

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



PRODUCCIÓN EXPERIMENTAL DE HARINA DE ARVEJA MADURA
DE LA COMUNIDAD SIVINGAL, PROVINCIA O'CONNOR DEL
DEPARTAMENTO DE TARIJA POR ESCALDADO AL VAPOR PARA
CONSUMO HUMANO

Por:

SILVIA EUGENIA TEJERINA DURAN

Proyecto de grado 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 2017

TARIJA-BOLIVIA

DEDICATORIA

Dedicado con cariño a mi madre, Leocadia Duran Pinto, por sus consejos, sus valores, por la motivación constante, pero más que nada por su amor y apoyo incondicional en el trayecto de mi vida.

A mi padre Adolfo Milton Tejerina Ortega, por los ejemplos de perseverancia y constancia que me ha infundado siempre y por el valor mostrado para salir adelante.

A mi bisabuelo Pedro Tejerina (Q.E.P.D.) y abuelo Silvio Duran (Q.E.P.D.), por haber sido un ejemplo a seguir.

Familiares y amigos que siempre me tuvieron paciencia, brindaron apoyo y cariño.

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar agradecer a Dios por ser mi guía en todo el camino de mi vida.

A mis padres, quien sin su apoyo, cariño e infinitos consejos no hubiera conseguido este logro en mi vida.

A la familia Quispe Amador, quienes fueron los que me acogieron, por sus consejos, comprensión y cariño en estos años de estudio.

A mi hermano y familia que estando cerca o lejos, me hicieron llegar su apoyo, cariño, comprensión y me animaron desde el principio hasta el final.

A todas mis amigas y amigos, que confiaron en mí y me dieron el aliento e impulso para concluir este trabajo.

Al Ing. Adalid Aceituno por permitirme y facilitarme el uso de las instalaciones del Laboratorio de Análisis, Investigación y Desarrollo (CEANID) para desarrollar la parte experimental de mi investigación; y a todo el personal que trabaja en esta institución por su apoyo y colaboración.

A mis tribunales que con sus consejos y su ayuda desinteresada contribuyeron en la realización de este trabajo.

Y a los docentes de la Carrera de Ingeniería Química, por sus conocimientos y consejos impartidos.

*Solo unos pocos días de soportar la carga, la
carga que ya nunca ligera nos será...
Algunos vacilantes pasos en el camino...*

Gone With The Wind.

*Tarda en llegar y al final, al final hay
recompensa en la zona de promesas.*

Gustavo Adrián Cerati Clark.

ÍNDICE

ANTECEDENTES	1
OBJETIVOS.....	4
OBJETIVO GENERAL	4
OBJETIVOS ESPECIFICOS	4
JUSTIFICACION.....	5
CAPITULO I	
MARCO TEORICO	
1.1 ANTECEDENTE HISTORICO DE LA ARVEJA.....	14
1.2 CARACTERIZACION DE LA ARVEJA	14
1.3 USOS DE LA ARVEJA.....	16
1.4 HARINA.....	17
1.5 TIPOS DE HARINA	17
1.6 COMPONENTES PRINCIPALES DE LA HARINA DE ARVEJA	18
1.7 USOS DE LA HARINA DE ARVEJA	18
1.8 PROCESOS QUE INTERVIENEN EN LA OBTENCIÓN DE LA HARINA DE ARVEJA.....	20
1.9 METODOLOGÍA A SER EMPLEADA EN EL ESTUDIO	22
1.9.1 ESCALDADO	22
1.9.2 DESHIDRATACIÓN.....	24
1.10 FUNDAMENTOS DE SECADO.....	29
1.11 DEFINICIONES FUNDAMENTALES DEL DESHIDRATADO DE ALIMENTOS	
30	
1.12 CURVAS FUNDAMENTALES DE SECADO.....	32
1.13 DESCRIPCIÓN DE LAS CURVAS DE SECADO	35
1.14 FACTORES QUE INTERVIENEN EN EL PROCESO DE DESHIDRATADO	36
1.15 CLASIFICACIÓN DE LA OPERACIÓN DE SECADO	38
1.16 TIPOS DE SECADORES	39
CAPITULO II	
PARTE EXPERIMENTAL	
2.1 DESCRIPCIÓN DE LA MATERIA PRIMA	41
2.2 ELABORACIÓN DE HARINA DE ARVEJA.....	42
2.3 PROPIEDADES FÍSICAS	49
2.4 ANÁLISIS A DETERMINAR.....	49

