

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA

FACULTAD DE INGENIERIA

ESCUELA ACADEMICA PROFECIONAL DE INGENIERIA AGROINDUSTRIAL



**“EFECTO DE HIDROCOLOIDES OBTENIDOS DEL MARACUYÁ
(*Passiflora edulis*), EN LAS CARACTERISTICAS FISICOQUIMICAS
Y SENSORIALES DEL PAN DE MOLDE”**

Tesis para optar al título profesional de Ing. Agroindustrial

TESISTAS:

Bach. JARA PAZ ANGEL ENRIQUE

Bach. MORI BALAREZO JESUS ENRIQUE

ASESOR:

Mg. DOMINGUEZ CASTAÑEDA JORGE

NUEVO CHIMBOTE – PERÚ

2021

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA

FACULTAD DE INGENIERIA

ESCUELA ACADÉMICA PROFESIONAL DE INGENIERIA AGROINDUSTRIAL



CONSTANCIA DE ASESORAMIENTO

El presente informe de tesis titulado:

**“EFECTO DE HIDROCOLOIDES OBTENIDOS DEL MARACUYÁ
(*Passiflora edulis*), EN LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICOQUÍMICAS
Y SENSORIALES DEL PAN DE MOLDE”**

Elaborado por los bachilleres:

Bach. JARA PAZ ANGEL ENRIQUE

Bach. MORI BALAREZO JESUS ENRIQUE

Para optar al título profesional de Ingeniero Agroindustrial. Ha cumplido con los requisitos exigidos por el reglamento de grados y títulos de la Universidad nacional del santa.

En señal de conformidad, firmo el presente informe en calidad de asesor.

Dr. Jorge Marino Dominguez Castañeda

ASESOR

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA

FACULTAD DE INGENIERIA

ESCUELA ACADEMICA PROFECIONAL DE INGENIERIA AGROINDUSTRIAL



HOJA DE CONFORMIDAD DE JURADO EVALUADOR

El presente informe de tesis titulado:

**“EFECTO DE HIDROCOLOIDES OBTENIDOS DEL MARACUYÁ
(*Passiflora edulis*), EN LAS CARACTERISTICAS FISICOQUIMICAS
Y SENSORIALES DEL PAN DE MOLDE”**

Elaborado por los bachilleres

Bach. JARA PAZ ANGEL ENRIQUE

Bach. MORI BALAREZO JESUS ENRIQUE

Para optar al título profesional de Ingeniero Agroindustrial, ha sido revisada y aprobada por el siguiente jurado evaluador.

Msc. Saúl Marco Eusebio Lara
Presidente

Dr. Jorge Marino Dominguez Castañeda
Secretario

Dra. Elza Berta Aguirre Vargas
Integrante



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Siendo las 07: 00 pm del 10 de marzo del 2021 se habilitó la plataforma virtual ZOOM, el Jurado Evaluador, designado mediante resolución N°249-2020-UNS-CFI integrado por los docentes:

- Msc. Saúl Marco Eusebio Lara (Presidente)
- Dr. Jorge Marino Dominguez Castañeda (Secretario)
- Dra. Elza Berta Aguirre Vargas (Integrante); para inicio a la Sustentación y Evaluación de Tesis, titulada:

“EFECTOS DE HIDROCOLOIDES OBTENIDOS DEL MARACUYÁ (*Passiflora edulis*), EN LAS CARACTERÍSTICAS FISICOQUÍMICAS Y SENSORIALES DEL PAN DE MOLDE”, elaborado por los bachilleres en Ingeniería Agroindustrial:

- JARA PAZ ANGEL ENRIQUE
- MORI BALAREZO JESÚS ENRIQUE

Asimismo, tienen como Asesor al docente: Dr. Jorge Marino Dominguez Castañeda


Finalizada la sustentación virtual, los Tesistas respondieron las preguntas formuladas por los miembros del Jurado y el Público presente.

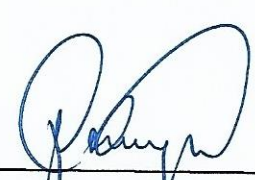
El Jurado después de deliberar sobre aspecto relacionados con el trabajo, contenido y sustentación del mismo, y con las sugerencias pertinentes y en concordancia con el Artículo 103° del Reglamento de Grados y títulos de la Universidad Nacional del Santa, declaran:


BACHILLER	PROMEDIO VIGESIMAL	PONDERACIÓN
MORI BALAREZO JESÚS ENRIQUE	18	Muy Bueno

Siendo las 8.45pm del mismo día, se dio por terminada dicha sustentación, firmando en señal de conformidad el presente jurado.

Nuevo Chimbote, 10 de marzo del 2021


Msc. Saúl Marco Eusebio Lara
Presidente


Dr. Jorge Marino Dominguez Castañeda
Secretario


Dra. Elza Berta Aguirre Vargas
Integrante

03 copias



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Siendo las 07: 00 pm del 10 de marzo del 2021 se habilitó la plataforma virtual ZOOM, el Jurado Evaluador, designado mediante resolución N°249-2020-UNS-CFI integrado por los docentes:

- Msc. Saúl Marco Eusebio Lara (Presidente)
- Dr. Jorge Marino Dominguez Castañeda (Secretario)
- Dra. Elza Berta Aguirre Vargas (Integrante); para inicio a la Sustentación y Evaluación de Tesis, titulada:

“EFECTOS DE HIDROCOLOIDES OBTENIDOS DEL MARACUYÁ (*Passiflora edulis*), EN LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICOQUÍMICAS Y SENSORIALES DEL PAN DE MOLDE”, elaborado por los bachilleres en Ingeniería Agroindustrial:

- JARA PAZ ANGEL ENRIQUE
- MORI BALAREZO JESÚS ENRIQUE

Asimismo, tienen como Asesor al docente: Dr. Jorge Marino Dominguez Castañeda


Finalizada la sustentación virtual, los Tesistas respondieron las preguntas formuladas por los miembros del Jurado y el Público presente.

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

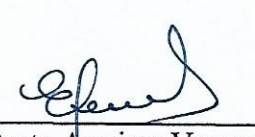
BACHILLER	PROMEDIO VIGESIMAL	PONDERACIÓN
JARA PAZ ANGEL ENRIQUE	18	Muy Bueno

Siendo las 8.45pm del mismo día, se dio por terminada dicha sustentación, firmando en señal de conformidad el presente jurado.

Nuevo Chimbote, 10 de marzo del 2021


Msc. Saúl Marco Eusebio Lara
Presidente


Dr. Jorge Marino Dominguez Castañeda
Secretario


Dra. Elza Berta Aguirre Vargas
Integrante

03 copias



DECLARACIÓN JURADA DE AUTORIA

Yo,
Mori Balarezo Jesús Enrique

Facultad:	Ciencias		Educación		Ingeniería	X
Escuela Profesional:	Ingeniería Agroindustrial					
Departamento Académico:	Agroindustria y Agronomía					
Escuela de posgrado	Maestría			Doctorado		

Programa:

De la Universidad Nacional del Santa; declaro que el trabajo de investigación titulado:

“EFECTO DE HIDROCOLOIDES OBTENIDOS DEL MARACUYÁ (*Passiflora edulis*), EN LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICOQUÍMICAS Y SENSORIALES DEL PAN DE MOLDE”

Presentado en 3 folios, para la obtención de grado académico ()

Título profesional (X) Investigación anual ()

- He citado todas las fuentes empleadas, no he utilizado otra fuente distinta a las declaradas en el presenta trabajo.
- Este trabajo de investigación no ha sido presentado con anterioridad ni completa ni parcialmente para la obtención de grado académico o título profesional.
- Comprendo que el trabajo de investigación será público y por lo tanto sujeto a ser revisado electrónicamente para la detección de plagio por el VRIN.
- De encontrarse uso de material intelectual sin el reconocimiento de su fuente o autor, me someto a las sanciones que determinan el proceso disciplinario.

Nuevo Chimbote, 10 de Mayo 2021

Firma:

Nombres y apellidos: Jesús Enrique Mori Balarezo

DNI: 72406177



DECLARACIÓN JURADA DE AUTORIA

Yo,

Jara Paz Ángel Enrique

Facultad:	Ciencias		Educación		Ingeniería	X
Escuela Profesional:	Ingeniería Agroindustrial					
Departamento Académico:	Agroindustria y Agronomía					
Escuela de posgrado	Maestría			Doctorado		

Programa:

De la Universidad Nacional del Santa; declaro que el trabajo de investigación titulado:

“EFECTO DE HIDROCOLOIDES OBTENIDOS DEL MARACUYÁ (*Passiflora edulis*), EN LAS CARACTERÍSTICAS FISICOQUÍMICAS Y SENSORIALES DEL PAN DE MOLDE”

Presentado en 3 folios, para la obtención de grado académico ()

Título profesional (X) Investigación anual ()

- He citado todas las fuentes empleadas, no he utilizado otra fuente distinta a las declaradas en el presenta trabajo.
- Este trabajo de investigación no ha sido presentado con anterioridad ni completa ni parcialmente para la obtención de grado académico o título profesional.
- Comprendo que el trabajo de investigación será público y por lo tanto sujeto a ser revisado electrónicamente para la detección de plagio por el VRIN.
- De encontrarse uso de material intelectual sin el reconocimiento de su fuente o autor, me someto a las sanciones que determinan el proceso disciplinario.

Nuevo Chimbote, 10 de Mayo 2021

Firma:

Nombres y apellidos: Angel Enrique Jara Paz

DNI: 72204461

DEDICATORIA

Mis principales agradecimientos a Dios, que siempre me puso pruebas en el camino, mismas pruebas que él sabe que con esfuerzo y compromiso pude superarlas.

A mi padre José Patricio Jara Gutiérrez,
Que siempre estuvo apoyándome sin importar
Que tan difícil se pusiera la situación y mi
Ejemplo a seguir.

Mi madre Judith Maria Paz Sanchez,
Que con su paciencia y comprensión
Me ayudó a ser más centrado en lo que quería para mi
Fue mi apoyo moral y estaré siempre agradecido.

A mi abuela Hilda Gutiérrez Bazán y mi tío
Ángel Jara Gutiérrez, quienes me brindaron
Su apoyo hasta el último, confiando
Plenamente en mí.

A mis hermanos, que al igual que ellos
Confían en mí, siempre tendrán mi apoyo
Sea cual sea la circunstancia a la vez
De permanecer unidos como familia.

Bach. Jara Paz Ángel Enrique

A Dios, que está siempre cuando más lo necesito
y me da fuerzas para seguir adelante con fe y esperanza
a pesar de las adversidades.

A mi Padre Sr. Rogger Mori.
Quien me ha dado su amor y apoyo
Inculcándome siempre el deseo de ser mejor
tanto en lo personal como en lo profesional.

A mi madre Sr. Ana Balarezo.
Quien me ha su amor y apoyo incondicional
durante toda mi etapa universitaria,
sin ella no lo habría logrado.

A Mi Abuela, Luzmila Lamas.
Quien me enseñó la bondad y el sacrificio,
Y que ahora desde el cielo me guía y me protege.

A mi Esposa e Hijo,
quienes son ahora el pilar de mi vida,
el motor y motivo para cumplir todos mis objetivos.

Bach. Mori Balarezo Jesús Enrique

AGRADECIMIENTO

Deseamos expresar nuestro más sincero agradecimiento antes que a nadie a Dios, ya que el hizo el camino, colocó a las personas correctas en él y nos dio valentía para poder seguir con nuestras metas profesionales a pesar de haber culminado nuestra carrera ya hace varios años.

A Nuestros Padres por su apoyo incondicional y todos los sacrificios que tuvieron que hacer para poder apoyarnos hasta la culminación de nuestros estudios universitarios.

A Nuestros Profesores, en especial nuestro asesor Dr. Jorge Domínguez Castañeda que nos ofreció su apoyo desde el primer instante y nunca nos abandonó hasta culminar todo el proceso, corrigiéndonos y guiándonos en cada paso. Así como también a nuestra profesora la Dra. Elsa Aguirre la cual siempre se preocupó de nuestro proceso y nos ofreció su apoyo incondicional.

A nuestros compañeros y amigos de las EAP de Ing. Agroindustrial, muchos de ellos trabajadores de las diferentes instalaciones de la facultad, los cuales siempre estuvieron abiertos y prestos a prestarnos su apoyo cuando lo necesitamos.

JARA PAZ ANGEL ENRIQUE Y MORI BALAREZO JESUS ENRIQUE

ÍNDICE

DEDICATORIA	I
AGRADECIMIENTO	III
ÍNDICE	IV
INDICE DE TABLAS	VI
INDICE DE FIGURAS	VII
RESUMEN	8
ABSTRACT	9
I. INTRODUCCIÓN	10
II. MARCO TEORICO	12
2.1. Maracuyá (<i>Passiflora edulis</i>)	12
2.1.1. Definición	12
2.1.2 Cascara de Maracuyá	14
2.1.3 Harina de Cascara de Maracuyá	16
2.2. Trigo (<i>Triticum aestivum</i>)	16
2.2.1. Estructura del trigo	17
2.2.2. Harina de trigo	17
2.2.3. Composición Nutricional	18
2.3. Hidrocoloides	18
2.3.1. Propiedades y Funciones de los hidrocoloides	19
2.3.2. Pectinas	21
2.3.3. Clasificación de sustancias pécticas	21
2.3.4. Tipos de Pectinas	22
2.3.5. Hidrocoloides en la conservación del pan	23
2.4. Elaboración del pan de molde	29
2.5. Texturometría en alimentos	32
2.5.1. Análisis de perfil de textura en alimentos	32
2.5.2. Parámetros texturométricos en el TPA	32
2.5.3. Otros parámetros texturométricos utilizados en alimentos	35

III. MATERIALES Y METODOS	36
3.1. MATERIALES.....	36
3.1.1. Materia prima.....	36
3.1.2. Equipos	36
3.1.3. Reactivos.....	36
3.1.4. Materiales de vidrio	37
3.1.5. Otros materiales	37
3.2. METODOS	38
3.2.1. Obtención de la harina de cascara de maracuyá	38
3.2.2. Extracción de los hidrocoloides de la cascara de maracuyá.	39
3.2.4. Evaluación de la aceptabilidad, humedad y textura del pan de molde	44
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	55
4.1. Caracterización de la harina de cascara de maracuyá.....	55
4.2. Caracterización funcional de la pectina de cascara de maracuyá	56
4.3. Determinación de los mejores tratamientos respecto a las características organolépticas.	57
4.3.1. Comportamiento de la aceptabilidad durante su almacenamiento.....	57
4.3.2. Análisis estadístico de la aceptabilidad	59
4.4. Análisis de la humedad	63
4.4.1. Comportamiento de la humedad durante su almacenamiento	63
4.4.2. Análisis estadístico de la humedad	67
4.5 Análisis de textura.....	71
4.5.1 Comportamiento de la textura durante su almacenamiento.....	71
4.5.2 Análisis estadístico de la Textura	75
V. CONCLUSIONES	80
VI. RECOMENDACIONES.....	81
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	82
ANEXO 1.....	88
ANEXO 2.....	96

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Exportación de Jugo de Maracuyá - Meses.	13
Tabla 2. Composición porcentual del fruto de maracuyá.	15
Tabla 3. Componentes de la cascara de maracuyá.	15
Tabla 4. Composición porcentual de la harina de cascara de maracuyá.	16
Tabla 5. Composición porcentual de la estructura del grano de trigo.	17
Tabla 6. Composición Nutricional del trigo y Harina de trigo.	18
Tabla 7. Clasificación de Hidrocoloides.	19
Tabla 8. Humedad de la miga del pan fresco y almacenado.	25
Tabla 9. Evaluación del poder espesante en el jarabe de maracuyá.	27
Tabla 10. Formulación utilizada para el pan de molde.	44
Tabla 11. Porcentajes de adición de hidrocoloides.	44
Tabla 12. Puntaje dado a las alternativas de cada característica en la hoja de evaluación.	46
Tabla 13. Leyenda de Códigos dados a las formulaciones.	47
Tabla 14. ANVA, efecto de las formulaciones en las características organolépticas del pan de molde.	52
Tabla 15. ANOVA, Efecto de las formulaciones en la Humedad.	53
Tabla 16. ANVA, Efecto de las formulaciones en los parámetros de textura.	54
Tabla 17. Composición química proximal de la Harina de Cascara de Maracuyá.	55
Cuadro 18. Propiedades funcionales de la pectina de cascara de maracuyá.	56
Tabla 19. Resumen de Análisis de Varianza para los atributos de aceptabilidad en las formulaciones.	59
Tabla 20. Resumen de 95% Tukey (HSD) para atributos de aceptabilidad	60
Tabla 21. Constantes de la regresión lineal de los tratamientos en humedad Vs días, en la formula “ $y = ax + b$ ”.	65
Tabla 22. Análisis de Varianza para humedad en día 1.	67
Tabla 23. 95% Tukey HSD para humedad por formulaciones en el día 1.	68
Tabla 24. Análisis de Varianza para humedad en día 15.	69
Tabla 25. 95% Tukey HSD para humedad por formulaciones en el día 15.	70
Tabla 26. Resumen de análisis de varianza para parámetros de texturas al día 15 de almacenamiento.	75
Tabla 27. Resumen de análisis de homogeneidad para parámetros de textura: Dureza, Fracturabilidad y masticabilidad.	76

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Exportación de Jugo de Maracuyá 2018.	14
Figura 2. Partes del fruto de maracuyá.	15
Figura 3. (a) Pectinas de alto grado de metoxilo 80% GE, (b) Pectinas de bajo grado de metoxilo 20% GE.	23
Figura 4. Parámetros texturales del pan con respecto al tipo (pectina de bajo y alto metoxilo) y concentración de pectina (1 y 2 %), durante 3 días de almacenamiento. ...	24
Figura 5. Firmeza en muestras de pan con respecto al hidrocoloide añadido.	28
Figura 6. Humedad en muestras de pan con respecto al hidrocoloide añadido.	28
Figura 7. Curva del Análisis TPA. Fuente: Hleap y Velasco (2010)	33
Figura 8. Diagrama de flujo del proceso de extracción de pectina.	40
Figura 9. Diagrama de flujo para la obtención de pan de molde.	41
Figura 10. Esquema experimental para el comportamiento del pan de molde con adición de harina y pectina de cascara de maracuyá.	45
Figura 11. a. Puntaje hedónico de los tratamientos al día 01; b. Puntaje hedónico de los tratamientos al día 05; c. Puntaje hedónico de los tratamientos al día 10; d. Puntaje hedónico de los tratamientos al día 15.	57
Figura 12. Comparación de los puntajes hedónicos al día 1.	60
Figura 13. Pan de molde con adición HCM (F1, F2, F3 y F4) y Pectina (F5, F6, F7 y F8)	62
Figura 14. Comparación de tratamientos durante los 15 días de almacenamiento.	63
Figura 15. Regresión lineal aplicada a los tratamientos con adiciones de harina y pectina de maracuyá, donde: (a) Control; (b) 1.5% de harina; (c) 3% de harina; (d) 4.5% de harina; (e) 6% de harina; (f) 0.5% de pectina; (g) 1% de pectina; (h) 1.5% de pectina y (i) 2% pectina.	64
Figura 16. Comportamiento de la humedad en el pan de molde durante el almacenamiento.	65
Figura 17. Gráfico de medias para humedad en el día 1 por adición de hidratantes.	67
Figura 18. Gráfico de medias para humedad en el día 15 por adición de hidratantes. ...	70
Figura 19. a. Comportamiento de la Dureza; b. Comportamiento de la fracturabilidad; c. Comportamiento de la masticabilidad; d. Comportamiento de la cohesividad; Comportamiento de la elasticidad, del pan de molde durante su almacenamiento.	72

RESUMEN

El presente estudio evaluó el efecto de la adición de hidrocoloides obtenidos de la cascara de maracuyá (*Passiflora edulis*) en la textura, humedad y aceptabilidad en el pan de molde durante su almacenamiento. Se realizaron adiciones de 0.5, 1, 1.5 y 2% de pectina extraída de cascara de maracuyá mediante hidrolisis ácida y 1.5, 3, 4.5 y 6% de harina de cascara de maracuyá. Se usó un diseño completamente al azar y se analizó con el programa estadístico STATGRAPHICS Centurión XV, se aplicaron modelos de regresión lineal a los resultados de humedad.

Una mejor aceptabilidad resultó de las adiciones de 0.5 y 1% de pectina de cascara de maracuyá durante su almacenamiento. Los tratamientos con mayor vida útil (15 días) fueron los de 1 y 1.5% de adición de pectina de cascara de maracuyá. El tratamiento con una menor tasa de pérdida de humedad fue de 4.5 y 6% de adición de harina de cascara de maracuyá. Con respecto a textura, adiciones del 2% y 1.5% de pectina de resultaron con los menores valores para dureza, fracturabilidad y masticabilidad. Se concluyó que adiciones de 0.5, 1 y 1.5% de pectina mejoran la calidad y vida útil del pan de molde.

