

Tecnológico Nacional de México Instituto Tecnológico de la Zona Maya

DISEÑO DEL PROCESO DE MOLIENDA PARA LA OBTENCIÓN DE HARINA CON SEMILLAS DE RAMÓN (*Brosimum alicastrum* Swartz)

Informe Técnico de Residencia Profesional
que presenta el C.

LUIS ENRIQUE GÓNGORA BUENFIL

N° de Control 11870107

Ingeniería en Gestión Empresarial

Asesora Interna: M en C. Martha Alicia Cázares Morán

Juan Sarabia, Quintana Roo

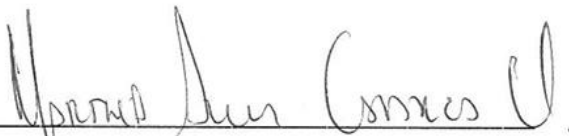
Diciembre 2015

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE LA ZONA MAYA

El Comité de revisión para Residencia Profesional del estudiante de la carrera de INGENIERÍA EN GESTIÓN EMPRESARIAL, el **C. LUIS ENRIQUE GONGORA BUENFIL**; aprobado por la Academia del Instituto Tecnológico de la Zona Maya integrado por el asesor interno M en C. Martha Alicia Cázares Morán, el asesor externo la **Dra. Esmeralda Cázares Sánchez**, habiéndose reunido a fin de evaluar el trabajo titulado: DISEÑO DEL PROCESO DE MOLIENDA PARA LA OBTENCIÓN DE HARINA CON SEMILLAS DE RAMÓN (*Brosimum alicastrum* Swartz), que presenta como requisito parcial para acreditar la asignatura de Residencia Profesional de acuerdo al Lineamiento vigente para este plan de estudios, dan fe de la acreditación satisfactoria del mismo y firman de conformidad

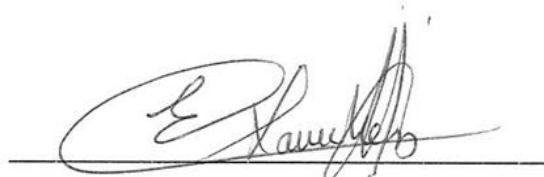
ATENTAMENTE

Asesora Interna



M en C. Martha Alicia Cázares Morán

Asesora Externa



Dra. Esmeralda Cázares Sánchez

Juan Sarabia, Quintana Roo, Diciembre 2015.

ÍNDICE

ÍNDICE DE FIGURAS.....	ii
ÍNDICE DE CUADROS.....	iii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. JUSTIFICACIÓN.....	2
III. DESCRIPCIÓN DEL LUGAR DONDE SE DESARROLLÓ EL PROYECTO	3
IV. OBJETIVOS.....	6
4.1 Objetivo general.....	6
4.2 Objetivos específicos.....	6
V. MATERIALES Y MÉTODOS	7
5.1 Investigación documental	7
5.2 Obtención de la semilla de ramón.....	7
5.3 Limpieza y selección de la semilla de ramón.....	8
5.4 Deshidratado o secado de la semilla de ramón.....	9
5.5 Determinación del porcentaje de humedad	10
5.6 Proceso de molienda de la semilla de ramón	10
5.7 Tamizado de la harina de semilla de ramón.....	11
5.8 Granulometría de la harina.....	11
5.9 Análisis de información.....	12
5.9.1 Diagrama de flujo del proceso para obtención de harina de ramón.....	12
5.9.2 Simbología utilizada para elaborar el diagrama de proceso.....	12
VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	14
6.1 Características de la harina de semillas con 19 % de humedad	15
6.2 Características de la harina de semillas con 17 % de humedad	16
6.3 Características de la harina de semillas con 15 % de humedad	17
6.4 Características de la harina de semillas con 13 % de humedad	18
6.5 Características de la harina de semillas con 11 % de humedad	19
VII. PROBLEMAS RESUELTOS Y LIMITANTES.....	21
7.1 Problemas resueltos	21
7.2 Limitantes	21
VIII. COMPETENCIAS APLICADAS O DESARROLLADAS.....	23
IX. CONCLUSIONES.....	24
X. RECOMENDACIONES	25
XI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	26

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación del Instituto Tecnológico de la Zona Maya	3
Figura 2. Recolección de la semilla de ramón en la zona arqueológica de Dzibanché.	8
Figura 3. Limpieza y selección de la semilla de ramón.	8
Figura 4. Deshidratado de la semilla de ramón.	9
Figura 5. Pesaje de la semilla de semilla de ramón.	9
Figura 6. Determinación de humedad de la semilla de ramón.	10
Figura 7. Molienda de la semilla de ramón	10
Figura 8. Proceso de tamizado y pesado de harina de semilla de ramón.	11
Figura 9. Granulometría de harina de semilla de ramón.	11
Figura 10. Diagrama de flujo del proceso.	12
Figura 11. Promedio de Granulometría (Tamizado) de 19 % de humedad.	16
Figura 12. Promedio de Granulometría (Tamizado) de 17 % de humedad.	17
Figura 13. Promedio de Granulometría (Tamizado) de 15 % de humedad	18
Figura 14. Promedio de Granulometría (Tamizado) de 13 % de humedad.	19
Figura 15. Promedio de Granulometría (Tamizado) de 11 % de humedad.	20