2.2 DETERMINACIÓN DEL pH	52
2.6 DISEÑO FACTORIAL	52

CAPITULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 CARACTERIZACIÓN DE LA MATERIA PRIMA	54
3.2 PROPIEDADES FÍSICAS DE LA ARVEJA	54
3.3 ANALISIS FISICOQUIMICO DE LA ARVEJA.....	56
3.4 MADUREZ DEL GRANO DE ARVEJA.....	57
3.5 DETERMINACION DEL TIEMPO DE ESCALDADO PARA LA ELIMINACION DE LA ENZIMA LIPOXIGENAZA	59
3.5 PÉRDIDA DE PESO DURANTE EL DESHIDRATADO DEL GRANO DE ARVEJA.....	60
3.6 PORCENTAJE DE HUMEDAD EN BASE HÚMEDA DEL GRANO DE ARVEJA 64	
3.7 CONTENIDO DE HUMEDAD EN BASE SECA	67
3.8 EVALUACIÓN SENSORIAL PARA ESTABLECER EL TIEMPO DE ESCALDADO Y TEMPERATURA DE SECADO	72
3.9 ANALISIS ESTADISTICO DEL DISEÑO FACTORIAL	81
3.10 SECADO	84
3.11 BALANCE DE MATERIA EN EL PROCESO DE HARINA DE ARVEJA...92	
3.12 BALANCE DE ENERGÍA EN EL PROCESO DE LA HARINA DE ARVEJA ¡Error! Marcador no definido.05	

CAPITULO III

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 CONCLUSIONES.....	¡Error! Marcador no definido.09
4.2 RECOMENDACIONES	11 ¡Error! Marcador no definido.

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Composición nutritiva por cada 100 gr. de parte comestible de grano de arveja seca. 2	2
Tabla 2. Composición nutritiva por cada 100 gr. de parte comestible de arveja seca y harina de arveja.....3	3
Tabla 3. Empresas productoras de harina de arveja.4	4
Tabla 4. Composición de la arveja en base seca (cruda) y natural (cocida).11	11
Tabla 5. Comparación nutricional de la arveja, maíz frijol, trigo y ramón en base seca por 100 g del producto12	12
Tabla I-1. Usos de la arveja17	17
Tabla I-2 Ventajas y desventajas para la utilización del método24	24
Tabla I-3. Ventajas, desventajas y viabilidad de los distintos procesos de deshidratación. 28	28
Tabla I-4. Tipos de secadores.39	39
Tabla II-1. Clasificación taxonomica de la arveja43	43
Tabla II-2. Propiedades físicas de la arveja49	49
Tabla II-3 Técnicas para la determinación de las propiedades fisicoquímicas50	50
Tabla II-3 Técnicas para la determinación de las propiedades microbiológico51	51
Tabla II-5 Esquema matricial para la obtención de harina de arveja52	52
Tabla III-1 Características físicas de la arveja madura.....55	55
Tabla III-2 Densidad de la arveja madura56	56
Tabla III-3 Propiedades fisicoquímicas del grano de arveja madura57	57
Tabla III-4 Resultados de humedad del grano de arveja58	58
Tabla III-5 resultados de humedad del grano de arveja59	59
Tabla III-6 Pérdida de peso del grano de arveja a 50 y 60°C de secado y 1 min de escaldado 61	61
Tabla III-7 Pérdida de peso en el secado del grano de arveja a 50 y 60°C a 1,5 minuto de escaldado63	63
Tabla III-8 Porcentaje de la humedad del grano de arveja66	66
Tabla III-9 Contenido de humedad en base seca.....69	69
Tabla III-10 Contenido de humedad en base seca.....71	71
Tabla III-11 Tiempo de escaldado y temperatura de secado73	73
Tabla III-12 Evaluación sensorial del atributo sabor.....74	74
Tabla III-13 Evaluación sensorial del atributo color76	76
Tabla III-14 Evaluación sensorial del atributo olor.....78	78
Tabla III-15 Evaluación sensorial del atributo textura80	80

