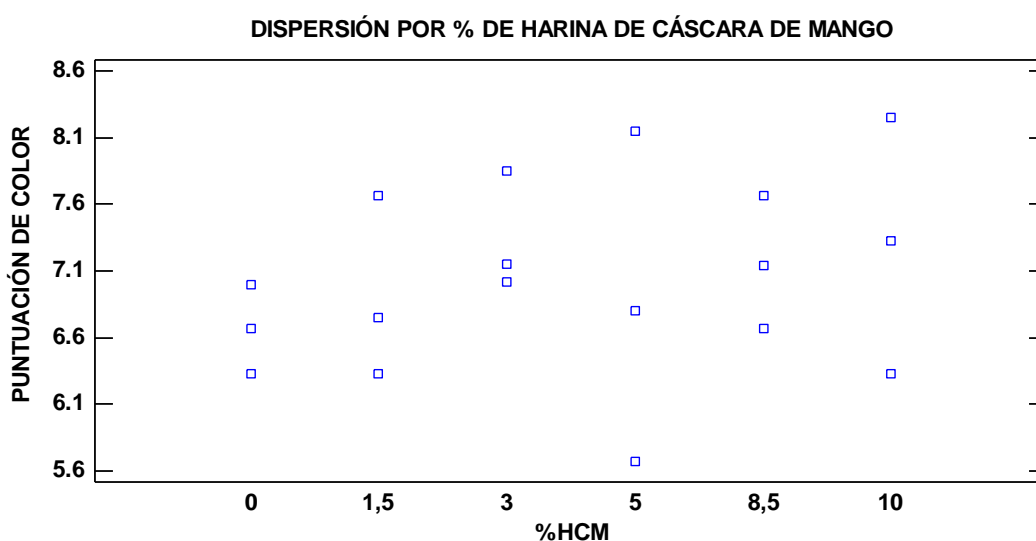


Figura 73: Gráfica de dispersión de la puntuación de COLOR sensorial por % de Harina de cáscara de mango en galletas.

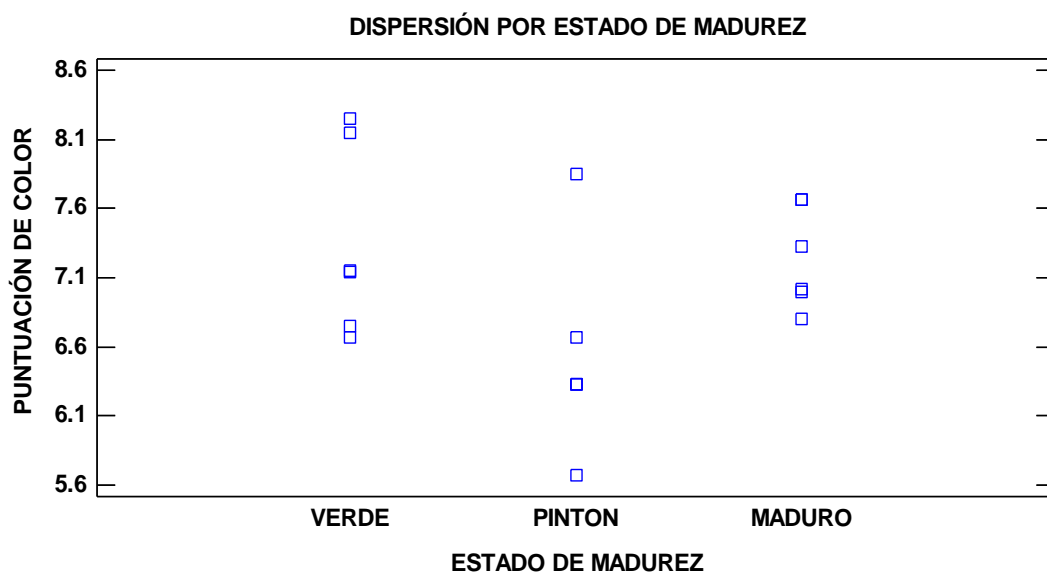


Figura 74: Gráfica de dispersión de la puntuación de COLOR sensorial por Estado de Madurez

La grafica de dispersión de datos según el % de HCM en la formulación de galletas (figura 73) agrupa a cada una de ellas los 3 diferentes estados de madurez, es así que se observa una mayor dispersión para una sustitución de 3% y 10%, esto indica que para estas concentraciones la puntuación que otorga el panelista respecto a los 3 diferentes estados de madurez son dispados, mientras que para los demás % de sustitución las puntuaciones son más cercanas.

La grafica de dispersión de datos (Figura 74) según el estado de madurez del mango (verde, pintón y maduro) con el que se obtuvo la HCM, agrupa de manera individual las puntuaciones obtenidas para las 6 sustituciones, como se aprecia para el estado Pintón se han obtenido valores más disporsos o diferentes entre sí, por consiguiente allí se connota el efecto del incremento de la sustitución, no obstante estos no tienen una tendencia única, dado que la puntuación aumenta y baja sin un orden creciente o decreciente de sustitución. Podemos atribuir este efecto a la preferencia única y diferente que tiene el panelista respecto a las galletas, así como el hecho de que los panelistas no son entrenados por lo que probablemente no detectan los cambios mínimos de sustitución y por consiguiente su efecto o cambio en el color de las galletas.

Tabla 54: Prueba de Múltiples Rangos de la puntuación de COLOR sensorial en galletas por Estado de Madurez.

<i>Contraste</i>	<i>Sig.</i>	<i>Diferencia</i>	<i>+/- Límites</i>
VERDE - PINTON	*	0.821667	0.871262
VERDE - MADURO	*	0.103333	0.871262
PINTON - MADURO	*	-0.718333	0.871262

La Tabla 54 indica que no existe diferencia significativa entre los pares de medias respecto al estado de maduración, es decir la diferencia del promedio de puntuación que existe entre ellas no es lo suficientemente alta como para ser estadísticamente significativa.

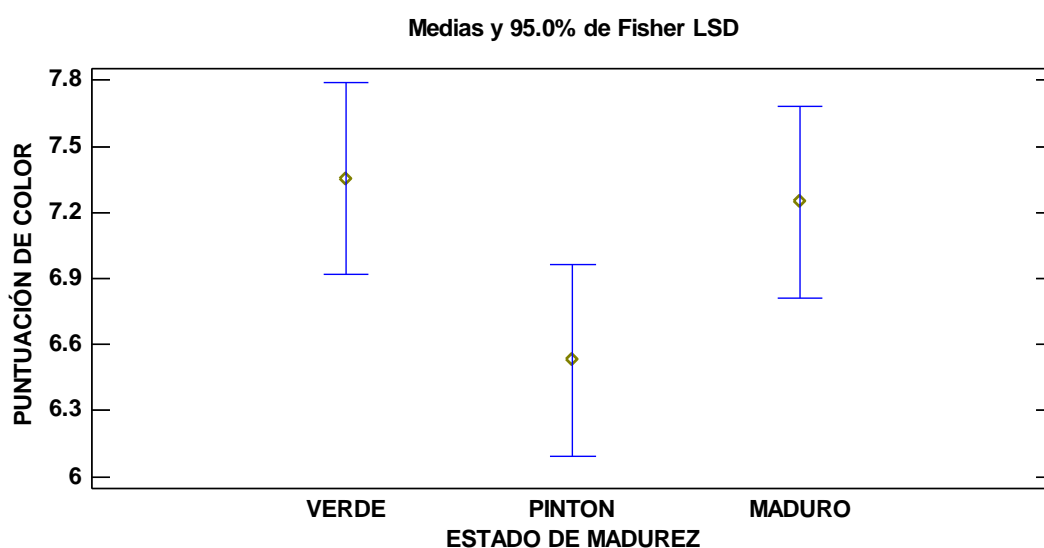


Figura 75: Medias y Prueba de Fisher LSD de la puntuación de COLOR sensorial en galletas por Estado de Madurez

No obstante, se observa en la figura 75 que la HCM verde y HCM maduro presentaron las más altas puntuaciones otorgadas por los panelistas.

Tabla 55: Prueba de Múltiples Rangos LSD para la puntuación del COLOR sensorial en galletas por % de Harina de Cáscara de Mango.

<i>Contraste</i>	<i>Sig.</i>	<i>Diferencia</i>	<i>+/- Límites</i>
0 - 1,5		-0.25	1.23215
0 - 3		-0.673333	1.23215
0 - 5		-0.206667	1.23215
0 - 8,5		-0.493333	1.23215
0 - 10		-0.636667	1.23215
1,5 - 3		-0.423333	1.23215
1,5 - 5		0.0433333	1.23215
1,5 - 8,5		-0.243333	1.23215
1,5 - 10		-0.386667	1.23215
3 - 5		0.466667	1.23215
3 - 8,5		0.18	1.23215
3 - 10		0.0366667	1.23215
5 - 8,5		-0.286667	1.23215
5 - 10		-0.43	1.23215
8,5 - 10		-0.143333	1.23215

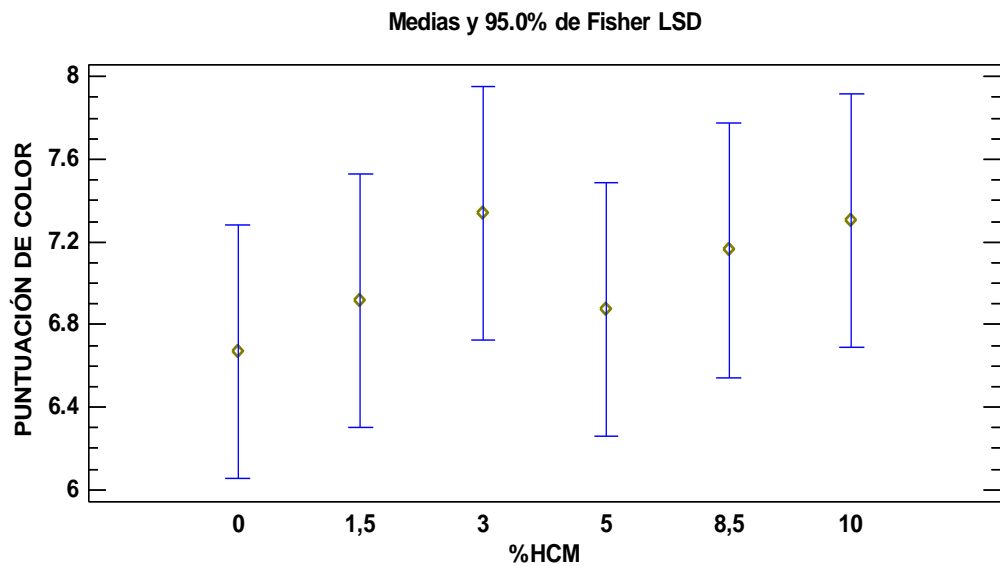


Figura 76: Medias y Prueba de Fisher LSD para la puntuación de COLOR sensorial en galletas por % de Harina de Cáscara de Mango.

En la Tabla 55 no se han reportado diferencia significativa entre los pares de medias respecto al % de HCM, por lo tanto, la diferencia del promedio de puntuación que existe entre ellas no es lo suficientemente alta para ser estadísticamente significativa.