ABSTRACT

The present study evaluated the addition effect of hydrocolloids obtained from the peel of passion fruit (*Passiflora edulis*) on the texture, moisture and acceptability of sliced bread during storage. Additions of 0.5, 1, 1.5 and 2% of pectin extracted from passion fruit peel by acid hydrolysis and 1.5, 3, 4.5 and 6% of passion fruit peel flour were made. A completely randomized design was used and it was analyzed with the statistical program STATGRAPHICS Centurion XV, linear regression models were applied to the humidity results.

Better acceptability resulted from the additions of 0.5 and 1% of passion fruit pectin during storage. The treatments with the longest shelf life (15 days) were those with 1 and 1.5% addition of passion fruit pectin. The treatment with a lower rate of moisture loss was 4.5 and 6% addition of passion fruit shell flour. Regarding texture, additions of 2% and 1.5% of pectin resulted in the lowest values for hardness, fracturing and chewiness. It was concluded that additions of 0.5, 1 and 1.5% pectin improve the quality and shelf life of sliced bread.

I. INTRODUCCIÓN

Uno de los problemas de las actividades empresariales que conforman el sector agroindustrial es la gestión de residuos o subproductos generados de cualquier proceso productivo de productos primarios sean sólidos o líquidos (Saval, 2012), ya que, una disposición inadecuada de estos puede ocasionar alteraciones en diversos medios bióticos, abióticos hasta socioeconómicos (Ramírez, 2012). Usualmente estos subproductos no son de utilidad como materia prima pero si, pueden ponerse en práctica tecnologías para transformar estos residuos y obtener un producto con valor comercial, económico y social (Rosas et al., 2016).

Según Murillo et al. (2010) los residuos más usados para las actividades de aprovechamiento de subproductos son los de frutas, debido al crecimiento constante que tiene este sector industrial. Un fruto que deja hasta el 50% de su materia prima como residuo es la maracuyá (*Passiflora edulis*), esto pasa en las industrias de producción de jugos o néctares, los residuos son por general las semillas, albedo y cascara de maracuyá, siendo este último rico en fibras y pectinas que pueden ser usados como aditivos en la preparación de diversos alimentos funcionales, mismos que son usados para obtener un efecto deseado en el alimento (López et al., 2013).

Según ADEX (2018) para el 2018 Ancash tuvo una participación en la producción de maracuyá a nivel nacional del 18%, ubicándose como el segundo productor de maracuyá, siendo que el 70% de la producción nacional está destinado a la industria.

El subproducto de interés en este estudio es la harina y la pectina extraída y/o procesada de la cascara de maracuyá.

La harina de Cascara de maracuyá tiene varios efectos sobre la salud, en Brasil se vende como tratamiento adyuvante para la diabetes debido a su efecto

hipoglucemiante, siendo también demostrado que reduce la glucosa en sangre. El compuesto principal de la Harina de Cascara de Maracuyá es la pectina, la cual es una fibra dietética (Smith et al., 2012). La pectina tiene algunas propiedades comparables con la de los aditivos alimentarios que actúan como agentes espesantes o gelificantes, estabilizadores de emulsiones y espumas, teniendo propiedades que son esenciales para la preparación de cremas, dulces y postres helados, entre otros productos alimenticios (Ayala et al., 2011)

Los hidrocoloides como las pectinas son aditivos esenciales en la producción de panes libres de gluten, puesto que pueden mimetizar en cierta medida la funcionalidad del gluten, a través de la viscosidad que confieren. Su capacidad de retención de agua retrasa el envejecimiento en la textura de alimentos panificados, esto se traduce en una mayor vida en anaquel y en general incrementa la calidad de los productos durante su almacenamiento (Gambus et al., 2010).

El trabajo de las industrias va de mano con las innovaciones tecnológicas, la industria de panificación está en constante búsqueda de métodos para mejorar la calidad de sus productos además de aumentar su vida útil a fin de tener una mayor aceptación por sus consumidores (Hurtado, 2016).

Lipi Das et al. (2014) estudio el efecto de diversos hidrocoloides como la goma de xantano, carragenano, carboximetilcelulosa y goma guar, en la calidad del pan de molde obteniendo pruebas muy positivas para la retención de humedad y en general mejorando características de calidad del pan de molde. Precisa también que todos los hidrocoloides presentaron diferentes tipos de resultados siendo algunos más deseados que otros, motivo por lo que el presente estudio se centró en determinar el efecto de la adición de hidrocoloides extraídos de cascara de maracuyá en la calidad del pan de molde durante su tiempo de vida útil.

II. MARCO TEORICO

2.1. Maracuyá (*Passiflora edulis*)

2.1.1. Definición

Pertenece a la familia Passifloraceae, de fruto ovalado color amarillo originario de la región amazónica de Brasil siendo cultivado en climas tropicales, se cultiva en una amplia gama de países por su facilidad para adaptarse a diversos climas siendo uno de ellos el Perú. Es uno de los frutos más apetitosos a nivel mundial esto gracias a su sabor intenso y su alta acidez, es exportada como fruta fresca y procesada siendo este último el de mayor alcance industrial (Carranza et al. 2009).

▪ **Producción nacional y mundial**

En la tabla 1 se observan los datos de la producción nacional de jugo de maracuyá por mes en los últimos años.

Tabla 1. *Exportación de Jugo de Maracuyá - Meses.*

MES	2018	2017	2016
	Toneladas Métricas	Toneladas Métricas	Toneladas Métricas
ENERO	723.634	821.828	940.720
FEBRERO	808.050	1205.149	1228.346
MARZO	1525.735	1403.247	1039.617
ABRIL	1876.350	813.834	737.562
MAYO	2062.156	1474.523	1043.624
JUNIO	-	1271.541	1464.970
JULIO	-	1788.906	1241.244
AGOSTO	-	1851.27	1474.036
SEPTIEMBRE	-	1252.686	1864.242
OCTUBRE	-	631.585	621.391
NOVIEMBRE	-	616.722	390.370
DICIEMBRE	-	497.024	377.700
TOTALES	6995.925	13628.321	12423.822
PROMEDIO MES	1399.185	1135.693	1035.319
% CRECIMIENTO PROMEDIO Anual	23%	10%	10%

Fuente: AGRODATAPERU (accesado el 16/08/2018)

Como puede evidenciarse en el cuadro 3, la producción desde el año 2016 ha tenido aumentos significativos año a año en exportación de jugo de fruta, recalcando que el jugo solo representa el 50% del producto, se puede correlacionar directamente que se tiene igual cantidad generada de residuos de cascara de maracuyá y semillas.

En la figura 4 se observa a nivel mundial la exportación de Maracuyá.

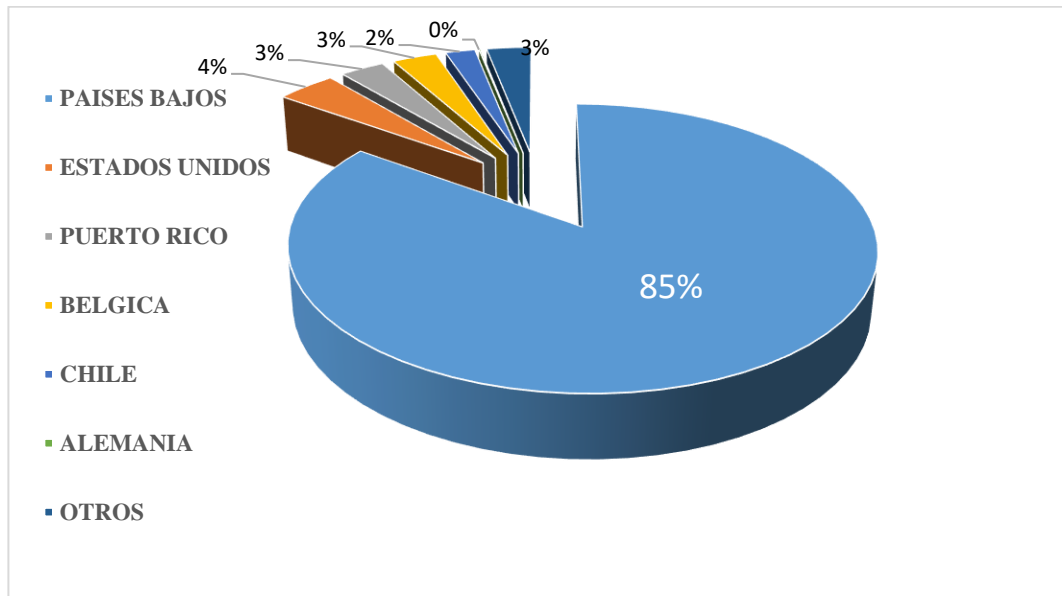


Figura 1. Exportación de Jugo de Maracuyá 2018.

Fuente: AGRODATAPERU (accesado el 16/08/2018)

Como se observa en la figura 1 el Perú no está dentro de los países con mayor participación en el ámbito internacional en cuanto a exportación de jugo de maracuyá.

2.1.2 Cascara de Maracuyá

Contreras (2003) dispuso que la cáscara de maracuyá constituye aproximadamente el 52% del peso del fruto además de precisar que es ampliamente usado en dietas alimenticias para animales, abonos, obtención de pectina y fibra dietética. La cascara es pues una fuente rica en fibras solubles como la pectina, siendo está presente en grandes proporciones en la corteza del fruto (Candia, 2011)

Valores similares a Contreras (2003) encontró Edwin (2012) en cuanto el porcentaje de fruto que representa la cascara de maracuyá, las semillas y jugo, esto expresado en la tabla 2.

Tabla 2. Composición porcentual del fruto de maracuyá.

Componentes	Contenido
Fruto entero	100
Jugo y semillas	47
Cáscara	53

Fuente: Edwin (2012)

En la tabla 2, indica que un 53% del fruto en general es la cáscara de maracuyá en peso fresco.

Más a detalle, Edwin (2012) también determina los componentes de la cáscara de maracuyá (*Passiflora edulis*) en la tabla 3.

Tabla 3. Componentes de la cáscara de maracuyá.

Componentes	Contenido (%)
Cáscara	100
Exocarpio	37.0
Mesocarpio pelado húmedo	63.0
Peso seco mesocarpio	6.3 - 9.2

Fuente: Edwin (2012)

En la figura 2, las partes del fruto que son de interés en este estudio son, el mesocarpio (2) y el exocarpio (1). Otras partes que no son de interés para este estudio son las semillas (5), pulpa (4) y el arilo (3) (García, 2012).

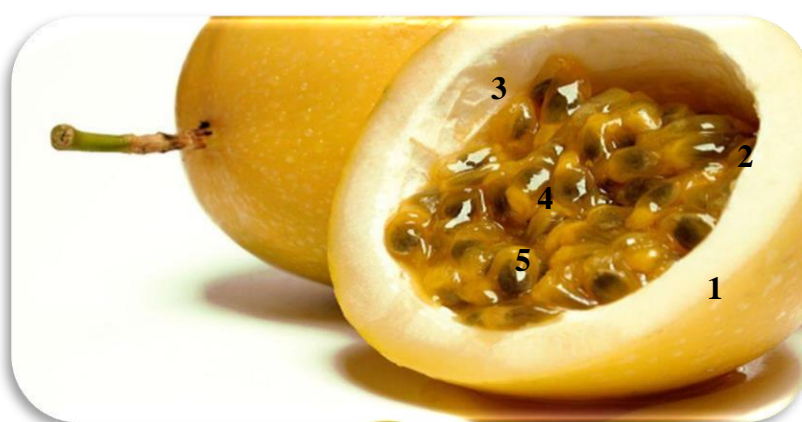


Figura 2. Partes del fruto de maracuyá.

2.1.3 Harina de Cascara de Maracuyá

En su mayoría, la cascara de maracuyá contiene pectinas de alto metoxilo (Addosio et al. 2005). La pectina de alto metoxilo prueba tener efectos positivos en los humanos al bajar el colesterol y glucosa en sangre (Yapo y Koffi, 2006). Probándose con ensayos como los de Edwin (2012) que tienen diferentes aplicaciones en alimentos.

Tabla 4. Composición porcentual de la harina de cascara de maracuyá.

Componentes	Contenido
Humedad	12.04 ± 0.11
Proteína	3.88
Cenizas	4.81 ± 0.02
Grasa	0.32 ± 0.15
Carbohidratos	50.36
Fibra	28.59

Fuente: Arteaga y Silva (2015)

En la tabla 4 se puede identificar el bajo porcentaje de grasa, por lo cual no sería un factor determinante para el estudio del comportamiento de este aditivo, a diferencia de las proteínas, carbohidratos y gran cantidad de fibra.

2.2. Trigo (*Triticum aestivum*)

Perteneciente a la familia *Poaceae* el trigo tiene sus orígenes en la antigua Mesopotamia. Las más antiguas evidencias arqueológicas del cultivo de trigo vienen de Siria, Jordania, Turquía, Israel e Irak. Hace alrededor de 8 milenios, una mutación o una hibridación ocurrió en el trigo silvestre, dando por resultado una planta tetraploide con semillas más grandes, la cual no podría haberse diseminado con el viento. Existen hallazgos de restos carbonizados de granos de trigo almidonero (*Triticum dicoccoides*) y huellas de granos en barro cocido en Jarmo (Iraq septentrional), que datan del año 6700 a.c. (Potter, 2005). Es

catalogado como el cereal más importante y como tal uno de los más estudiados (Ramírez, 2007).

2.2.1. Estructura del trigo

Es un grano constituido de 4 partes principales, como se expresa en la tabla 5 como un porcentaje de la semilla total.

Tabla 5. *Composición porcentual de la estructura del grano de trigo.*

Componente	Composición
Cascara (Salvado)	10
Capa de Aleuron (Salvado)	2
Endosperma	83
Germen	5
Total	100

Fuente: Potter (2005)

Constituyendo el endospermo gran porcentaje del grano, este endospermo contiene células granulares de almidón, fijadas en la matriz proteica, y está recubierto con una pared de celulosa. El endospermo está rodeado de una capa de células aleurónicas. El grano tiene una cubierta protectora llamada capa de semillas. El scutulum separa el germen del endospermo. El germen encarna la raíz rudimentaria y el brote de la futura planta (Potter 2005).

2.2.2. Harina de trigo

Según la Legislación peruana, harina es el producto resultante de la molienda del grano de trigo (*Triticum aestivum* L.) con o sin separación parcial de la cascara.

2.2.3. Composición Nutricional

La composición estándar para el Perú fue dada por el Ministerio de Salud (MINSa, 2009) siendo esta detallada en la tabla 6.

Tabla 6. *Composición Nutricional del trigo y Harina de trigo.*

Composición	Trigo	Harina de trigo
Energía (kcal)	303	354
Agua (g)	11,6	10,8
Proteínas (g)	10,3	10,5
Grasa total (g)	1,9	2
Carbohidratos totales (g)	74,7	76,3
Carbohidratos disponibles (g)	62,5	73,6
Fibra cruda (g)	3	1,5
Fibra dietaria (g)	12,2	2,7
Cenizas (g)	1,5	0,4
Calcio (mg)	36	60
Fosforo (mg)	314	250
Zinc (mg)	2,98	0
Hierro (mg)	3,87	1,6
B-Caroteno Equivalentes totales (ug)	169	0
Tiamina (mg)	0,42	0,5
Riboflavina (mg)	0,17	0,4
Niacina (mg)	3,89	4,8
Vitamina C (mg)	4,8	1,8

Fuente: MINSa. (2009)

Esta tabla dada por el MINSa es referente para establecer las cualidades finales del producto.

2.3. Hidrocoloides

Los hidrocoloides son polímeros de alto peso molecular que actúan como estabilizantes, espesantes y gelificantes en alimentos (Eduardo et al. 2003).

Se agrupan en 3 categorías principales según Glicksman (1982) descritas en la tabla 7, esta clasificación esta categorizada según su modo de extracción u elaboración, estas vienen a ser hidrocoloides de origen natural, semisintéticos y sintéticos.

Tabla 7. Clasificación de Hidrocoloides.

Clasificación	Compuestos
Hidrocoloides Naturales	Exudados de Plantas: Arábigo, Tragacanto, Karaya, Ghatti Semillas de plantas: Garrofin, Guar Extractos de algas marinas: Agar, Alginatos, Carragenina Almidones Animal: Gelatina, Albúmina, Caseína Subproducto Vegetal: Pectina, Arabinogalactano
Hidrocoloides Semisintéticos	Derivados de Celulosa: Carboximetilcelulosa (CMC), Metilcelulosa, Hidroxipropilcelulosa Gomas de Fermentación Microbiana: Xatan, Gelano Almidones Modificados: Carboximetil Almidón, Hidroxipropil Almidón Modificados Químicamente: Alginato de Propilenglicol, Pectina Metoxilada
Hidrocoloides Sintéticos	Polímeros Vinílicos: Polivinilalcohol (PVA), Polivinilpirolidina (PVP) Polímeros de óxido de etileno: Polyox

Fuente: Glicksman (1982)

El hidrocoloide que se usó en esta investigación es la pectina extraída de la cascara de maracuyá, la cual según la tabla 7 está ubicada en los hidrocoloides de origen natural como sub producto vegetal.

2.3.1. Propiedades y Funciones de los hidrocoloides

Los hidrocoloides son polímeros de cadena larga y alto peso molecular, se disuelven en agua proporcionando espesor. Todo tipo de hidrocoloides imparten viscosidad en sistemas acuosos; pero, solo algunos son capaces de formar geles bajo ciertas condiciones de proceso. Estos polímeros se usan para efectos secundarios como estabilización de emulsiones y suspensiones,

control de la cristalización, inhibición de sinéresis y formación de películas entre otros (Dziezak, 1991).

Su utilidad recae en sus propiedades funcionales: Estabilización, espesamiento y gelificación. La interacción de los polisacáridos con el agua origina estas propiedades, actúan de dos maneras distintas: Espesantes por retención de agua o gelificantes por la construcción de una red tridimensional macroscópica de cadenas interconectadas, en el cual se liga un sistema acuoso (Penna, 2002).

- **Usos y Aplicaciones de los hidrocoloides**

Su aplicación en industrias alimentarias es parte de la fabricación de compotas y mermeladas; se usa como agentes gelificantes en pudines, estabilizantes de emulsiones y suspensiones, agente viscosante en bebidas, estabilizante en helados y postres fríos, y en soluciones para recubrir salchichas y en enlatado de carnes (Stephen, 2006).

En la industria farmacéutica se usa por su acción protectora y reguladora del sistema gastrointestinal, su acción desintoxicante, anti colesterol, inmunológica, antihemorrágica, anticancerígena y cicatrizante; prolonga la acción terapéutica al aumentar los tiempos de liberación de los principios activos (Vivian, 1999).

Se usan en la formación de películas para recubrir papel dando las características de suavidad en el papel de envoltura, como vehículo en la preparación de suspensiones de sulfato de bario para aplicarlos en las radiografías por rayos X, en la fabricación de películas biodegradables como reemplazantes de derivados de petróleo (Ferreira, 2007).

2.3.2. Pectinas

Son un grupo complejo de hetero-polisacáridos que contienen una unidad de ácido galacturónico. Estos compuestos están presentes en las paredes celulares primarias y en la laminilla media de las células parenquimáticas de muchas plantas, donde están frecuentemente asociadas con otros componentes de la pared celular, tales como la celulosa, hemicelulosa y la lignina, siendo responsables de la firmeza de algunos productos (Stephen et al. 2006).

▪ Calidad de la pectina

La cantidad y calidad de pectina útil que presentan los frutos depende de la especie y el tipo de fruto, la cantidad de pectina que contiene, el estado de maduración en la cosecha, condiciones de manejo, actividad enzimática después de la recolección, del proceso y la extracción del mismo. Dependen también de la parte del fruto que se use y la tecnología del proceso de extracción. La cantidad y solubilidad aumentan con la madurez (Stephen et al. 2006)

2.3.3. Clasificación de sustancias pécticas

Está compuesta por unidades enlazadas (a 1-4) del ácido galacturónico interrumpidos por enlaces simples (a 1-2) de residuos de Ramnosa. Los grupos carboxilos están parcialmente esterificados por metanol, lo cual define el contenido de metoxilo en una pectina dependiendo de la fuente y el modo de extracción. El grado de esterificación (GE) está definido por la relación de residuos de ácido galacturónico metilesterificados con el total de unidades de ácido galacturónico presentes en la muestra de pectina. La

solubilidad, espesamiento, gelificación depende del número y distribución de los grupos estermetílicos. (Stephen et al. 2006)

2.3.4. Tipos de Pectinas

Son pectinas de alto metoxilo, pectina en las que más del 50% de los grupos carboxilo del ácido galacturónico del polímero se encuentran esterificados con metanol y las pectinas en los que menos del 50% de los grupos hidroxilo están esterificadas con metanol se denominan de bajo metoxilo (Ferreira, 2007).

Según Badui (2006), las pectinas de alto metoxilo forman geles en condiciones de pH 2.8 y 3.5 y un contenido de sólidos solubles entre 60 y 70 °Bx y en las de bajo metoxilo para formar gel se requiere la presencia de cationes divalente, generalmente se emplea calcio.

La cantidad de calcio depende de la cantidad de sólidos solubles, para un 30% de sólidos solubles se requieren de 40 a 100ppm de calcio y para 45% de sólidos solubles de 20 a 40 ppm de calcio (Fennema, 2003).