Tabla III-16 Valores experimentales de tiempo de escaldado y temperatura de secado	82
Tabla III-17 Análisis de varianza para la variable respuesta pH.....	83
Tabla III-18 ANOVA	83
Tabla III-19 Coeficientes.....	874
Tabla III-20 Pérdida de peso en el secado del grano de arveja	85
Tabla III-21 Variación del contenido de humedad en base seca	87
Tabla III-22 Datos para la velocidad de secado	92
Tabla III-23 Velocidad de secado.....	91
Tabla III-24 Propiedades psicométricas del aire en la estufa . 10;	Error! Marcador no definido.

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ruta de la lipoxigenasa o cascada de los ácidos linoleico y linolénico	8
Figura 2. Estereoquímica del mecanismo de acción de la lipoxigenasa.....	10
Figura 1-1. Planta de arveja.....	14
Figura 1-2. Planta de arveja.....	15
Figura 1-3. Grano de arveja.....	16
Figura 1-3. Diagrama de bloques	20
Figura 1-4. Contenido de humedad en función del tiempo	33
Figura 1-5. Velocidad de secado en función del contenido de humedad	34
Figura 1-6. Velocidad de secado en función del tiempo	34
Figura 1-7. Secador de bandejas.....	40
Figura 2-1 Ubicación de la comunidad Sivingal	42
Figura 2-2 arveja madura.....	44
Figura 2-3 Proceso de escaldado	45
Figura 2-4 Proceso de deshidratación.....	46
Figura 2-5 Proceso de molienda	47
Figura 2-6 Proceso de tamizado	48
Figura 2-7 Proceso de tamizado	49
Figura 3-1 Balance de materia.....	92
Figura 3-2 Balance de materia en el lavado	94
Figura 3-3 Balance de materia en el pelado de las vainas de arveja madura	95
Figura 3-4 Balance de materia en el proceso de selección del grano de arveja madura	97
Figura 3-5 Balance de materia en el proceso de escaldado del grano de arveja madura	98
Figura 3-6 Balance de materia en el proceso de deshidratado del grano de arveja madura	100
Figura 3-7 Balance de materia en el proceso de molido del grano de arveja madura	¡Error! Marcador no definido.03
Figura 3-8 Balance de materia en el proceso de tamizado de la harina de arveja madura	¡Error! Marcador no definido.04
Figura 3-9 Balance de energía	¡Error! Marcador no definido.05
Figura 3-10 Balance de energía en el escaldado.....	¡Error! Marcador no definido.06
Figura 3-11 Balance de energía en el secado	¡Error! Marcador no definido.07

ÍNDICE DE CUADROS Y GRÁFICOS

Gráfica 3-1 Pérdida de peso del grano de arveja a 50 y 60°C	62
Gráfica 3-2 Pérdida de peso del grano de arveja a 50 y 60°C	64
Gráfica 3-3 Porcentaje de humedad durante el secado del grano de arveja	67
Gráfica 3-4 Humedad en base seca.....	70
Gráfica 3-5 Humedad en base seca.....	72
Cuadro III-1 Escala hedónica para la evaluación sensorial de los atributos sabor, color, olor y textura	73
Gráfica 3-6 Promedio de la evaluación sensorial sabor	75
Gráfica 3-7 Promedio de la evaluación sensorial color	77
Gráfica 3-8 Promedio de la evaluación sensorial olor.....	79
Gráfica 3-9 Promedio de la evaluación sensorial textura	81
Grafico 3-10 Pérdida de peso del grano de arveja.....	86
Grafico 3-11 Variación de contenido de humedad en base seca	88