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Análisis de 5 diferentes grados de humedad y granulometría (19, 17, 15, 13, 11 por ciento de humedad).	15
Cuadro 2. Análisis de 19 % de humedad y granulometría en 3 repeticiones	16
Cuadro 3. Análisis de 17 % de humedad y granulometría en 3 repeticiones	16
Cuadro 4. Análisis de 15 % de humedad y granulometría en 3 repeticiones	17
Cuadro 5. Análisis de 13 % de humedad y granulometría en 3 repeticiones	18
Cuadro 6. Análisis de 11 % de humedad y granulometría en 5 repeticiones	19

I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad, la mayoría de las harinas comestibles provienen del maíz, arroz, trigo, entre otros cereales y debido a su alto costo, hay segmentos de la población que no pueden adquirirlas para incluirlas en su dieta (FAO, 2008).

Desde tiempos antiguos, los habitantes de poblados del estado de Quintana Roo, utilizan los productos derivados del árbol ramón, mismo que se encuentra en auge, ya que se le está dando la importancia que merece, con base en investigaciones y ferias donde se presentan productos hechos a base de la semilla.

Con la harina de semilla de ramón se busca tener un complemento de las harinas de cereales, con más propiedades nutricionales y de bajo costo, a partir de una especie forestal que se produce en el estado de Quintana Roo, así como en los estados vecinos como Yucatán, Campeche, Chiapas entre otros estados de México y países de Centroamérica.

Es importante mencionar que la harina se hace de forma tradicional y se carece de un estudio reciente sobre el grado óptimo de humedad que permita una molienda ideal de la semilla de esta especie; motivo por el cual se planteó como objetivo en el presente trabajo de Residencia Profesional, realizado dentro del Instituto Tecnológico de la Zona Maya.

Los resultados obtenidos, indican que los mejores porcentajes de humedad para realizar el proceso de molienda de semilla de ramón van del 11 al 15 % y se encuentra dentro de lo establecido por la NOM-247 para la elaboración de harinas; con lo anterior, se espera contribuir al aprovechamiento ideal de la semilla de ramón (*Brosimum alicastrum* Swartz) en la zona sur del estado de Quintana Roo.

II. JUSTIFICACIÓN

Dada la creciente importancia que está cobrando el uso de la semilla de ramón para el consumo humano en Quintana Roo, es apremiante la generación de tecnologías de procesos estandarizados que sean fácilmente aplicables por las personas de las comunidades rurales, micro o medianas empresas, que estén interesadas en la elaboración de productos alimenticios con esta especie.

Actualmente se carece de información suficiente, especializada, sobre el contenido de humedad ideal para la obtención de la harina de semilla de ramón, lo que motivó la presente investigación.

Al mismo tiempo, también se logró cumplir con la Residencia Profesional, de la carrera de Ingeniería en Gestión Empresarial, en el Instituto Tecnológico de la Zona Maya (ITZM).

III. DESCRIPCIÓN DEL LUGAR DONDE SE DESARROLLÓ EL PROYECTO

El presente estudio se realizó en el Instituto Tecnológico de la Zona Maya (ITZM), que está ubicado en el kilómetro 21.5 de la carretera Chetumal-Escárcega, en el ejido Juan Sarabia, localizado en las coordenadas 18° 29' 46" de latitud norte y 88° 28' 44" de longitud oeste muy próximo al río Hondo que es el límite con Belice, a 30 minutos de Chetumal, la capital del estado y a cuatro horas de la ciudad de Cancún, uno de los puntos turísticos más importantes de México y del mundo (Figura 1).



Figura 1. Ubicación del Instituto Tecnológico de la Zona Maya

Su ubicación es estratégica por estar en la zona cañera del estado muy cercano al ingenio Álvaro Obregón, el cual procesa toda la producción de las 25,000 hectáreas sembradas en la región (ITZM, 2015).

El suelo está formado por roca caliza, el clima se clasifica como cálido subhúmedo con lluvias en verano, y las temperaturas promedio anuales se registran en 26 °C, la

precipitación promedio anual tiene un promedio entre 1,200 y 1,300 mm, la vegetación es mayoritariamente de selva mediana, y en ella las especies vegetales más representativas son el chicozapote, caoba, cedro, ramón, y el chacá entre otros.

Es importante señalar que la semilla de ramón se recolectó en la zona arqueológica de Dzibanché ubicada a 18°38'19.39" de latitud norte y 88°15'34.78" de longitud oeste. El tipo de vegetación es selva mediana y los suelos predominantes son: leptosol, gleysol, luvisol y regosol.