En la figura 3, pueden observarse como es la disposición de las cadenas pectinadas de alto y bajo metoxilo respectivamente. Cada anillo posee un grupo carboxilo (-COOH). Esterificado con metanol produce grupos éster metílicos, (-COOCH₃) o neutralizado por una base (U. N. Colombia, 2011).

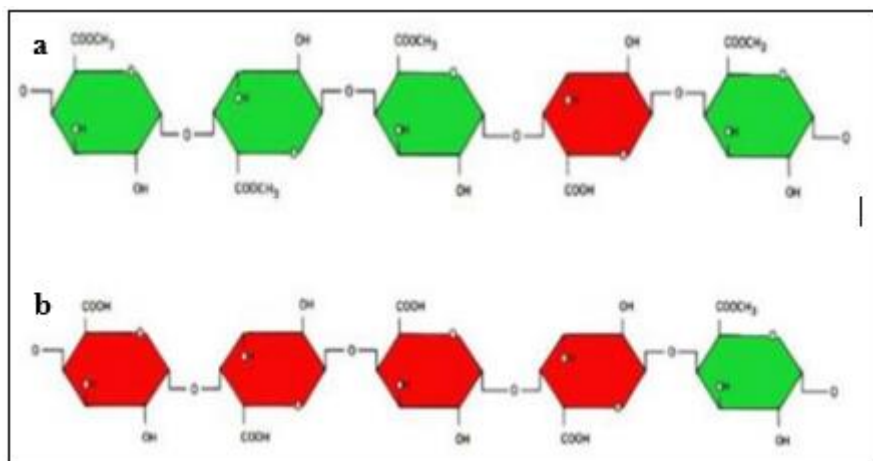


Figura 3. (a) Pectinas de alto grado de metoxilo 80% GE, (b) Pectinas de bajo grado de metoxilo 20% GE.

Fuente: Calvo M. (Accesado 01 julio 2019).

2.3.5. Hidrocoloides en la conservación del pan

María (2012) estudió el efecto de las celulosas modificadas y pectinas sobre la calidad de la masa panaria, las variaciones ocasionadas en los parámetros texturales de la miga permitieron una mejor conservación del pan. Determino que, aunque no evitan el aumento de la firmeza, así como tampoco, la pérdida de elasticidad durante el almacenamiento, la dureza final es menor con el uso de hidrocoloides por lo que su utilización es ventajosa.

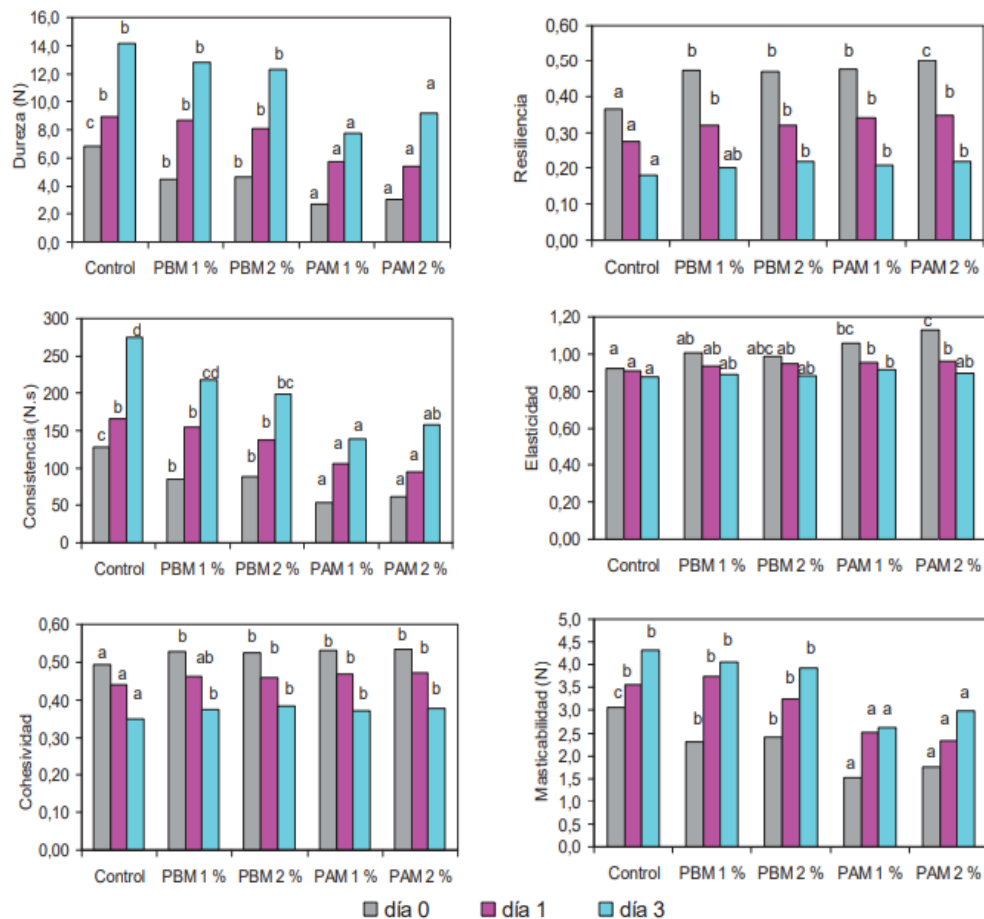


Figura 4. Parámetros texturales del pan con respecto al tipo (pectina de bajo y alto metoxilo) y concentración de pectina (1 y 2 %), durante 3 días de almacenamiento.

Fuente: María (2012)

En la figura 4 puede observarse el efecto de las pectinas de bajo metoxilo (PBM) y pectinas de alto metoxilo (PAM) a través del tiempo en parámetros texturales (TPA) de la miga del pan de molde, se puede determinar que los valores de dureza en el día 3 para los tratamientos de pectinas de alto y bajo metoxilo son menores a comparación del pan de molde control.

Tabla 8. *Humedad de la miga del pan fresco y almacenado.*

Muestra	Día 0	Día 1	Día 3	% Perdida
Control	44.2 ± 0.5	42.4 ± 0.5	37.8 ± 0.5	14.5
PBM 1%	43.9 ± 0.1	42.3 ± 0.2	38.4 ± 1.1	12.5
PBM 2%	44.9 ± 0.3	43.1 ± 1.2	38.5 ± 0.8	14.3
PAM 1%	44.4 ± 0.2	42.0 ± 1.7	38.9 ± 1.4	12.4
PAM 2%	44.9 ± 0.3	43.5 ± 0.7	40.0 ± 2.3	10.9

Fuente: Maria (2012)

Como puede apreciarse en la tabla 8, durante el almacenamiento en todos los casos se observó una pérdida gradual de la humedad de la miga. Los panes control almacenados durante 3 días a 20°C disminuyeron su humedad hasta un 14,5 % respecto al valor inicial, aunque para igual día de almacenamiento no se observaron diferencias significativas entre los panes con pectinas y el pan control, con el empleo de pectina de alto metoxilo se obtuvieron menores porcentajes de pérdida de humedad que para el control al cabo del almacenamiento, lo cual sería un aporte beneficioso ya que permitiría conservar mejor la textura de la miga (Jimenez , 2012).

Edwin (2012) usó la cáscara de maracuyá para obtener mesocarpio pulverizado que fue usado como gelificante en jalea de guayaba. Evaluando la sinéresis, viscosidad, pH, sólidos solubles y color, realizó también un análisis sensorial discriminatorio. Analizó el mesocarpio pulverizado (1.5 y 2%) comparándolo con pectina comercial (0.25%) a tres niveles de pH (2.2, 3.2 y 4.2). En un primer ensayo encontró que las viscosidades fueron muy elevadas (3.3 y 7.5 veces más comparada con la pectina comercial) en los tratamientos con mesocarpio pulverizado, por lo cual procedió a realizar un segundo análisis en jalea de guayaba con concentraciones menores de este ingrediente (0.25 y 0.75%) y pectina comercial (0.25%). El mesocarpio pulverizado (0.75%) mostró potencial para generar viscosidades similares a la pectina comercial sin cambiar las características fisicoquímicas (pH, sinéresis, sólidos solubles, ni color) ni

sensoriales del producto, esta afirmación es importante porque fuentes como la FAO (2020) aseguran que la cascara de maracuyá es una fuente rica en pectinas, demostrando que su adición como mesocarpio pulverizado puede resultar incluso mejor que una pectina comercial.

Emanuela et al. (2016) comparó las propiedades tecnológicas de la harina obtenida de cáscara de maracuyá amarilla comparándola con cinco aditivos comerciales. Preparó dos muestras de harina a partir de cáscaras de maracuyá; harina tratada (TF) y harina sin tratar (UT); a través de un proceso modificado para evaluar su posible uso como agente estabilizador, emulsionante, espesante y gelificante. Estas características se compararon con las de pectinas de metoxilo bajas (LMP) y altas (HMP), goma de xantano (XAN), goma de guar (GUA) y carragenano (CAR). Se probaron en 4 diferentes productos, lo cuales fueron: néctar, fruta estructurada, jarabe de maracuyá y mayonesa. Demostró en esta investigación que la harina obtenida tiene una capacidad estabilizadora significativa, ya que pueden dificultar la sedimentación de partículas cuando se aplican a néctares, las muestras de harina mostraron buenas propiedades como agente espesante y gelificante en coberturas de helado y fruta estructurada. Los resultados demuestran que la harina producida a partir de cáscara de maracuyá se puede utilizar para reemplazar los hidrocoloides comerciales estudiados ya que, además de ser obtenidos por procedimientos simples y asociados con bajo costo, las muestras de harina mostraron características técnicas similares con respecto a su estabilización, emulsión, espesamiento y poder gelificante. En la tabla 9 se realiza un comparativo entre el poder espesante de los diferentes hidrocoloides añadidos, sobre el jarabe de maracuyá.

Tabla 9. Evaluación del poder espesante en el jarabe de maracuyá.

Espesante	Viscosidad (CSt)
HMP	42.35 ± 1.17
LMP	55.52 ± 1.29
CAR	43.43 ± 0.95
GUA	75.42 ± 0.91
XAN	337.84 ± 1.01
UF	74.46 ± 3.40
TF	143.99 ± 3.49
CTL	50.13 ± 0.23

Fuente: Emanuela et al. (2016)

Como se observa en la tabla 9, las harinas de cascara de maracuyá tratada prueba tener más del doble de viscosidad que hidrocoloides comerciales, aunque es menor que la goma de xantano la harina de cascara de maracuyá prueba ser competitivo como producto estabilizante.

Lipi das et al. (2014) estudió el efecto de diversos hidrocoloides en la textura y calidad de pan de molde añadiendo carragenano (CA), carboximetilcelulosa (CMC), goma guar (GG) y goma de xantano (XG) en las proporciones de 0,25, 0,5, 0,75 y 1,0% p / p de 100 g de harina de trigo. Evidenció que la adición de hidrocoloides mejora la calidad de la miga de forma significativa ya que aumentó el volumen del pan, el volumen específico y una textura uniforme debido a una mayor porosidad. El papel de los hidrocoloides en la retención de humedad fue consistente en el caso de Goma de xantano (XG), seguido de Carragenano (CA) y carboximetilcelulosa (CMC). Los hidrocoloides aumentaron el módulo complejo, sobre todo en XG. En la figura 2 y 3, se muestra la firmeza y el contenido de humedad de la miga de pan, con y sin hidrocoloide durante el almacenamiento, respectivamente.

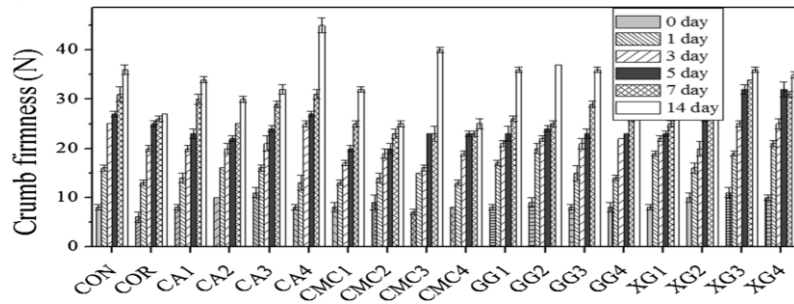


Figura 5. Firmeza en muestras de pan con respecto al hidrocoloide añadido.

Fuente: Lipi et al. (2014)

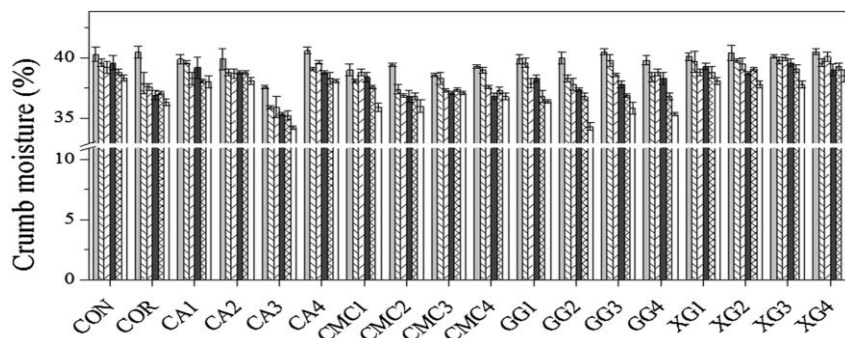


Figura 6. Humedad en muestras de pan con respecto al hidrocoloide añadido.

Fuente: Lipi et al. (2014)

En la figura 5 se observa el comportamiento de los hidrocoloides en la firmeza del pan de molde en 14 días de prueba, se pudo constatar que una menor firmeza a los 14 días de almacenamiento fue reportada por los tratamientos con Goma Guar y carboximetil celulosa, lo cual sugiere que mantiene su frescura mejor que el control. En la figura 6 adiciones de goma de xantano mantuvieron la humedad mejor que el control a los 14 días de finalizado el experimento.

Los trabajos expuestos confirman que adiciones de hidrocoloides o harina de cascara de maracuyá en diversos alimentos mejoran su calidad, siendo el pan de molde uno de los que resulta beneficiado en cuanto a la conservación de sus cualidades de frescura.

2.4. Elaboración del pan de molde

- **Formulación para el pan de molde**

Se debe tener en cuenta el producto a fabricar y la calidad de las materias primas, determinara en qué proporción entraran los diferentes ingredientes. Si no se diseña una formula equilibrada, de nada valdrá realizar un trabajo correcto de amasado y los resultados serán funestos. Muchas veces estas formulaciones se tienen en cuenta los datos obtenidos en la bibliografía, pero en principio se debe determinar el tipo de pan de molde (Matckovich, 2009), el cual para esta investigación es el pan de molde blanco.

- **Recepción**

Siendo la primera parte del proceso esta debe realizarse en un ambiente independiente del área de panificación, porque es en esta zona donde llegara la materia prima que puede estar contaminada y puede contaminar el ambiente de proceso. Es conveniente que en la etapa de recepción se tenga diferenciadas las fechas de entrada de los insumos, así mismo su fecha de elaboración y vencimiento, esta área debe ser fresca y ventilada (Calaveras et al., 2004).

- **Pesado de materia prima e insumos**

Matckovich (2009) especifica ser precisos en este paso, ya que una falla en esta etapa podría reflejarse en el producto final, además con esto se podrá determinar el rendimiento del producto final, así como evaluar sus costos.

- **Amasado**

Calaveras et al. (2004), explica que en esta fase los distintos componentes de la masa como la harina, agua, levadura, sal y aditivos se

fusionan formando un solo cuerpo. Teniendo como finalidad buscar la distribución uniforme de todos los insumos en la masa, formar y desarrollar adecuadamente el gluten contenido en ella, además clasifica 3 etapas para este proceso: a) La mezcla progresiva y constante de los ingredientes a velocidad lenta da inicio a la hidratación de las partículas de harina. Esta velocidad se debe mantener hasta que la masa presente una cierta ligazón. b) Cuando la masa ya está ligada, los brazos amasadores, estiran la masa, rompiéndola, y los fragmentos son lanzados contra las paredes a fin de desarrollar la malla de gluten. Se puede observar la masa con una mayor cohesión, dejándose estirar mucho más antes de romperse. c) La masa estirada en su máximo atrapa el aire dejando el oxígeno disuelto en ella, formándose burbujas minúsculas de aire que son esenciales para el posterior desarrollo de la estructura esponjosa de la masa, con elasticidad deseada y aspecto fino, liso y muy flexible.

- **División y pesado**

El objeto de esta operación es asegurar un tamaño uniforme y el mismo rendimiento de cada masa. Después de mezclada la masa, el primer paso en la elaboración es el corte, que se puede realizar con el uso de una divisora o en forma manual, dependiendo el tipo de pan que se elaborara (Matckovich, 2009).

- **Boleado y Moldeado**

M. Sanchez, (2003), explica que el boleado se realiza apretando suavemente cada pieza de masa con la palma de la mano y dando un ligero movimiento de rotación hacia adentro, sin hacer demasiada presión para evitar que se desgarre, para luego poner la masa en el molde de acuerdo a lo que se quiera.

- **Fermentación**

La fermentación es una operación que tiene por objeto la producción de anhídrido carbónico, alcohol y otros componentes aromáticos, permitiendo obtener un producto de buen volumen, olor y sabor (M. Sanchez, 2003).

- **Horneado**

Este en realidad es el último proceso efectivo para el pan de molde, es el más importante paso en la producción de los productos de panadería. Mediante la acción de calor, la masa de pan se transforma en un producto ligero, poroso, fácilmente digerible y muy apetitoso (Calaveras et al., 2004).

- **Enfriado**

Calaveras et al., (2004) aclara que dar un enfriamiento adecuado al pan, evita que se produzca una deshidratación, la cual provocaría el endurecimiento de la miga y ablandamiento de la corteza, volviendo su textura correosa y viscosa con lo que se pierde la fragilidad característica del pan.

- **Rebanado y embolsado**

Calaveras et al., (2004), no indica no rebanar pan frío, es decir con temperatura menores a 13°C ya que puede desmoronarse, además sugiere, que alcanzada en el interior del pan la temperatura de 33°C, ya se puede empaquetar ya que así se evita una condensación gradual sobre la superficie de la bolsa, que será posteriormente caldo de cultivo para hongos.

2.5. Texturometría en alimentos

La textura es uno de los factores de calidad más importantes durante la producción y consumo de los alimentos. Definida por Szczesniak (2002), como la manifestación funcional y sensitiva de las propiedades estructurales, mecánicas y superficiales de los alimentos que se determinan mediante los sentidos o la cinética.

El Análisis de textura es uno de los análisis realizados en el campo de la ingeniería de alimentos que ofrece datos cuantificables, precisos y repetibles de las propiedades físicas de los alimentos, como son la dureza, fracturabilidad, cohesividad, elasticidad, masticabilidad, resiliencia, resistencia, entre otros (Ezquivel, 2017).

2.5.1. Análisis de perfil de textura en alimentos

El análisis del perfil de textura (TPA) es una prueba instrumental desarrollada originalmente en el Centro técnico General Foods Corporation (1963) para proporcionar mediciones objetivas de los parámetros de textura, un factor importante de aceptabilidad de los alimentos. Fue diseñado como una compresión de dos ciclos realizada para simular "masticaciones" sucesivas. La prueba fue diseñada originalmente para realizarse a través de la acción recíproca de un instrumento especialmente diseñado: el Texturómetro de Alimentos Generales (Massey university, 2012).

2.5.2. Parámetros texturométricos en el TPA

Los parámetros originales de TPA definidos por el grupo General Foods Corporation son los expresados en la figura 7.

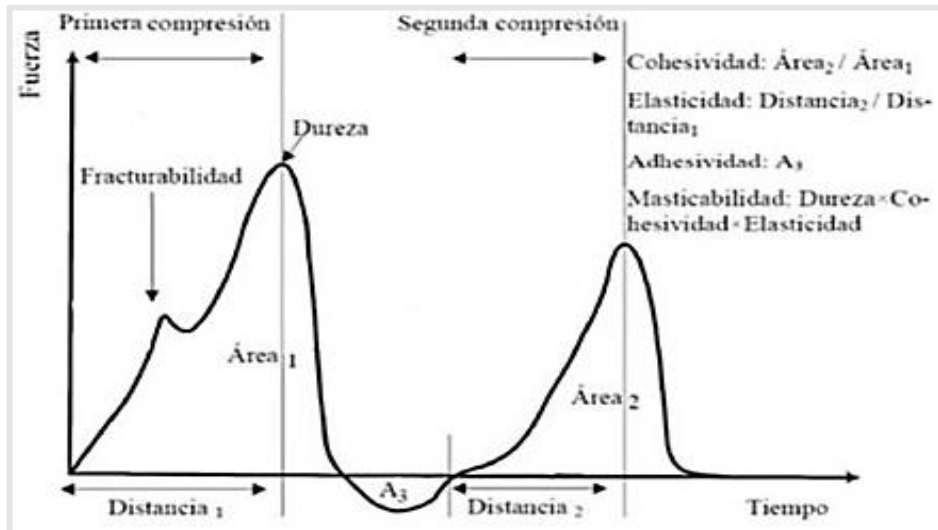


Figura 7. Curva del Análisis TPA.