Sin embargo, se observa en la figura 76 que la sustitución por 3% y 10% de HCM presentan las más altas puntuaciones concedidas por los panelistas.

5.7.2 Aroma

La Tabla 56 y la figura 77 muestran los puntajes promedios, obtenidos a partir del análisis sensorial mediante la prueba de escala hedónica de 9 puntos para un total de 100 panelistas, para el Aroma de las galletas de los 18 tratamientos a base de harinas de trigo y harina de cáscara de mango (HCM) en tres estados de madurez (verde, pintón y maduro).

Tabla 56: Puntaje promedio para el Aroma de las galletas a base de harinas de trigo y harina de cáscara de mango (HCM) en tres estados de madurez

ESTADO DE MADUREZ	HARINA CASCARA MANGO (%)	AROMA
Verde	0	6.51
Verde	1.5	6.25
Verde	3	6.75
Verde	5	7.25
Verde	8.5	6.25
Verde	10	6.52
Pintón	0	6.67
Pintón	1.5	5.33
Pintón	3	5.33
Pintón	5	5.45
Pintón	8.5	5.67
Pintón	10	6.32
Maduro	0	7
Maduro	1.5	6.33
Maduro	3	5.67
Maduro	5	6.67
Maduro	8.5	5
Maduro	10	8

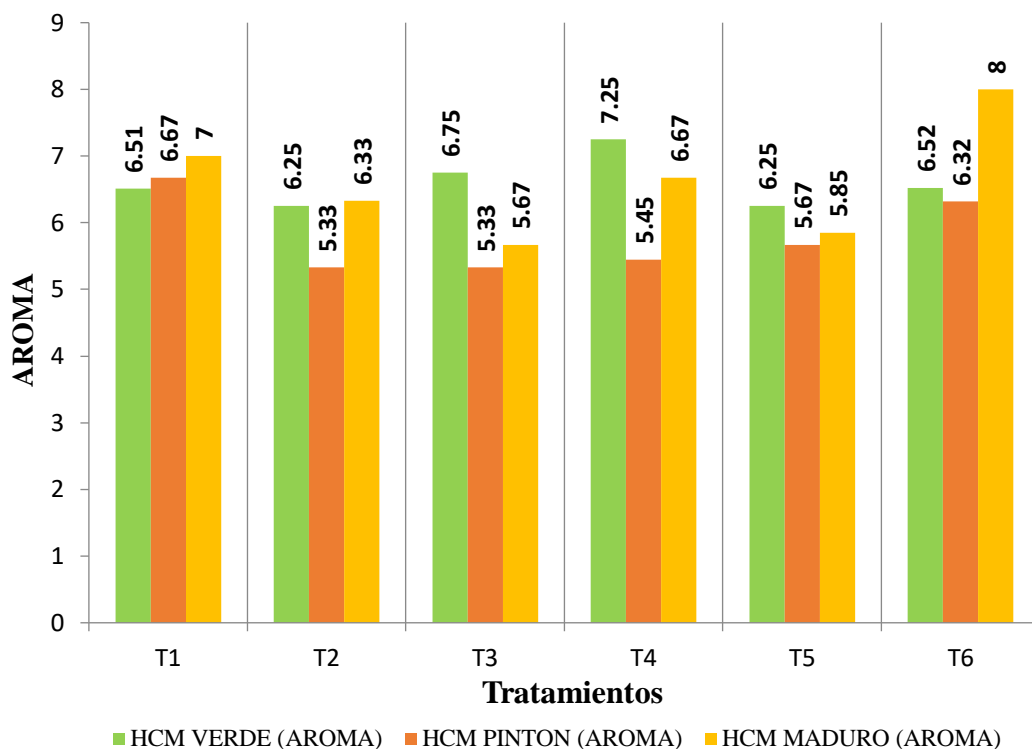


Figura 77: Puntaje promedio para el Aroma de las galletas a base de harinas de trigo y harina de cáscara de mango (HCM) en tres estados de madurez

Gráficamente se observa que el mayor puntaje en cuanto al aroma la obtuvo la galleta elaborada con 10% HCM Maduro con una puntuación de 8, mientras que la galleta con 1.5% HCM Pínton alcanzó la menor puntuación con un promedio de 5.33, por otro lado, la galleta a base de 100% harina de trigo (T1), presentó un puntaje promedio de 6.73.

Es importante destacar el puntaje de 8 de 9 que obtuvo la galleta con 10% HCM Maduro, que indica que fue de gran agrado por los panelistas, ello pudo deberse al característico y agradable aroma del mango, por su contenido en lactonas, a la vez durante el proceso de maduración de las frutas se sintetizan aldehídos, cetonas y ésteres responsables del aroma del mango, aparecen también diversos compuestos volátiles responsables del aroma, mientras que en el estado verde hay pocos compuestos volátiles (Badui, 2012).

Tabla 57: Análisis de varianza para el Aroma de galletas a base de harinas de trigo y harina de cáscara de mango (HCM) en tres estados de madurez

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFECTOS PRINCIPALES					
A:%HCM	3,05767	5	0,611533	2,12	0,1454
B:ESTADO DE MADUREZ	2,51223	2	1,25612	4,36	0,0434
RESIDUOS	2,8785	10	0,28785		
TOTAL (CORREGIDO)	8,4484	17			

Nota. Todas las razones-F se basan en el cuadrado medio del error residual

La tabla ANOVA permite determinar de forma estadística si la variabilidad de los puntajes para el Aroma de las galletas se debe al %HCM y el estado de madurez, en este caso solo el efecto B: Estado de Madurez resulto estadísticamente significativo al presentar un valor-P menor que 0.05, a un nivel de confianza del 95.0%.

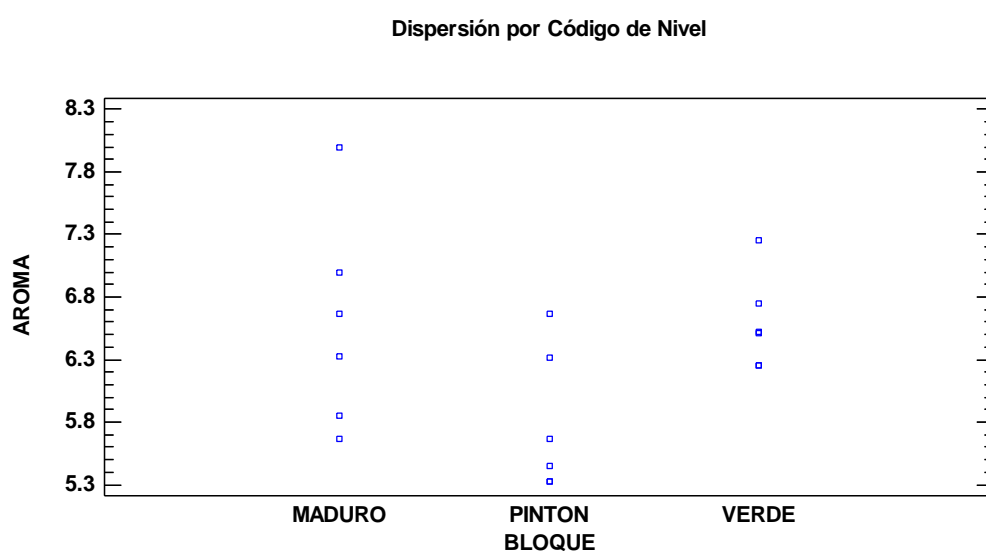


Figura 78: Grafica de dispersión para el Aroma de las galletas a base de harinas de trigo y harina de cáscara de mango (HCM) en tres estados de madurez

La gráfica de dispersión permite observar claramente como los puntajes promedios del aroma de las galletas se encuentran dispersados para cada estado de madurez (verde, pintón y maduro) cuando se incorpora a la galleta de 1.5 a 10% de HCM, encontrándose la mayor diferencia (2.15) en el estado maduro al pasar de 8.5% a 10% de HCM.

Por otro lado, tanto en el estado verde como pintón se observan menos puntos, lo cual se debe a que hubo puntajes similares o cercanos en cuanto a este atributo sensorial.

Tabla 58: Prueba de Múltiples Rangos LSD para el Aroma en las galletas por Estado de Madurez

<i>Contraste</i>	<i>Sig.</i>	<i>Diferencia</i>	<i>+/- Límites</i>
MADURO - PINTON	*	0.791667	0.690185
PINTON - VERDE	*	-0.793333	0.690185

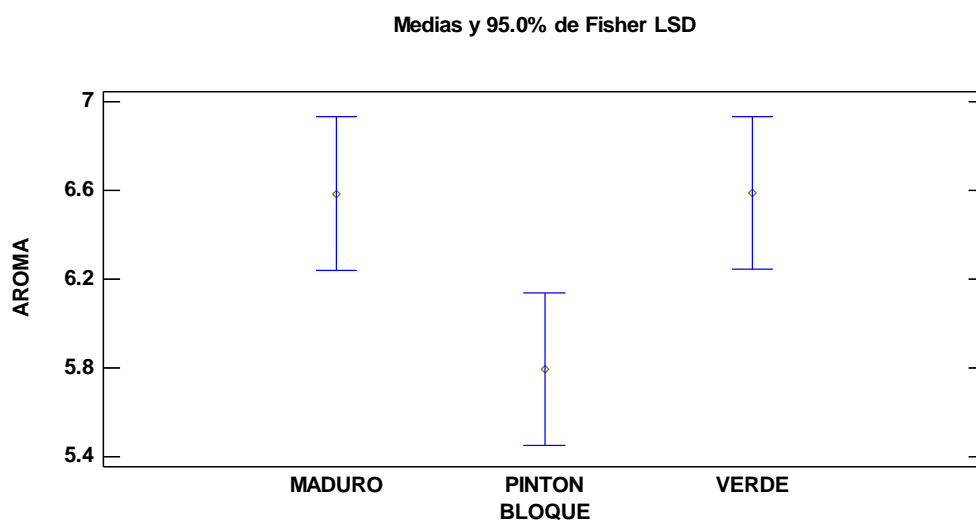


Figura 79: Medias y Prueba de Fisher LSD para el Aroma en las galletas por Estado de Madurez

Como se puede apreciar en la gráfica de medias de Fisher, el estado Pintón fue el estado de madurez de menor agrado por los panelistas en cuanto al aroma de las galletas, al registrar el menor puntaje promedio, asimismo se observa que tanto el estado de madurez Verde y Maduro obtuvieron el mismo puntaje promedio de 6.59, independientemente del %HCM, este puntaje indica que el agrado del aroma en las galletas fue moderado por parte los panelistas.

Por otra parte, con respecto al %HCM, si bien no resultó significativo, al realizar la prueba de Múltiples Rangos LSD, se obtuvieron 3 pares de medias con diferencias significativas, presentando todas valores negativos, que indican que el agrado del aroma de las galletas es mayor cuando se adiciona 10% HCM.

Tabla 59: Prueba de Múltiples Rangos LSD para el Aroma en las galletas por %HCM.