El Instituto Tecnológico de la Zona Maya (ITZM) antes llamado Instituto Tecnológico Agropecuario No. 16 (ITA), es la única institución de nivel superior en el estado que ofrece carreras con orientación agronómica, forestal, informática y gestión empresarial, lo cual lo posiciona de manera muy significativa, como la Institución de Educación Superior por excelencia en Quintana Roo (ITZM, 2015).

Misión: "Contribuir a la formación integral de profesionales que coadyuven al desarrollo socioeconómico de las zonas rurales del país y en lo particular del Estado de Quintana Roo, mediante la prestación de servicios de educación superior, así como de investigación, desarrollo tecnológico y capacitación para el trabajo; orientados al sector agropecuario y forestal para mejorar su producción y productividad".

Visión: "Ser una institución con excelencia académica, líder en el desarrollo agroempresarial, con tecnologías acordes a las características agroecológicas y sociales del Caribe, que a través de la investigación y vinculación participe activamente en el desarrollo socioeconómico de la región y además cuente con una cultura organizacional de calidad" (ITZM, 2015).

El Instituto al vincularse con los sectores públicos, social y privado para garantizar la pertinencia de los servicios con las necesidades de desarrollo regional y nacional; busca en forma constante la concentración de acciones que permitan mejorar la

formación de los educandos, además de atender las necesidades del entorno en materia de desarrollo tecnológico y vinculación para lograrlo desde su creación, se ha caracterizado por ser una Institución de Educación Superior con un gran potencial de desarrollo.

IV. OBJETIVOS

4.1 Objetivo general

Evaluar las características físicas de la semilla de ramón para optimizar el proceso de molienda y la obtención de harina.

4.2 Objetivos específicos

4.2.1 Establecer cinco diferentes niveles de humedad en las semillas de ramón para su molienda.

4.2.2 Evaluar el proceso de molienda con un molino de mano (tradicional).

4.2.3 Evaluar el rendimiento de la semilla de ramón para la obtención de harina en los diferentes tipos de molienda.

4.2.4 Describir las características físicas de las harinas obtenidas.

V. MATERIALES Y MÉTODOS

5.1 Investigación documental

Se revisaron las Normas Oficiales referentes a los grados óptimos de humedad en diferentes tipos de semillas, así como los procesos de molienda y para la elaboración de harinas, con la finalidad de conocer los grados óptimos de humedad para ello, tales como: Norma Oficial Mexicana NOM-147-SSA1-1996, Bienes y Servicios. Cereales y sus productos. Harinas de cereales, sémolas o semolinas, alimentos a base de cereales, de semillas comestibles, harinas, sémolas o semolinas o sus mezclas, productos de panificación, disposiciones y especificaciones sanitarias y nutrimentales. Norma Oficial Mexicana NOM-187-SSA1/SCFI-2002, Productos y servicios. Masa, tortillas, tostadas y harinas preparadas para su elaboración y establecimientos donde se procesan. Especificaciones sanitarias. Norma Oficial Mexicana NOM-247-SSA1-2008, Productos y servicios. Cereales y sus productos. Cereales, harinas de cereales, sémolas o semolinas. Alimentos a base de: cereales, semillas comestibles, de harinas, sémolas o semolinas o sus mezclas. Productos de panificación. Disposiciones y especificaciones sanitarias y nutrimentales. (Diario Oficial de la Federación, 2008).

5.2 Obtención de la semilla de ramón

Se recolectó un total de 3.8 kg de semilla en la zona arqueológica de Dzibanché (Figura 2) ubicada a 18° 38' 19.39" de latitud norte y 88° 15' 34.78" de longitud oeste; el tipo de vegetación en la zona es selva mediana y los suelos predominantes son: leptosol, gleysol, luvisol y regosol.



Figura 2. Recolección de la semilla de ramón en la zona arqueológica de Dzibanché.

5.3 Limpieza y selección de la semilla de ramón

De la semilla recolectada se eliminó todo lo que no era ramón, posteriormente se separó el mesocarpo (pulpa) de la semilla y sólo se seleccionaron las semillas con una buena consistencia para realizar su secado (Figura 3).



Figura 3. Limpieza y selección de la semilla de ramón.

5.4 Deshidratado o secado de la semilla de ramón

La semilla seleccionada se colocó en una estufa marca Felisa para su deshidratación a una temperatura de 60 °C constantes por un lapso de 72 horas (Figura 4).



Figura 4. Deshidratado de la semilla de ramón.

Cuando la semilla alcanzó los contenidos de humedad requeridos, se procedió a obtener tres muestras de 100 g de cada contenido de humedad (la muestra con 11 % de humedad tuvo cinco repeticiones) y el resto tres repeticiones, con una báscula digital marca aeAdam. (Figura 5).



Figura 5. Pesaje de la semilla de semilla de ramón.

5.5 Determinación del porcentaje de humedad

Para la determinación de la humedad de la semilla se usó un determinador de humedad marca Mini Gac Plus. El contenido de humedad que se obtuvo fue: 19 %, (Figura 6). 17 %, 15 %, 13 % y 11 %.