Fuente: Hleap y Velasco (2010)

Gonzales (2014), utiliza esta misma grafica para establecer las definiciones de Cohesividad, Elasticidad, Adhesividad, Fracturabilidad y Masticabilidad de manera cuantitativa en el alimento, presentadas a continuación:

- **Fracturabilidad**

La fracturabilidad es generada en el primer pico durante la primera compresión, se define como la fuerza con la cual el alimento se o rompe.

- **Dureza**

Se define como el pico más alto durante la primera compresión o el primer mordisco, es la fuerza requerida para comprimir un alimento entre los molares o entre la lengua y el paladar, la magnitud que rige este parámetro es la fuerza.

- **Cohesividad**

Es la resistencia del alimento a una rotura bajo una segunda compresión con relación a la primera. No posee magnitud siendo un valor de “1” significado para decir que el alimento se recuperó completamente de la

compresión. La cohesividad resulta de la división del Área 2 entre Área 1 expresado en la figura 7.

- **Adhesividad**

Definida como el trabajo que se necesita para romper la atracción entre el alimento y la superficie en la que se encuentra (molares, la lengua o paladar). Es el área negativa entre el primer y segundo mordisco, siendo expresado en la figura 7 como el área 3.

- **Gomosidad**

Es la energía necesaria para desintegrar un alimento semi sólido hasta que se pueda tragar, la gomosidad resulta de la multiplicación de la dureza por la cohesividad, y la magnitud en la cual se expresa es en fuerza.

- **Elasticidad**

Es la capacidad del alimento para recuperar su estructura luego que se ha roto por una compresión. Se define como la relación entre la longitud inicial de la muestra en el primer mordisco y el inicio del segundo. Esta unidad no presenta magnitud y en la figura 7 se define como la división de la distancia 2 entre la distancia 1.

- **Masticabilidad**

Se define como la cantidad de energía necesaria para masticar un alimento sólido a fin de desintegrarlo hasta que pueda ser digerido, resulta de la multiplicación de la dureza, cohesividad y elasticidad, siendo expresado en magnitud de masa.

2.5.3. Otros parámetros texturométricos utilizados en alimentos

- **Resiliencia**, capacidad de un sistema para recuperar sus condiciones o características anteriores a una alteración, tras cesar ésta, es adimensional (Real academia de ingeniería, accesado 2019).
- **Resistencia**, es la distancia de recuperación de un alimento, cuando está enganchado en la sonda, contra más elástico es el alimento más resistente es y más cuesta desenganchar (Real academia de ingeniería, accesado 2019).
- **Fibrosidad**, distancia recorrida por la sonda durante el área de fuerza negativa A_3 (Guinea 2003).

III. MATERIALES Y METODOS

3.1. MATERIALES

3.1.1. Materia prima

Se utilizó el Maracuyá (*Passiflora edulis*) variedad *flavicarpa Degener*, producida en el sector Conache, distrito Laredo, provincia Trujillo, Región La Libertad en Perú. Siendo adquiridos del mercado “La Perla”, de la ciudad de Nuevo Chimbote.

3.1.2. Equipos

- pH metro digital, HACH.
- Balanza Analítica, PRECISA GRAVIMETRICS A G.
- Estufa, POL-EKO APARATURA.
- Texturómetro, BROOKFIELD.
- Secadora de Bandejas, JARCON DEL PERÚ.
- Molino de laboratorio, IKA.
- Módulo de Molienda y Tamizado, JARCON DEL PERÚ.
- Horno industrial, NOVA.
- Centrifuga, SIGMA.

3.1.3. Reactivos

- Alcohol (95%)
- Acido cítrico
- Agua destilada
- Solución de hidróxido de sodio (0.1N y 0.255N)

3.1.4. Materiales de vidrio

- Probetas (50, 100 y 500ml)
- Varilla de vidrio
- Vasos precipitados (500 y 1000ml)
- Matraces Erlenmeyer (250 y 500 ml).
- Pipetas (1, 5 y 10 ml).
- Placas Petri.

3.1.5. Otros materiales

- Desecador.
- Cuchillos.
- Mesa de acero inoxidable.
- Bolsas de polipropileno de alta densidad.
- Crisoles de porcelana.
- Pinzas de metal.
- Jarras plásticas.
- Termómetro
- Filtros semi- industriales.
- Ollas.
- Material para prueba sensorial: cabinas de degustación, formatos, lapicero, platos descartables, etc.

3.2. METODOS

3.2.1. Obtención de la harina de cascara de maracuyá

La recepción del maracuyá fue en la planta piloto agroindustrial, previa limpieza y desinfección del área de proceso y superficies de contacto, se eliminó todo lo que no sea fruto (Ramas, hojas, palos, piedras, etc), así como también los ejemplares en estado de descomposición. Luego se retiró todo el jugo y pepas dejando solo cáscara (exocarpio y endocarpio) quedando lista para el siguiente proceso.

Se realizó un procedimiento similar al de Calderón (2017), a continuación, descrito:

- a) Se lavó la cascara con agua corriente para quitar la tierra, ineplos o cualquier partícula pegada en la superficie.
- b) Se cortó la cascara en tiras de 2 x 5 cm aprox. Con la finalidad de aumentar la superficie de contacto en la etapa de secado y así reducir tiempo y temperatura.
- c) Se escaldaron las tiras de cascara a un hervor para inactivar enzimas que pueden degradar las pectinas y reducir el rendimiento en la futura extracción.
- d) Se dejó escurrir durante 20 min aproximadamente para eliminar el agua excedente y así facilitar el secado.
- e) Se programó el secador de bandejas del Instituto tecnológico Agroindustrial a 104°C por 12 horas hasta obtener mediciones de peso constante.
- f) Se molió la cascara seca utilizando el módulo de molienda y tamizado del Instituto tecnológico Agroindustrial, el tamizado se realizó con tamiz

(N°70) dejando a 212 micras para favorecer la futura elaboración del pan.

- g) La harina de cascara de maracuyá obtenida se utilizó tanto para la extracción de pectina como en 4 de las 8 formulaciones del pan de molde.

3.2.2. Extracción de los hidrocoloides de la cascara de maracuyá.

A continuación, en la figura 8 se presenta el diagrama de flujo que se utilizó para la extracción de pectina a partir de la harina de cascara de maracuyá obtenida en el proceso anteriormente descrito. Se usó de referencia lo concluido y estudiado por Escobedo (2013) en cuanto a los parámetros para la extracción.

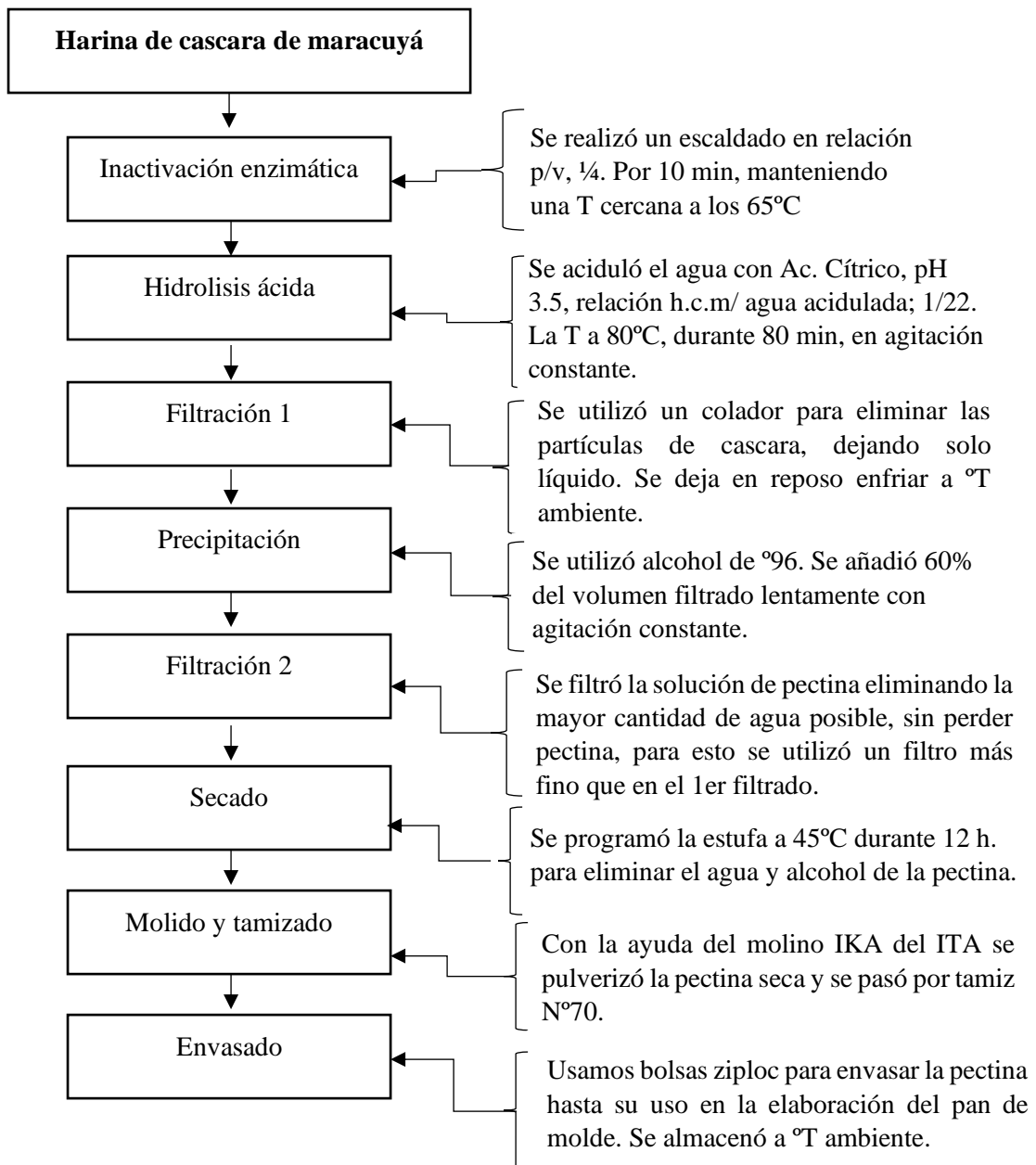


Figura 8. Diagrama de flujo del proceso de extracción de pectina.

3.2.3. Elaboración del pan de molde

En la figura 9 se presenta el diagrama de flujo que se utilizó para la elaboración del pan de molde, así como los parámetros utilizados.

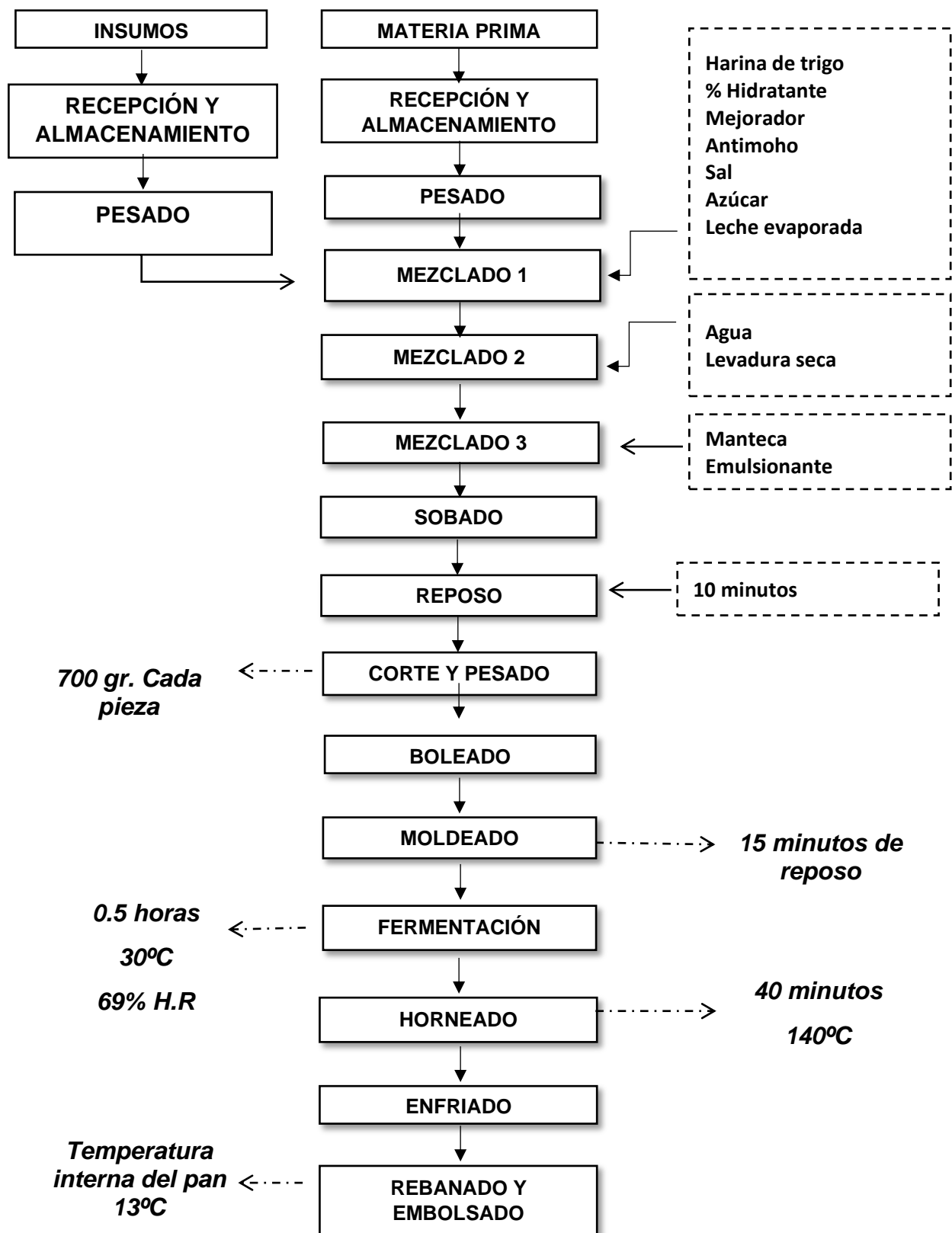


Figura 9. Diagrama de flujo para la obtención de pan de molde.

Fuente: Manual de panificación (Planta piloto UNS, 2011)

A continuación, se describe el proceso:

- **Recepción y Almacenamiento:** Se compraron y obtuvieron los materiales e insumos para la elaboración del pan de molde siguiendo protocolos de inocuidad.
- **Pesado:** De acuerdo al cuadro 16 y el cuadro 17, se pesó y separó en bolsas de primer uso todos los materiales e insumos previa fase de mezclado.
- **Mezclado 1:** La fase de mezclado 1 involucra la combinación de todas las harinas hasta que la mezcla sea uniforme, en este paso se agrega la harina de cascara de maracuyá según las formulaciones.
- **Mezclado 2:** Para esta fase se debe tener en consideración que la sal, el azúcar y la pectina deben diluirse junto con el agua que se agregará a la mezcla, esta adición se realiza lentamente hasta observar que toda la mezcla presenta uniformidad.
- **Mezclado 3:** Involucra la adición de la manteca y emulsionante en la mezcla, en este paso se verificó la calidad de la masa formada, se observó que se haya formado la red de gluten y por ende tenga la consistencia característica de la masa panaria para los siguientes pasos.
- **Sobado:** O amasado, se realizó esta fase con motivo de uniformizar la masa usando las manos, previamente desinfectadas y con guantes correspondientes.
- **Reposo:** Se dejó la masa reposar por 10 minutos a temperatura ambiente.
- **Corte y Pesado:** Se dividió la masa en piezas de 700 gramos cada uno.

- **Boleado:** Cada masa dividida se transformó en un bolo.
- **Moldeado:** Con ayuda de un rodillo, se le dio la forma cilíndrica a la masa teniendo en cuenta que esta debe caber en el molde.
- **Fermentación:** La masa en el molde se dejó reposar por 0.5 horas a 30°C en la cámara de fermentación, a fin de que la masa acumule dióxido de carbono en forma de burbujas.
- **Horneado:** Se procedió a introducir la masa por 40 minutos a 140°C en el horno, los moldes se taparon previamente.
- **Enfriado:** Se dejó reposar los panes fuera de los moldes, hasta que tengan una temperatura aproximada a la del ambiente.
- **Rebanado y Embolsado:** Se cortó el pan de molde en tajadas simétricas para su posterior embolsado.

La formulación que se usó para aplicar el procedimiento descrito en la figura 9, esta detallado en la tabla 10, el cual establece los porcentajes de los ingredientes para la elaboración de pan de molde.

Tabla 10. *Formulación utilizada para el pan de molde.*

Ingrediente	% (base harina)
Harina de Trigo	100
Mejorador	1
Antimoho	0.3
Sal	2
Azúcar	8
Agua	50
Levadura seca	2
Manteca	10
Emulsionante	1

Fuente: Manual de panificación (Planta piloto UNS, 2011)

La aplicación de harina de cascara de maracuyá y pectina de cáscara de maracuyá se realizan como aditivos, es decir no modifican la formulación del pan de molde, fueron añadidos según lo descrito en la tabla 11.

Tabla 11. *Porcentajes de adición de hidrocoloides.*

Aditivo	Porcentaje de adición (%)
Harina de Cascara de maracuyá	1.5; 3; 4.5 y 6
Pectina de Cascara de Maracuyá	0.5; 1; 1.5 y 2

3.2.4. Evaluación de la aceptabilidad, humedad y textura del pan de molde

La aceptabilidad, humedad y la textura fue evaluado conforme a la figura 10, siendo realizados los ensayos en el pan de molde con adiciones de harina de cascara de maracuyá en 1.5; 3; 4.5 y 6 % y pectina de cascara de maracuyá en 0.5; 1; 1.5 y 2%.

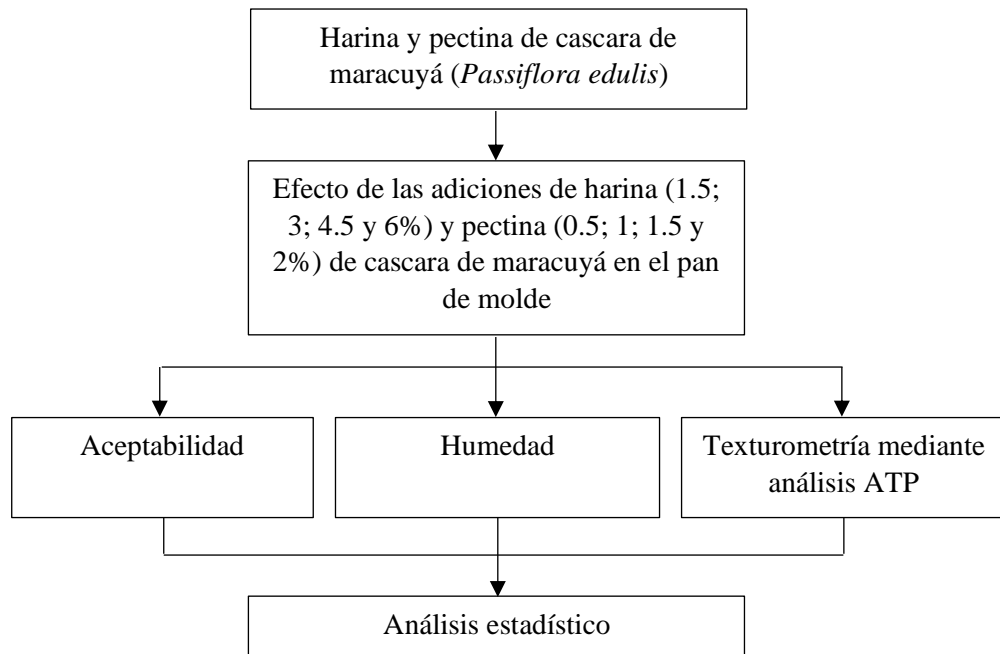


Figura 10. Esquema experimental para el comportamiento del pan de molde con adición de harina y pectina de cascara de maracuyá.

▪ **En la evaluación de la aceptabilidad**

Se utilizó el método de comparación múltiple. El puntaje de aceptabilidad del pan de molde fue dado por 25 panelistas Semi-entrenados (estudiantes de últimos ciclos de agroindustrias y algunos docentes que conocen sobre estudio sensorial de alimentos) de ambos sexos, la escala hedónica fue de 5 puntos; siendo 1 muy mala y 5 muy buena, las características de estudio sensorial fueron: olor, color, sabor, firmeza y apariencia, expuestas en el cuadro 19.

El análisis en el día 1 se realizó a todas las formulaciones de pan de molde incluyendo el pan control, ya que se desea evaluar la aceptabilidad de todas a nivel de consumidor.

Los análisis se realizaron los días 1, 5, 10 y 15. Durante los días se fueron descartando las formulaciones que sensorialmente eran inaceptables por los panelistas, con la finalidad de hallar la vida útil de la mejor formulación. La

hoja de evaluación usada contenía las alternativas y puntajes descritos en la tabla 12 para cada característica organoléptica a analizar.

Tabla 12. Puntaje dado a las alternativas de cada característica en la hoja de evaluación.

