



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA AGROPECUARIA DE MANABÍ
MANUEL FÉLIX LÓPEZ**

DIRECCIÓN DE CARRERA: AGROINDUSTRIAS

**INFORME DE TRABAJO DE TITULACIÓN
PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO
AGROINDUSTRIAL**

**MODALIDAD:
PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

**TEMA
TIEMPO Y TEMPERATURA DE TOSTADO SOBRE EL GRADO
DE ALERGIA ALIMENTARIA EN LA SEMILLA DE ZAPALLO
(*Cucúrbita Máxima D.*)**

**AUTORES
JOSSELIN IVETH MENDIETA DOMÍNGUEZ
SOFÍA ALEJANDRA ZAMBRANO TUÁREZ**

**TUTOR
ING. EDMUNDO MARCELO MATUTE ZEAS Mg. A.**

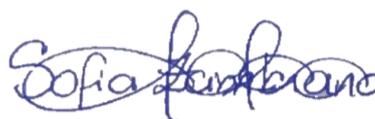
CALCETA, FEBRERO 2021

DERECHOS DE AUTORÍA

Nosotras JOSSELIN IVETH MENDIETA DOMÍNGUEZ y SOFÍA ALEJANDRA ZAMBRANO TUÁREZ, con cédula de ciudadanía 2350582637 y 0941501538, respectivamente declaramos bajo juramento que el Trabajo de Titulación, titulado: TIEMPO Y TEMPERATURA DE TOSTADO SOBRE EL GRADO DE ALERGIA ALIMENTARIA EN LA SEMILLA DE ZAPALLO (*Cucúrbita Máxima D.*) es de nuestra autoría, que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional, y que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración, concedemos a favor de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos, conservando a mi favor todos los derechos patrimoniales de autor sobre la obra, en conformidad con el Artículo 114 del Código Orgánico de la Economía Social de los Conocimientos, Creatividad e Innovación. Particular que comunico para los fines académicos pertinentes.

Atentamente



JOSSELIN IVETH MENDIETA DOMÍNGUEZ

SOFÍA ALEJANDRA ZAMBRANO TUÁREZ

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR

EDMUNDO MARCELO MATUTE ZEAS, Mg. A, certifica haber tutelado el trabajo de titulación: **TIEMPO Y TEMPERATURA DE TOSTADO SOBRE EL GRADO DE ALERGIA ALIMENTARIA EN LA SEMILLA DE ZAPALLO (*Cucúrbita Máxima D.*)**, que ha sido desarrollada por **JOSSELIN IVETH MENDIETA DOMÍNGUEZ Y SOFÍA ALEJANDRA ZAMBRANO TUÁREZ**, previa la obtención del título de Ingeniero Agroindustrial, de acuerdo al **REGLAMENTO PARA LA ELABORACIÓN DE TRABAJO DE TITULACIÓN DE LA UNIDAD DE TITULACIÓN ESPECIAL** de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López.



ING. EDMUNDO MARCELO MATUTE ZEAS, Mg.

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL

Los suscritos integrantes del tribunal correspondiente, declaran que han **APROBADO** el trabajo de titulación **TIEMPO Y TEMPERATURA DE TOSTADO SOBRE EL GRADO DE ALERGIA ALIMENTARIA EN LA SEMILLA DE ZAPALLO (*Cucúrbita Máxima D.*)**, que ha sido propuesta, desarrollada y sustentada por **JOSELIN IVETH MENDIETA DOMÍNGUEZ Y SOFÍA ALEJANDRA ZAMBRANO TUÁREZ**, previa a la obtención del título de Ingeniero Agroindustrial, de acuerdo al **REGLAMENTO PARA LA ELABORACIÓN DE TRABAJO DE TITULACIÓN** de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López.



ING. LUISA ZAMBRANO MENDOZA, Mg.
MIEMBRO



ING. NELSON MENDOZA GANCHOZO, Mg.
MIEMBRO



ING. ROSA GARCÍA PAREDES, Mg.
PRESIDENTE

AGRADECIMIENTO

Un eterno agradecimiento a la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López, institución que me brindó la oportunidad de una educación superior de calidad y excelencia en la cual he fortalecido mis conocimientos profesionales.