Figura 6. Determinación de humedad de la semilla de ramón.

5.6 Proceso de molienda de la semilla de ramón

Con el porcentaje de humedad adecuado, cada muestra se molió cuatro ocasiones en un molino manual. (Figura 7).



Figura 7. Molienda de la semilla de ramón

5.7 Tamizado de la harina de semilla de ramón

La harina obtenida se pasó en una serie de cuatro tamices para conocer su granulometría (muy grueso, grueso, medio, fino y extrafino) y cada fracción se pesó en una báscula digital marca aeAdam (Figura 8).

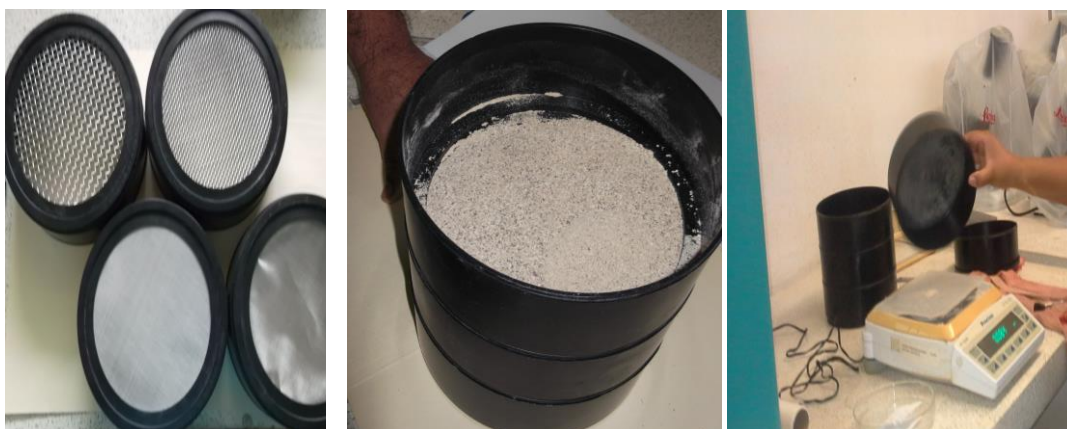


Figura 8. Proceso de tamizado y pesado de harina de semilla de ramón.

5.8 Granulometría de la harina

Separación de la granulometría de (muy grueso, grueso, medio, fino y extrafino) de la harina de semilla de ramón de 11 % y 13% de humedad. (Figura 9).



Figura 9. Granulometría de harina de semilla de ramón.

5.9 Análisis de información.

Con la información obtenida, se elaboró una base de datos en Excel™ y se construyeron gráficas con el peso de las fracciones de la harina, para conocer su tendencia o comportamiento, mediante técnicas de estadística descriptiva.

5.9.1 Diagrama de flujo del proceso para obtención de harina de ramón

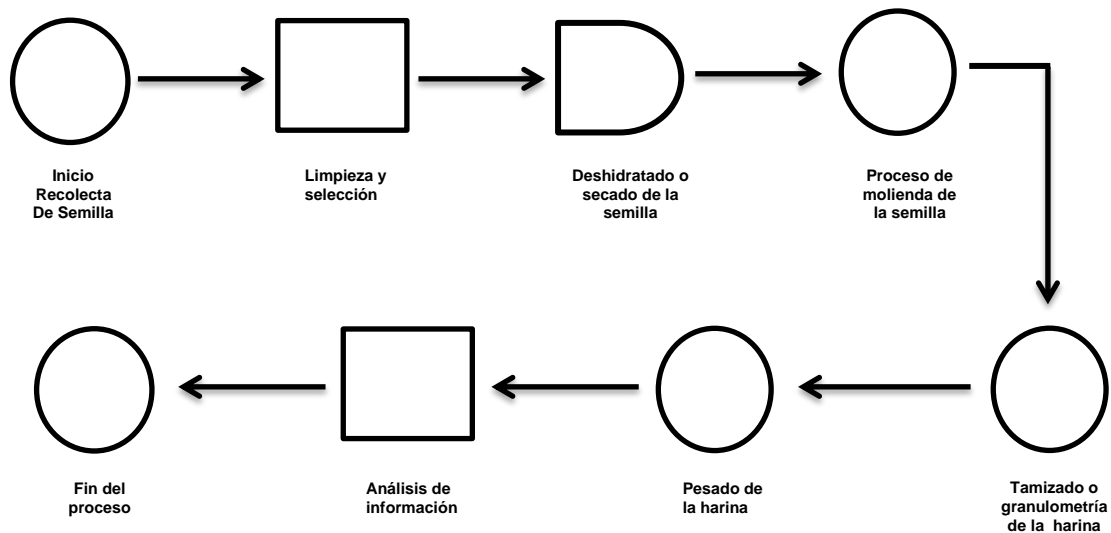
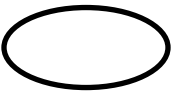
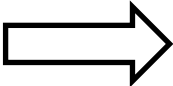

