

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA “JUAN MISAEL SARACHO”

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA

CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA



OBTENCIÓN DE AISLADO PROTEICO DE HARINA AMARILLA DE MAÍZ CRIOLLO (*ZEA MAYS*), MEDIANTE MÉTODO ALCALINO (A ESCALA LABORATORIO) EN EL DEPARTAMENTO DE TARIJA.

Por:

GONZALO TORREZ YUJRA

Proyecto de grado, Modalidad “Investigación Aplicada” presentado a consideración de la UNIVERSIDAD AUTÓNOMA “JUAN MISAEL SARACHO”, como requisito para optar el grado académico de Licenciatura en Ingeniería Química.

DICIEMBRE de 2022

TARIJA – BOLIVIA

ADVERTENCIA

El tribunal calificador del presente trabajo, no se solidariza con la forma, modos y expresiones vertidas en el mismo; siendo ésto responsabilidad del autor.

	ÍNDICE	PÁGINA
RESUMEN.....		I

CAPÍTULO I
INTRODUCCIÓN

1.1.	Antecedentes	1
1.2.	Orígenes del maíz.....	1
1.2.1.	El teocintle	2
1.2.2.	Origen Asiático	2
1.2.3.	Origen Andino.....	2
1.3.	Proteína de Maíz	2
1.4.	Objetivos	3
1.4.1.	Objetivo general.....	3
1.4.2.	Objetivos específicos	3
1.5.	Justificación.....	3
1.5.1.	Justificación Social.....	4
1.5.2.	Justificación Económica.....	4
1.5.3.	Justificación Tecnológica.....	4

CAPÍTULO II
MARCO TEÓRICO

2.1.	Introducción	5
2.2.	Recursos genéticos.....	5
2.3.	Las proteínas.	6
2.3.1.	Definición.....	6
2.3.2.	Calidad de las proteínas	7
2.3.3.	Aminoácidos esenciales	8
2.4.	Proteínas del maíz	8
2.5.	Análisis de aminoácidos.....	10
2.6.	Estructura de la proteína.....	10

2.7.	Propiedades funcionales de las proteínas.....	11
2.7.1.	Solubilidad.....	12
2.7.2.	Viscosidad.....	12
2.7.3.	Gelificación.....	13
2.7.4.	Absorción de Agua.....	13
2.7.5.	Desnaturalización.....	13
2.7.6.	Desnaturalización por cambios de pH.....	15
2.7.7.	Cambios de temperatura.....	15
2.8.	Clasificación de las proteínas.....	16
2.8.1.	Holoproteínas o proteínas simples.....	16
2.8.1.1.	Globulares.....	16
2.8.1.2.	Las proteínas fibrosas.....	17
2.8.2.	Heteroproteínas o proteínas conjugadas.....	17
2.8.2.1.	Glucoproteínas.....	17
2.8.2.2.	Nucleoproteínas.....	18
2.8.2.3.	Cromoproteínas.....	18
2.9.	Propiedades tecno funcionales de las proteínas.....	18
2.10.	Harina de maíz.....	20
2.10.1.	Propiedades nutricionales de la harina de maíz.....	20
2.10.2.	Beneficios de la harina de maíz.....	21
2.11.	Concentrados proteicos.....	22
2.12.	Aislado de la proteína.....	22
2.13.	Harina desgrasada.....	22
2.14.	Aplicaciones del aislado de proteína de harina desgrasada de cereales.....	24
2.15.	Teoría de extracción.....	25
2.15.1.	Extracción y purificación de proteínas.....	26
2.16.	Métodos de análisis.....	27
2.17.	Métodos de extracción de aislados proteicos.....	28
2.17.1.	Extracción alcalina.....	28
2.17.2.	Extracción enzimática.....	28

2.17.3.	Extracción por micelización.....	29
2.17.4.	Extracción asistida por ultrasonido (EAU)	29
2.18.	Evaluación de las propiedades funcionales.....	29
2.18.1.	Solubilidad	30
2.18.2.	Capacidad gelificante	30
2.18.3.	Capacidad emulsificante	30
2.19.	Factores que afectan la solubilidad de la proteína	30
2.20.	Condición óptima para aislar proteínas.....	31
2.21.	Métodos de secado	31
2.22.	Generalidades de las curvas de secado.....	32
2.22.1.	Curva de Secado.....	33
2.22.2.	Descripción de las curvas de secado	35
2.23.	Contenido de humedad de un producto.....	35

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1.	Selección de método para la obtención de aislado proteico de harina de maíz	37
3.2.	Métodos de obtención de aislados proteicos a partir de harina desgrasada	37
3.2.1.	Método alcalino (Extracción básica y precipitación ácida)	37
3.2.2.	Método de extracción con cloruro de sodio y precipitación por micelización	38
3.3.	Comparación de métodos de obtención de aislados proteicos.	39
3.4.	Selección y justificación del Método de extracción del aislado proteico	40
3.5.	Metodología de la investigación.	40
3.5.1.	Diseño experimental.....	40
3.5.2.	Tipo y diseño de la investigación	41
3.5.3.	Planteamiento de la hipótesis	41
3.5.4.	Selección de los factores de diseño experimental	41
3.5.5.	Prueba preliminar para seleccionar los valores de los niveles del diseño.....	42
3.5.6.	Selección y justificación de los valores niveles del diseño.....	42