A Dios quien me ha llenado de bendiciones en todo este camino, que con su infinito amor me ha dado la sabiduría suficiente para culminar este arduo trabajo.

A mis padres, Lenny Mendieta y Jakeline Domínguez ya que gracias a sus consejos me han sabido guiar por el camino correcto, han sido la base fundamental durante este peldaño dando como resultado esa profesional que siempre soñaron. A mis hermanas, tías/os y abuelo quienes siempre estuvieron motivándome para dar lo mejor de mí y no flaquear en los momentos difíciles.

A los formadores de mis conocimientos, aquellos ingenieros que a más de ser docentes se convirtieron en amigos, de manera especial a mi tutor el Ing. Edmundo Matute Zeas por enderezar las ideas brindando consejos para encontrar el final del túnel.

JOSELIN IVETH MENDIETA DOMÍNGUEZ

AGRADECIMIENTO

Mi principal agradecimiento es para la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López donde se me dio la gran oportunidad de una educación universitaria de calidad, donde se me ha forjado como profesional brindando conocimientos día a día.

También agradezco a Dios por ser el pilar fundamental, por guiarme durante toda la carrera, siendo el apoyo necesario en los momentos de dificultad. A mis padres David y Sofía por ser los promotores importantes para la culminación de esta meta, por su apoyo incondicional, la confianza, no tengo palabras para agradecerles todas las veces que me apoyaron en las múltiples decisiones que he tomado.

A mis hermanos Kevin y Renier, en especial a Kevin que ha estado a lo largo de este proceso apoyándome de diferentes maneras, te amo, muchas gracias. A mis abuelos y familiares por estar siempre pendientes, asegurándose con un mensaje que todo estaba bien y alegrándome en algunos días difíciles.

Agradezco a mis docentes por haber compartido sus conocimientos a lo largo de la carrera y haber cultivado con ellos una bonita amistad, en especial a mi tutor, Edmundo Matute, por haberme orientado en todos los momentos que necesité sus consejos, en la elaboración de este trabajo de titulación, por haberme brindado el apoyo y su amistad para desarrollarme profesionalmente y seguir cultivando mis valores.

SOFÍA ALEJANDRA ZAMBRANO TUÁREZ

DEDICATORIA

Este trabajo de investigación en primer lugar se la dedico a Dios que ha estado conmigo en cada paso que doy, dándome fortaleza para seguir adelante

A mis padres, Lenny Mendieta y Jakeline Domínguez quienes simplemente me llenan de orgullo, a lo largo de mi vida han sido mi ejemplo a seguir, velando por mi bienestar, con su esfuerzo y amor siempre estuvieron apoyándome en todo momento sin dudar en mi inteligencia y capacidad, los amo.

A mis hermanas Karelys y Evamarys que siempre estuvieron para mí de manera incondicional apoyándome, esto va por ellas para de una u otra manera servirles de ejemplo.

JOSSELIN IVETH MENDIETA DOMÍNGUEZ

DEDICATORIA

Este trabajo se lo dedico en primer lugar a Dios por ayudarme a cumplir las metas que me propongo, dándome fuerza para salir adelante cada día y especial por cuidar a las personas que más amo, mi familia, fuerza para salir adelante cada día. A mi madre Sofía y mi padre David por ser los principales autores de este logro, por el apoyo infinito, no va haber forma de devolver todo lo que me han dado, esta tesis es un logro más alcanzado, una meta alcanzada y sin lugar a dudas ha sido en gran parte gracias a ustedes.

