

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA “JUAN MISAEL SARACHO”
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA
CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA

**OBTENCIÓN DE HOJUELAS DE TAMARINDO MEDIANTE
DESHIDRATACIÓN AL VACÍO**

POR:

PEPE MAMANI MAMANI

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

Agosto de 2018

TARIJA- BOLIVIA

V°B°

Msc. Ing. Ernesto Álvarez Gozálvez

DECANO

Msc. Ing. Silvana Paz Ramírez

VIDECANA

APROBADA POR:

TRIBUNAL:

Ing. Adalid Aceituno C.

Richard Ivan Medina Hoyos PhD

Ing. Fabricio Campero V.

ADVERTENCIA

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

DEDICATORIA

El presente proyecto va dedicado con todo mi amor a mis padres, por su apoyo siempre constante, incondicional y desinteresado en todo el proceso de mi vida personal y profesional.

AGRADECIMIENTOS

A mis padres por guiarme y encaminarme en buenos valores y educarme con amor y comprensión.

A mi hijo y mi esposa por darme el impulso para concluir este paso en mi vida profesional.

A mis hermanos por darme su cariño y brindarme su ayuda a lo largo de mi vida.

A mis amigos por su darme su aliento, apoyo incondicional y compartir conmigo experiencias y conocimientos.

A mis docentes, sin los cuales no podría haber hecho míos los conocimientos que ellos pusieron a mi disposición.

Y en especial un agradecimiento a los docentes que siempre estuvieron predispuestos a darme una mano y asesorarme ante cualquier duda que se presentara en el camino.

A mis tribunales por guiarme con su sabiduría y consejos que ayudaron en gran medida a la realización del presente proyecto

Y a Dios por darme vida y conciencia para ser testigo de su obrar diario.

PENSAMIENTO

“En ti se halla oculto el tesoro de los tesoros. Oh! Hombre, concóete a ti mismo y conocerás al Universo y a los Dioses”.

Anónimo

RESUMEN

El presente trabajo de investigación aplicada “Obtención de hojuelas de tamarindo mediante deshidratación al vacío” tiene por objetivo obtener tamarindo deshidratado a escala laboratorio, para así prolongar su vida útil y darle un mayor valor agregado evitando pérdidas como fruta en su estado más básico, ya que en la actualidad la producción no se aprovecha lo potencial del producto.

La obtención de hojuelas de tamarindo se desarrolló en el Laboratorio de Operaciones Unitarias LOU de la Universidad Autónoma Juan Misael Saracho; para lo cual se utilizó Tamarindo proveniente del oriente del país.

Se estableció el diseño experimental del tipo 2^2 , es decir de 2 variables y 2 niveles; con temperaturas de 50°C y 65°C y tiempos de 4 y 5 horas con 2 repeticiones.

El proceso de obtención de hojuelas de tamarindo comprende las etapas de recepción de materia prima, deshidratado al vacío, extracción de semilla, triturado (laminado), envasado.

La deshidratación se la realizó en bandejas con succión de aire realizada por una bomba de vacío con los respectivos ensayos de acuerdo al diseño experimental, seguidamente se realizó la separación de las semillas por el método de impacto, dando golpes controlados hasta la obtención de las hojuelas de las muestras deshidratadas. Posteriormente se sometió las muestras a una prueba sensorial hedónica con un panel de 10 jueces no entrenados que evaluaron los atributos de color, olor, textura y sabor, donde se determinó que el producto más aceptado por los jueces es el producto que fue sometido a una temperatura de 65°C y 4 horas.

Los análisis fisicoquímicos de las hojuelas de tamarindo obtenido se los realizaron en el Centro de Análisis, Investigación y Desarrollo “CEANID” y producto obtenido se lo envasó en bolsas de plástico, para luego almacenarlas en un lugar fresco y seco.

De acuerdo al objetivo del presente proyecto se tiene un producto que mantiene la calidad de sus propiedades organolépticas, fisicoquímicas e inocuas.