<i>Contraste</i>	<i>Sig.</i>	<i>Diferencia</i>	<i>+/- Límites</i>
1,5 - 10	*	-0,976667	0,97607
3 - 10	*	-1,03	0,97607
8,5 - 10	*	-1,02333	0,97607

Medias y 95,0% de Fisher LSD

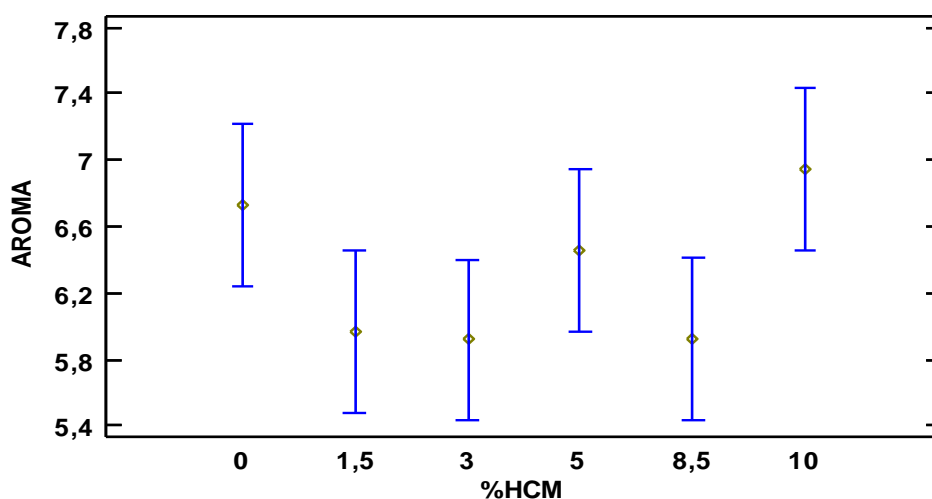


Figura 80: Medias y Prueba de Fisher LSD para el Aroma en las galletas por %HCM

En la gráfica de medias de Fisher para %HCM, se visualiza que tanto la galleta con 10% HCM y la galleta control 0%HCM, obtienen puntajes para el aroma similares, siendo estos 6.95 y 6.73 respectivamente independientemente del estado de madurez.

Según Cedeño y Zambrano (2014), encontraron diferencias significativas en el aroma de galletas a base de harinas de trigo y cáscara de mango,

reportando como mejor tratamiento la galleta con 12% HCM y 88% HT, con un puntaje de 6.85 que indica que el aroma de la galleta fue de mucho agrado.

Con ello podemos concluir que la mayor preferencia del aroma de las galletas se da cuando se incorpora 10% HCM en estado Maduro.

5.7.3 Textura

Se realizó un análisis sensorial mediante la prueba de escala hedónica de 9 puntos con 100 panelistas, para evaluar la Textura de las galletas de los 18 tratamientos a base de HT y HCM en tres estados de madurez (verde, pintón y maduro).

Tabla 60: Puntaje promedio para la Textura de las galletas a base de harinas de trigo y harina de cáscara de mango (HCM) en tres estados de madurez

ESTADO DE MADUREZ	HARINA CASCARA MANGO (%)	TEXTURA
Verde	0	7.25
Verde	1.5	7.75
Verde	3	6.52
Verde	5	6.58
Verde	8.5	6.54
Verde	10	7.75
Pintón	0	7.15
Pintón	1.5	8.35
Pintón	3	7.95
Pintón	5	6.32
Pintón	8.5	7.55
Pintón	10	5.67
Maduro	0	7
Maduro	1.5	6.33
Maduro	3	5.67
Maduro	5	6.67
Maduro	8.5	5
Maduro	10	8

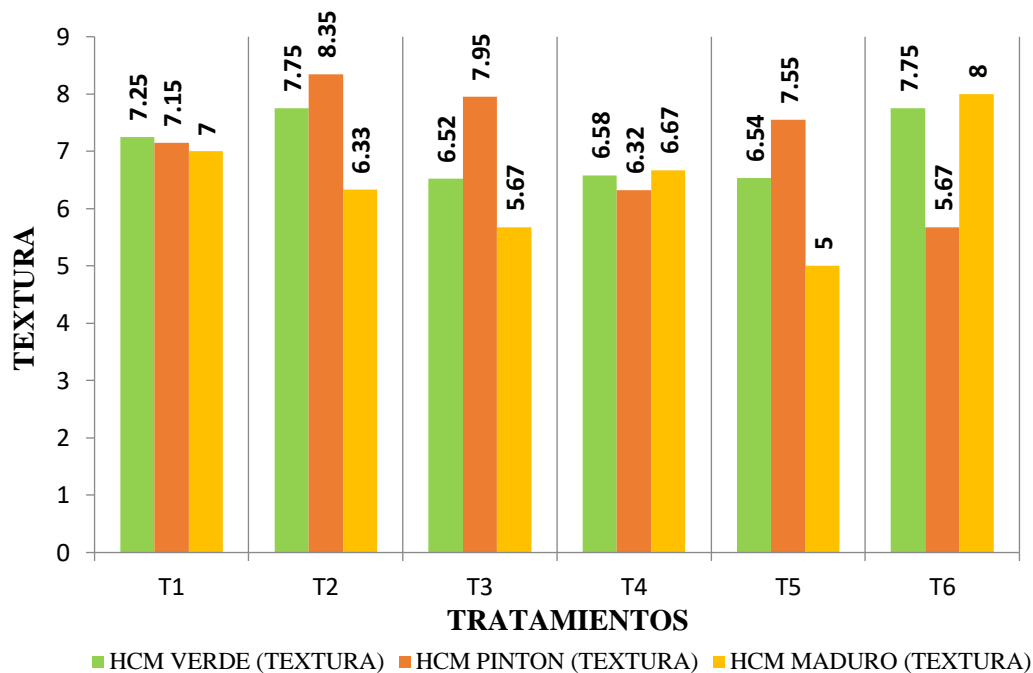


Figura 81: Puntaje promedio para la Textura de las galletas a base de harinas de trigo y harina de cáscara de mango (HCM) en tres estados de madurez

Gráficamente se observa que el mayor puntaje en cuanto a Textura la obtuvo la galleta elaborada con 1.5% HCM Pintón con una puntuación de 8.35, con descripción de “Me gusta mucho”, mientras que la galleta con 8.5% HCM Maduro alcanzó la menor puntuación con un promedio de 5, con descripción de “Ni me gusta/ni me disgusta”, por otro lado, la galleta a base de 100% harina de trigo (T1), presentó un puntaje promedio de 7.13, indicando un agrado moderado por parte de los panelistas.

Tabla 61: Análisis de varianza para la Textura de galletas a base de harinas de trigo y harina de cáscara de mango (HCM) en tres estados de madurez

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFECTOS					
PRINCIPALES					
A:%HCM	2,72672	5	0,545343	0,57	0,7254
B:ESTADO DE MADUREZ	1,8256	2	0,9128	0,95	0,4205
RESIDUOS	9,65033	10	0,965033		
TOTAL (CORREGIDO)	14,2026	17			

Nota. Todas las razones-F se basan en el cuadrado medio del error residual

La tabla ANOVA permite determinar de forma estadística si la variabilidad de los puntajes para la Textura sensorial de las galletas se debe al %HCM y el estado de madurez, en este caso ninguno de las dos variables independientes, %HCM y Estado de Madurez, resultaron estadísticamente significativas al presentar un valor-P mayor que 0.05, a un nivel de confianza del 95.0%.

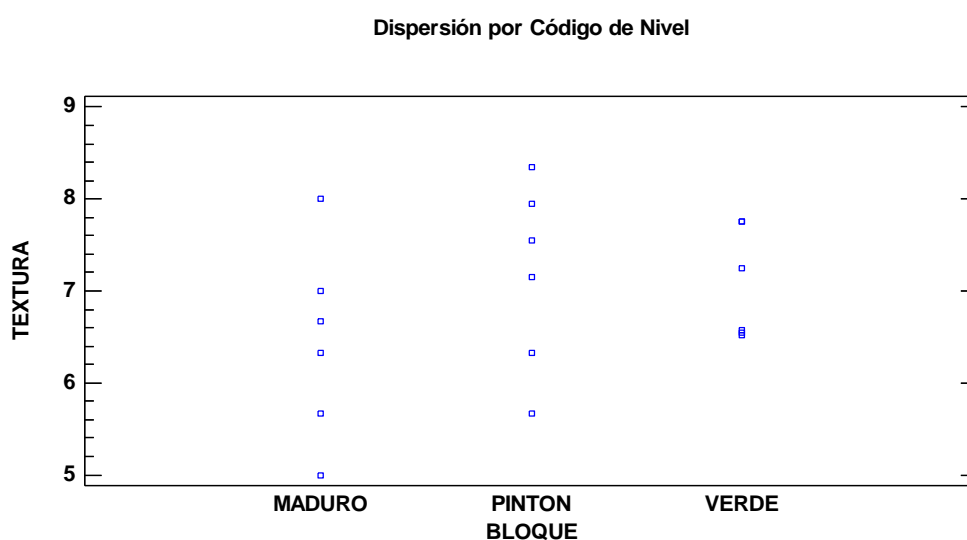


Figura 82: Grafica de dispersión para la Textura de las galletas a base de harinas de trigo y harina de cáscara de mango (HCM) en tres estados de madurez

De acuerdo a la gráfica de dispersión, notamos al contrastar los estados de madurez verde, pintón y maduro con respecto al % HCM (1.5 a 10%), que los puntajes para la textura de las galletas se encuentran distribuidos similarmente, siendo los puntajes más altos 7.75 para HCM Verde, 8.35 para HCM Pintón y 8 para HCM Maduro, estas calificaciones otorgadas por los panelistas evidencian que la textura de las galletas con HCM gusto mucho. Asimismo, al no ser estadísticamente significativo tanto para el estado de madurez como para el %HCM, al momento de realizar la Prueba de Múltiples Rangos LSD, no se encontraron pares de medias que presenten diferencias significativas.

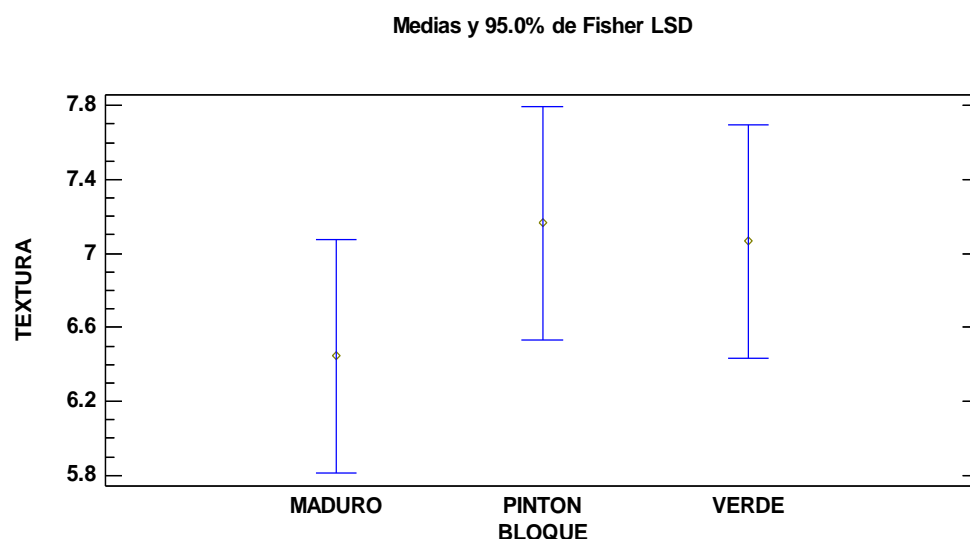


Figura 83: *Medias y Prueba de Fisher LSD para la Textura en las galletas por Estado de Madurez*

En la gráfica de medias de Fisher podemos observar que el estado maduro obtuvo el menor promedio con 6.33, mientras que el estado verde y pintón obtuvieron 7.02 y 7.17 respectivamente, ello se debe a que los panelistas otorgaron puntajes similares o cercanos cuando a la galleta se adiciona 1.5, 3, 5, 8.5 y 10% de HCM, a diferencia del estado maduro que obtuvo calificaciones más separadas siendo la menor de 5 (8.5% HCM) y la mayor de 8 (10% HCM).