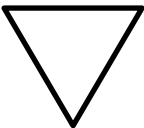
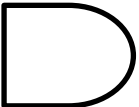


Figura 10. Diagrama de flujo del proceso

5.9.2 Simbología utilizada para elaborar el diagrama de proceso

Para llevar a cabo el diseño del proceso de molienda para la obtención de harina con semillas de ramón (*Brosimum alicastrum* Swartz), se utilizó el siguiente diagrama de proceso de operación utilizando la siguiente simbología (Meyers & Stephens, 2006, pág. 147):

<p>Operación</p> 	<p>Indica las principales fases de un trabajo o procedimiento, por lo común cuando la pieza, material o producto sufre un cambio.</p>
<p>Transporte</p> 	<p>Se utiliza para indicar el movimiento del material, equipo y/o trabajador.</p>
<p>Inspección</p> 	<p>Se verifica calidad, cantidad o ambas.</p>
<p>Almacenaje</p> 	<p>Indica el depósito del objeto, material o producto bajo vigilancia o resguardo en un almacén, en donde se lleve control de las entradas y salidas.</p>
<p>Demora</p> 	<p>Depósito provisional o de espera. Indica la demora en el desarrollo del proceso, trabajo, procedimiento, etc., de la pieza del material o producto.</p>

VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El secado es un proceso de gran importancia en la cadena de producción de alimentos, ya que el contenido de humedad es, sin duda, la característica más importante para determinar si el grano corre el riesgo de deteriorarse durante el almacenamiento, y evitar las reacciones de deterioración el contenido de humedad de los granos para un almacenamiento seguro comprende un rango de 11 a 13 por ciento, base húmeda, para los principales tipos de granos (FAO, 1993).

El objetivo de secar es preservar el alimento al disminuir su humedad hasta que el crecimiento microbiano de bacteria, levadura y moho, y las reacciones químicas por degradación enzimática se detengan y cesen de destruir el alimento durante su almacenaje (Valdés Marín, 2008).

En este trabajo, el secado se realizó para inhibir la germinación de las semillas, reducir el contenido de humedad de los granos hasta un nivel que impida el crecimiento de los hongos, y evitar las reacciones de deterioración.

Se realizó la deshidratación de las semillas mediante el proceso de extracción del agua que contiene, mediante la circulación de aire caliente, lo que detiene el crecimiento de enzimas y microorganismos que las deterioran, ya que muchos microorganismos son destruidos cuando la temperatura llega a 60°C.

Los resultados obtenidos se registraron en una tabla comparativa en Excel™, (Cuadro 1), con los datos de las tendencias promedio de humedad de las variables en: 19 %, 17 %, 15 %, 13 % y 11 % y de acuerdo a la granulometría de la harina con semilla de ramón (muy grueso, grueso, medio, fino y extrafino).

Cuadro 1. Análisis de 5 diferentes grados de humedad y granulometría (19, 17, 15, 13, 11 por ciento de humedad).

% de Humedad	Repetición	Variables de Granulometría (Tamizado)						
		Peso Semilla	Peso Harina	Muy Grueso	Grueso	Medio	Fino	Extra Fino
19	1	100.356	83.777	0.000	0.495	75.080	6.252	0.020
	2	100.200	87.155	0.399	22.609	62.150	1.112	0.000
	3	100.100	91.562	1.828	22.840	66.238	0.152	0.000
17	1	100.060	96.120	0.000	0.440	92.816	1.522	0.000
	2	100.561	99.252	0.000	0.443	89.638	8.168	0.271
	3	100.560	96.451	0.000	3.031	88.006	4.659	0.052
15	1	100.300	97.580	0.000	0.00	93.158	4.910	0.400
	2	100.320	98.681	0.000	0.082	83.570	7.570	6.348
	3	100.380	99.936	0.116	0.705	88.851	6.314	2.378
13	1	100.291	97.776	0.000	0.000	90.197	6.197	0.622
	2	100.400	94.410	0.597	16.950	75.295	1.231	0.000
	3	100.480	80.756	0.083	0.375	74.440	5.469	0.058
11	1	100.425	98.500	0.000	0.045	88.262	6.956	1.488
	2	100.400	97.500	0.000	0.020	90.657	4.232	0.253
	3	100.170	99.400	0.000	0.710	93.017	4.521	0.166
	4	100.070	99.850	0.000	0.012	93.506	5.798	0.333
	5	100.130	99.500	0.000	0.178	95.124	4.008	0.060

Para precisar los resultados señalados, a continuación se desglosan por cada nivel en el porcentaje de humedad, las variables de granulometría obtenida y las gráficas correspondientes.

6.1 Características de la harina de semillas con 19 % de humedad

En el cuadro 2 y la figura 11, la tendencia medio de granulometría (Tamizado) es mayor en 75.080 g, en las 3 repeticiones predominando la primera repetición y el promedio del grado de humedad de 19 %; se analizó el resultado del tamizado de la harina con semilla de ramón con las características de Muy Grueso, Grueso, Medio, Extra y Extra Fino, predominando el medio con un 67.82 g, grueso con un 15.31 g, fino con un 2.51 g, muy grueso con un 0.74 g, y el extrafino con un 0.02 gr.