INDICE

ADVERTENCIA.....	i
DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTOS.....	iii
PENSAMIENTOS.....	iv

INTRODUCCIÓN

Antecedentes.....	1
Generalidades del Tamarindo.....	2
Valor alimenticio.....	3
Propiedades del Tamarindo.....	6
Antecedentes sobre la elaboración de hojuelas de Tamarindo a nivel internacional. ...	6
Antecedentes sobre la elaboración de polvo de Tamarindo en México.....	6
Antecedentes sobre la elaboración de polvo de Tamarindo en la India.....	7
Antecedentes sobre la elaboración de Hojuelas de Tamarindo a nivel nacional.....	8
Antecedentes del mercado de Tamarindo.....	8
Situación del mercado externo.....	8
Situación de la Demanda.....	8
Situación de la Oferta.....	8
Situación del mercado nacional de Bolivia.....	9
Situación de la demanda.....	9
Situación de la oferta.....	10
Situación de la industria de tamarindo en Bolivia.....	11
OBJETIVOS.....	14
General.....	14
Específicos.....	14
JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO DE GRADO.....	15
Justificación social.....	17
Justificación tecnológica.....	17
Justificación Económica.....	17
Justificación Ambiental.....	17

CAPÍTULO I
MARCO TEÓRICO

1. Marco Teórico	18
1.1. Deshidratación de alimentos.	18
1.1.1. Principios de deshidratación Térmica.	19
1.1.2. Condiciones Externas.....	19
1.1.3. Condiciones Internas.....	19
1.1.4. Secado indirecto o por conducción.	19
1.1.5. Tipos de Deshidratación.....	20
1.1.5.1. Deshidratación osmótica	20
1.1.5.2. Variables que afectan al proceso de deshidratación osmótica.	22
1.1.6. Deshidratación Natural.	22
1.1.7. Deshidratación por aire seco.	23
1.1.8. Deshidratación por Congelamiento.	23
1.1.9. Deshidratación al vacío.	23
1.2. Efecto de la deshidratación en los alimentos.	24
1.2.1. Textura	24
1.2.2. Aromas	25
1.2.3. Color.....	25
1.2.4. Valor nutritivo.....	26
1.3. Trituración	26
1.3.1. Métodos de Trituración.	27
1.4.1. Proceso de deshidratado.....	28
1.4.2. Proceso de triturado	28

CAPÍTULO II
PARTE EXPERIMENTAL

2. INTRODUCCIÓN.....	29
2.1.1. Balanza.....	29
2.1.2. Secador al Vacío.	30

2.2.	Proceso de obtención de hojuelas de Tamarindo.	32
2.2.1.	Descripción del proceso experimental para la obtención de hojuelas de Tamarindo.	33
2.2.2.	Recepción de materia prima.	33
2.2.3.	Deshidratado al Vacío.	33
2.2.4.	Extracción de semilla.	34
2.2.5.	Triturado.	34
2.2.6.	Envasado.	34
2.3.	Análisis a determinar.	35
2.3.1.	Fisicoquímicos.	35
2.3.2.	Sensorial.	35
2.4.	Diseño experimental.	36
2.4.1.	Diseño factorial a 2 niveles.	37
2.4.2.	Construcción de la matriz de Diseño.	37

CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1.	Datos iniciales de la materia prima.	39
3.2.	Análisis Fisicoquímicos de Tamarindo Fresco.	40
3.3.	Pérdida de peso durante el deshidratado de tamarindo.	40
3.5.1.	Método de los tres puntos.	50
3.7.	Evaluación Sensorial en el proceso de deshidratación para la obtención de hojuelas de tamarindo.	55
3.7.1.	Evaluación atributo color.	56
3.7.2.	Evaluación atributo olor.	57
3.7.3.	Evaluación atributo sabor.	58
3.7.4.	Evaluación atributo textura.	59
3.7.5.	Evaluación general de atributos.	60
3.8.	Análisis estadístico del diseño experimental.	60
3.9.	Análisis fisicoquímico del producto final.	61
3.10.	Balance de Materia en el proceso de deshidratación del tamarindo.	63