SOFÍA ALEJANDRA ZAMBRANO TUÁREZ

CONTENIDO GENERAL

DERECHOS DE AUTORÍA	ii
CERTIFICACIÓN DEL TUTOR	iii
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL	iv
AGRADECIMIENTO	v
DEDICATORIA	vii
CONTENIDO GENERAL	ix
CONTENIDO DE CUADROS Y GRÁFICOS	xii
RESUMEN	xiii
ABSTRACT	xiv
CAPÍTULO I. ANTECEDENTES	1
1.1. PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	1
1.2. JUSTIFICACIÓN	2
1.3. OBJETIVOS	3
1.3.1. OBJETIVO GENERAL	3
1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	3
1.4. HIPÓTESIS	3
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO	4
2.1. <i>CUCÚRBITA MÁXIMA D</i> (ZAPALLO)	4
2.1.1. CLASIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN TAXONÓMICA	4
2.1.2. COMPOSICIÓN NUTRICIONAL DEL ZAPALLO (<i>CUCÚRBITA MÁXIMA D</i>).	5
2.1.2.1. COMPOSICIÓN NUTRICIONAL DE LA SEMILLA	6
2.1.3. DESCRIPCIÓN BOTÁNICA	7
2.1.4. USOS Y PROPIEDADES MEDICINALES DE LAS SEMILLAS	9
2.2. ALERGIA ALIMENTARIA	10

	x
2.2.1. ALÉRGENOS	10
2.2.2. PROPIEDADES TOXICOLÓGICAS DE LA SEMILLA	11
2.3. PROCESO DE TOSTADO	11
2.3.1. TIEMPO Y TEMPERATURA DE TOSTADO	12
2.4. EFECTO DE TOSTADO SOBRE LA TOXICIDAD ALIMENTARIA	12
CAPÍTULO III. DESARROLLO METODOLÓGICO	13
3.1. UBICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	13
3.2. DURACIÓN	13
3.3. TIPOS DE INVESTIGACIÓN	13
3.3.1. MÉTODO EXPERIMENTAL	13
3.4. MÉTODOS Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN	14
3.4.1. ANÁLISIS DE TOXICIDAD ALERGÉNICA	14
3.5. FACTORES EN ESTUDIO	15
3.5.1. NIVELES	15
3.6. TRATAMIENTOS	16
3.7. DISEÑO EXPERIMENTAL	16
3.8. UNIDAD EXPERIMENTAL	16
3.9. VARIABLES A MEDIR	17
3.10. MANEJO DE LA INVESTIGACIÓN	17
3.10.1. DIAGRAMA DE FLUJO DE TOSTADO DE LA SEMILLA	17
3.10.1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO	18
3.11. ANÁLISIS ESTADÍSTICO	18
CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	19
4.1. ÍNDICE DE TOXICIDAD ALERGÉNICA DE LA SEMILLA DE ZAPALLO	19
4.2. INFLUENCIA DEL TIEMPO DE TOSTADO SOBRE EL GRADO DE ALERGIA	20

4.3. INFLUENCIA DE LA TEMPERATURA DE TOSTADO SOBRE EL GRADO DE ALERGIA	21
4.4. INFLUENCIA DE LOS TRATAMIENTOS SOBRE EL GRADO DE ALERGIA	23
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	27
5.1. CONCLUSIONES	27
5.2. RECOMENDACIONES	28
BIBLIOGRAFÍA	29
ANEXOS	32

CONTENIDO DE CUADROS Y GRÁFICOS

Cuadro 2.1. Caracterización del zapallo (Cucúrbita Máxima D).	5
Cuadro 2. 2. Composición química de la semilla de zapallo (Cucúrbita Máxima D.).	7
Cuadro 3. 2. Detalle de los tratamientos con su respectiva nomenclatura.	17
Cuadro 3. 3. Esquema de ANOVA.	17
Cuadro 4. 1. Resultado del análisis de hemoaglutinación alérgica en los tratamientos.	20
Cuadro 4. 2. Prueba de normalidad de Shapiro Wilk.	21
Cuadro 4. 3. Prueba de homogeneidad de Levene.	21
Tabla 2.1. Composición de zapallo (Cucúrbita Máxima D) por cada 100 gramos de producto	6
Figura 2.1. A. Fruto de zapallo, B. Trozos de zapallo	8
Figura 2.2. A. Semilla de zapallo sin cáscara, B. Semilla de zapallo entera, C. Perfil de una semilla de zapallo	8
Figura 4.1. Prueba de Kruskall Wallis. Factor A	22
Figura 4.2. Prueba Kruskall Wallis. Factor B	23
Figura 4.3. Subconjuntos homogéneos basados en grado de alergia en cuanto al Factor B	23
Figura 4.4. Prueba de Kruskall Wallis para tratamientos	24
Figura 4.5. Subconjuntos homogéneos basados en grado de alergia en cuanto a los tratamientos	25
Gráfico 4. 1. Gráfica de cajas de medias del grado de alergia alimentaria en los tratamientos	26