Características	Alternativas dadas a los panelistas	Puntaje representativo de las alternativas
OLOR	Muy mala	1
	Mala	2
	Regular	3
	Buena	4
	Muy Buena	5
COLOR	Muy mala	1
	Mala	2
	Regular	3
	Buena	4
	Muy Buena	5
SABOR	Muy mala	1
	Mala	2
	Regular	3
	Buena	4
	Muy Buena	5
FIRMEZA	Muy dura	1
	Dura	2
	Ni dura ni blanda	3
	Blanda	4
	Muy blanda	5
APARIENCIA	Muy mala	1
	Mala	2
	Regular	3
	Buena	4
	Muy Buena	5

La presentación a los panelistas fue en código numérico para cada tipo de pan, para evitar que el panelista esté sujeto a sugerencias. La disposición de los códigos está descrita en la tabla 13.

Tabla 13. *Leyenda de Códigos dados a las formulaciones.*

Formulación	Código de tratamiento
Control	698
1.5% de Cáscara	352
3.0% de Cáscara	872
4.5% de Cáscara	128
6.0% de Cáscara	665
0.5% de Pectina	515
1.0% de Pectina	442
1.5% de Pectina	754
2.0% de Pectina	287

▪ **En la determinación de la humedad**

Se analizaron las tajadas usando el método 44-15 de la AACC (2000), se cortó aproximadamente 5 gramos del pan, colocándolos en una placa Petri para ser puesto en una estufa a 105°C durante un tiempo aproximado de 12h hasta obtener peso constante, este procedimiento fue realizado a todos los tratamientos con adición de pectina y harina de cascara de maracuyá realizándose por triplicado. Esta evaluación fue hecha en un periodo de 15 días, siendo el día 1 el día siguiente a la elaboración de los panes y el día 15 el último día en la que se tuvo al menos una formulación aceptable sensorialmente. Los análisis fueron realizados los días 1, 5, 10 y 15.

▪ **En la evaluación de los parámetros texturométricos**

Se realizó un análisis de perfil de textura (APT) con el equipo CT34500, TexturePro CT V1.4 Build 17, de Brookfield Engineering Labs, Inc. Del laboratorio de composición de alimentos de la EAP de Ing. Agroindustrial.; la

sonda que se utilizó fue la TA4/1000; el objetivo de la penetración fue cilindro de 10.0mm y la velocidad del test de 0.5 mm/s.

El análisis fue realizado por duplicado a todos los tratamientos con adición de pectina y harina de cascara de maracuyá durante los 15 días que duró la investigación, siendo el día 1 el día siguiente a la elaboración de los panes y el día 15 el último día en la que obtuvo al menos una formulación aceptable sensorialmente. Los análisis fueron realizados los días 1, 5, 10 y 15.

▪ **Determinación del análisis proximal de la harina de cascara de maracuyá**

Se utilizaron los siguientes métodos:

- Para la determinación de humedad se usó el método descrito por la UNE 64015 1971.
- En la determinación de cenizas, de acuerdo al método UNE 64019 1971
- El cálculo de proteínas fue hecho con el método UNE-EN ISO5983-2 Parte 2 Dic. 2006.
- El método de determinación de grasa en el alimento fue realizado con el método UNE 64021 1970.
- La fibra fue determinada con el método NMX-F-090-1978.
- La cantidad de carbohidratos se realizó por diferencia del 100% menos la sumatoria del porcentaje de humedad, proteínas, grasas y fibras.

- **Determinación de las Propiedades funcionales de la pectina de cascara de maracuyá.**

➤ **Capacidad de hinchamiento (CH)**

Se determinó gravimétricamente en base al método reportado por (Bertin, Rouau & Thibault, 1988). Se pesó 0.5 g de cada muestra en una probeta graduada de 25 ml y se midió el volumen ocupado por las fibras (V₀) (mL); se adicionó 2,5 ml de agua destilada y se agitó manualmente durante 5 min. Se dejó en reposo durante 24 horas a temperatura ambiente. Posteriormente se midió el volumen final de las muestras (V₁) (mL). La capacidad de hinchamiento (mL/g) se calculó mediante la siguiente fórmula:

$$CH = \frac{V_1 - V_0}{\text{peso muestra}}$$

➤ **Capacidad de retención de agua (CRW)**

Se determinó gravimétricamente en base al método reportado por (Bertin, Rouau & Thibault, 1988). En un tubo falcón de 15mL, se pesó 0,5g de cada muestra (P₀) (g), se adicionó 10 ml de agua destilada y se agitará manualmente durante 10 minutos; se dejó durante 24 horas a temperatura ambiente; se centrifugó 3000 r.p.m durante 40 minutos, inmediatamente se retiró el sobrenadante y se pesó el sedimento (P₁) (g). La CRW (%) se calculó mediante la siguiente fórmula:

$$CRW = \frac{P_1 - P_0}{P_0}$$

➤ **Capacidad de retención de aceite (CAO)**

Se determinó gravimétricamente en base al método reportado por (Bertin, Rouau & Thibault, 1988). En un tubo falcón de 15mL, se pesó 0,5g de cada muestra (Po) (g), se adicionó 10 ml de aceite comercial y se agitó manualmente durante 10 minutos, luego se dejó en reposo durante 24 horas a temperatura ambiente y se centrifugó a 3000 r.p.m durante 40 minutos, inmediatamente se retiró el sobrenadante y se pesó el sedimento (P1) (g). La CAO (mL/g) se calculó mediante la siguiente fórmula:

$$CAO = \frac{P1 - P0}{Peso\ muestra}$$

3.3. DISEÑO EXPERIMENTAL

El diseño estadístico que se utilizó para la investigación fue un diseño completamente aleatorio DCA, se consideró como variable independiente: La formulación. En el modelo se presentó esta variable como único factor y se evalúan sus efectos en función al porcentaje de adición de hidrocoloides. Este factor en la formulación del pan de molde presentó 8 niveles. Se utiliza el mismo diseño en el análisis de todas las variables dependientes en el estudio.

▪ En la aceptabilidad del pan de molde

Se realizó los análisis estadísticos de los puntajes del análisis sensorial para observar cómo las adiciones de hidratantes afectan los parámetros organolépticos del pan de molde en el primer día de elaboración, es decir cuando el pan de molde se encuentra en su máximo nivel de frescura.

Donde cada parámetro organoléptico (olor, color, sabor, firmeza y apariencia) tuvo los puntajes dados por los panelistas a cada una de las formulaciones.

En el experimento, 25 panelistas semi entrenados, entre hombres y mujeres, fueron asignados aleatoriamente para el análisis sensorial a cada una de las formulaciones.

Nuestra variable de respuesta fueron los puntajes dados por los panelistas, medido por la suma de puntaje de los 25 panelistas a cada formulación, considerando estos panelistas en el análisis de datos, como repeticiones.

La población de referencia es el pan control y la unidad de análisis son las rebanadas de pan de molde la cual tiene 25 puntajes cada una.

El modelo estadístico lineal para este diseño es el que se muestra a continuación:

$$Y_{ij} = \mu_i + E_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} = Puntaje del j-ésimo panelista a la i-ésima formulación.

μ_i = La media de la i-ésima formulación.

E_{ij} = El error experimental de la unidad ij.

Para determinar si la hipótesis nula, la cual asevera que no existen diferencias entre las medias de las formulaciones describe el experimento

$$H_0: \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_4 = \mu_5 = \mu_6 = \mu_7 = \mu_8 = \mu_9$$

O la hipótesis alternativa,

$$H_a: \mu_i \neq \mu_k \quad ; \quad i \neq k$$

Que existen diferencias significativas entre las diferentes formulaciones usadas en el experimento.

Se aplicó la prueba F, con 95% de confianza, un ANOVA para evaluar el efecto de las formulaciones usadas en el pan de molde en las características organolépticas del mismo como se muestra en el Tabla 14. Se consideran los panelistas como repeticiones, es decir: $r = 25$ y el número de tratamientos es el número de las formulaciones usadas $t = 9$.

Tabla 14. ANVA, efecto de las formulaciones en las características organolépticas del pan de molde.

Fuente de variación	GI	SC	CM	Fexp	Ftab	SIGN
A: r (Panelistas)	a-1=24					
Efecto de B (Formulaciones)	b-1=8					
Error experimental	192					
Total	rt-1=224					

Además, se usaron tablas DHS de tukey para comparar las medias significativamente diferentes de otras.

▪ **En la humedad del pan de molde.**

Se realizaron los análisis estadísticos a la humedad de los panes de molde en el primer y último día de almacenamiento. En el primer día ya que necesitamos conocer las diferencia entre los panes con adición y el pan control, respecto a la absorción del agua de proceso, y al finalizar los 15 días para conocer las diferencias de los tratamientos en la capacidad de conservación de dicha humedad. Se utilizó como diseño estadístico un DCA de un factor, el cual presenta para este análisis 3 repeticiones ($r = 3$) para cada variable de respuesta por formulación ($t = 9$).

En el ANOVA de un factor presentado en el Tabla 15 se definió si existen diferencias significativas entre las medias poblacionales o no, es decir entre una formulación y otra (inter-grupos), con respecto a los datos de porcentaje de Humedad obtenidos.

Tabla 15. ANOVA, Efecto de las formulaciones en la Humedad.

Fuente de variación	Gl	SC	CM	Fexp	Ftab	SIGN
Inter-grupos	t-1=8					
Intra-grupos	18					
Total	26					

Para comparar las medias significativamente diferentes de otras, se usó la prueba Tukey HDS con 95% de confianza.

Se utilizó también el software Microsoft Excel para realizar las regresiones lineales para cada formulación versus días de almacenamiento como se muestra a continuación:

$$Y = ax_i + b$$

Donde:

X_i = Día de análisis.

Y = Humedad en el día “x”.

b = Humedad inicial

a = Tasa de variación de humedad

Si la pendiente “a” es positiva, se definirá como incremento o absorción de humedad y si es negativa, pérdida de humedad del pan de molde.

▪ **En el análisis de perfil de textura (TPA) del pan de molde**

Se realizó el análisis estadístico de los datos obtenidos mediante el análisis de perfil de textura en el último día de vida útil del pan, ya que en este punto

se observa el efecto del tiempo de almacenamiento en la textura del pan de molde. Para el estudio estadístico se consideraron los siguientes parámetros texturométricos: Dureza, Fracturabilidad, cohesividad, elasticidad y masticabilidad como variables de respuesta, esto gracias a la ayuda del software utilizado para cuantificar los ensayos con el Texturómetro Brookfield para el experimento en el análisis de los panes con diferentes adiciones de hidratantes.

Al igual que para el análisis de aceptabilidad se utiliza como diseño estadístico un DCA de un factor, el cual presenta para este análisis 2 repeticiones ($r = 2$) para cada variable de respuesta por formulación ($t = 9$). En el ANOVA de un factor presentado en el tabla 16 se define si existen diferencias significativas entre las medias poblacionales o no, es decir entre una formulación y otra (inter-grupos), con respecto a los datos obtenidos para cada parámetro de textura.

Tabla 16. ANVA, Efecto de las formulaciones en los parámetros de textura.

Fuente de variación	Gl	SC	CM	Fexp	Ftab	SIGN
Inter-grupos	t-1=8					
Intra-grupos	9					
Total	17					

Donde si el nivel de significancia inter-grupos es menor o igual a 0.05 se rechaza la hipótesis H_0 , es decir que se tienen diferencias entre las formulaciones con respecto a cada parámetro texturométrico. Se utilizó también tablas de Tukey HDS.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Caracterización de la harina de cascara de maracuyá

La harina de cascara de maracuyá (*Passiflora edulis*), de acuerdo a la tabla 17, tiene bajo nivel de grasas (0.43%), proteínas (3.5%) y cenizas (4.69%), en contraparte se observa resultados elevados de carbohidratos (60.05%) y fibra (22.33 %) estos valores son similares a los reportados por Arteaga y Rufino (2015) para las características de grasas (0.32%), proteínas (3.88%) y cenizas (4.81%). El contenido de fibra de 22.33% fue menor a lo reportado por Arteaga y Rufino (2015), y García (2003), los cuales obtienen valores aproximados al 29%. Se obtuvo un 60.05% de carbohidratos, mismos que están conformados por monosacaridos, oligosacaridos y polisacaridos (celulosa, almidón, hemicelulosa y pectinas) según Repo y Encina (2008), los valores de carbohidratos fueron similares a lo reportado por Gilberto (2013). Siendo el elevado contenido de carbohidratos de la cascara un factor determinante para el comportamiento de la harina en el pan de molde. El hecho de obtener diferencias entre carbohidratos y fibra en ambos resultados según PRIEGO (2007) es influenciado por el estado de madurez, temporada de cosecha y condiciones en las que fue sometido el fruto

Tabla 17. Composición química proximal de la Harina de Cascara de Maracuyá.

Nutrientes	Muestra
Proteínas (%) Factor 6.25	3.50
Grasa (%)	0.43
Humedad (%)	9.0
Cenizas (%)	4.69
Carbohidratos (%)	60.05
Fibra (%)	22.33

Una humedad de promedio del 9% se encuentra dentro de las tolerancias indicadas en la NTP 205.04 (INDECOPI, 1976) para harinas sustitutivas o parecidas a las de la harina de trigo.

4.2. Caracterización funcional de la pectina de cascara de maracuyá

En la industria de panificación, la inclusión de cualquier tipo de fibra (pectina) soluciona problemas relacionados con la pérdida de volumen y humedad proporcionando así una estabilidad mejor durante su almacenamiento (Cruz, 2002). Esto está directamente relacionado con la capacidad de la pectina para aumentar su volumen en presencia de un exceso de agua (Tamayo y Bermúdez, 1998). Es el caso de nuestra pectina, la cual hincha absorbiendo (3.5957 ml de agua/g), así mismo retiene (2.6715 ml de agua/g), como indica la tabla 18. Si bien son resultados menores a los reportados por Bermúdez (1998) y Cruz Salazar (2002) para maracuyá, el cual fue (7.85 ml agua/g), Lopez et al, (1997) nos indican que esto puede ser debido a las diferencias en el tamaño de partícula utilizado. Según el cuadro 21 la retención de aceite fue de (4.0608 ml aceite/g), mayor a lo reportado por Cruz Salazar (2002) para maracuyá (2.25 ml aceite/g), esta capacidad puede estar influenciada por el grado de madurez del fruto según Robertson y Eastwood. (1984).

Cuadro 18. *Propiedades funcionales de la pectina de cascara de maracuyá.*

Propiedad	Muestra
CH (ml agua/ g muestra)	3.5957
CRA (ml agua/ g muestra)	2.6715
CAA (ml aceite/ g muestra)	4.0608

4.3. Determinación de los mejores tratamientos respecto a las características organolépticas.

4.3.1. Comportamiento de la aceptabilidad durante su almacenamiento

Se obtuvieron los siguientes resultados para los 15 días de evaluación según la figura 11, una puntuación mínima de 3 indica que el producto aun es aceptable para el público, por el contrario, un puntaje menor a 3 indicó término de vida útil.

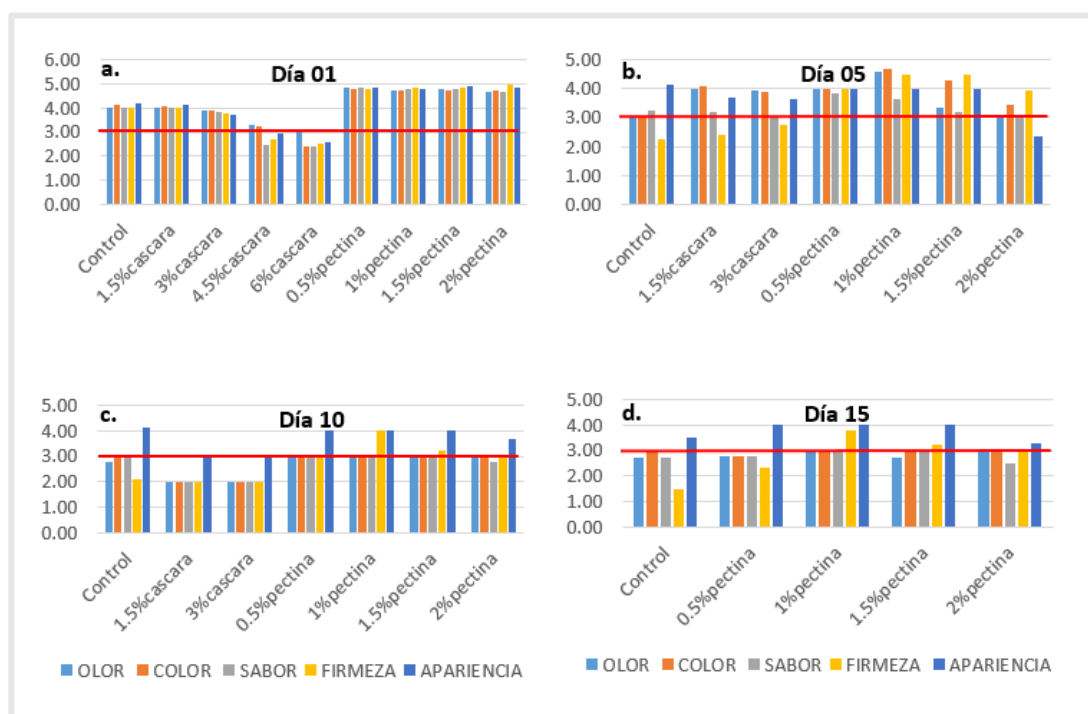


Figura 11. a. Puntaje hedónico de los tratamientos al día 01; b. Puntaje hedónico de los tratamientos al día 05; c. Puntaje hedónico de los tratamientos al día 10; **d.** Puntaje hedónico de los tratamientos al día 15.

Se sabe que cualquiera de los parámetros organolépticos como el color, olor, sabor, firmeza y apariencia determinan que tan aceptable o inaceptable es el alimento a nivel sensorial, de tener un criterio inaceptable el producto cuenta como deteriorado (Espinoza et al, 2018), esta idea se refuerza con el hecho de que los productos no tienen una vida en anaquel sensorial intrínseco, sino es el resultado de la degustación del alimento por parte del consumidor

(Krummenacher et al. 2012). En base a ello podemos decir que los tratamientos de 1% (3.36) y 1.5% (3.01) de adición de pectina de maracuyá cumplen con promedio mínimos requeridos para un producto aceptable ende una vida útil de 15 días, una puntuación mínimo aceptable es de 3 puntos en la escala hedónica utilizada, correspondiendo a una aceptación regular. Para los tratamientos de adición de harina de cascara de maracuyá de 4.5% (2.93) y 6% (2.59) no resultaron ser aceptables el Día 1 (Figura 11 a.) por parámetros de sabor (2.48; 2.38) y firmeza (2.71; 2.54), a palabras de los panelistas estas formulaciones resultaron ser amargas, esta peculiaridad se debe al sabor de la cascara de maracuyá. Esta sensación de amargura fue reportada por parte de los panelistas en el Día 10 en los tratamientos con 1.5% (2.2) y 3% (2.2) de adición de harina de cascara de maracuyá (Figura 11 c.).

Para el día 15 el tratamiento control resulto con una firmeza (1.5) y sabor (2.7) no agradable para los panelistas, este bajo puntaje se vio reflejado también en el tratamiento con 2% de adición de pectina de cascara de maracuyá (2.5) (Figura 11 d.), en caso del control fue debido al envejecimiento que está relacionado directamente con la retrogradación del pan, dando como consecuencia zonas con una organización cristalizada rígida (WIKIPEDIA, Accesado 02/02/2020) durante el almacenamiento en el pan se lleva a cabo un proceso de re-asociación y recristalización de las cadenas de polisacáridos (Eliasson et al, 1993). Teniendo en consideración que los tratamientos con 1% (3.36) y 1,5% (3.01) de adición de pectina de maracuyá fueron aceptables apenas por encima del puntaje mínimo, por este motivo se determinó que un mayor tiempo a 15 días darían como resultado ser inaceptable para el consumidor. En caso del pan control y los panes con 0.5% y 2% de adición de pectina de maracuyá no tendrían mayor vida útil a 10 días, los

tratamientos de 1.5% y 3% de adición de harina de cascara de maracuyá no tendrían una vida en anaquel mayor a 5 días y los tratamientos con adición de harina de maracuyá en 4.5 y 6% tenderían a ser inaceptables para el público desde el primer día.

4.3.2. Análisis estadístico de la aceptabilidad

Se analizaron los datos obtenidos en el día 01 de análisis sensorial, debido a que en este día se presentó el máximo nivel de frescura.

Se aplicó el análisis de varianza ANOVA para los atributos sensoriales del pan de molde los resultados se presentan en el cuadro 22.

Tabla 19. *Resumen de Análisis de Varianza para los atributos de aceptabilidad en las formulaciones.*

Atributos	Razón F	Valor P
Olor	6.69	0.0000
Color	6.98	0.0000
Sabor	10.07	0.0000
Firmeza	4.88	0.0000
Apariencia	16.52	0.0000

Un valor P menor a 0.05 significa que cualquiera de las adiciones de pectinas y harina de cascara de maracuyá tienen un efecto estadísticamente significativo sobre los atributos del pan del molde con un 95% de confianza.

Los coeficientes de variabilidad para olor, color, sabor, firmeza y apariencia son 25.14 %, 24.31%, 30.05%, 21.61% y 27.27% respectivamente.



Figura 12. Comparación de los puntajes hedónicos al día 1.

