

SEP

SECRETARÍA DE  
EDUCACIÓN PÚBLICA



TECNOLÓGICO  
NACIONAL DE MÉXICO

TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE MILPA ALTA

# TESIS PROFESIONAL

PARA OBTENER EL GRADO  
DE INGENIERA EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS

TÍTULO:

“DESARROLLO Y ELABORACIÓN DE UNA PASTA LIBRE DE GLUTEN:  
EVALUACIÓN FÍSICA, FISICOQUÍMICA Y CONTENIDO DE GLIADINA”.

PRESENTA:

ONTIVEROS HIGAREDA MITZY BELEN

NO. DE CONTROL:

091070246

CARRERA:

INGENIERÍA EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS

ASESOR INTERNO:

Q.A. MELIBEA ARENAS CASTAÑEDA

ASESOR EXTERNO:

DRA. JOSEFINA C. MORALES DE LEÓN

LUGAR Y FECHA:

CIUDAD DE MÉXICO, NOVIEMBRE 2018

TecNM



## CONTENIDO

	INDICE DE FIGURAS.....	-IX-
	INDICE DE CUADROS.....	-X-
	RESUMEN.....	-XII-
I.	INTRODUCCION.....	-1-
II.	OBJETIVOS.....	-2-
	2.1 Objetivo General.....	-2-
	2.2 Objetivos Especificos.....	-2-
III.	JUSTIFICACIÓN.....	-4-
IV.	MARCO TEORICO.....	-5-
	4.1 Enfermedad Celíaca (EC).....	-5-
	4.2 Enfermedad celíaca a escala mundial.....	-8-
	4.3 Enfermedad celíaca en México.....	-10-
	4.4 Proteínas de Almacenamiento.....	-11-
	4.5 Dieta libre gluten.....	-12-
	4.6 Pastas alimenticias.....	-13-
	4.6.1 Clasificación.....	-13-
	4.7 Materias Primas.....	-14-
	4.7.1 Harina de arroz.....	-15-
	4.7.2 Harina de maíz.....	-15-
	4.7.3 Harina de amaranto.....	-16-
	4.7.4 Harina de soya.....	-16-
	4.8 Agentes estructurantes y alternativas tecnológicas.....	-17-
	4.8.1 Utilización de harinas pregelatinizadas.....	-17-
	4.8.2 Uso de aditivos como hidrocoloides, proteínas, emulsificantes, almidón de maíz pregelatinizado y sus combinaciones.....	-18-
	4.8.3 Re-extrusión (extrusión repetida).....	-20-
	4.9 Elaboración de pastas.....	-20-
	4.9.1 Amasado.....	-21-
	4.9.2 Extrusión.....	-21-

4.9.3	Secado.....	-22-
4.9.4	Calidad de las pastas.....	-24-
4.9.5	Valor nutrimental de la pasta.....	-25-
4.9.6	Producción y consumo de pasta en el mundo.....	-26-
<b>V.</b>	<b>METODOLOGIA.....</b>	<b>-28-</b>
5.1	Organización, localización y revisión bibliográfica consultada.....	-28-
5.2	Adquisición de materias para la elaboración de pastas libres de gluten.....	-29-
5.3	Equipos utilizados.....	-30-
5.4	Caracterización de las harinas para la elaboración de pastas libres de gluten.....	-31-
5.5	Obtención de las mezclas base.....	-31-
5.6	Selección de aditivos.....	-34-
5.7.1	Proceso de elaboración de las patas libres de gluten.....	-35-
5.7.2	Estandarización del analista en los métodos para determinar las características físicas de las pastas libres de gluten.....	-40-
5.7.3	Evaluación del efecto de la adición de aditivos a las pastas libres de gluten con base en maíz-soya, maíz-arroz-soya.....	-41-
5.7.4	Evaluación del efecto de la adición de aditivos a las pastas libres de gluten con base en arroz-amaranto.....	-42-
5.7.5	Evaluación fisicoquímica de las pastas con las mejores características físicas.....	-43-
5.8	Análisis Estadístico.....	-44-
5.8.1	Análisis estadístico para la estandarización del analista.....	-44-
5.8.2	Análisis estadístico para la evaluación de la adición de aditivos.....	-44-
5.9	Métodos de prueba.....	-45-
5.9.1	Caracterización de las harinas.....	-45-