RESUMEN

La presente investigación tiene como finalidad determinar el tiempo y temperatura idóneos para minimizar el potencial alergénico alimentario de la semilla del zapallo. Para su efecto, se determinó la hemoaglutinación alergénica basada en el método de referencia de la empresa Castor Ecuatoriana S.A.; cuyos resultados fueron interpretados en porcentajes de alergia alimentaria. La combinación de los niveles de los factores en estudio generó 6 tratamientos, los cuales fueron repetidos 3 veces; cada unidad de estudio fue de 20 semillas de zapallo (*Cucúrbita Máxima D*) tostado, realizando 3 repeticiones de cada uno, dando un total de 18 unidades experimentales. Mediante la prueba estadística no paramétrica KRUSKAL WALLIS se obtuvo que el Factor A (tiempo de tostado) no influye sobre el grado de alergia alimentaria (p -valor $> 0,05$); mientras que el Factor B (temperatura de tostado), si influye significativamente sobre el grado de alergia; Los tratamientos que menor grado de alergia presentaron fueron el T3 (160 °C x 15min), T5 (140°C x 20min) y T6 (160°C x 20 min), siendo T3 el más idóneo al presentar un menor tiempo y mayor temperatura de tostado. Los gráficos estadísticos demostraron que la temperatura idónea de tostado para disminuir el grado de alergia alimentaria en la semilla de zapallo están entre 140°C y 160 °C que corresponde a b2 y b3 respectivamente, ambas se encuentran aptas para el consumo humano, sin embargo, el menor porcentaje de alergia (25%) se lo obtiene a la temperatura máxima evaluada de 160°C.

Palabras clave: Semilla de zapallo, grado de alergia, tiempo de tostado, temperatura de tostado, hemoaglutinación.

ABSTRACT

The proposed research was carried out in the Bromatology laboratory of the ESPAM "MFL", located at the "El Limón" site, Bolívar canton, province of Manabí. Its purpose is to determine the suitable time and temperature to minimize the food allergenic potential of the pumpkin seed. For its effect, allergenic hemagglutination was determined based on the reference method of the company Castor Ecuatoriana S.A.; whose results were interpreted in food allergy percentages. The combination of the levels of the factors under study generated 6 treatments, which were repeated 3 times; Each unit of study was 20 roasted pumpkin seeds (*Cucúrbita Máxima D*), performing 3 repetitions of each, giving a total of 18 experimental units. As a result, it was obtained that the treatments with the lowest levels of allergy were T3 (160 ° C x 15min), T5 (140 ° C x 20min) and T6 (160 ° C x 20 min). The KRUSKAL WALLIS statistical test showed that Factor A (roasting time) does not influence the degree of allergy because its p-value > 0,05; while Factor B (roasting temperature), if it significantly influences the degree of allergy. Statistical graphs showed that the best roasting temperature to reduce the degree of food allergy in the pumpkin seed is 160 ° C, which corresponds to the b3, which indicates that the higher the temperature, the lower the degree of allergy and toxicity.

Key words: Pumpkin seed, degree of allergy, toasting time, roasting temperature, hemagglutination.