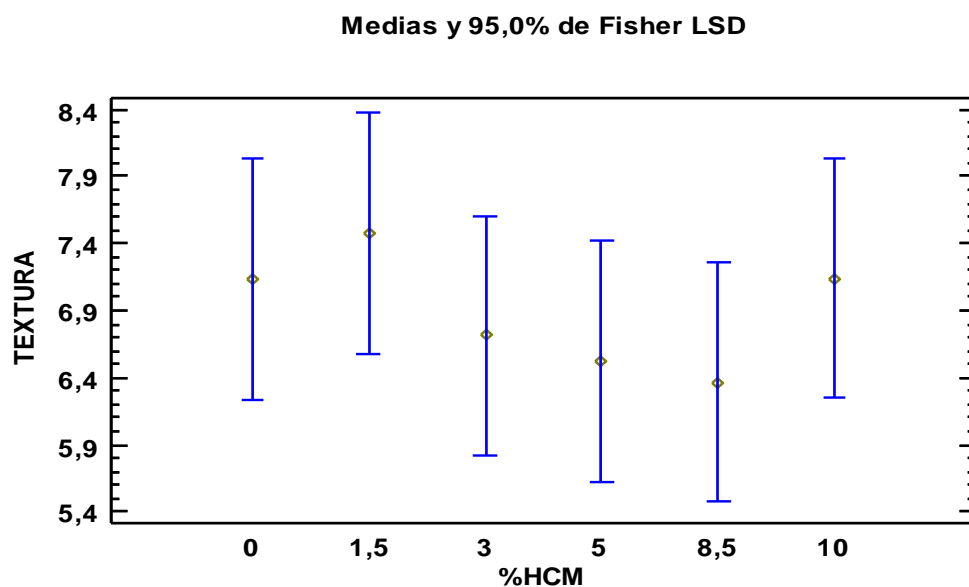


Figura 84: Medias y Prueba de Fisher LSD para la Textura en las galletas

Con respecto al %HCM, los puntajes promedios para la textura de las galletas no evidencian una tendencia, es decir no se puede afirmar que al incorporar mayor %HCM hará que la galleta sea más dura y por tanto sea de menor agrado o viceversa, puesto que la galleta con 10% HCM obtuvo un puntaje promedio de 7.14 superior a las galletas con 3, 5 y 8.5% HCM, con medias de 6.71, 6.52 y 6.37 respectivamente, no obstante inferior a la galleta con 1.5% HCM con un promedio de 7.14, es importante aclarar que las medias correspondientes a cada %HCM se obtienen a partir de los estados de madurez verde, pintón y maduro.

Por lo que se concluye que la textura sensorial en las galletas no es influenciada por el estado de madurez ni por el %HCM, asimismo es importante resaltar que el puntaje promedio global es de 6.84, indicando que las galletas con incorporación de HCM en sus 3 estados de madurez son de agrado moderado.

5.7.4 Sabor

Se realizó el análisis sensorial en 100 panelistas mediante una prueba de escala hedónica de 9 puntos con el fin de determinar si la HCM en 3 estados de madurez influye en el sabor de las galletas, los puntajes promedios para el Sabor de las galletas de los 18 tratamientos a base de harinas de trigo y harina de cáscara de mango (HCM) en tres estados de madurez (verde, pintón y maduro) se muestran en la tabla 62 y la figura 85.

Tabla 62: Puntaje promedio para el Sabor de las galletas a base de harinas de trigo y harina de cáscara de mango (HCM) en tres estados de madurez

ESTADO DE MADUREZ	HARINA CASCARA MANGO (%)	SABOR
Verde	0	7.75
Verde	1.5	6.25
Verde	3	7.13
Verde	5	7.25
Verde	8.5	7.75
Verde	10	8.25
Pintón	0	7.33
Pintón	1.5	7.65
Pintón	3	7.67
Pintón	5	7.32
Pintón	8.5	7.35
Pintón	10	6.67
Maduro	0	6.67
Maduro	1.5	6
Maduro	3	5.33
Maduro	5	6.33
Maduro	8.5	6.67
Maduro	10	8.67

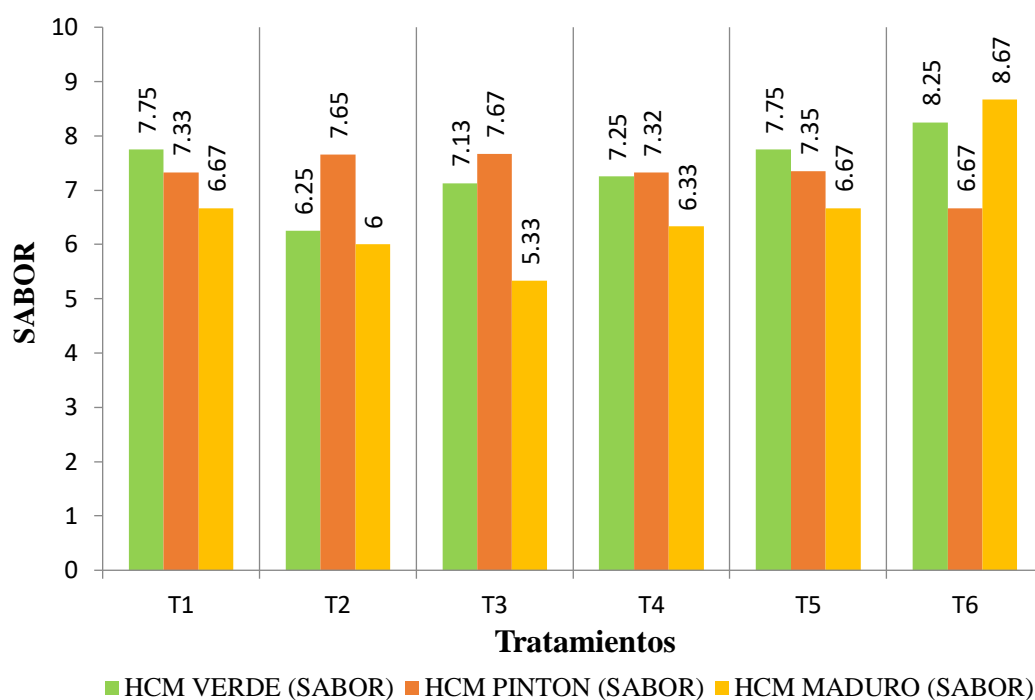


Figura 85: Puntaje promedio para el Sabor de las galletas a base de harinas de trigo y harina de cáscara de mango (HCM) en tres estados de madurez.

Gráficamente se observa que el mayor puntaje en cuanto al sabor la obtuvo la galleta elaborada con 10% HCM Maduro con una puntuación de 8.67, con una descripción de “Me gusta muchísimo”, mientras que la galleta con 3% HCM Maduro alcanzó la menor puntuación con un promedio de 5.33, con una descripción de “Ni me gusta/ni me disgusta”, por otro lado, la galleta a base de 100% harina de trigo (T1), presentó un puntaje promedio de 7.25, indicando que el agrado del sabor fue moderado.

Tabla 63: Análisis de varianza para el Sabor de galletas a base de harinas de trigo y harina de cáscara de mango (HCM) en tres estados de madurez

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFECTOS					
PRINCIPALES					
A:%HCM	3,04893	5	0,609787	0,96	0,4836
B:ESTADO DE MADUREZ	2,2777	2	1,13885	1,80	0,2151
RESIDUOS	6,33017	10	0,633017		
TOTAL	11,6568	17			
(CORREGIDO)					

Nota. Todas las razones-F se basan en el cuadrado medio del error residual

La tabla ANOVA permite determinar de forma estadística si la variabilidad de los puntajes para el Sabor de las galletas se debe al %HCM y el estado de madurez, en este caso ninguno de las dos variables independientes, %HCM y Estado de Madurez, resultaron estadísticamente significativas al presentar un valor-P mayor que 0.05, a un nivel de confianza del 95.0%.

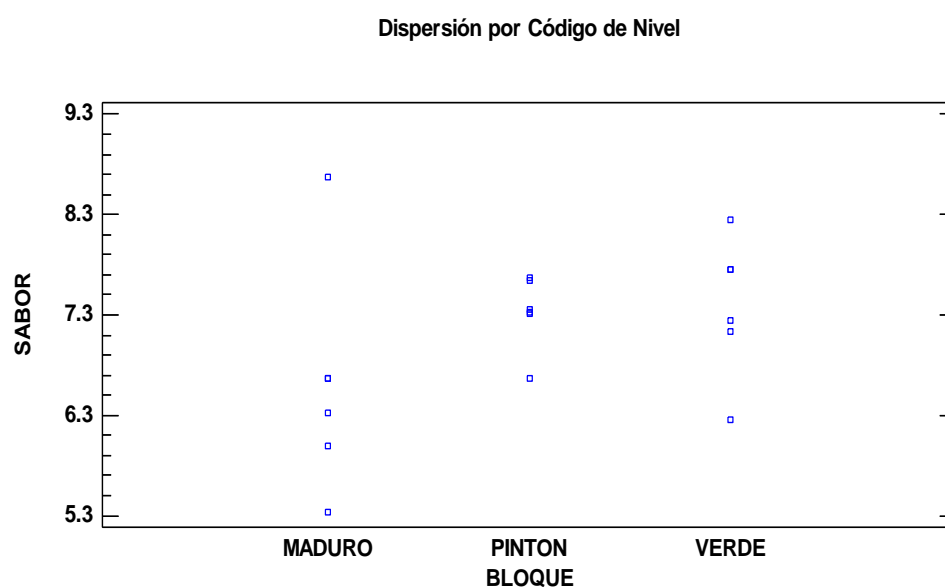


Figura 86: Gráfica de dispersión para el Sabor de las galletas a base de harinas de trigo y harina de cáscara de mango (HCM) en tres estados de madurez

Gráficamente observamos que existe una mayor diferencia en los puntajes promedios para el sabor de las galletas cuando se incorpora de 8.5% a 10% HCM Maduro, con una diferencia de 2, mientras que para el estado pintón se obtuvieron puntajes más cercanos y similares que oscilan entre 6-7, la HCM en estado verde otorgo a la galleta la segunda mejor calificación con 8.25 cuando su adición es de 10%.