5.9.1.1 Método de Absorción de agua.....	-45-
5.9.1.2 Método de Humedad.....	-45-
5.9.1.3 Método de Granulometría.....	-46-
5.9.2 Métodos de pruebas para la estandarización del analista, evaluación de la adición de aditivos y caracterización física de las pastas finales.....	-46-
5.9.2.1 Métodos para pastas secas crudas.....	-46-
5.9.2.1.1 Pasta estrellada.....	-46-
5.9.2.2 Métodos para pastas secas cocidas.....	-47-
5.9.2.2.1 Tiempo de cocimiento (Método de los 5min).-47-	
5.9.2.2.2 Porcentaje de sedimentación (Método de sedimentación forzada).....	-47-
5.9.2.2.3 Índice de tolerancia al cocimiento: Método de los fragmentos.....	-48-
5.9.2.2.4 Grado de absorción.....	-48-
5.9.2.2.5 Incremento de volumen (%).....	-49-
5.9.3 Métodos de prueba para la caracterización fisicoquímica de las pastas (AQP y gliadina).....	-50-
5.9.3.1 Humedad por tratamiento térmico con el método por arena o grasa.....	-50-
5.9.3.2 Cenizas por Incineración.....	-51-
5.9.3.3 Proteína por el método de Kjeldahl.....	-51-
5.9.3.4 Extracto etéreo por el método de Soxhlet.....	-53-
5.9.3.5 Fibra cruda por el método de digestión acida y alcalina.....	-53-
5.9.3.6 Prueba Inmunoenzimatica cuantitativa (Detección de prolaminas).....	-55-
<b>VI RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>-56-</b>
6.1 Caracterización de las materias primas.....	-56-
6.1.1 Absorción de Agua (AA).....	-56-
6.1.2 Humedad.....	-57-

6.1.3 Granulometría.....	-58-
6.2 Obtención de las mezclas base de las pastas libres de gluten....	-59-
6.3 Desarrollo de las formulaciones.....	-59-
6.3.1 Hidratación de la mezcla de harinas.....	-59-
6.3.2 Proceso de pregelatinización.....	-60-
6.3.3 Proceso de extrusión en frío.....	-60-
6.3.4 Condiciones de secado.....	-61-
6.4 Estandarización del analista para determinar las características físicas de las pastas libres de gluten.....	-62-
6.5 Evaluación del efecto en la adición de aditivos a las pastas libres de gluten con base en maíz-soya, maíz-arroz-soya (HM-HS, HM-HAR-HS).....	-66-
6.6 Evaluación de la adición de aditivos a las pastas libres de gluten con base en arroz-amaranto (HAR-HAM).....	-72-
6.7 Evaluación fisicoquímica de las pastas con las mejores características físicas.....	-76-
6.8 Evaluación de la prueba Inmunoenzimática cuantitativa (Detección de prolaminas).....	-77-
<b>VII CONCLUSIONES.....</b>	<b>-79-</b>
<b>VIII BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>-81-</b>