Cuadro 2. Análisis de 19 % de humedad y granulometría en 3 repeticiones

% de Humedad	Repetición	Variables de Granulometría (Tamizado)						
		Peso Semilla	Peso Harina	Muy Grueso	Grueso	Medio	Fino	Extra Fino
19	1	100.356	83.777	0.000	0.495	75.080	6.252	0.020
	2	100.200	87.155	0.399	22.609	62.150	1.112	0.000
	3	100.100	91.562	1.828	22.840	66.238	0.152	0.000

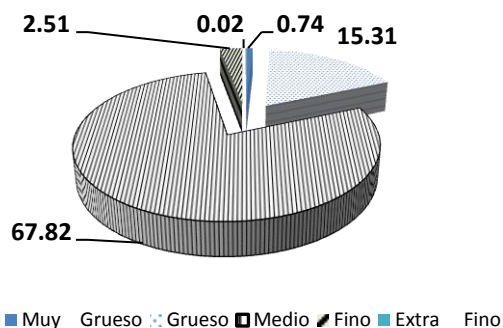


Figura 11. Promedio de Granulometría (Tamizado) de 19 % de humedad.

6.2 Características de la harina de semillas con 17 % de humedad

En el cuadro 3 y la figura 12, la tendencia medio de granulometría (Tamizado) es mayor en 92.816 g, en las 3 repeticiones predominando la primera repetición y el promedio del grado de humedad de 17 %; se analizó el resultado del tamizado de la harina con semilla de ramón con las características de Muy Grueso, Grueso, Medio, Extra y Extra Fino, predominando el medio con un 90.15 g, grueso con un 1.30 g, fino con un 4.78 g, muy grueso no se obtuvo y el extrafino con un 0.16 g.

Cuadro 3. Análisis de 17 % de humedad y granulometría en 3 repeticiones

% de Humedad	Repetición	Variables de Granulometría (Tamizado)						
		Peso Semilla	Peso Harina	Muy Grueso	Grueso	Medio	Fino	Extra Fino
17	1	100.060	96.120	0.000	0.440	92.816	1.522	0.000
	2	100.561	99.252	0.000	0.443	89.638	8.168	0.271
	3	100.560	96.451	0.000	3.031	88.006	4.659	0.052

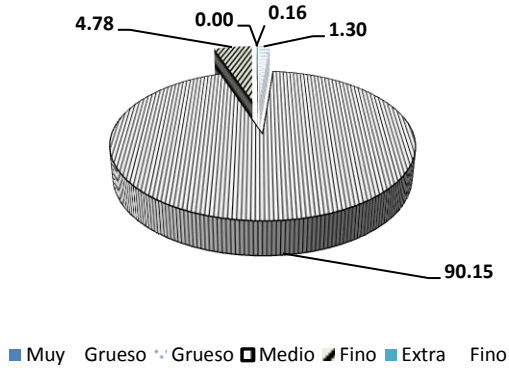


Figura 12. Promedio de Granulometría (Tamizado) de 17 % de humedad.

6.3 Características de la harina de semillas con 15 % de humedad

En el cuadro 4 y la figura 13, la tendencia medio de granulometría (Tamizado) es mayor en 93.158 g, en las 3 repeticiones predominando la primera repetición y el promedio del grado de humedad de 15 %; se analizó el resultado del tamizado de la harina con semilla de ramón con las características de Muy Grueso, Grueso, Medio, Extra y Extra Fino, predominando el medio con un 88.53 g, grueso con un 0.39 g, fino con un 6.26 g, muy grueso con un 0.12 g, y el extrafino con un 3.04 g.

Cuadro 4. Análisis de 15 % de humedad y granulometría en 3 repeticiones

% de Humedad	Repetición	Variables de Granulometría (Tamizado)						
		Peso Semilla	Peso Harina	Muy Grueso	Grueso	Medio	Fino	Extra Fino
15	1	100.300	97.580	0.000	0.00	93.158	4.910	0.400
	2	100.320	98.681	0.000	0.082	83.570	7.570	6.348
	3	100.380	99.936	0.116	0.705	88.851	6.314	2.378