La figura 12, compara los puntajes hedónicos en los atributos obtenidos. En la tabla 20, se resumen los grupos homogéneos encontrados para los 5 atributos de aceptabilidad del pan de molde, indicando de izquierda a derecha del menor valor promedio al mayor valor promedio entre los grupos.

Tabla 20. Resumen de 95% Tukey (HSD) para atributos de aceptabilidad

Formulaciones	Olor			Color				Sabor		Firmeza			Apariencia	
Control	4.0	4.0	4.0		4.1	4.1		3.6	3.6	3.9	3.9		4.0	
1.5% Cascara	3.8	3.8	3.8	3.8	3.8	3.8	3.8	3.6	3.6	3.9	3.9		3.8	3.8
3% Cascara	3.4	3.4		3.4	3.4	3.4		3.1	3.1	3.6	3.6	3.6	3.3	3.3
4.5% Cascara	3.3			3.1	3.1			3.0	3.0	3.4	3.4		2.8	
6% Cascara	3.3			3.1				2.5		3.0			2.6	
0.5% Pectina			4.5				4.5		4.4	4.0				4.4
1% Pectina			4.3	3.9	3.9	3.9		4.1			4.3			4.2
1.5% Pectina		4.2	4.2		3.9	3.9		3.9	3.7	3.7	3.7			4.1
2% Pectina			4.4	3.8	3.8	3.8	3.8	4.0		3.9	3.9		3.9	3.9

Se evidencia en la tabla 20 que para los atributos de olor y sabor, adiciones mayores al 3% de harina de cascara de maracuyá generan un efecto negativo en el pan de molde, ya que este grupo es significativamente peor que el control. Esto puede explicarse acorde a lo que describe Stanley (2002), refiriéndose a que los lípidos y carbohidratos juegan un papel importante en el aroma y sabor del pan de

molde, teniendo en cuenta que la materia prima usada tiene un 60.05% de carbohidratos y un 0.43% de grasas, para nuestro caso los carbohidratos juegan un papel fundamental en estos atributos. Justificando esto se sabe que hay compuestos de bajo peso molecular que influyen como agentes de sabor, también hay poligosacaridos que no tienen sabor, pero pueden modificar el patrón de percepción de los panelistas y por último una cantidad importante de compuestos de aroma y sabor resultan de la degradación de los carbohidratos que se producen mediante las reacciones de oscurecimiento no enzimático (Stanley, 2002). Debido a esto, y evidenciando lo visto en la figura 123, adiciones de pectina resultan no tener efectos significativos en estos parámetros siendo la mejor formulación una adición del 1.0% de pectina de cascara de maracuyá, ya que estadísticamente es igual al control y sin embargo mantiene todos sus atributos aceptables hasta el día 15 de almacenamiento.

Para el color, se obtuvo resultados negativos para adiciones del 3% a más de harina de cascara de maracuyá, siendo los mejores resultados las de adiciones de pectina de cascara de maracuyá y la que presenta una mayor media, la adición de 0.5%. Se debe recordar que el objetivo del estudio es mejorar las características de calidad del pan de molde, por ende y como puede verse en la figura 13, las variaciones de color más negativas se dieron por adiciones mayores al 3% y esto está directamente relacionado con el color de la materia prima, además del oscurecimiento no enzimático que sufren los polisacáridos. Esto lo explica Kent – Jones y Amos (1986) para un caso de sustitución parcial de harina de quinua, el cual tenía pigmentos amarillos de origen natural que afectaron los valores de color mediante más porcentaje se sustituyera, y estos resultados también se reflejan en lo estudiado por Wilder (2009), por esta razón la harina de cascara de maracuyá

tendría un efecto similar. Adiciones de Pectina de cascara de maracuyá prueban no tener efectos significativos en este atributos, debido a su bajo porcentaje de adición.

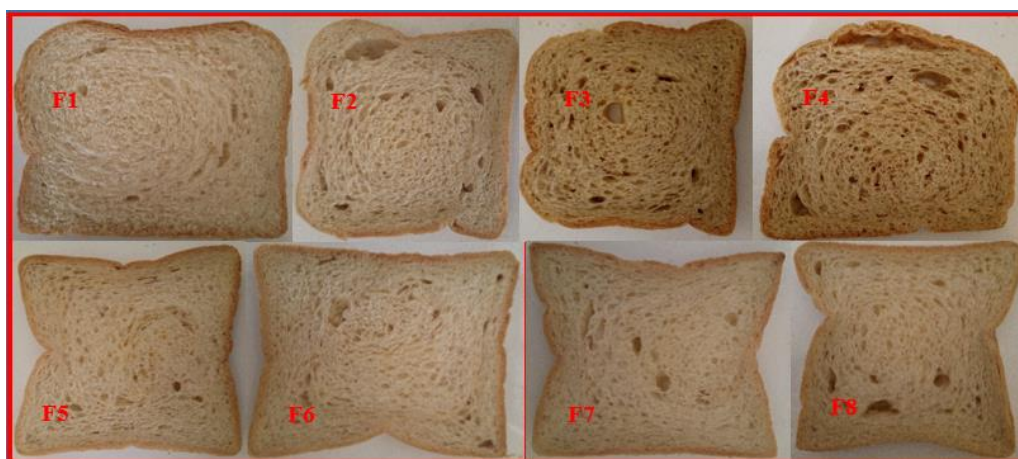


Figura 13. Pan de molde con adición HCM (F1, F2, F3 y F4) y Pectina (F5, F6, F7 y F8)

Para los resultados de firmeza y apariencia, se obtuvo que formulaciones mayores al 1.5% de cascara de maracuyá afectan negativamente a la aceptación del producto, siendo los tratamientos con pectina los que son mejores o iguales en comparación al control, el tratamiento que obtuvo un mejor puntaje para estos parámetros fue una adición de 0.5% de pectina de maracuyá. De lo cual se puede concluir que los carbohidratos dentro de la composición de la cascara de maracuyá no ayudan en el objetivo de mejorar las características organolépticas del pan de molde y adiciones del 0.5% y 1% de pectina de cascara de maracuyá mejoran significativamente los atributos del pan de molde.

4.4. Análisis de la humedad

4.4.1. Comportamiento de la humedad durante su almacenamiento

Según NTP 206.004.1988 (MINSA, 2010) la cantidad máxima de humedad permisible para cualquier pan de molde es del 40%. Se observa en la figura 14 que tanto el pan control como los panes de molde con adición de hidrocoloides no superan este valor en el primer día de análisis y durante el almacenamiento va disminuyendo en humedad.

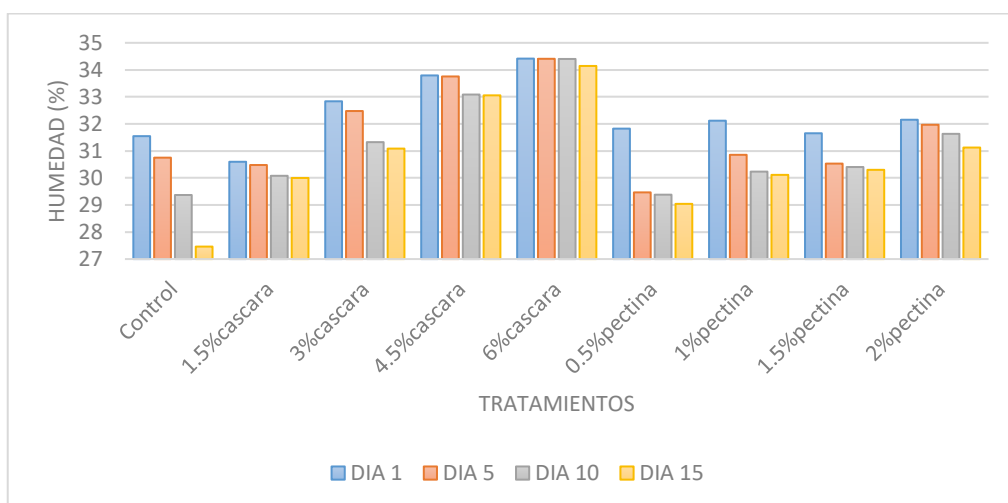


Figura 14. Comparación de tratamientos durante los 15 días de almacenamiento.

Se puede observar en la figura 15 que los tratamientos que mejor mantuvieron su % humedad durante el tiempo de almacenamiento fueron los de adición de cascara y 2% pectina. Los tratamientos con menos de 2% pectina presentaron una importante caída respecto del 1er día de análisis, luego mantuvieron relativa estabilidad hasta el día 15.

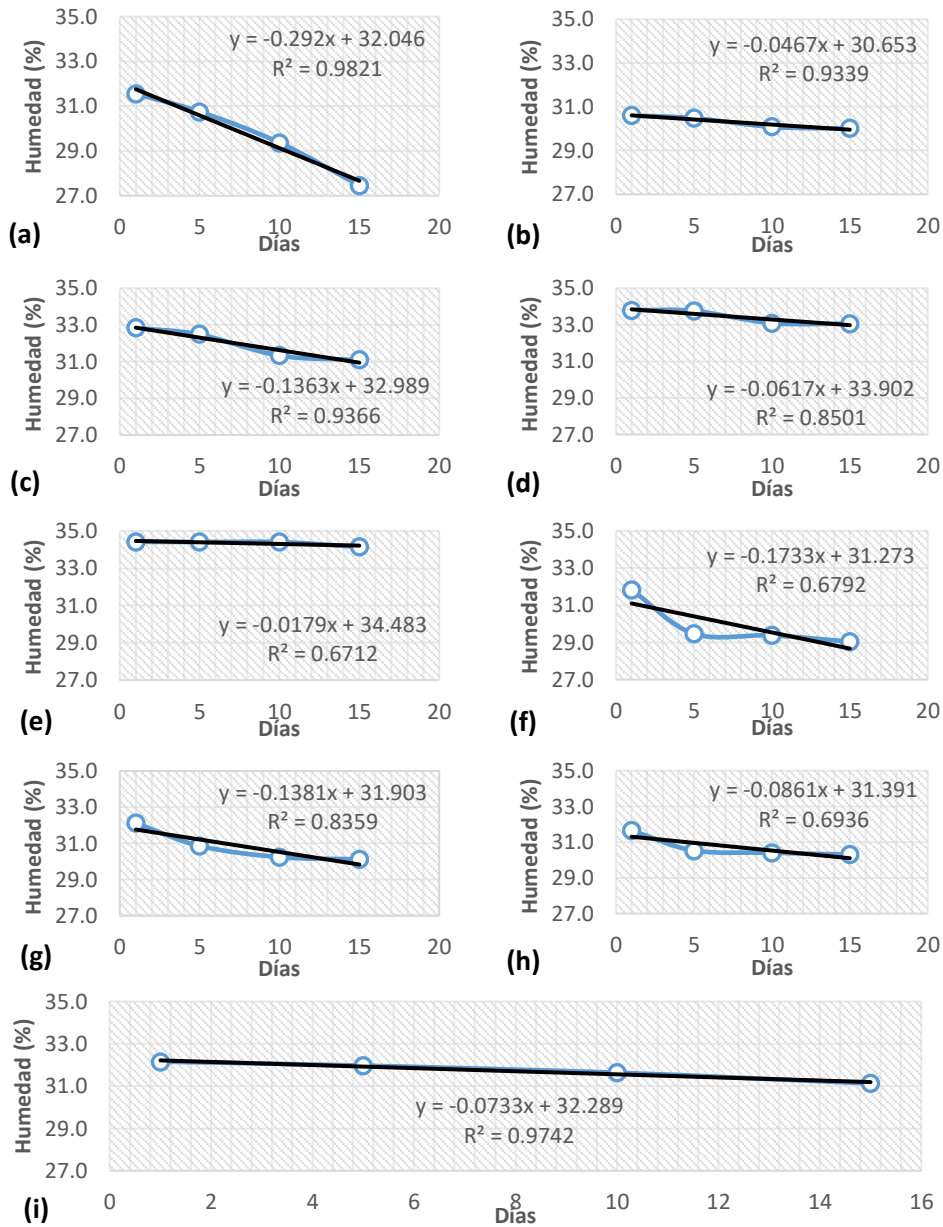


Figura 15. Regresión lineal aplicada a los tratamientos con adiciones de harina y pectina de maracuyá, donde: (a) Control; (b) 1.5% de harina; (c) 3% de harina; (d) 4.5% de harina; (e) 6% de harina; (f) 0.5% de pectina; (g) 1% de pectina; (h) 1.5% de pectina y (i) 2% pectina.

En la figura 15 se realizó la regresión lineal en los tratamientos, evidenciándose que en todos los tratamientos hay una pérdida progresiva de la humedad con respecto a los días de almacenamiento. Del cual se obtiene la formula “ $y = ax+b$ ”, a manera de resumen, los resultados de las “a” y “b” fueron puestos en el cuadro 40.

Tabla 21. Constantes de la regresión lineal de los tratamientos en humedad Vs días, en la formula “ $y = ax + b$ ”.

Tratamientos	a	b
Control	-0.292	32.046
1.5% cascara	-0.0467	30.653
3% cascara	-0.1363	32.989
4.5% cascara	-0.0617	33.902
6% cascara	-0.0179	34.483
0.5% pectina	-0.1733	31.273
1% pectina	-0.1381	31.903
1.5% pectina	-0.0861	31.391
2% pectina	-0.0733	32.289

Se puede decir que en el Tabla 21, el valor de “a” es un factor que mide la tasa de decaimiento de la humedad a través de los días, y “b” es la humedad inicial aproximada del producto en el día 0, por tal cada tratamiento pierde “a” porcentaje de humedad día a día. La variable “y” es la humedad en el día “x”, “x” es el número de días. Valores como el control presentaron la mayor tasa de perdida de humedad (-0.292) y el tratamiento con 6% de adición de harina de cascara de maracuyá fue la menor tasa registrada (-0.0179).

En general todos los tratamientos con adición de hidratantes mantienen la humedad del pan de molde mejor que el control durante el tiempo de almacenamiento como puede verse en la figura 16.

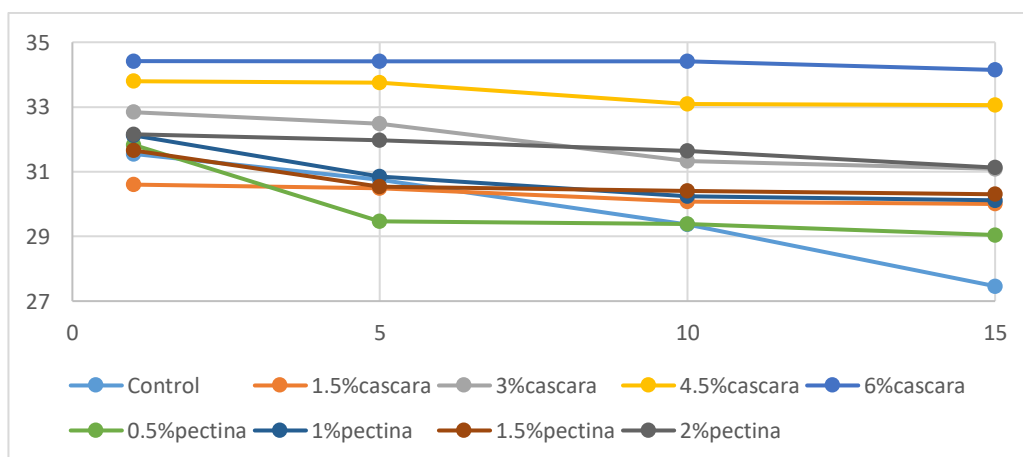


Figura 16. Comportamiento de la humedad en el pan de molde durante el almacenamiento.

En general la humedad se comportó de manera distinta para todos los tratamientos desde el día 0. Los tratamientos con una mayor concentración de agua son los de harina de cascara de maracuyá, esto está directamente ligado a que la amalgama de componentes en la cual está constituido la harina de cascara de maracuyá ayudan a retener más el agua usada durante el proceso de elaboración del pan de molde.

Se realizaron distintas regresiones lineales a los panes de las formulaciones, a fin de encontrar los coeficientes de pérdida de humedad “a” (Tabla 21) debido a que todos los panes inician con una humedad diferente entre ellos, se realizó este proceso a fin de comparar un estándar, el cual es el coeficiente “a”, el cual permitió medir directamente el porcentaje de humedad que pierde el producto a través de los días, Se puede observar en el cuadro 24 que la tasa de pérdida de agua en las formulaciones con adición de harina de cascara de maracuyá son mucho menores que las de adición de pectina.

Todos los tratamientos retienen con una mejor tasa el porcentaje de humedad en los panes de molde, esta humedad es la misma que guarda relación directa con la retrogradación del pan (QUAGLIA, 1991). Una primera impresión da por sentado que la adición de harina de cascara de maracuyá es mucho mejor hidratante que la pectina extraída de esta misma cascara, pero, estos datos deben de analizarse como un conjunto en el ámbito de la aceptabilidad y análisis de textura.

Una humedad elevada en el pan da como resultado un proceso más lento de endurecimiento con respecto a panes con contenido de humedad más bajo, siendo que la velocidad de pérdida de agua se reduce con la inclusión de grasas. (QUAGLIA, 1991).

4.4.2. Análisis estadístico de la humedad

Resultado de análisis estadístico del Día 01

Se aplicó el análisis de varianza ANOVA en el Tabla 22 para humedad en el día 1 del pan de molde, para determinar si existen diferencias estadísticamente significativas entre las formulaciones estudiadas con respecto a la humedad del pan de molde.

Tabla 22. Análisis de Varianza para humedad en día 1.

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos (Adición de hidratantes)	32.206	8	4.026	175.087	0.0000
Intra grupos	0.414	18	0.023		
Total (Corr.)	35.619	26			

En el Tabla 22 se observa que el valor-P de la prueba-F es menor que 0.05, quiere decir que existe una diferencia estadísticamente significativa entre un nivel de adición de hidratantes y otro con respecto a humedad del pan de molde, con un nivel del 95.0% de confianza. Además, los datos presentan un coeficiente de variabilidad de 6.37%.

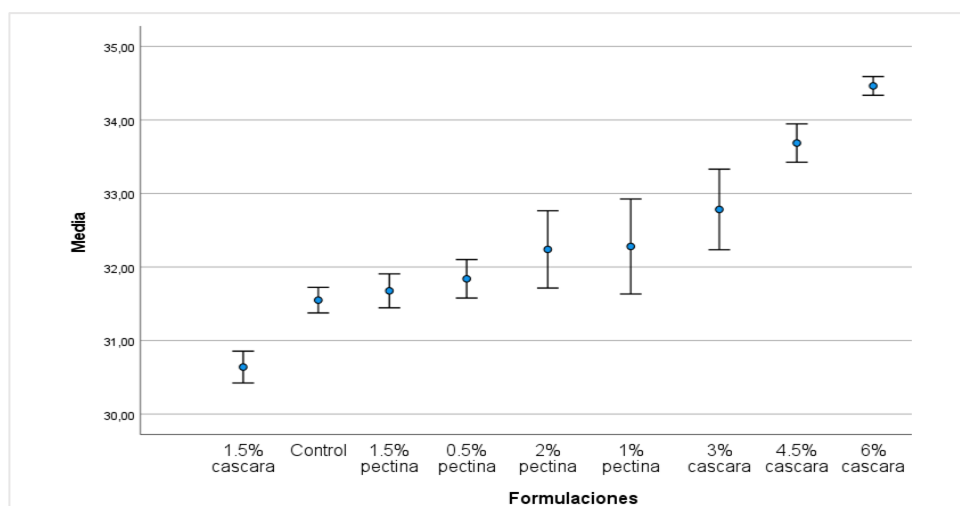


Figura 17. Gráfico de medias para humedad en el día 1 por adición de hidratantes.

Se evidencia en la figura 17 que el pan con adición de 1.5% (30.5%) de cascara presenta la menor humedad registrada en el día 1 siendo este el único tratamiento que se ubica debajo del control para este día. Adiciones del 4.5% (33.7%) y 6% (34.4%) prueban tener los valores más elevados respecto a la humedad en el pan de molde. Estos grupos homogéneos son expuestos en la tabla 23.

Tabla 23. 95% Tukey HSD para humedad por formulaciones en el día 1.

Nivel	Media	Grupos Homogéneos
1.5% cascara	30.64	a
Control	31.55	b
1.5% pectina	31.68	b
0.5% pectina	31.84	b c
2% pectina	32.24	c d
1% pectina	32.28	d
3% cascara	32.78	e
4.5% cascara	33.69	f
6% cascara	34.46	g

La tabla 23 muestra los grupos homogéneos donde se encuentran diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos.

Según lo descrito por QUAGLIA (1991) una humedad elevada de pan de molde da como resultado un proceso más lento de retrogradación en comparación con los panes con humedad más baja. Como se pudo observar en la figura 17, el menor valor registrado para el primer día fue una adición de 1.5% de harina de cascara de maracuyá (30.5%) a comparación de adiciones de 3%; 4.5% y 6% de harina de cascara de maracuyá, una primera impresión podría arrojar conclusiones negativas para este tratamiento, ya que resultó tener la humedad significativamente más baja. Para los tratamientos de adición de pectina no se encontró una diferencia significativa entre los 3 grupos homogéneos que la conforman según el cuadro 26, ya que grupos de adiciones del control (31.5%),

1.5% (31.6%) y 0.5% (31.8%); 2% (32.1%) y 1% (32.1%) de pectina no se encuentran diferencias significativas, esto da un mismo punto de partida para la humedad inicial en estos tratamientos. Diferencias más claras son las vistas en los tratamientos con adición de harina de cascara de maracuyá, ya que adiciones del 1.5% (30.5%); 3% (32.8%); 4.5% (33.8%) y 6% (34.4%) tienen diferencias más marcadas en el primer día, siendo 3 de estos últimos tratamientos los que presentaron humedades significativamente más altas.