## INDICE DE FIGURAS

<b>Figura 4.1</b> Proceso inflamatorio de las vellosidades en la (EC).....	-5-
<b>Figura 4.2</b> Patogénesis de la (EC).....	-7-
<b>Figura 4.3</b> Iceberg donde se muestra la prevalencia de la (EC).....	-10-
<b>Figura 4.4</b> Proteínas de almacenamiento en los cereales.....	-12-
<b>Figura 5.1</b> Equipos: (1) Mezcladora Hobart, (2) Pastificadora Demaco, (3) Secador atmosférico de charolas Apex, (4) Extrusor de doble tornillo Brabender dse 35/12d.....	-30-
<b>Figura 5.2</b> Diagrama general de proceso a escala piloto para la elaboración de pasta libre de gluten (maíz-soya).....	-36-
<b>Figura 5.3</b> Diagrama general de proceso a escala piloto para la elaboración de pasta libre de gluten (maíz-arroz-soya).....	-37-
<b>Figura 5.4</b> Diagrama del proceso a escala piloto de pregelatinización para la elaboración de pasta libre de gluten (arroz-amaranto).....	-38-
<b>Figura 5.5</b> Diagrama general de proceso a escala piloto para la elaboración de pasta libre de gluten (arroz-amaranto).....	-39-
<b>Figura 6.1</b> Perfil granulométrico de las harinas.....	-58-
<b>Figura 6.2</b> Secado de las pastas libres de gluten.....	-62-

## INDICE DE CUADROS

<b>Cuadro 4.1</b> Prevalencia de la enfermedad celíaca en distintos países.....	-9-
<b>Cuadro 4.2</b> Especificaciones fisicoquímicas de pasta.....	-25-
<b>Cuadro 4.3</b> Producción mundial de pasta por país.....	-26-
<b>Cuadro 5.1</b> Materias primas para la elaboración de pastas libres de gluten.....	-29-
<b>Cuadro 5.2</b> Composición de las harinas.....	-32-
<b>Cuadro 5.3</b> Contenido de aminoácidos de las harinas.....	-33-
<b>Cuadro 5.4</b> Especificaciones de los aditivos a utilizar en las fórmulas de las pastas libres de gluten, características y concentraciones de aditivos.....	-34-
<b>Cuadro 5.5</b> Patas libres de gluten que se analizaron para la estandarización del analista.....	-40-
<b>Cuadro 5.6</b> Formulaciones para evaluaciones físicas de las mezclas HM-HS Y HM-HAR-HS.....	-41-
<b>Cuadro 5.7</b> Formulaciones para evaluaciones físicas de la mezcla HAR-HAM.....	-42-
<b>Cuadro 6.1</b> Absorción de agua en las harinas (%).....	-56-
<b>Cuadro 6.2</b> Humedad de las harinas (%).....	-57-
<b>Cuadro 6.3</b> Repetibilidad obtenida por el analista en las pruebas físicas de las formulaciones HM-HS (85-15) y (81-19).....	-64-
<b>Cuadro 6.4</b> Diferencia obtenida entre las pastas libres de gluten analizadas para la estandarización del analista.....	-65-
<b>Cuadro 6.5</b> Resultados obtenidos en las variables de control de proceso.....	-66-
<b>Cuadro 6.6</b> Características físicas de las formulaciones HM-HS*.....	-68-
<b>Cuadro 6.7</b> Características físicas de las formulaciones HM-HS*.....	-70-
<b>Cuadro 6.8</b> Características físicas de las formulaciones HM-HAR-HS*.....	-71-
<b>Cuadro 6.9</b> Características físicas de las formulaciones HM-HAR-HS*.....	-72-
<b>Cuadro 6.10</b> Resultados obtenidos en las variables de control de proceso.....	-73-

<b>Cuadro 6.11</b> Características físicas de las formulaciones HAR-HAM*.....	-74-
<b>Cuadro 6.12</b> Características físicas de las formulaciones HAR-HAM*.....	-75-
<b>Cuadro 6.13</b> Especificaciones fisicoquímicas de acuerdo a la (NMX-F-023-NORMEX-2002).....	-76-
<b>Cuadro 6.14</b> Evaluación de las características fisicoquímicas de la mezcla HM-HS y HM-HAR-HS (81-19 y 48-38-15).....	-77-
<b>Cuadro 6.15</b> Calculo para el análisis de gliadinas en las pastas HM-H y HM-HAR-HS.....	-78-