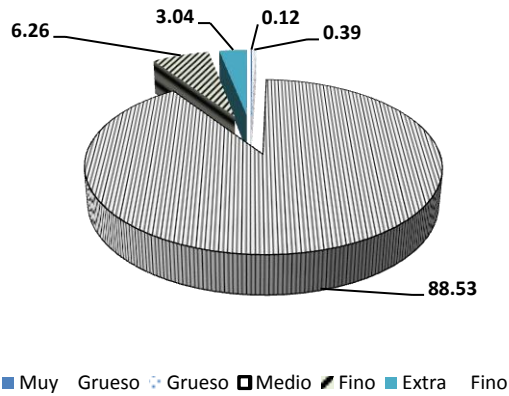


Figura 13. Promedio de Granulometría (Tamizado) de 15 % de humedad

6.4 Características de la harina de semillas con 13 % de humedad

En el cuadro 5 y la figura 14, la tendencia medio de granulometría (Tamizado) es mayor en 90.197 g, en las 3 repeticiones predominado la primera repetición y el promedio del grado de humedad de 13 %; se analizó el resultado del tamizado de la harina con semilla de ramón con las características de Muy Grueso, Grueso, Medio, Extra y Extra Fino, predominando el medio con un 79.98 g, grueso con un 8.66 g, fino con un 4.30 g, muy grueso con un 0.34 g, y el extrafino con un 0.34 g.

Cuadro 5. Análisis de 13 % de humedad y granulometría en 3 repeticiones

% de Humedad	Repetición	Variables de Granulometría (Tamizado)						
		Peso Semilla	Peso Harina	Muy Grueso	Grueso	Medio	Fino	Extra Fino
13	1	100.291	97.776	0.000	0.000	90.197	6.197	0.622
	2	100.400	94.410	0.597	16.950	75.295	1.231	0.000
	3	100.480	80.756	0.083	0.375	74.440	5.469	0.058

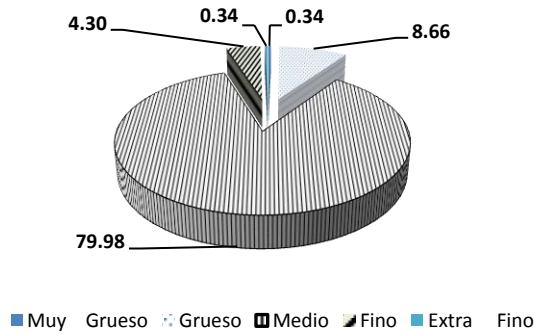


Figura 14. Promedio de Granulometría (Tamizado) de 13 % de humedad.

6.5 Características de la harina de semillas con 11 % de humedad

En el cuadro 6 y la figura 15, la tendencia medio de granulometría (Tamizado) es mayor en 93.516 g, en las 5 repeticiones predominando la cuarta repetición y el promedio del grado de humedad de 11 %; se analizó el resultado del tamizado de la harina con semilla de ramón con las características de Muy Grueso, Grueso, Medio, Extra y Extra Fino, predominando el medio con un 92.11 g, grueso con un 0.19 g, fino con un 5.10 g, muy grueso no se obtuvo y el extrafino con un 0.46 g.

Cuadro 6. Análisis de 11 % de humedad y granulometría en 5 repeticiones

% de Humedad	Repetición	Variables de Granulometría (Tamizado)						
		Peso Semilla	Peso Harina	Muy Grueso	Grueso	Medio	Fino	Extra Fino
11	1	100.425	98.500	0.000	0.045	88.262	6.956	1.488
	2	100.400	97.500	0.000	0.020	90.657	4.232	0.253
	3	100.170	99.400	0.000	0.710	93.017	4.521	0.166
	4	100.070	99.850	0.000	0.012	93.506	5.798	0.333
	5	100.130	99.500	0.000	0.178	95.124	4.008	0.060

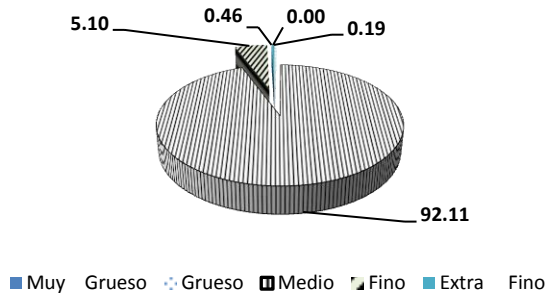


Figura 15. Promedio de Granulometría (Tamizado) de 11 % de humedad.

De acuerdo con las Normas Oficiales Mexicanas, NOM-147-SSA1-1996, NOM-187-SSA1/SCFI-2002 y NOM-247-SSA1-2008, se determina que en el proceso de molienda para obtención de harina, el grado óptimo de humedad no debe ser mayor de 15 %, a efecto de que se facilite la molienda.

VII. PROBLEMAS RESUELTOS Y LIMITANTES

7.1 Problemas resueltos

Con base en la investigación bibliográfica realizada para esta Residencia Profesional, se detectó que no existe un proceso documentado sobre el diseño de la molienda para la obtención de harina con semillas de ramón (*Brosimum alicastrum* Swartz), que facilite la molienda de las semilla, para un complemento alimentario de segmentos de la población y el cumplimiento con las normas mexicanas sobre el proceso de harinas; por tal razón, con esta investigación, mediante la realización de la molienda en diversos grados de humedad de la semilla, se determinó la consistencia de deshidratación idónea de la semilla de ramón, que no cause daños al ser humano, que conserve sus nutrientes y propiedades necesarias para posicionarse entre las preferencias del consumidor, considerándola de esta forma como una alternativa más para la explotación de la semilla del árbol de ramón.