Resultado de análisis estadístico del día 15

Se aplicó el análisis de varianza ANOVA en el tabla 24 para humedad en el día 15 del pan de molde, para determinar si existen diferencias estadísticamente significativas entre las formulaciones estudiadas con respecto a la humedad del pan de molde.

Tabla 24. *Análisis de Varianza para humedad en día 15.*

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos (<i>Adición de hidratantes</i>)	99.163	8	12.395	73.052	0.0000
Intra grupos	3.054	18	0.170		
Total (Corr.)	102.217	26			

En la tabla 24 se observa que existe una diferencia estadísticamente significativa entre un nivel de adición de hidratantes y otro con respecto a humedad del pan de molde, con un nivel del 95.0% de confianza.

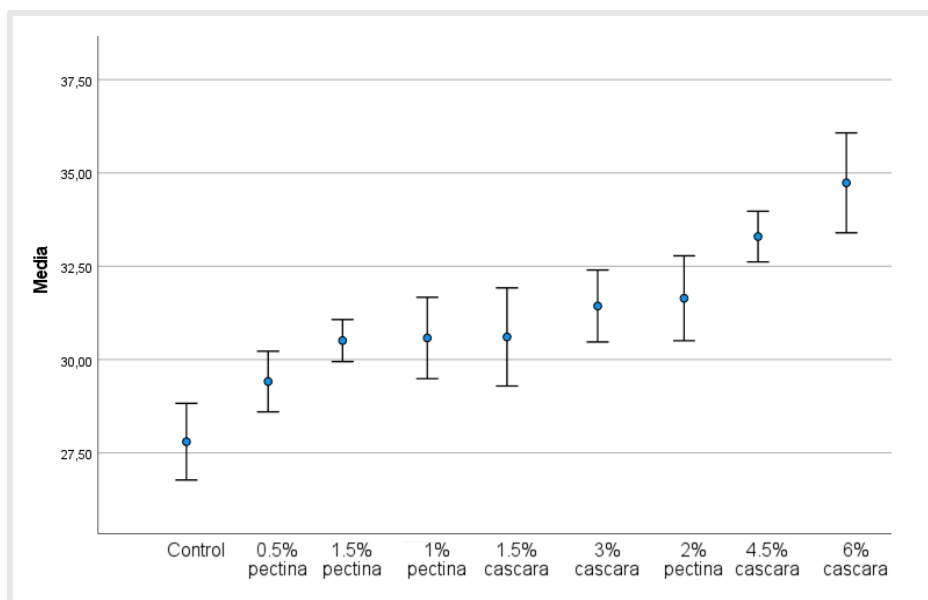


Figura 18. Gráfico de medias para humedad en el día 15 por adición de hidratantes.

Se observa en la figura 18 que el pan control (27.4%) presenta la menor humedad registrada en el día 15 a comparación de los tratamientos con adición de hidratantes. Las adiciones del 4.5% (33.05%) y 6% (34.1%) prueban tener los valores más elevados respecto a la humedad en el pan de molde. Los grupos homogéneos son expuestos en la tabla 25.

Tabla 25. 95% Tukey HSD para humedad por formulaciones en el día 15.

Nivel	Media	Grupos Homogéneos
Control	27.80	a
0.5% pectina	29.41	b
1.5% pectina	30.60	b c
1.0% pectina	30.58	b c
1.5% cascara	30.51	c
3% cascara	31.44	c
2% pectina	31.64	c
4.5% cascara	33.30	d
6% cascara	34.73	d

En la tabla 25 pueden distinguir 2 grupos homogéneos, siendo el control el que presentó una humedad estadísticamente más baja de todos los

tratamientos, lo cual significa que los hidratantes en general logran una mejor humedad al término del estudio.

En contraste con el día 1, para el día 15 se encontró que el control obtuvo la humedad significativamente menor a todos los tratamientos vistos en la tabla 25, esto explica que la humedad del control en un inicio no fue la más baja, al paso de los días como lo indica en la figura 19 obtuvo la menor humedad registrada. En términos de humedad final, una adición de 4.5% y 6% de harina de cascara de maracuyá, prueban conservar mejor la humedad que el control y que los tratamientos con pectina. En base a la tabla 25 los tratamientos de pectina obtuvieron valores finales de humedad iguales entre ellos, pero mayores al control lo cual refleja su capacidad para retener mejor la humedad al término de los 15 días de estudio.

4.5 Análisis de textura

4.5.1 Comportamiento de la textura durante su almacenamiento

En la figura 19 se puede observar el comportamiento de los parámetros de textura en el pan de molde durante los 15 días de almacenamiento.

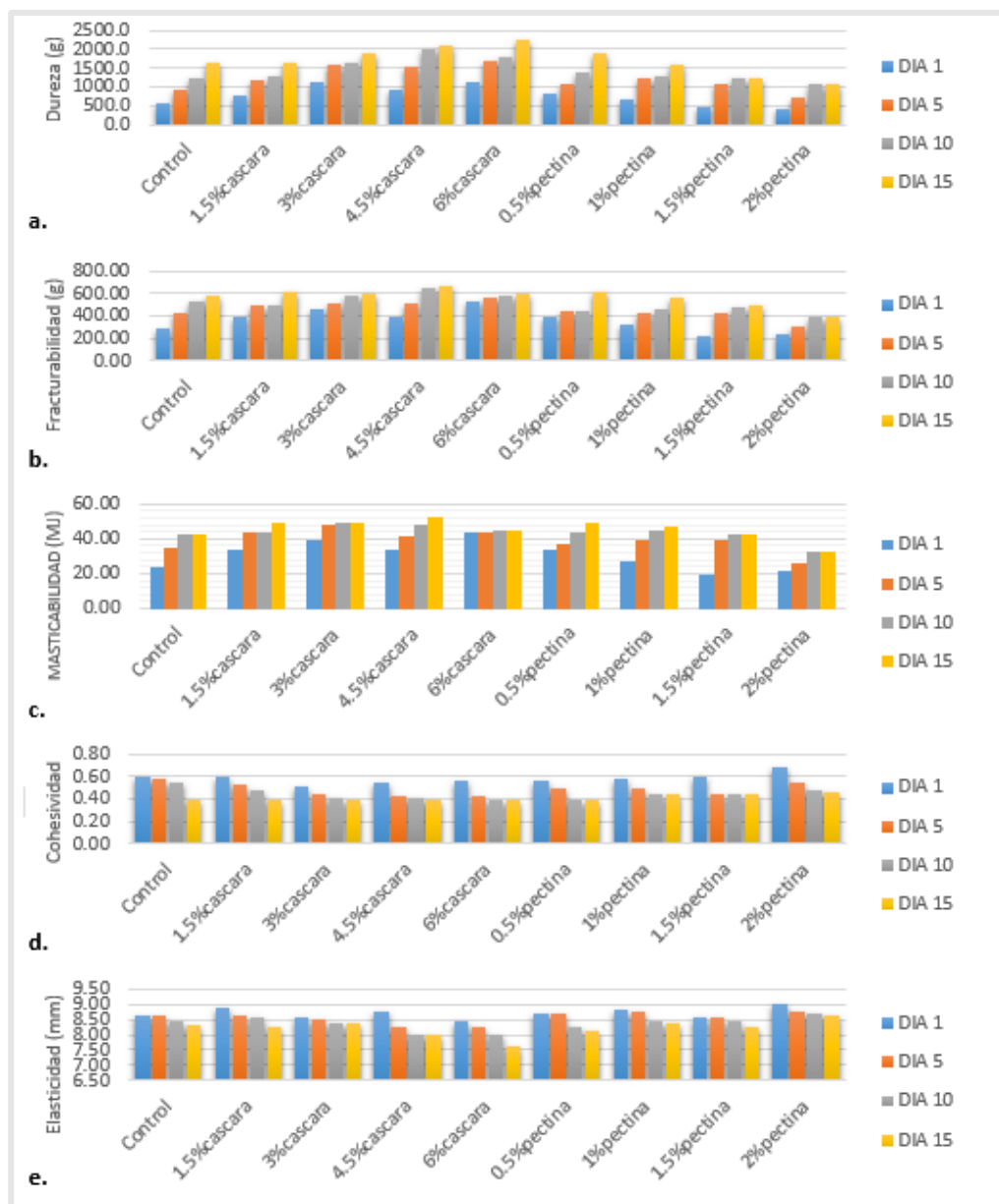


Figura 19. a. Comportamiento de la Dureza; b. Comportamiento de la fracturabilidad; c. Comportamiento de la masticabilidad; d. Comportamiento de la cohesividad; Comportamiento de la elasticidad, del pan de molde durante su almacenamiento.

Para obtener los resultados de la figura 19 se usó un análisis de perfil de textura (TPA), los parámetros que se evaluaron fueron la dureza, fracturabilidad, Masticabilidad, Cohesividad y elasticidad ya que estos son los parámetros originales validados por el grupo General Foods Corporation, Se expresan los

datos de los 15 días de almacenamiento, ya que según análisis sensorial fue el tiempo de vida útil máximo de al menos 1 pan de molde.

Por lo general los parámetros de textura como la dureza, fracturabilidad y masticabilidad van relacionados directamente con la vida útil del producto, una dureza elevada significa que los procesos de retrogradación están llevándose a cabo en la estructura del pan, esto a su vez genera una percepción no aceptable al público. Un volumen decreciente en el pan de molde con respecto al porcentaje de adición de hidrocoloide, por lo general, indica que el pan tiende a tener más dureza de lo requerido (Lipi Das et al, 2014). Por tal motivo, las cantidades más pequeñas de hidrocoloides son más efectivas en el volumen del pan (Kohajdová et al, 2009), siendo esto un factor influyente en la dureza del producto.

Otro factor en el comportamiento del pan de molde es el agua, al agregar hidrocoloides en la mezcla genera una mayor retención de agua y esto contribuye a un mejor desarrollo del gluten (Rodge et al, 2012). Estudios sugieren que los hidrocoloides podrían modificar las propiedades del gluten y almidón al influir directamente en la hidratación del gluten (Mikus et al, 2011). Facilitando en gran medida que más gas quede atrapado en la masa, esta a su vez aumenta el volumen total del pan y por ende la disminución de su dureza en etapas iniciales. Una mayor retención de humedad por los hidrocoloides en los productos horneados finales, resulta en una retrogradación reducida del almidón (Sharadanand y Khan 2003), esta afirmación es corroborada por experiencias de Lipi Das et al (2014), los cuales observaron que hidrocoloides como el CMC y Goma Guar en los valores de firmeza fueron significativamente menores que su pan control y esto apunta a una tasa de

reafirmación más lenta. Existe una relación típica Inversa entre la humedad de la miga y la firmeza de la miga con un número creciente de días de almacenamiento (Rogers et al. 1998). El agua en el pan actúa como un plastificante, cuando la humedad disminuye, acelera la formación de enlaces cruzados entre el almidón y la proteína y por tal la reafirmación es más rápida (He y Hosney 1990).

Adiciones graduales de pectinas de cascara de maracuyá disminuyen la dureza inicial y final del producto respecto al control. Caso contrario pasa con las adiciones de harina de cascara de maracuyá. Los tratamientos que tienen menor capacidad de retener gases, son las que presentan mayores valores de dureza (Rojo, 2017). Un aumento en el porcentaje de adición de harina de cascara de mango significa un incremento en la fuerza necesaria para realizar una deformación en el pan (Bajaña, 2015), se debe principalmente a que dicha cascara no presenta gluten, y esto da como resultado una masa más dura, esta misma tendencia se ve en las adiciones graduales de harina de cascara de maracuyá en el pan de molde.

Todos estos estudios dan fundamento a los resultados obtenidos en el comportamiento del pan de molde durante su almacenamiento, ya que los parámetros de textura iniciales del pan de molde fueron aumentando con el tiempo para la dureza, fracturabilidad y masticabilidad prueba tener una relación inversamente proporcional a la pérdida de humedad del pan de molde como se analizó con anterioridad, saber esto es importante ya que para que un pan de molde mantenga su frescura es necesario que pueda mantenerse lo más posible los parámetros iniciales del pan de molde, por ello, una menor dureza, fracturabilidad o masticabilidad significarían que llegan a conservar su calidad

y en general las adiciones de pectina prueban tener los mejores resultados para mejorar la vida útil del producto.

4.5.2 Análisis estadístico de la Textura

Para el análisis estadístico se eligió el día 15 del tratamiento, ya que fue el último día de vida útil y donde se encontraron las diferencias más significativas.

En la tabla 26 se detalla un resumen del análisis de varianza ANOVA que se realizó para los parámetros de textura:

Tabla 26. Resumen de análisis de varianza para parámetros de texturas al día 15 de almacenamiento.

Parámetros	Razón F	Valor P
Dureza	88784.45	0.0000
Fracturabilidad	5019.39	0.0000
Masticabilidad	24.89	0.0000
Cohesividad	0.65	0.7252
Elasticidad	0.94	0.5313

Según la tabla 26 se tienen diferencias significativas respecto a los niveles de adición de pectina y harina de cascara de maracuyá, para los parámetros de dureza, fracturabilidad y masticabilidad, las cuales poseen un coeficiente de variabilidad de 21.86%, 13.79% y 11.77% respectivamente. Parámetros de cohesividad y elasticidad con coeficientes de variabilidad de 12.42% y 14.60% resultan no tener diferencias significativas, esto quiere decir que los niveles de adiciones resultan ser iguales y no contribuyen de manera positiva o negativa en estos parámetros.

Tabla 27. Resumen de análisis de homogeneidad para parámetros de textura: Dureza, Fracturabilidad y masticabilidad.

Tratamiento	Media	Dureza		
2% Pectina	1075.37	a		
1% Pectina	1239.97		b	
1.5% Pectina	1598.88			c
1.5% Cascara	1633.56			d
Control	1636.50			d
0.5% Pectina	1908.26			e
3% Cascara	1911.05			e
4.5% Cascara	2103.06			f
6% Cascara	2260.06			g
Tratamiento	Media	Fracturabilidad		
2% Pectina	389.975	a		
1% Pectina	501.305		b	
1.5% Pectina	564.905			c
Control	574.000			d
3% Cascara	600.050			e
6% Cascara	601.845			e
1.5% Cascara	610.350			f
0.5% Pectina	612.055			f
4.5% Cascara	669.550			g
Tratamiento	Media	Masticabilidad		
2% Pectina	34.26	a		
1% Pectina	44.65		b	
1.5% Pectina	48.33		b	c
Control	42.46		b	c
3% Cascara	49.29		b	c d
6% Cascara	44.83			c d
1.5% Cascara	49.53			c d
0.5% Pectina	50.10			c d
4.5% Cascara	52.56			d

Las comparaciones de los grupos homogéneos como se ve en la tabla 27, se realizaron solo a los parámetros de dureza, fracturabilidad y masticabilidad ya que según el análisis estadístico ANOVA solo estos presentaron diferencias significativas.

Según el análisis de Tukey HDS 95%, visto en la tabla 27 una menor dureza, fracturabilidad y masticabilidad del pan de molde es dada por la adición de 1.5 y 2% de pectina de cascara de maracuyá, mientras que una mayor dureza es la

que dieron los tratamientos con 4.5 y 6% de harina de cascara de maracuyá. Siendo que ambos hidratantes tienden a capturar el agua de manera distinta según la figura 19, donde puede observarse que a mayor porcentaje de adición de harina de cascara de maracuyá el pan de molde va teniendo una mayor humedad inicial y una menor tasa de pérdida de humedad respecto al control, en general este comportamiento también lo tienen tratamientos con adición de pectina de cascara de maracuyá con respecto al control pero mucho menos marcados que en la adición de harina de cascara de maracuyá. Una adición del 6% de harina de cascara de maracuyá obtuvo una humedad inicial de 34.4% y una tasa de pérdida de humedad por día del 0.0179%, el 2% de pectina de cascara de maracuyá tuvo una humedad inicial de 32.1% y una tasa de pérdida de humedad del 0.0733% y el control una humedad inicial de 21.54% y una tasa de pérdida de humedad del 0.292% por día, esto en gran medida refleja que la harina de cascara de maracuyá retiene mayor humedad que la pectina de cascara de maracuyá, pero, tiene un resultado contraproducente en la dureza del pan debido al alto contenido de almidón en la harina de cascara de maracuyá. Los cambios en el gluten durante el almacenamiento del pan y la migración del agua del gluten al almidón contribuyen en el envejecimiento del pan tal como nos indica Wilhoff, (1971), teniendo esto en cuenta, una mayor adición de almidón al pan de molde en forma de harina de cascara de maracuyá contribuye de manera negativa en la dureza y por tal motivo también en la aceptabilidad del pan de molde.

Un proceso de la panificación es la cocción, los gránulos de almidón se hinchan y las cadenas rectas se difunden, luego, a medida que el pan se enfría, las cadenas rectas se unen para proporcionar forma y la resistencia inicial del pan.

Las cadenas de almidón permanecen en los gránulos durante el horneado se unen lentamente durante el almacenamiento para hacer que la miga sea cada vez más firme con el tiempo (Angioloni y Collar 2009), se menciona que el envejecimiento del pan no solo es el resultado de la interacción del almidón con el pan de molde, sino también el resultado de varios efectos (Zobel y Kulp 1996). Se tiene evidencia que ciertos hidrocoloides como la Goma Guar y el CMC desaceleran la cinética reafirmante de la masa (Lipi Das et al, 2014). Se da un caso similar a adiciones de 0.5% de pectina el cual presenta valores similares al control y adiciones mayores resultan en valores más bajos que el control (2% de pectina) a los 15 días de almacenamiento, dando como resultado que una adicción de 2% de pectina contribuye de manera significativa a desacelerar las cinéticas reafirmantes del pan de molde, y las adiciones mayores al 1.5% de harina de cascara de maracuyá aceleran estas reacciones teniendo como consecuencia una mayor dureza del producto.

Respecto a la fracturabilidad se sabe que es la fuerza con la que se desmorona un alimento, al perder el contenido de humedad el pan pierde suavidad y por tanto se hace más facturable (Edgar et al. 2015), siendo que tiene una tendencia similar a la dureza, a medida que transcurre el tiempo la fracturabilidad aumenta, y a su vez tiene correlación directa con la pérdida de agua. Se obtuvo una menor fracturabilidad en la adición de 2% de pectina (388.4 g) y la más alta en 4.5% (669.5 g) de harina de cascara de maracuyá, siguiendo la misma tendencia que el endurecimiento, las diferencias sustanciales entre el contenido de almidón de la harina de cascara de maracuyá y un producto refinado como lo es la pectina de cascara de maracuyá tienen diferencias muy marcadas en su comportamiento. Adiciones superiores al 1% de pectina guardan diferencias

muy significativas con respecto al control (575 g), llegando a mantener una fracturabilidad menor a la del control y por tal motivo, más aceptable.

Según Edgar et al (2015), la masticabilidad es la energía requerida para desintegrar un alimento para ser deglutido. Las formulaciones que tienen menor capacidad de retener gases, son en su mayoría las que presentan mayores valores de masticabilidad (Rojo, 2017), por tal motivo a mayor adición de harina de cascara de maracuyá mayor es la masticabilidad del producto. Al buscar menores valores de masticabilidad se encontró que la adición de 2% pectina de cascara de maracuyá (34.26 MJ) es el menor valor registrado según el cuadro 30 y la adición de 4.5% de cascara de maracuyá (52.56 MJ) es el mayor. Esto guarda estrecha relación con el comportamiento de la dureza y fracturabilidad del pan de molde, siendo directamente proporcional a estas.

Tanto la cohesidad como la elasticidad no se obtuvieron diferencias significativas entre los tratamientos, Se sabe que en los alimentos como el pan, que tienden a ser viscoelásticos, es frecuente que solo ocurra una recuperación parcial de su estructura cuando esta se somete a deformaciones específicas, ya que, la red de gluten se desintegra bajo el efecto de compresión (Muller, 1973). La textura característica de la miga del pan se debe a la elasticidad de la masa de harina de trigo, esta hace posible inflarse y retener burbujas de gas (Pacheco, 2007).