3.5.7.	Diseño experimental del proyecto.....	43
3.5.8.	Identificación de factores independientes y dependientes	44
3.5.9.	Combinación e interacción de los factores.....	46
3.5.10.	Combinación de factores y niveles a emplear en el proceso de extracción	48
3.6.	Ubicación y desarrollo del proyecto	49
3.7.	Selección de la materia prima.	49
3.7.1.	Materia prima: harina amarilla de la empresa Monte Cristo.....	49
3.7.2.	Materia prima: harina amarilla criolla.....	50
3.8.	Justificación técnica de la selección de la materia prima.....	52
3.9.	Análisis de la materia prima seleccionada para obtención de aislado proteico	51
3.10.	Metodología	51
3.11.	Acondicionamiento de la materia prima seleccionada.....	54
3.11.1.	Tamizado.....	54
3.11.2.	Desgrasado	54
3.12.	Procedimiento para la extracción del aislado proteico de la harina de maíz	55
3.12.1.	Extracción alcalina	55
3.12.2.	Precipitación ácida	56
3.13.	Obtención experimental de aislado proteico de harina amarilla de maíz	56
3.13.1.	Etapa 1 solubilización alcalina.....	56
3.13.2.	Etapa 2 precipitación ácida	62
3.14.	Evaluación sensorial.....	67
3.14.1.	Evaluación sensorial del producto obtenido experimentalmente.....	68
3.15.	Análisis de laboratorio en el producto final y en la materia prima	69
3.16.	Análisis proximal de la materia prima harina amarilla de maíz criollo	69
3.17.	Análisis fisicoquímico del producto final	70
3.18.	Análisis microbiológico del producto final.....	70

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1.	Resultados de las pruebas preliminares de la materia prima.....	71
4.2.	Resultado del análisis fisicoquímico realizado en la harina criolla	71
4.3.	Comparación de resultados de proteína total en ambas materias primas.....	71
4.4.	Resultado del análisis fisicoquímico realizado en el aislado proteico obtenido de la harina amarilla criolla.....	72
4.5.	Resultado del análisis fisicoquímico realizado en el aislado proteico obtenido de la harina de la empresa Monte Cristo.....	72
4.6.	Selección de la materia prima en base en resultados obtenidos.....	72
4.7.	Resultado del análisis fisicoquímico de la materia prima seleccionada.	73
4.8.	Comparación de resultados del análisis de laboratorio y datos bibliográficos.	74
4.9.	Resultados del análisis fisicoquímico del producto final.....	74
4.9.1.	Análisis fisicoquímico del producto final	74
4.10.	Resultado del análisis microbiológico del producto final.....	75
4.11.	Resultados del Análisis sensorial.....	76
4.11.1.	Análisis sensorial para el aislado proteico de harina amarilla de maíz criollo	76
4.12.	Resultados de la evaluación sensorial del atributo color.	76
4.12.1.	Prueba de DUNCAN del atributo color para determinar el pH de extracción y pH de precipitación	78
4.13.	Resultado de la evaluación sensorial del atributo olor.....	79
4.13.1.	Prueba de DUNCAN del atributo olor para determinar el pH de extracción y pH de precipitación	81
4.14.	Resultados de la evaluación sensorial del atributo sabor	82
4.14.1.	Prueba de DUNCAN del atributo sabor para determinar el pH de extracción y pH de precipitación	84
4.15.	Valoración global del análisis sensorial.....	85
4.16.	Resultado del desarrollo del diseño experimental en el proceso de extracción para la obtención del aislado proteico de harina amarilla de maíz criollo.....	87

4.17.	Análisis de la influencia del pH	95
4.18.	Resultados experimentales en el proceso de obtención del aislado proteico de harina amarilla de maíz criollo	95
4.19.	Efecto del pH de extracción vs porcentaje de extracción	96
4.20.	Efecto del pH de precipitación vs el porcentaje de extracción	97
4.21.	Condiciones óptimas para la extracción del aislado proteico de harina amarilla de maíz criollo.....	98
4.22.	Balance de materia en todo el proceso de obtención de aislado proteico de harina amarilla de maíz criollo.....	99
4.22.1.	Etapa 1 solubilización de la proteína	99
4.22.2.	Balance de materia en la mezcla harina agua.....	99
4.22.3.	Balance de Materia en el proceso de extracción de la proteína	99
4.22.4.	Balance de materia en el proceso de centrifugación	100
4.23.	Etapa 2 Balance de materia en el proceso de precipitación ácida.....	101
4.23.1.	Balance de materia en el proceso de centrifugación de la proteína	102
4.23.2.	Balance de materia en el proceso de lavado.....	103
4.23.3.	Balance de materia en la centrifugación del primer lavado	104
4.23.4.	Balance de materia en la etapa de centrifugación del segundo lavado	106
4.23.5.	Balance de materia en la etapa de centrifugación del tercer lavado	108
4.23.6.	Proteína aislada total que se pierde en todo el proceso de lavado	109
4.23.7.	Balance de materia en la etapa de secado	110
4.23.8.	Balance de materia en el proceso de molido de proteína	111
4.24.	Balance de energía	114
4.24.1.	Equipo: agitador magnético	114
4.24.2.	Equipo: centrífuga.....	115
4.24.3.	Equipo: estufa eléctrica sin flujo de aire	116
4.24.4.	Gasto energético total.....	117

CAPÍTULO V

ANÁLISIS DE COSTOS DEL PROYECTO

5.1.	Determinación del costo para la obtención del aislado proteico de harina amarilla de maíz criollo.....	118
------	--	-----

CAPÍTULO VI

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1.	Conclusiones.....	123
6.2.	Recomendaciones.....	124

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Referencias bibliográficas.....	125
---------------------------------	-----

ANEXOS