Como se puede apreciar en la gráfica y en la tabla ANOVA no existe una relación en cuanto al estado de madurez y el %HCM por lo que no es posible explicar la variabilidad en los puntajes para el sabor de las galletas, es decir no se puede afirmar que el estado de madurez ni agregando mayor %HCM mejorará o empeorará el sabor de las galletas, no obstante, según los puntajes obtenidos superiores a 6, el sabor de las galletas fue de agrado por parte de los panelistas.

Cabe señalar, que al no ser significativo tanto en el estado de madurez como en el %HCM, al realizar la prueba de múltiples rangos LSD, no se encontraron pares de medias con diferencias significativas.

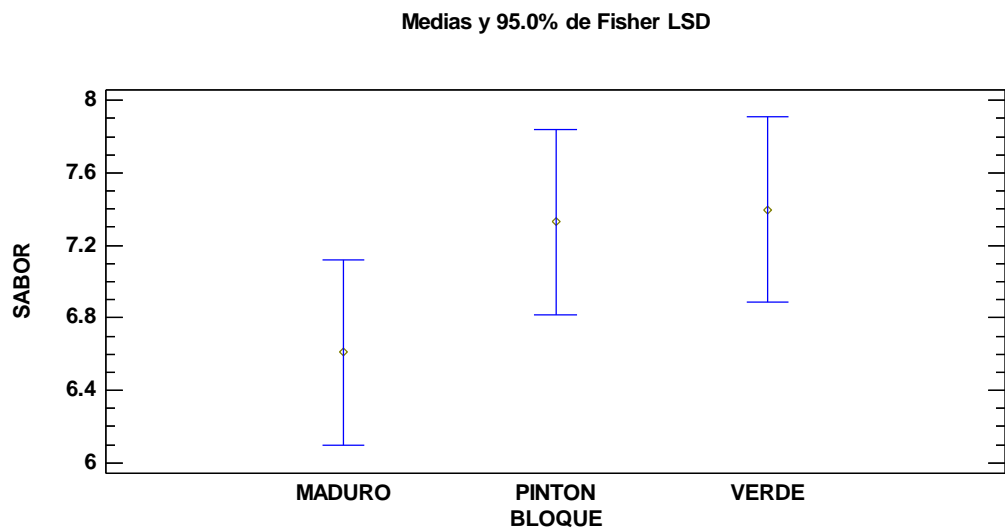


Figura 87: Medias y Prueba de Fisher LSD para el Sabor en las galletas por Estado de Madurez

En la gráfica de medias de Fisher podemos observar que el estado maduro obtuvo el menor promedio con 6.45, mientras que el estado verde y pintón obtuvieron 7.17 y 7.07 respectivamente, lo cual se debió a que ambos estados de madurez obtuvieron puntuaciones para el sabor más cercanas cuando a la galleta se adiciona de 1.5 a 10% HCM, a diferencia del estado maduro que obtuvo calificaciones más dispersas siendo la menor de 5.33 (3% HCM) y la mayor de 8.67 (10% HCM).

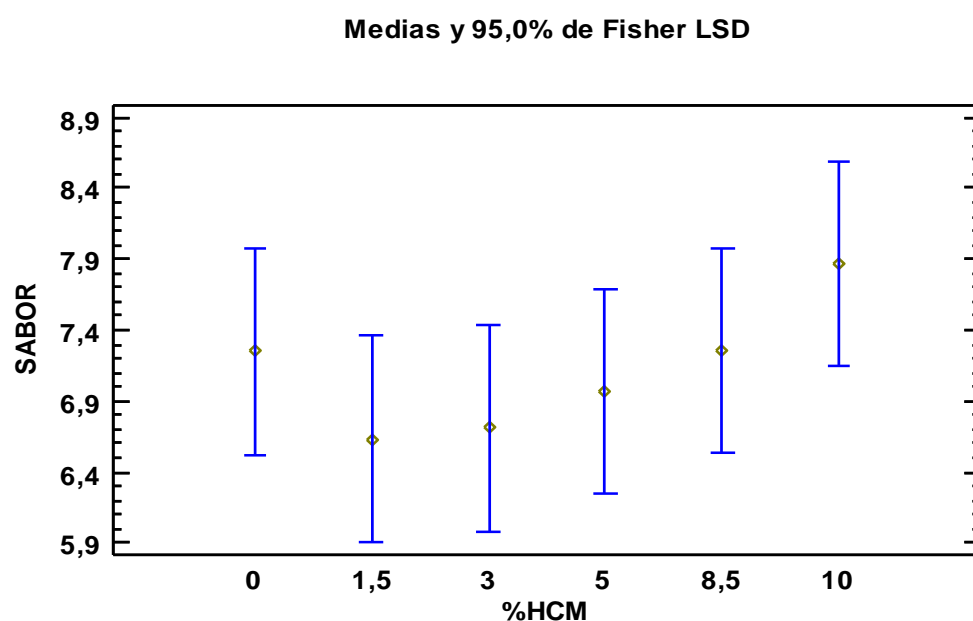


Figura 88: Medias y Prueba de Fisher LSD para el Sabor en las galletas por %HCM

Con respecto al %HCM, se visualiza una tendencia ascendente en el puntaje del sabor de las galletas cuando se incrementa el %HCM de 1.5 a 10%, es preciso aclarar que el promedio de cada %HCM se obtiene a partir de los estados de madurez verde, pintón y maduro.

Con ello podemos decir que, si bien tanto el estado de madurez como el %HCM no influyen en el sabor de las galletas, todas resultaron del agrado por parte de los panelistas al presentar un valor promedio global superior a 7, que indica un agrado moderado con tendencia a una preferencia superior.

5.7.5 % de intención de compra

La Tabla 64 muestra el % promedio de Intención de compra obtenido para los 18 tratamientos desarrollados, en un total de 100 panelistas.

Tabla 64: % de INTENCION de COMPRA de las galletas elaboradas.

Estado de madurez	%Harina de cáscara de mango	Color de superficie*
Verde	0	69
Verde	1.5	69
Verde	3	72
Verde	5	68
Verde	8.5	75
Verde	10	80
Pintón	0	68
Pintón	1.5	66
Pintón	3	67
Pintón	5	59
Pintón	8.5	66
Pintón	10	61
Maduro	0	70
Maduro	1.5	67
Maduro	3	68
Maduro	5	78
Maduro	8.5	67
Maduro	10	71

La intención de compra de un producto esta intrínsecamente relacionado con el grado de aceptación y de preferencia del producto, además proporciona un esquema global acerca de su posible compra/venta de llegar al mercado. Los (%) de intención de compra indican el nivel de agrado que tienen las galletas elaboradas considerándose sus atributos sensoriales como color, olor, sabor y textura.

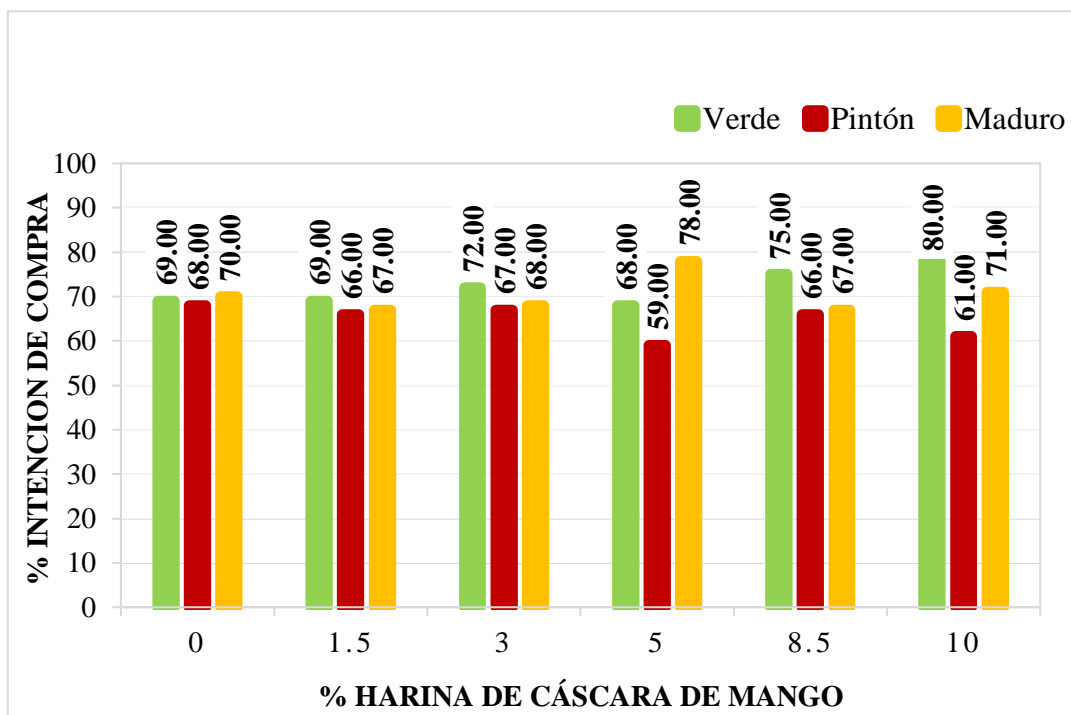


Figura 89: Gráfica del % de *INTENCIÓN de COMPRA* de las galletas elaborada

La gráfica de la figura 89 expresa que el tratamiento conformado por el 10% de sustitución de HCM verde obtuvo el más alto % de intención de compra, siendo este de 80%, este valor resulta satisfactorio y alentador dado que a este tratamiento le acompaña valores altos de polifenoles y fibra dietética, ayudando a la obtención de galletas fortificadas y resultando beneficiosas para la salud.

Por otro lado, se obtuvo menor % de intención de compra (59%) en el tratamiento conformado por 5% de HCM pintón, no obstante, es importante señalar que en ninguno de los tratamientos se obtuvieron % inferiores a 55%, lo cual resulta positivo puesto que indica que ningún nivel de sustitución resulta desagradable para los panelistas.

Tabla 65: Análisis de Varianza para el % de INTENCION de COMPRA en galletas

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFECTOS PRINCIPALES					
A:%HCM	18.2778	5	3.65556	0.15	0.9748
B:Estado de madurez	189.778	2	94.8889	3.94	0.0547
RESIDUOS	240.889	10	24.0889		
TOTAL (CORREGIDO)	448.944	17			

Nota. Todas las razones-F se basan en el cuadrado medio del error residual

La evaluación estadística a través de la tabla ANOVA (Tabla 65) señala que no existe diferencia significativa para ambos efectos. La tabla ANOVA descompone la variabilidad de INTENCION DE COMPRA en contribuciones debidas a varios factores. Los valores-P prueban la significancia estadística de cada uno de los factores. Puesto que ningún valor-P es menor que 0.05, ninguno de los factores tiene un efecto estadísticamente significativo sobre INTENCION DE COMPRA con un 95.0% de nivel de confianza.