CAPÍTULO I. ANTECEDENTES

1.1. PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

En el procesamiento de alimentos existen múltiples subproductos a nivel mundial lo cual presenta un gran problema de desperdicio para la industria, así como también las mismas son fuentes prometedoras de diferentes compuestos que podrían ser utilizados de la manera correcta gracias a sus variadas propiedades beneficiosas en cuanto a lo nutricional (Tamayo, Cartagena, & Londoño, 2011).

La semilla del zapallo es un subproducto de poco consumo a pesar de su alto contenido nutricional y que beneficia al ser humano contiene alrededor de 45% de grasa y proteína, vitamina A, B1, C; así como también cuenta con propiedades medicinales, estas semillas son la parte del fruto que se puede comer, que la mayoría de veces son desperdiciadas (Chateauneuf, 2016); Patel & Bahna (2017) indica que las semillas de zapallo son excelente fuente de alimento, aunque a pesar de los beneficios que esta aporta en muchas ocasiones se produce ciertas reacciones de hipersensibilidad que continuamente algunas son graves; los alérgenos con los que esta semilla está compuesta no han sido muy bien caracterizados, por lo cual hay existencias de casos en los que se demuestra alergia al ser consumidas.

Ávila & Vásquez (2011), menciona que las semillas de zapallo son usadas de manera ancestral por sus diferentes propiedades medicinales y alimenticias, que generalmente han sido consumidas por el efecto antihelmíntico y diurético que brinda la misma. Desde el punto de vista alimentario estas semillas cuentan con un alto contenido de ácidos grasos insaturados. Considerando que la semilla de zapallo goza de una gran accesibilidad económica y distribución geográfica en el Ecuador; ante el uso empírico relativamente frecuente como antiparasitario y la escasez de reportes científicos sobre la acción que dichas semillas ejercen; así como el aprovechamiento de los subproductos se plantea la siguiente interrogante:

¿Cuáles serán la temperatura y tiempo idóneos de tostado que logre eliminar los compuestos alérgenos en la semilla de zapallo?

1.2. JUSTIFICACIÓN

Con la ejecución de esta investigación se pretende conocer la temperatura idónea para eliminar los compuestos de la semilla de zapallo que generan alergias alimentarias, siendo esta, la base principal para la elaboración de una gama de alternativas de productos alimenticios.

Según estudios realizados por Ávila & Vásquez (2011), las semillas de zapallo contienen propiedades antihelmínticas, tenífuga razón por la cual ha sido usado desde la antigüedad como desparasitante, aparte de ello, estas semillas han provocado a varias personas ciertas alergias, sin embargo, no se han realizado investigaciones que hayan definido cuales son las diferentes causas que provocan estas reacciones.

En algunas de las situaciones y mucho más en el medio nuestro, la presencia de algunos productos de validez vegetal son muy pocos utilizados y si son no lo hacen de la manera correcta, las semillas son presentadas como una alternativa alimenticia y sobre todo nutritiva para ayudar a la complementación de una dieta variada, sana y más completa, de esta forma se aprovecha esta parte de alimento que naturalmente es desperdiciada, y mayor aún que no implica un gasto mayor ni extra para el consumo (Loaiza & Carpio, 2015).

El motivo para desarrollar esta investigación surgió por la necesidad de conocer si existe o no algún índice de toxicidad alimentaria en la semilla de zapallo, debido a que es un parámetro que se debe tomar en cuenta antes de industrializar cualquier alimento, evitando riesgos en la salud del consumidor o en caso de tener dicha toxicidad darle un tratamiento para reducir ese índice.

El presente proyecto tiene un aporte significativo en la industria alimenticia debido a que se basa en la utilización de subproductos que no están siendo aprovechados, dándoles un valor agregado.

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. OBJETIVO GENERAL

Determinar el tiempo y temperatura idóneos para minimizar el potencial alergénico alimentario de la semilla del zapallo (*Cucúrbita máxima d.*).