V. CONCLUSIONES

- Se comprobó que adiciones de pectina de cascara de maracuyá del 0.5 al 2% ejercen un efecto favorable a la calidad y vida útil del pan de molde respecto al control, siendo adiciones del 0.5 y 1% de pectina los que obtuvieron los mejores resultados en este estudio.
- Adiciones de harina de cascara de maracuyá (HCM) obtuvieron un máximo de 10 días de vida útil sensorial para los tratamientos de 1.5 y 3%, y tratamientos superiores al 3% de HCM resultaron con aspectos inaceptables desde el día 1, tendiendo un sabor amargo al gusto. Los panes con adición de pectina del 1 y 1.5% obtuvieron una máxima vida útil de 15 días. Tratamientos con 1, y 1.5% de adición de pectina presentaron los mejores resultados para los aspectos de aceptabilidad estudiados.
- Adiciones de hidrocoloides extraídos de la cascara de maracuyá (pectina) prueba retener mejor el agua durante su almacenamiento que el control, pero no son mejores en comparación con las adiciones de HCM. El tratamiento que mejor retiene la humedad es la formulación con 4.5 y 6% de adición de harina de cascara de maracuyá y para la adición de pectina de cascara de maracuyá fue el de 2%.
- Para el parámetro de dureza, los panes de molde con adición de 1.5% (1238 gf), 2% (1073.5 gf) de pectina obtuvieron las menores durezas respecto a todos los tratamientos.
- Para la fracturabilidad, las adiciones que tuvieron los menores valores fueron los de 2% y 1.5% de pectina (389.975 gf, 564.905 gf).
- Parámetros como cohesividad, elasticidad, no presentaron diferencias significativas entre los tratamientos.
- En los valores de masticabilidad adiciones del 2% de pectina obtuvo las medias más bajas (34.3mJ) y la del 4.5% de harina de cascara de maracuyá las más elevadas (52.56mJ).

VI. RECOMENDACIONES

- De encontrarse una manera rentable de separar el endocarpio del exocarpio de la cascara de maracuyá, la harina del endocarpio de la cascara de maracuyá podría tener efectos positivos sobre la aceptabilidad en el pan de molde. Esto para eliminar el sabor amargo del exocarpio.
- Se debe comprobar la viabilidad económica del uso del hidrocoloide extraído de la cascara de maracuyá, contrastando los resultados en base a otras pectinas industriales, ya que se comprobó que conserva mejor la calidad del pan de molde respecto al control.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- American Association of Cereal Chemist (AACC) Approved Methods of American Association of Cereal Chemist. 10. St. Paul: American Association of Cereal Chemist; 2000.
- Angioloni A, Collar C (2009) Gel, dough and fibre enriched fresh breads: relationships between quality features and staling kinetics. J Food Eng 91:526–532
- Arteaga Saenz y Silva Rufino (2015). SUSTITUCION PARCIAL DE LA HARINA DE TRIGO (*Triticum Aestivum*) POR HARINA DE TARWI (*Lupinus Mutabillis sweet*) Y HARINA DE CASCARA DE MARACUYA (*Passiflora Edulis*) EN LAS CARACTERISTICAS FISICOQUIMICAS Y SENSORIALES DE CUPCAKES. (Tesis de título de Ingeniero) Universidad Nacional del Santa, Chimbote, Ancash, Perú.
- Cerna L. & Santa M. (2010) “Efecto del uso de ácido ascórbico sobre la calidad del pan de molde con sustitución parcial de harina de kiwicha (*amaranthus caudatus*) y salvado de trigo (*triticum aestivum*)”. Universidad Nacional del Santa, Perú. Pag 45-48.
- Correa Jimenez Maria (2012) “Efecto de celulosas modificadas y pectinas sobre la microestructura y atributos de calidad de la masa panaria”. Universidad Nacional de la Plata – Argentina. Pag. 147 – 153.
- Cruz M., 2002. "Caracterización fisicoquímica, fisiológica y funcional de residuos fibrosos de cascara de maracuyá (*Pasiflora edulis*)" Tesis. Facultad de Ingeniería Química, Universidad Autónoma de Yucatán, México.
- Eliasson, A; Larsson, K, Cereals in breadmaking: a Molecular Colloidal Approach, Marcel Dekker, Inc. New York, EE.UU, 1993.

- Espinoza Eusebio Katherine y Ludeña Avalos Fredy, 2018. “Evaluación de la calidad del pan de molde enriquecido con harina de chía (*Salvia Hispánica L.*) Desgrasada y sin Desgrasar”, Pag. 217
- Escobedo Soberón Gilberto Martín (2013) “Tesis valorización de la cáscara de maracuyá (*passiflora edulis f. flavicarpa deg.*) como sub producto para obtener pectina usando como agente hidrolizante ácido cítrico” Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, Chiclayo – Perú. Pag. 20-29.
- Garcia Luna Itzel Nashielli, 2003. "Caracterización fisicoquímica, fisiológica y funcional de residuos fibrosos de cascara de maracuyá (*Pasiflora edulis*)" (Tesis de título de ingeniero). Facultad de Ingeniería Química, Universidad Autónoma de Yucatán, México
- Hurtado Gonzales 2016. Utilización de prefermentos en la elaboración de pan de molde blanco para extender su tiempo de vida útil. Tesis de título en ingeniería, Universidad San Ignacio de Loyola, Lima, Perú.
- Juarez N., Barcenás M. y Hernández L. (2014) “El grano de trigo: Características generales y algunas problemáticas y soluciones a su almacenamiento”. Departamento de Ingeniería Química, Alimentos y Ambiental, México. Pag 44-48.
- Julio Cesar Rodan Retamoso (2010). Extracción y caracterización de pectina, a partir de la pulpa del níspero de palo (*Mespilus germánica L*) (Tesis de título de Ingeniero). Universidad Nacional de Micaela bastidas, Apurímac.
- Lipi Das, Utpal Raychaudhuri & Runu Chakraborty (2014) “Effects of hydrocolloids as texture improver in coriander bread” – India. Pag. 3674, 3677-3679.

- Luna Aguilar Gustavo Santiago (2014) “Obtención de balanceado a partir de los desechos del maracuyá (*passiflora edulis* variedad flavicarpa) para ganado vacuno” Quito – Chile. Pag. 3-7.
- Mayorga Ana Lucia (2013) “Desarrollo de fibra dietética a partir de un subproducto industrial de piña y su aplicación en un producto alimenticio” Universidad de Costa Rica, San José. Pag. 8-45.
- Ministerio de Salud (2009) “Tablas Peruanas de Composición de Alimentos”. Centro Nacional de Alimentación y Nutrición, Perú.
- Mikuš Ľ, Vašík Ľ, Dodok L (2011) Usage of hydrocolloids in cereal technology. Acta Univ Agric et Silviculturae Mendeliana Brunensis 35:325–334
- Monteiro Coelho Emanuela, Guttierres Gomes Raquel, Bruna A. Souza Machado, Santos Oliveira Roseane, Marcos dos Santos Loma, Luciana Cavalcanti de Azevedo, Marcelo A. Umsa Guez (2016) “Passion Fruit peel flour Technological properties and application in food products” Petronila, Pernambuco– Brazil. Pag 159 – 162.
- Murillo E, Sánchez W y Méndez J. 2010. Potencial antioxidante de residuos agroindustriales de tres frutas de alto consumo en el Tolima. Scientia et Technica, 17(46):138-143.
- Quintero Valbuena Mayra Alejandra (2016) “Obtención y caracterización de hidrocoloides a partir de residuos de la industria frutícola” Universidad Nacional de Colombia, Bogotá – Colombia. Pag. 26-35; 40; 81.
- Ramírez S. 2012. Aprovechamiento de residuos agroindustriales, cascarilla de arroz (*Oriza sativa*) y residuos de papa (*Solanun tuberosun*) para la producción de *Trichoderma* spp. Trabajo de grado, Universidad Técnica de Ambato, Ambato.

- Rentería Abril Jean Leonardo (2014) “Procesamiento de frutas de maracuyá (*passiflora edulis*) para obtención de pectina, en machala, 2013” Universidad Técnica de Machala – Ecuador. Pag. 8; 12-15; 25-27; 34-36.
- Rivadeneira M., Caceres P. (2010) “Extracción de pectina líquida a partir de cáscaras de Maracuyá (*Passiflora edulis*) y su aplicación en el desarrollo de un producto de humedad intermedia” Guayaquil, Ecuador. Pag. 2-4.
- RM N° 1020-2010/MINSA “Norma Sanitaria para la Fabricación, Elaboración y Expendio de Productos de Panificación, Galletería y Pastelería”, Perú.
- Rodríguez Edwin Miguel (2012) “Evaluación de las características espesantes del mesocarpio de maracuyá (*Passiflora edulis* var. *flavicarpa*) en la producción de conservas” Departamento de Agroindustria Alimentaria, Zamorano – Honduras. Pag 7 – 19.
- Rodge AB, Sonkamble SM, Salve RV, Hashmi SI (2012) Effect of hydrocolloid (guar gum) incorporation on the quality characteristics of bread. J Food Process Technol 3:136.
- Rosas D, Ortiz H, Herrera J y Leyva O. 2016. Revalorización de algunos residuos agroindustriales y su potencial de aplicación a suelos agrícolas. Agroproductividad.
- Sáenz Arteaga & Silva Rufino (2015) “Sustitucion parcial de la harina de trigo (*triticum aestivum*) por harina de tarwi (*lupinus mutabilis sweet*) y harina de cascara de maracuya (*passiflora edulis*) en las características fisicoquímicas y sensoriales de cupcake” Universidad Nacional del Santa – Perú. Pag. 38-42; 56-57; 71 -78.
- Saval S. 2012. Aprovechamiento de residuos agroindustriales: pasado, presente y futuro. Bio-Tecnología.

- Sharadanant R, Khan K (2003) Effect of hydrophilic gums on frozen dough II. Bread characteristics. *Cereal Chem* 80:773–780.
- Shittu TA, Rashidat AA, Abuloude EO (2009) Functional effect of xanthan gum on composite cassava-wheat dough and bread. *Food Hydrocoll* 23:2254–2260
- Soledad María & Alberto Jaime (2004) “Bases Técnicas para el Aprovechamiento Agroindustrial de Especies Nativas de la Amazona”, Perú. Pag. 43-51.
- Tamayo y Bermúdez, 1998. Los residuos vegetales de la industria de jugo de naranja como fuente de fibra dietética. En *Temas de Tecnología de alimentos*. Vol. 2. Fibra Dietética; editada por Lajolo, M. y E. Wenzel. CYTED. Instituto Politécnico Nacional. México. 183-188.
- Kent D. y Amos, A. 1986. *Química moderna de los cereales*. Madrid (España). Editorial Aguilar, 5ta Edición.
- Kohajdová Z, Karovičová J (2009) Application of hydrocolloids as baking improvers. *Chem Paper* 63:26–38
- Kohajdová Z, Karovičová J, Schmidt S (2009) Significance of emulsifiers and hydrocolloids in bakery industry. *Acta Chim Slov* 2:46–61
- Kulkarni, Giriraj 2010. Effect of extraction conditions on the quality characteristics of the Pectin from passion fruit peel (*Passiflora edulis f. flavicarpa L.*). *Journal Food Science and Technology*. 43 (7): 1026 – 1031. <http://ir.cftri.com/9738/> [Acceso el 23 de Julio de 2012]
- Krummenacher, Pereira, Rivera, & Sanchez. (2012). *Guía para determinar la vida útil en anaquel*.
- Wilder Hugo de la Cruz Quispe, 2009. “Complementación proteica de harina de trigo (*Triticum aestivum L.*) por harina de quinua (*Chenopodium quinoa Willd*)

y suero de pan de molde y tiempo de vida útil” Universidad Agraria la molina.
Lima-Perú.

- Wilhoff EMA (1971) Bread staling II. Theoretical study. J Sci Food Agric 22:176–180
- Zhu, K.; Huang, S.; Peng, W.; Qian, H. and Zhou, H. (2010). “Effect of ultrafine grinding on hydration and antioxidant properties of wheat bran dietary fiber”. Food Research International. Pag 943-948.

ANEXO 1

PANEL FOTOGRÁFICO



FOTO 1. Desinfección, limpieza y cortado del maracuyá.



FOTO 2. Escaldado, filtrado y secado de la cascara de maracuyá.



FOTO 3. Cascara de maracuyá seca, molida y tamizada a 212 micras.



FOTO 4. Preparación de la solución para la hidrólisis. Pesado de la cascara y acidulado del agua.



FOTO 5. Hidrólisis acida de la cascara de maracuyá.



FOTO 6. Precipitación de la pectina de la cascara de maracuyá, pectina después del filtrado.



FOTO 7. Pectina después del secado.



FOTO 8. Molido y pesado de la pectina obtenida.



FOTO 9. Pesado de los insumos para la elaboración de los panes de molde.



FOTO 10. Mezclado de las harinas e insumos.



FOTO 11. Dilución y Adición de la pectina en la mezcla.

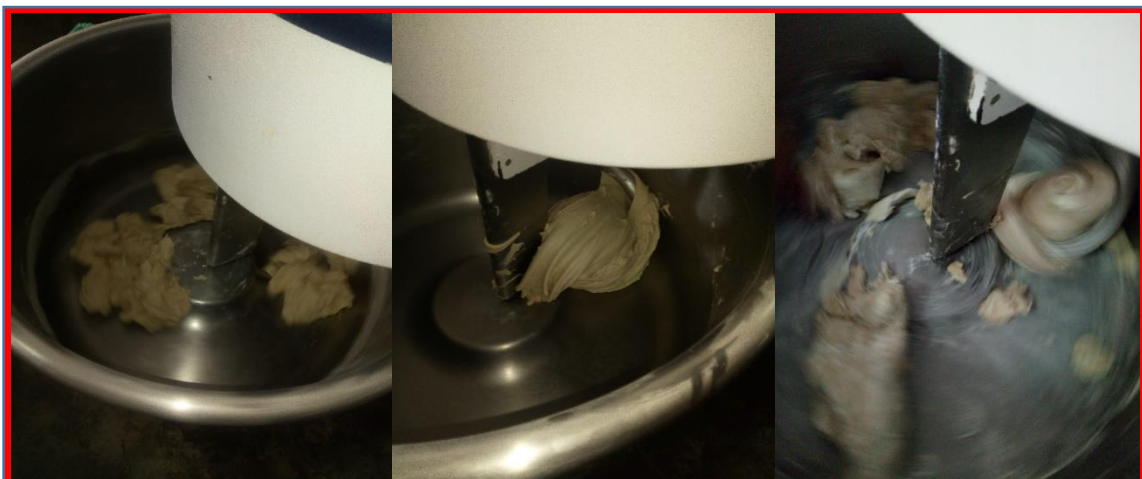


FOTO 12. Masas con adiciones de harina de cascara de maracuyá y pectina.



FOTO 13. Corte y pesado de las masas.



FOTO 14. Boleado y moldeado de las masas.



FOTO 14. Fermentación y horneado de los panes de molde.



FOTO 14. Pan de molde control, con adición de HCM y con adición de pectina respectivamente, después del enfriado.



FOTO 15. Cortado y embolsado de las rebanadas de pan.

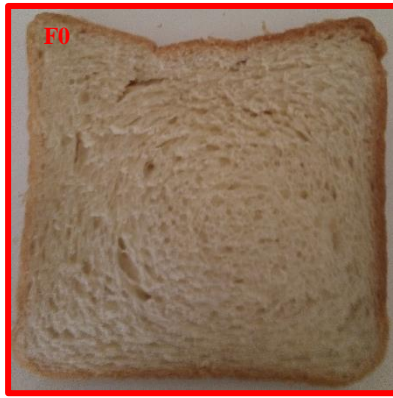


FOTO 16. Pan de molde control (F0).

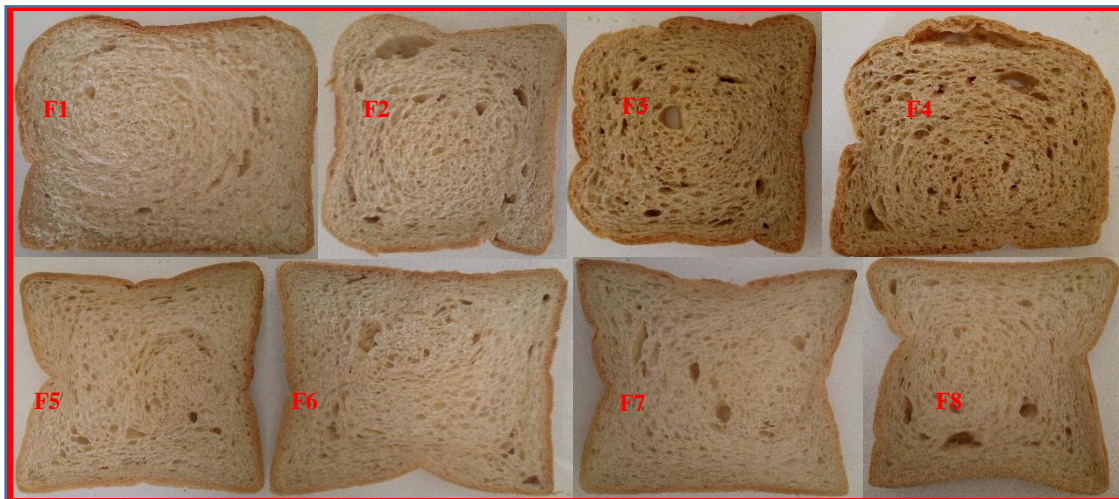


FOTO 17. Pan de molde con adición HCM (F1, F2, F3 y F4) y Pectina (F5, F6, F7 y F8)



FOTO 18. Análisis de humedad, textura y aceptabilidad a los panes de molde.



FOTO 19. Caracterización de pectina de cascara de maracuyá, pectina comercial y pectina industrial respectivamente.

ANEXO 2

CORPORACIÓN DE LABORATORIOS DE ENSAYOS CLÍNICOS, BIOLÓGICOS E INDUSTRIALES S.A.C.



**CORPORACIÓN DE LABORATORIOS DE ENSAYOS
CLÍNICOS, BIOLÓGICOS E INDUSTRIALES**

“COLECBI” S.A.C.

REGISTRADO EN LA DIRECCIÓN GENERAL DE POLÍTICAS Y DESARROLLO PESQUERO - PRODUCE

INFORME DE ENSAYO N° 20190606-018

Pág. 1 de 1

SOLICITADO POR	: ANGEL ENRIQUE JARA PAZ
DIRECCIÓN	: Av. José Gálvez 757 Chimbote.
PRODUCTO DECLARADO	: HARINA DE MARACUYA.
CANTIDAD DE MUESTRA	: 01 muestra
PRESENTACIÓN DE LA MUESTRA	: En bolsa de polietileno transparente cerrada.
FECHA DE RECEPCIÓN	: 2019-06-06
FECHA DE INICIO DEL ENSAYO	: 2019-06-06
FECHA DE TÉRMINO DEL ENSAYO	: 2019-06-07
CONDICIÓN DE LA MUESTRA	: En buen estado. Refrigerada.
ENSAYOS REALIZADOS EN	: Laboratorio Físico Químico.
CÓDIGO COLECBI	: SS 190606-8

RESULTADOS

ENSAYOS	MUESTRA
	M - 1
Proteínas (%) Factor 6,25	3,50
Grasa (%)	0,43
Humedad (%)	0,0
Cenizas (%)	4,59
Carbohidratos (%)	60,05
Fibra (%)	22,33

METODOLOGÍA EMPLEADA

Proteínas : UNE-EN ISO 6983-2 Parte 2 Dic. 2006.
 Grasa : UNE 54021 1970
 Humedad : UNE 54015 1971
 Cenizas : UNE 54019 1971
 Carbohidratos : Por cálculo
 Fibra : NMX-F-500-1978

NOTA:

- Informe de ensayo emitido en base a resultados realizados por COLECBI S.A.C., sobre muestras ingresadas por el cliente.
- Los resultados presentados corresponden sólo a la muestra ensayada.
- Estos resultados de ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Fecha de Emisión, Nuevo Chimbote, Julio 08 del 2019.

GVR/jes


 A. Gustavo Vargas Ramos
 Gerente de Laboratorio
 C.S.P. 329
 COLECBI S.A.C.

LC-MP-4992
 Rev. 05
 Fecha 2018-02-22

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE INFORME
 SIN LA AUTORIZACIÓN ESCRITA DE COLECBI S.A.C.

Urb. Buenos Aires Mz. A - Lt. 7 | Etapa - Nuevo Chimbote - Teléfono: 043 310752
 Celular: 998392893 - 998393974 - Apartado 127
 e-mail: colecbi@speedy.com.pe / medioambiente_colecbi@speedy.com.pe
 Web: www.colecbi.com

DECLARACIÓN JURADA DE ENTREGA DEL REPORTE “TURNITIN”

Nosotros, Bach. Ángel Enrique Jara Paz con código de matrícula N° 200912010 y Bach. Jesús Enrique Mori Balarezo con código de matrícula N° 200912034 egresados de la facultad de Ing. Agroindustrial de la Universidad Nacional del Santa, nos comprometemos mediante la presente, a realizar la entrega del reporte del programa anti plagio TURNITIN de nuestro informe de tesis titulado: “Efecto de hidrocoloides obtenidos del Maracuyá (*Passiflora Edulis*), en las características fisicoquímicas y sensoriales del pan de molde”, junto con los ejemplares empastados del informe de tesis. Debido a que por motivos que escapan de nuestras manos; no hemos podido realizarlo hasta la fecha y es vital para nosotros continuar y culminar con el proceso de titulación.

Firmamos el presente documento dando conformidad a lo expuesto.

Nuevo Chimbote, 12 de Septiembre del 2020



.....
Ángel Enrique Jara Paz

DNI: 72204461



.....
Jesús Enrique Mori Balarezo

DNI: 72406177