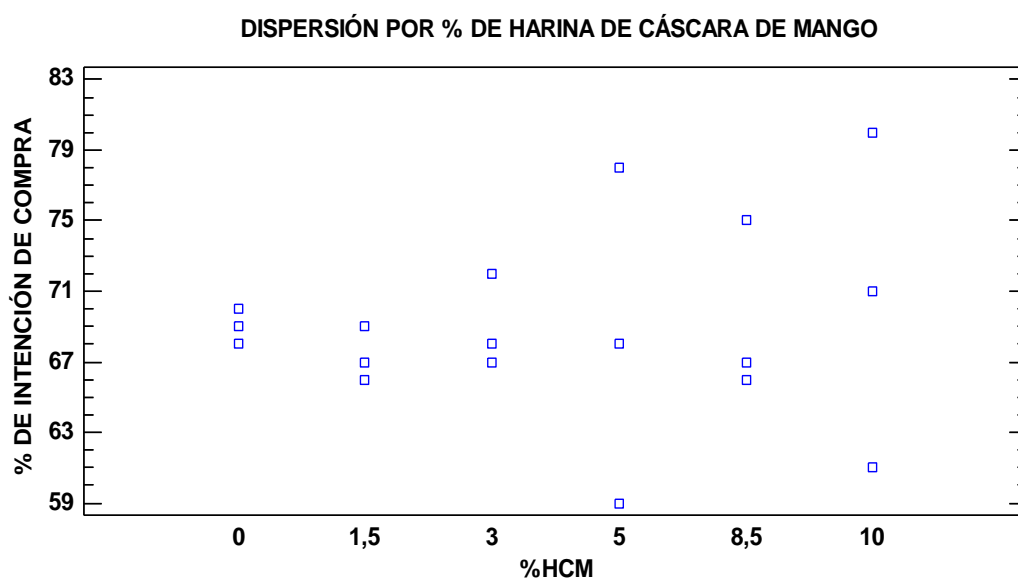


Figura 90: Gráfica de dispersión del % de INTENCION DE COMPRA por % de Harina de cáscara de mango en galletas

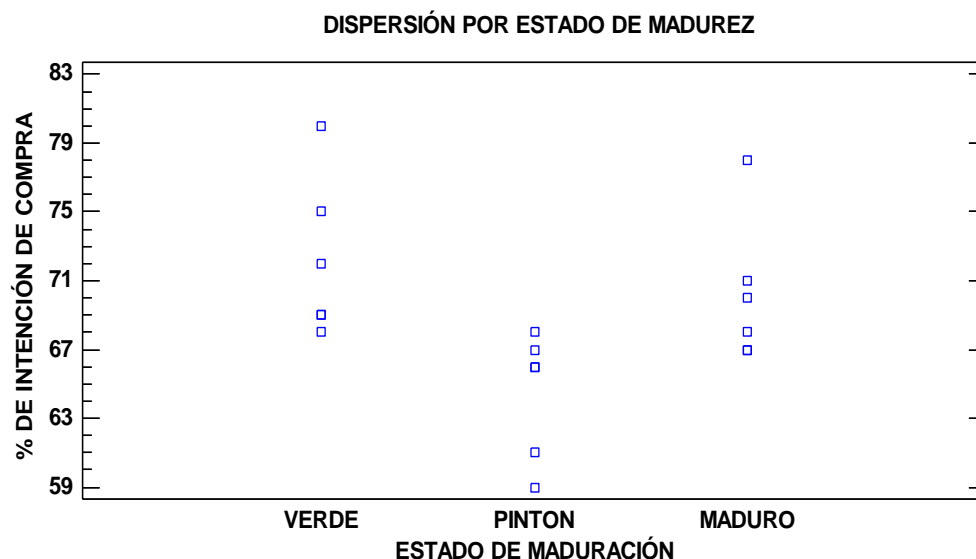


Figura 91: *Gráfica de dispersión del % de INTENCIÓN de COMPRA por estado de madurez en galletas*

Con respecto a la gráfica de dispersión de datos, según el % de HCM en la formulación de galletas (Figura 90), esta agrupa en cada una de ellas los 3 estados de madurez, es así que se observa una mayor dispersión para sustituciones de 5%, 8.5 y 10% de HCM, es decir la puntuación cambia por cada nivel de estado de madurez mientras que para las demás concentraciones

(%) de sustitución las puntuaciones son más próximas. No obstante, el efecto o diferencia significativa no existe, por lo que no se puede establecer que tratamiento permite tener un % mayor de Intención de compra significativamente diferente que los demás.

La grafica de dispersión de datos (Figura 91) por estados de madurez del mango (verde, pínton y maduro) con el que se obtuvo la HCM, agrupa de manera individual las puntuaciones obtenidas para las 6 sustituciones (%). Para el estado Verde se han obtenido valores más dispersos o diferentes entre sí, sobre todo cuando cambia de 5% a 10% de HCM. Para el estado Pínton se consiguieron valores más cercanos para cada una de sus concentraciones.

Tabla 66: Prueba de Múltiples Rangos LSD del % de INTENCIÓN de COMPRA en galletas por Estado de Madurez

<i>Contraste</i>	<i>Sig.</i>	<i>Diferencia</i>	<i>+/- Límites</i>
VERDE - PINTON	*	-7.66667	6.3138

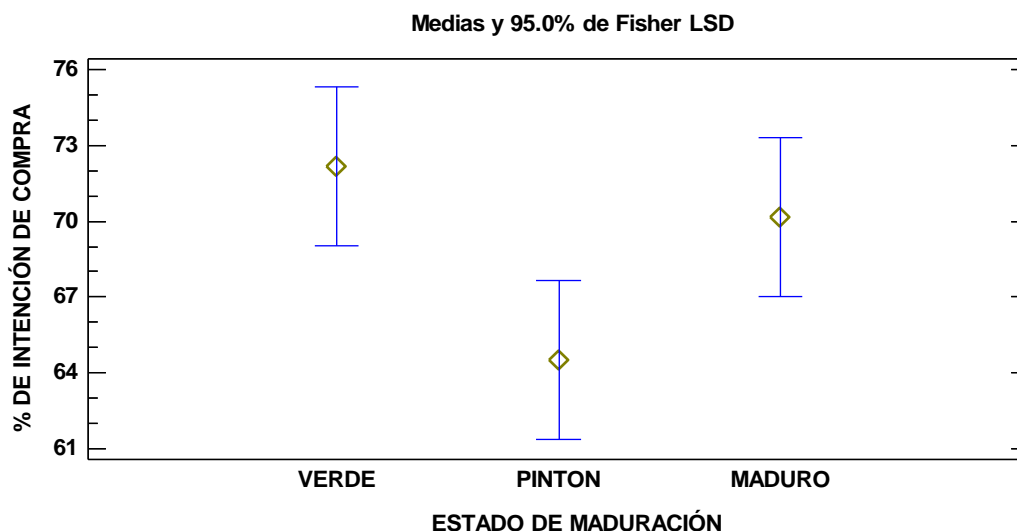


Figura 92: Medias y Prueba de Fisher LSD el % de INTENCIÓN de COMPRA en galletas por Estado de Madurez.

La Tabla 66 utiliza un procedimiento de comparación múltiple para determinar si existen medias que son significativamente diferentes de otras. El método empleado para discriminar entre las medias es el procedimiento de diferencia mínima significativa (LSD) de Fisher.

Como se aprecia en la tabla existe diferencia significativa en las medias de los estados de madurez VERDE y PINTON, siendo estos los valores extremos de % de intención de compra, mientras que con HCM verde se obtuvo un promedio más alto y con la HCM pintón se obtuvieron los más bajos. Si bien no existe un modelo o comportamiento definido (es decir, que se señale que a mayor avance de maduración menor % de intención de compra), se puede concluir que las galletas elaboradas con HCM verde presentaron mayor % de intención de compra, y esto se corrobora con los demás atributos sensoriales, dado que este estado de madurez recibió excelentes puntuaciones promedio, lo cual reafirma su preferencia.

Tabla 67: Prueba de Múltiples Rangos LSD para el % de INTENCIÓN de COMPRA en galletas por % de Harina de Cáscara de Mango

<i>Contraste</i>	<i>Sig.</i>	<i>Diferencia</i>	<i>+/- Límites</i>
0 - 1,5	*	1.66667	8.92907
0 - 10	*	-1.66667	8.92907
0 - 3	*	0	8.92907
0 - 5	*	0.666667	8.92907
0 - 8,5	*	-0.333333	8.92907
1,5 - 10	*	-3.33333	8.92907
1,5 - 3	*	-1.66667	8.92907
1,5 - 5	*	-1.0	8.92907
1,5 - 8,5	*	-2.0	8.92907
10 - 3	*	1.66667	8.92907
10 - 5	*	2.33333	8.92907
10 - 8,5	*	1.33333	8.92907
3 - 5	*	0.666667	8.92907
3 - 8,5	*	-0.333333	8.92907
5 - 8,5	*	-1.0	8.92907

La Tabla 67 no muestra pares de medias significativos respecto al incremento de sustitución por HCM, es decir todos los tratamientos obtuvieron un % promedio de intención de compra y tanto el % de HCM como el estado de madurez no son influyentes en la preferencia de intención de compra de los panelistas, no obstante, resulta importante describir su comportamiento.

Con respecto al %HCM, se visualiza una tendencia ascendente en el % de intención de compra de las galletas cuando se incrementa el %HCM de 1.5 a 10%, siendo preciso esclarecer que el promedio de cada %HCM se obtiene a partir de los estados de madurez verde, pintón y maduro.

5.8 Elección del mejor tratamiento

La determinación del mejor tratamiento de la galleta a base de HCM en tres estados de madurez (verde, pintón y maduro) se realizó mediante el método de ponderación de factores (ver Anexo 9), en donde se asigna un peso a cada análisis funcional, químico, tecnológico y sensorial de acuerdo a su relevancia, obteniendo así que el mejor tratamiento (T6) es la galleta elaborada con:

90% Harina de trigo y 10% HCM en estado Verde.

VI CONCLUSIONES

Las conclusiones a las que se llegaron después de la investigación y su respectivo análisis son:

- Al Caracterizar las propiedades fisicoquímicas de harinas de cascara de mango (verde, pintón y maduro) obtenemos, específicamente un contenido de grasa de 8.25 % en HCM maduro, cenizas de 3.82% en HCM maduro y humedad de 6.21% (HCM verde); en cuanto a Fibra Dietética Total se logró un total de 38.15% en HCM verde y 9.47 mgGAE/100g (HCM verde) en Polifenoles Totales.
- Las características funcionales de las galletas, resultaron significativas ($p < 0.05$). El T6 (con 10% harina de cascara de mango verde y 90% de harina de trigo), obtuvo 17.6 mgGAE/100g en Polifenoles Totales y 25% de Fibra Dietética Total (12% FDS y 13% FDI).
- Mediante el análisis sensorial en galletas obtenidas a partir de harina de cascara de mango con diferente grado de madurez se logró como resultado que el 10% HCM (T6) en estado verde, se obtuvo puntajes (>6) y 65% en intención de compra; consiguiendo así el mejor tratamiento para elaborar la galleta.