1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Evaluar el índice de toxicidad alergénica de la semilla de zapallo (*Cucúrbita máxima d.*) mediante un ensayo biológico de hemoaglutinación alergénica.
- Establecer el tiempo de tostado que limite la acción alergénica alimentaria de los componentes bioactivos de la semilla de zapallo (*Cucúrbita máxima d.*).
- Determinar la temperatura adecuada para minimizar la acción alergénica de los compuestos bioactivos de la semilla del zapallo (*Cucúrbita máxima d.*).

1.4. HIPÓTESIS

La temperatura y el tiempo adecuado de tostado limitarán la acción alergénica alimentaria de la semilla del zapallo (*Cucúrbita máxima d.*

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.1. CUCÚRBITA MÁXIMA D (ZAPALLO)

El zapallo forma parte de la familia de las Cucurbitáceas. Esta familia se encuentra conformada por alrededor de 120 géneros y así como 800 especies, las que han caracterizado por su alta sensibilidad al frío. En los diferentes géneros con los que cuenta el *Cucúrbita* se encuentra incluido dentro de las cinco especies del zapallo que fue domesticado por el hombre principalmente para el consumo de sus frutos: *Cucúrbita máxima*, *Cucúrbita moschata*, *Cucúrbita pepo*, *Cucúrbita ficifolia* y *Cucúrbita argyrosperma*. Cuatro de estas especies se producen para el consumo de sus frutos y una para la elaboración de dulces. En algunos casos selectos se puede también consumir sus hojas y flores (Beltrán, 2016).

2.1.1. CLASIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN TAXONÓMICA

El zapallo tiene la siguiente clasificación taxonómica: (Balbín, 2018).

- Reino: Vegetal
- Clase: Dicotiledóneas
- Orden: Cucurbitales
- Familia: Cucurbitaceae
- Género: Cucúrbita
- Especie: Cucúrbita máxima

Cuadro 2.1. Caracterización del zapallo (*Cucúrbita Máxima D*).

Nombre común	Calabaza
Nombres científicos	Cucúrbita pepo L., Cucúrbita máxima Duch.
Principios activos	Cucúrbita (0,5-2%), de estructura similar al ácido kaínico; peponósido, peporresina, ácido cucúrbico, leucina, tirosina, vitaminas, ácidos grasos insaturados; oleico, linoleico.
Acción farmacológica	Antihelmíntico nematocida (áscaris, oxiuros), diurético, emoliente, ligeramente sedante.
Indicaciones	Teniasis ascaridiasis, cistitis, prostatitis, insomnio.
Formas galénicas Posología	- 50-100 g semillas /día en adultos, 20-40 g semillas /día en niños. - Antihelmíntico: 30-40 g de semillas, descascarilladas trituradas.

Fuente: Adaptado de Vademécum de Prescripción de Fitoterapia (VANACLOCHA & CAÑIGUERAL, 2003).

2.1.2. COMPOSICIÓN NUTRICIONAL DEL ZAPALLO (*CUCÚRBITA MÁXIMA D*).

El zapallo (*Cucúrbita Máxima D*) desde las épocas precolombinas fue adicionada en las dietas de los diferentes pueblos de Latinoamérica, las personas han hecho diferencias en lo que corresponde a preferencias en relación a los diferentes componentes de sabores y sobre el grado de humedad con la que cuenta el zapallo, el betacaroteno es un carotenoide muy abundante es las diferentes variedades del mismo, es un mayor y gran precursor de la vitamina A, este caroteno cumple con múltiples funciones en el organismo como lo es el aumento del sistema inmune, ayuda con la disminución de los riesgos de las enfermedades degenerativas como lo son el envejecimiento celular, el cáncer, las enfermedades cardiovasculares, arteriosclerosis, la degeneración macular que es la relacionada con la edad y la formación de cataratas. Esto es gracias a las propiedades antioxidantes del β -caroteno, por la cual desactiva los radicales libres y atrapa los oxígenos (Rodríguez, Valdés, & Ortiz, 2017).