3.10.1.	Balance de materia en el Deshidratado al Vacío.....	64
3.10.2.	Balance de material en la extracción de semilla.....	65
3.11.	Balance de Energía en el proceso de deshidratación del tamarindo.....	66

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1.	Conclusiones.....	67
4.2.	Recomendaciones.....	68

	BIBLIOGRAFÍA Y FUENTES DE INFORMACIÓN.....	72
--	--	----

CONTENIDO DE TABLAS

Tabla 1 Valor alimenticio del Tamarindo	4
Tabla 2 Valor nutricional del Tamarindo	5
Tabla 3 Estructura del mercado cliente en las principales ciudades	10
Tabla 4 Producción potencial estimada de Tamarindo	15
Tabla II-1 Características técnicas Balanza	29
Tabla II-2 Secador al Vacío	31
Tabla II-3 Técnicas y Parámetros de Análisis Físicoquímicos	35
Tabla II-4 Matriz del diseño factorial	37
Tabla II-5 Niveles de variación de los factores a tomar en cuenta	38
Tabla II-6 Matriz del diseño factorial datos	38
Tabla III-1 Pesos a 50°C	39
Tabla III-2 Pesos a 65°C	39
Tabla III-3 Informe de ensayo materia prima	40
Tabla III-4 Datos obtenidos a 65°C	42
Tabla III-5 Pulpa total por ensayo sin semillas	42
Tabla III-6 Pérdida de peso porcentual para 4 y 5 horas	42
Tabla III-7 Datos obtenidos a 50°C	45
Tabla III-8 Pulpa total por ensayo sin semillas	45
Tabla III-9 Pérdida de peso porcentual para 4 y 5 horas	45
Tabla III-10 Pérdida de peso porcentual general	47
Tabla III-11 Humedad de pulpa en Base seca a 65°C	49
Tabla III-12 Humedad de pulpa en Base seca a 50°C	50
Tabla III-13 Datos para la velocidad de secado	52
Tabla III-14 Velocidad de secado	54
Tabla III-15 Evaluación sensorial del atributo color	56
Tabla III-16 Evaluación sensorial del atributo olor	57
Tabla III-17 Evaluación sensorial del atributo sabor	58
Tabla III-18 Evaluación sensorial del atributo textura	59
Tabla III-19 Evaluación general de atributos	60

Tabla III-20 Prueba de los efectos inter-sujetos	61
Tabla III-21 Informe de ensayo producto final	62

CONTENIDO DE FIGURAS

Figura 1 Mapa de distribución geográfica por municipio del eslabón de transformación de la cadena de tamarindo	12
Figura 2 Mapa de distribución geográfica por municipio del eslabón de producción de la cadena de Tamarindo.....	16
Figura 1-1 Deshidratación osmótica	21
Figura 1-2 Elementos de equipos de pulverizado	27
Figura 2-1 Balanza analítica electrónica	30
Figura 2-2 Secador al vacío.....	31
Figura 2-3 Diagrama de flujo del proceso de obtención de hojuelas de tamarindo	32
Figura 3-1 Pérdida de peso a 65°C ensayo 1	43
Figura 3-2 Pérdida de peso a 65°C ensayo 2	44
Figura 3-3 Pérdida de peso a 50°C ensayo 1	46
Figura 3-4 Pérdida de peso a 50°C ensayo 2.....	47
Figura 3-5 Pérdida de peso porcentual general.....	48
Figura 3-6 Velocidad de secado en función de la humedad en base seca	52
Figura 3-7 Balance de materia	63
Figura 3-8 Balance en Deshidratador al vacío	64
Figura 3-9 Balance en extracción de semilla	65
Figura 3-10 Balance de energía en el secador al vacío	67

INDICE DE ANEXOS

ANEXO A ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS
ANEXO B FOTOGRAFÍAS.....
ANEXO C TEST DE ANÁLISIS SENSORIAL
ANEXO D ENSAYO ADICIONAL.....
ANEXO E MATRIZ DE CONSISTENCIA Y TRAZABILIDAD