7.2 Limitantes

Como se había comentado antes, en el estado existen árboles de ramón, pero este año, -por falta de lluvias- no hubo la producción de frutos suficiente como ordinariamente sucede, esto provocó que el rango de búsqueda de semilla se ampliara a las comunidades con sitios arqueológicos que tienen mucha población de este árbol, asimismo, hubo necesidad de conseguirla en el vecino estado de Yucatán, lo que puso en riesgo la realización de este proyecto.

La otra limitante tuvo que ver con la infraestructura del Instituto Tecnológico de la Zona Maya, ya que no cuenta con los instrumentos necesarios para el análisis de humedad y molienda, debiendo hacer uso de recursos externos que no siempre estuvieron disponibles en tiempo y forma.

Asimismo, el proceso se realizó en el laboratorio de biotecnología de la escuela, lo que provocó hacinamiento a la hora de su desarrollo, con el consecuente riesgo de contaminación de las muestras existentes en el laboratorio, para éste y otros experimentos.

Asimismo, algunas de las fases del proyecto se realizaron fuera del laboratorio mencionado, dado que, durante un lapso de tiempo prolongado, no hubo aire acondicionado y el calor sofocante dañaba las muestras.

VIII. COMPETENCIAS APLICADAS O DESARROLLADAS

Dentro de las competencias que se aplicaron como parte de este trabajo y que se fueron desarrollando a lo largo de la carrera de Ingeniería en Gestión Empresarial en distintas asignaturas, se pueden señalar:

Competencias instrumentales

- Capacidad de análisis y síntesis
- Capacidad de organizar información
- Habilidad para buscar y analizar información proveniente de fuentes diversas
- Solución de problemas
- Conocimientos básicos de la carrera
- Capacidad para identificar, plantear y resolver problemas

Competencias interpersonales

- Trabajo en equipo
- Capacidad crítica y autocrítica
- Compromiso ético

Competencias sistémicas

- Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica
- Habilidades de investigación
- Capacidad de aprender
- Capacidad de generar nuevas ideas
- Habilidad para trabajar en forma autónoma

IX. CONCLUSIONES

El presente trabajo de residencia profesional, se realizó en el Laboratorio de Biotecnología del Instituto Tecnológico de la Zona Maya, estableciendo cinco diferentes variables de los niveles de humedad, para el proceso de molienda de semilla de ramón (*Brosimum alicastrum* Swartz), el resultado obtenido va del 11 al 15 %, la cual permite la fácil molienda de la semilla para la obtención de harina.

Se evaluó el proceso de molienda en las semillas de ramón de acuerdo a los niveles establecidos, se realizaron cuatro repeticiones y una de cinco, en un molino de mano tradicional.

Mediante el proceso de la granulometría (Tamizado), se determinaron las características físicas de las harinas obtenidas para un mayor aprovechamiento de las semillas de ramón.

X. RECOMENDACIONES

Como resultado del desarrollo del presente trabajo de residencia profesional y conscientes de que es susceptible de mejora, a continuación se señalan algunas recomendaciones sobre el proceso de molienda y la obtención de harina a partir de las semillas del ramón:

- Una vez recolectadas las semillas, deberán mantenerse en un ambiente controlado -de preferencia en refrigeración-, con la finalidad de evitar contaminación por agentes externos; mientras estén a la espera del proceso de molienda.
- Una vez obtenida la harina, almacenarla en lugares frescos, lejos de la humedad, para evitar la presencia de hongos u otros factores dañinos.

Finalmente, con respecto a la infraestructura para el desarrollo de este proceso, se recomienda que el Instituto Tecnológico de la Zona Maya, cuente con la misma, dado que se convierte en un factor limitante para el desarrollo de distintas investigaciones y lo que ello implica, tanto para quienes se encuentran estudiando actualmente, como para las futuras generaciones.

XI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Diario Oficial de la Federación. (2 de Junio de 2008). Norma Oficial Mexicana. *Artículo* . México, Distrito Federal, México: Diario Oficial de la Federación.

FAO. (1993). *Manual de Manejo Poscosecha a Nivel Agricultura*. Recuperado el 7 de diciembre de 2015, de <http://www.fao.org/docrep/>: <http://www.fao.org/docrep/x5027s/x5027S00.htm#Contents>

FAO. (s.f.). *Nutrición Humana en el Mundo en Desarrollo*. Recuperado el 08 de Diciembre de 2015, de <http://www.fao.org/>: <http://www.fao.org/>

ITZM, I. T. (2015). *¿Quiénes somos?* Recuperado el 26 de Mayo de 2015, de <http://www.itzonamaya.edu.mx/web/nhistoria.php>

Meyers, F. E., & Stephens, M. P. (2006). *Diseño de instalaciones de manufactura y manejo de materiales*. México: Pearson educación.

Valdés Marín, P. (2008). Manual de Deshidratación I. *Frutas y Hortalizas* .