VII RECOMENDACIONES

- Realizar un estudio de factibilidad para determinar si la producción de harina de cascara de mango a gran escala es rentable para el mercado.
- Complementar la evaluación de la harina de cáscara de mango en sus 3 estados de madurez (verde pintón y maduro) con un análisis granulométrico a fin de determinar su incidencia en los parámetros tecnológicos dureza, fracturabilidad y colorimetría.
- Elaborar un perfil lipídico a la harina de cáscara de mango para determinar los ácidos grasos, debido al alto contenido graso que contiene la HCM.

VIII REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Abdul, A., Wong, L., Bhat, R., y Cheng, L. (2012). *Evaluation of processed green and ripe mango peel and pulp flours (Mangifera indica var. Chokanan) in terms of chemical composition, antioxidant compounds and functional properties. Journal of the Science of Food and Agriculture*, 92(3), 557-563.
- Aguilar, A., y Estrella, N. (2021). *Desarrollo de una galleta con sustitución parcial de harina de trigo (Triticum durum) por harina de raquis, cáscara de banano (Musa acuminata) y cáscara de plátano (Musa paradisiaca)*. Tesis de pregrado.
- Ajila, Naidu, k; Bhat, S; y Prasada Rao. (2015). *Bioactive compounds and antioxidant potential of mango peel extract. Journal of Cereal Science*, 48 (1) 319- 326p.
- Alia-Tejacal I., Y. I. Astudillo-Maldonado-, C. A. Núñez-Colín, L. A. Valdez- Aguilar, S. Bautista-Baños, E. García-Vázquez, R. Ariza-Flores, y F. Rivera-Cabrera (2012) *Caracterización de frutos de ciruela mexicana (Spondias purpurea L.) del sur de México. Revista Fitotecnia Mexicana* 35 (Núm. Esp. 5:21-26).
- Alonso, S. y Montero, S. (2014). *Efecto de la adición de ácido ascórbico y harina de plátano (musa paradisiaca) en las características tecnológicas de un pan de molde funcional*. [Tesis pregrado, Universidad Nacional del Santa, Nuevo Chimbote]. (117p).
- Almonacid, G. (2016). *Evaluación de la variación del contenido de polifenoles en alimentos vegetales, en función del método de conservación empleado*. (Tesis de pregrado), Universidad Nacional de Cuyo, Mendoza.
- Ant_Z. (30 de Noviembre de 2016). *Baker Group*. Recuperado el 21 de 07 de 2022, de <https://es.baker-group.net/raw-materials-and-semi-finished-products/raw-materials-and-ingredients/wheat-flour-meal-soya-confectioner-s-handbook.html>
- Arevalo, M., y Javier, M. (2019). *Influencia de la Variedad y el Grado de Madurez en las Características Fisicoquímicas y Estabilidad Oxidativa del Aceite de Almendra de Mango (Mangifera indica L.)*. Tesis de pregrado, Universidad Nacional del Santa , Nuevo Chimbote, Perú.
- Artica, M. (2008). *Caracterización Fisicoquímica y Funcional de la Fibra Dietética de Cáscara de Mango Criollo de Satipo (Mangifera indica L.)*. Tesis de pregrado, Universidad Nacional del Centro del Perú, Satipo, Perú.
- Atoche, L., y García, M. (2017). *Aprovechamiento de Residuos Agroindustriales (Cáscara de Mango) para la Formulación de Cupcake*. Tesis de pregrado, Universidad Nacional del Santa, Nuevo Chimbote - Perú.

- Ayala, Z., Vega, V., Rosas, D., Palafox, C., y Villa, R. (2011). Review: Agro-industrial potential o exotic fruit byproducts as a source of food additives. *Food Research International*(44), 1866-1874.
- Badui, D. (2012). *La ciencia de los Alimentos en la práctica*. México: Pearson Educación.
- Batista, C. (2013). Efeito de adicao de xinalase, glicose oxidase e ácido ascórbico na qualidade do pao de forma de harina de trigo de grao inteiro. [Tesis postgrado, Facultad de Ingeniería de Alimentos]. (UNICAMP), Brasil.148p.
- Caballero, A. (2017). *Estudios de las características funcionales y fisicoquímicas de la harina de piel de mango (Mangifera indica L. cv. Kent)*. (Trabajo final), Escuela Politécnica Superior de Orihuela, Orihuela.
- Cárdenas, e. a. (2012). *Cambios en la Composición de Almidón, Pectinas y Hemicelulosa durante la Maduración de Mango (Mangifera indica cv. Kent)*. *Chapingo Serie Horticultura*, 18(1), 5-19.
- Carranza, M., y Toro, J. (2018). *Efecto de la sustitucion parcial de harina de trigo (Triticum spp)por harina de quinua (Chenopium Quinoa) y harina de kiwicha (Amaranthus Caudatus) en las características fisicoquímicas y sensoriales de un pan de molde*. Tesis de pregrado, Universidad Nacional del Santa, Nuevo Chimbote, Peru.
- Cedeño, R.J.L. y Zambrano D.J.B. (2014). *Cáscaras de piña y mango deshidratadas como fuente de fibra dietética en producción de galletas*. *Ingeniero Agroindustrial* .98 pg. Consultado, 27 enero. 2019.
- Costa, F.; García, C.; Hernández. T. y Polo, A. (2011). *Residuos orgánicos urbanos. Manejo y utilización*. Editorial Edkamed. Barcelona, España.
- Corrales, B., Maldonado , M., Urango, L., Franco, M., y Rojano, B. (2014). Mango de azúcar (Mangifera indica), variedad de Colombia: características antioxidantes, nutricionales y sensoriales. *Revista Chilena de Nutrición*, 41, 312-318.
- Cortez, C., y Morales, C. (2018). *Efecto del tiempo y temperatura de pretratamiento de lavado y tipos de secado en la calidad de la fibra dietética obtenida a partir del bagazo de piña (Ananas Comosus)*. Tesis de pregrado, Universidad Nacional del Santa, Chimbote,Peru.
- Culebro, C. (2017). *Extracción de aceite de la semilla del mango Tommy Atkins*. [Tesis de pregrado, Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas, Chiapas, México] (23p)
- De León, R. (2019). *Determinación de la estabilidad en la capacidad antioxidante de la harina del epicardio de mango (Mangifera indica) .* Mazatenango.

- Díaz, B., y Espinoza, I. (2022). *Elaboración de cookies con chips de cushuro (Nostoc Sphaericum) fortificada con harinas de soya y cáscara de piña*. Tesis de pregrado, Universidad Nacional del Santa, Chimbote, Peru.
- FAO. (2010). *Necesidades Nutricionales*. Recuperado el 1 de Marzo de 2023, de <https://www.fao.org/3/am401s/am401s03.pdf>
- Faria, L., Donato, S., Dos Santos, M. y Castro, L. (2016). Nutrient contents in ‘tommy atkins’ mango leaves at flowering and fruiting stages. *Engenharia Agrícola*, 36(6), 1073-1085.
- Gerbaud, P. (2016). *MANGO, perfil de INFOCOMM*. Perfil de INFOCOMM, Conferencia de las Naciones Unidas. Obtenido de https://unctad.org/es/system/files/official-document/INFOCOMM_cp07_Mango_es.pdf
- González, L. (2013). *Obtención de los nutraceuticos presentes en la piña del Agave Tequilero mediante dilución diferencial*. Tesis de maestría, Instituto Politecnico Nacional, Jiquilpan Michoacán, México.
- Hassan, F., Ismail, A., Hamid, A. Al-Sheraji, S. (2011). *Characterisation of fibre-rich powder and antioxidant capacity of Mangifera pajang K. fruit peels*. *Food Chemistry*, 126 (1), 283–288.
- Jibaja, L. (2014). *Determinación de la capacidad antioxidante y análisis composicional de harina de cáscara de mango, mangífera indica, variedad “criollo”*. *Cientifi-k*, 2(1), 62-69.
- Laguna, C., y Sifuentes, C. (2019). *Optimización de la sustitucion parcial de harina de trigo (Triticum Aestivum) por harina de tarwi (Lupinus Mutabilis) y harina de kiwicha (Amaranthus Caudatus) en galletas tipo cookie destinados a niños en edad escolar*. Tesis de pregrado, Universidad Nacional del Santa, Nuevo Chimbote, Ancash.
- Márquez, L., Pretell, C., y Minchón, C. (2013). *Efecto del tratamiento desinfectante y tiempo de almacenamiento sobre las características fisicoquímicas, microbiológicas y sensoriales en rebanadas de mango (Mangifera indica L.), Kent mínimamente procesado*. *Pueblo Continente*, 22 (2), 385-403.
- Medrano, M., y Murrieta, E. (2018). *Uso de la Filadermis y Pulpa Fermentada de Manihot Esculenta (Yuca) en la Elaboración de Galletas Ricas en Fibras*. Tesis de pregrado, Universidad Nacional de la Amazonía Peruana, Iquitos, Perú.
- Menéndez, M. (2013). *Los alimentos funcionales. Nuevos alimentos para un nuevo estilo de vida*. Asturias, España.: Ediciones Trea, S.L.

- Mesta, D., y Miñope, Y. (2018). *Formulacion y evaluación sensorial para determinar la aceptabilidad de galletas con fibra dietética (Ananas Comosus) y harina de sprgo (Sorghum Vulgare) para personas celíacas*. Informe de Tesis, Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, Lambayeque, Perú.
- Montenegro, F, y Ormenese, R. (2008). *Avaliacao da Qualidade Tecnológica da Farinha de Trigo*. Campinas: Cereal Chocotec ITAL
- Mora, A. (2000). *Diseños de Tratamientos Aplicados a Ensayos de Propagación in vitro con Cultivos de Tejidos Vegetales*. Vielma, M.T. *Cultivos de Tejidos Vegetales. Manual de Laboratorio*. Mérida - Colombia.
- Moreno, M., Guarán, C., Belén, D., García, D. y Medina, C. *Efecto de los extractos de flavonoides de harinas de cáscaras y semillas de pomelos sobre la estabilidad de aceite de soja*. (2017).
- Norma Técnica Peruana 205.037:1975 (Revisada el 2011): *Harinas. Determinación del contenido de humedad*. Lima: INDECOPI.
- Paucar, L., Crivilenti, F., Brites, M., Schmiele, M., Chang, Y., y Clerici, M. (2012). *Desarrollo de galletas tipo cookie con sustitución parcial de harina de soya germinada*. IV Congreso Internacional de Ciencia y Tecnología de los Alimentos.
- Ramírez, A., y Pacheco, D. (2009). *Propiedades funcionales de harinas altas en fibra dietética obtenidas de piña, guayaba y guanábana*. *Interciencia*, 34(4), 293-298.
- Rodriguez, P., Pérez, B., Acevedo, A., y Vargas, P. (2020). *Pulp and peel of unripe stenospermocarpic mango (Mangifera indica L. cv Ataulfo) as an alternative source of starch, polyphenols and dietary fibre*. *Food Research International*, 138, 65.
- Ruiz, L. (2022). *Harina de mango (Mangifera indica): Efecto del secado convencional sobre el contenido de compuestos bioactivos*. Tesis de pregrado, Universidad Nacional del Santa, Sullana, Perú.
- Ruiz, L. (2022). *Harina de mango (Mangifera indica): Efecto del secado convencional sobre el contenido de compuestos bioactivos*. (Tesis de pregrado), Universidad Nacional de Frontera, Sullana.
- Serna-Cock, L., Torres-León, C. y Ayala-Aponte, A. (2014). *Evaluación de Polvos Alimentarios obtenidos de Cáscaras de Mango (Mangifera indica) como fuente de Ingredientes Funcionales*. *Información Tecnológica*, 26(2), 41-50
- Torres, E. y Pacheco, E. (2007). *Evaluación nutricional, física y sensorial de panes de trigo, yuca y queso llanero*. *Revista Chilena de Nutrición*, 34(2), 133-141.

- Velásquez, J., y Medina, R. (2020). *Estudio de la Deshidratación Convencional de la Semilla de Mango (Mangifera indica L.) de Descarte, para la Obtención de Harina, en la Elaboración de Galletas* . Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Piura, Piura, Perú.
- Velásquez, J., y R., M. (2020). *Estudio de la deshidratación convencional de la semila de mango (Mangifera indica L.) de descarte, para la obtención de harina, en la elaboración de galletas*. Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Piura, Piura, Perú.
- Villamizar, R., Quinceno, C., y Giraldo, G. (2019). *Cambios Fisicoquímicos durante la Maduración del Mango Tommy Atkins en la poscosecha*. U.D.C.A. *Actualidad y Divulgación Científica*, 22(1), 1-5.
- Yılmaz, E., y Ögütçü, M. (2015). *The texture, sensory properties and stability of cookies prepared with wax oleogels*. *Food & function*, 6(4), 1194-1204
- Zapata, K., Cortes, F. y Rojano, B. (2013). *Polifenoles y Actividad Antioxidante del Fruto de Guayaba Agria (Psidium araca)*. *Información Tecnológica*, 24(5), 103-112.

IX ANEXOS

Anexo 1. Equipos y materiales



Lector multi modal de micro placas



Extractor de grasas Soxhlet



Centrifuga digital refrigerada



Cámara extractora de gases



Horno rotatorio



Secador de bandejas

Anexo 2. Análisis proximal de la harina de mango

▪ Determinación de porcentaje de grasa



Pesar la muestra de harina y formar capachos con la muestra



Colocar los capachos en la gradilla soporte de cartuchos



Pesar y rotular los vasos de aluminio; seguidamente agregar el éter de petróleo



Programar los parámetros para la extracción



Extracción del aceite



Pesar de los vasos más el aceite extraído

- **Determinación de humedad**



Determinación de humedad
de la harina

- **Determinación de cenizas**



La muestra es puesta por 5 horas
en la mufla



Pesado de la muestra

Anexo 3. Análisis de la pulpa de mango

▪ Determinación del índice de acidez



Pesado de muestra



Adición de 50 ml de etanol



Calentar hasta ebullición



Adición fenolftaleína



Titulación NaOH 0.1N

▪ Determinación de PH y °Brix



Determinación de Ph de las muestras



Determinación de °Brix de las muestras

Anexo 4. Curva de calibrado para determinar Polifenoles Totales

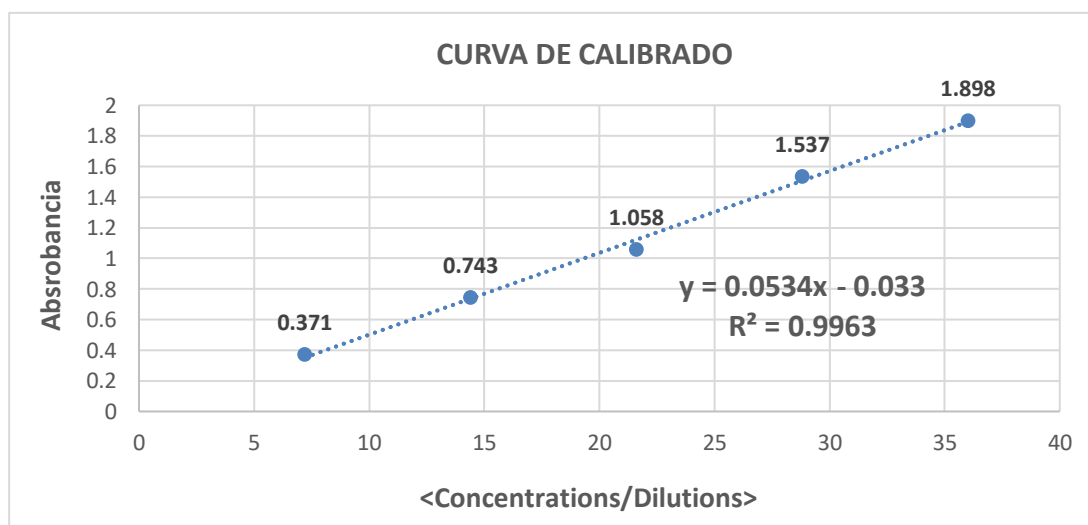
Diluciones para la preparación curva de calibrado para el Método

Folin – Ciocalteu a 726nm

	A. Gálico uL	Folin uL	Carbonato uL	Agua uL	Total uL
1	100	200	100	2100	2500
2	200	200	100	2000	2500
3	400	200	100	1800	2500
4	600	200	100	1600	2500
5	800	200	100	1400	2500
6	1000	200	100	1200	2500
7	1200	200	100	1000	2500
blanco			100	2400	2500
muestra	600	200	100	1600	2500

Curva de calibrado para Polifenoles Totales

Concentración (ppm)	Absorbancia a 726nm
7.2	0.371
14.4	0.743
21.6	1.058
28.8	1.537
36	1.898



Anexo 5. Clasificación física al fruto de mango variedad Kent en grados de madurez verde, pintón y maduro



Separación de proceso del mango, con respecto al grado de madurez

Clasificación del mango según el grado de madurez



Verde



Pintón



Maduro

Anexo 6. Obtención y evaluación de la harina de cascara de mango



Recepción del mango variedad Kent en sus diferentes grados de madurez



Pesado del mango



Cuchareo para extraer la pulpa de mango



Escaldado de las cascaras



Oreado de las cascaras



Colocación de las bandejas al secador de IITA



Molienda de la cascara de mango seco



Almacenamiento de la harina de cascara de mango

Anexo 7. Caracterización física al fruto de mango variedad Kent en grados de madurez verde, pintón y maduro

Caracterización física de los partes del fruto, en función al grado de madurez



Pesado del fruto



Pesado de la pulpa



Pesado de la cáscara



Pesado de la semilla

Anexo 8.



Galleta comercial: VAINILLA DIA

Grasas = 3g/25g (12%) y

Ácido graso saturado = 1.4g/25g (5.6%)

Anexo 9. Elección del mejor tratamiento de galleta con HCM en tres estados de madurez (verde, pintón y maduro) – método de ponderación de factores

Escala de valoración de acuerdo a la importancia de cada análisis

ANALISIS	PREFERENCIA
FUNCIONAL	4
QUIMICO	3
TECNOLOGICO	2
SENSORIAL	1

Pesos (%) correspondientes a cada análisis

ANALISIS	PESO %
FDT	11.43
FDI	11.43
FDS	11.43
POLIFENOLES	11.43
GRASAS	8.57
CENIZAS	8.57
DUREZA	5.71
FRACTURABILIDAD	5.71
LUMINOSIDAD	5.71
CROMACIDAD	5.71
COLOR	2.86
AROMA	2.86
SABOR	2.86
TEXTURA	2.86
INTENCION DE COMPRA	2.86
TOTAL	100.00

*Nota: Los pesos (%) correspondientes a cada análisis se obtienen a partir de la siguiente matriz presentada en la siguiente tabla

Anexo 10. Matriz para obtención de peso relativo

x/j	FDT	FDI	FDS	POL	GRASAS	CEN.	DUR	FRAC	LUM	CROM	COLOR	AROMA	SABOR	TEXT	INT	Σx_j	$\Sigma x_j/n$	Peso Relativo	Peso %
FDT	1.0	1.0	1.0	1.0	1.3	1.3	2.0	2.0	2.0	2.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	34.67	2.31	0.11	11.43
FDI	1.0	1.0	1.0	1.0	1.3	1.3	2.0	2.0	2.0	2.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	34.67	2.31	0.11	11.43
FDS	1.0	1.0	1.0	1.0	1.3	1.3	2.0	2.0	2.0	2.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	34.67	2.31	0.11	11.43
POLIFENOLES	1.0	1.0	1.0	1.0	1.3	1.3	2.0	2.0	2.0	2.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	34.67	2.31	0.11	11.43
GRASAS	0.8	0.8	0.8	0.8	1.0	1.0	1.5	1.5	1.5	1.5	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	26.00	1.73	0.09	8.57
CENIZAS	0.8	0.8	0.8	0.8	1.0	1.0	1.5	1.5	1.5	1.5	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	26.00	1.73	0.09	8.57
DUREZA	0.5	0.5	0.5	0.5	0.7	0.7	1.0	1.0	1.0	1.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	17.33	1.16	0.06	5.71
FRACTURAB	0.5	0.5	0.5	0.5	0.7	0.7	1.0	1.0	1.0	1.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	17.33	1.16	0.06	5.71
LUMINOSIDAD	0.5	0.5	0.5	0.5	0.7	0.7	1.0	1.0	1.0	1.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	17.33	1.16	0.06	5.71
CROMACIDAD	0.5	0.5	0.5	0.5	0.7	0.7	1.0	1.0	1.0	1.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	17.33	1.16	0.06	5.71
COLOR	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.5	0.5	0.5	0.5	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	8.67	0.58	0.03	2.86
AROMA	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.5	0.5	0.5	0.5	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	8.67	0.58	0.03	2.86
SABOR	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.5	0.5	0.5	0.5	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	8.67	0.58	0.03	2.86
TEXTURA	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.5	0.5	0.5	0.5	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	8.67	0.58	0.03	2.86
INTENCION DE COMPRA	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.5	0.5	0.5	0.5	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	8.67	0.58	0.03	2.86
																$\Sigma(\Sigma x_j)/n$	20.22	1	100

Anexo 11. Elección del mejor Tratamiento mediante el Método de Ponderación de Factores

ANALISIS	1.5% HCM V	3% HCM V	5% HCM V	8.5% HCM V	10% HCM V	1.5% HCM P	3% HCM P	5% HCM P	8.5% HCM P	10% HCM P	1.5% HCM M	3% HCM M	5% HCM M	8.5% HCM M	10% HCM M
FDT					11.43										
FDI					11.43										
FDS					11.43										
POLIFENOLES					11.43										
GRASAS					8.57										
CENIZAS															8.57
DUREZA	5.71														
FRACTURABILIDAD	5.71														
LUMINOSIDAD					5.71										
CROMACIDAD					5.71										
COLOR															
AROMA															2.86
SABOR															
TEXTURA															
INTENCION DE COMPRA															
TOTAL	11.43	0	0	0	65.71	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11.43

HCM: Harina de Cáscara de Mango, V: Verde, P: Pintón, M: Maduro

Nota: Los análisis que no presentan valoraciones (pesos) en ninguno de los 15 tratamientos resultaron no significativos estadísticamente.