Tabla 2.1. Composición de zapallo (Cucúrbita Máxima D) por cada 100 gramos de producto

40 kcal
2g Proteína
0,5 Grasa total
8,7g Carbohidratos
3,9g Fibra
14 mg Calcio
0,4mg Hierro
19mg Magnesio
21mg Fosforo
320mg Potasio
7mg Sodio
0,13mg Zinc
1367UI Vitamina A
11mg Vitamina C
16 microgramos Folato

Fuente: (Beltrán, 2016).

2.1.2.1. COMPOSICIÓN NUTRICIONAL DE LA SEMILLA

Las semillas del género *Cucúrbita* tienen forma redonda y aplastada, también tienen diferentes tamaños, así como contornos, se consideran oleaginosas con propiedades medicinales, así como alimenticias e industriales, se pueden consumir tanto enteras, como asada, tostadas o molidas y en las diferentes salsas son el ingrediente principal. Es constituido como el producto más importante gracias a su alto valor de aceite (39%) y de su proteína (44%) (Rodríguez, Valdés, & Ortiz, 2017). De manera general en alrededor de 1 g existen entre 3 a 4 semillas de calabaza. Es recomendable que la conservación sea en una humedad relativa de 7% con una temperatura entre 3°C y 8°C (Balbín, 2018). A continuación, se muestra una tabla con la composición química de la semilla de zapallo.

Cuadro 2. 2. Composición química de la semilla de zapallo (*Cucúrbita Máxima D.*).

Componente	Tierno	Maduro
Humedad (%)	94,5	91,4
Proteínas (%)	0,3	0,2
Materia grasa (%)	0,1	0,5
Carbohidratos (%)	4,4	6,9
Fibra cruda (%)	0,5	0,6
Cenizas (%)	0,2	0,4

Fuente: (Pettao, 2015)

2.1.3. DESCRIPCIÓN BOTÁNICA

Son plantas anuales, herbáceas y diclinomonoicas. Cuenta con un sistema de raíz de 1,8 m de profundidad, la mayoría de las raíces se encuentran los 60 cm primeros. Nacen raíces adventicias en los nudos de las guías mismas que llegan a penetrar hasta 1,5 m de profundidad. Cuenta con flores unisexuales, de color amarillo y generalmente solitarias; las flores masculinas cuentan con pedúnculos largos, con tres estambres, filamentos libres, anteras que son lineales, conniventes, siendo una de ellas monoteca. Mientras que las flores femeninas se encuentran cortamente pedunculadas, un ovario ínfero, oblongo o unilocular, que cuenta con 3-6 placentas plurióvuladas, estilo corto y estigma de 3-5 lobulado. (Sistema Nacional Argentino de Vigilancia y Monitoreo de plagas, 2016).

Por su parte los frutos son grandes y variados en lo que respecta en sus diferentes formas y colores, por lo general son de forma esférica, ovoide o cónica alargada, rugosos, hay de color verde amarillento o de amarillo anaranjado. Ver Figura 2.1. A, que se puede observar la parte de la cubierta color gris del zapallo, así como la pula amarilla anaranjada en la figura 2.2.B, donde aprecia los pedazos de zapallo, junto con sus semillas y las características fibras (Martínez, 2010).



Figura 2.1. A. Fruto de zapallo, B. Trozos de zapallo

Por su parte, las semillas son generalmente de características grandes, chatas, ovalas de aproximadamente 2 a 3 cm de largo, su peso se encuentra alrededor de 50 mg para las que son provenientes de cultivares de frutos pequeños y de 250 mg para las que son de frutos muchos más grandes. Mientras mayor sea su tamaño esta les provee una gran reserva cotiledonal lo cual favorece a su germinación y así el establecimiento de las plántulas. La forma, el color, el borde y como la cicatriz que se forma en el hilo varían según las características que han permitido idear la clave para lograr separar los cuatros especies de sus caracteres. En el fruto, predominan los componentes del mesocarpio los cuales son los carbohidratos, mientras que en las semillas los lípidos y proteínas son los componentes más dominantes, las cuales aportan entre el 80%-85% del peso (PS) del embrión, en la figura 2.2. A se presenta una semilla de zapallo sin cáscara, en la 2.2.B se logra evidenciar una semilla color café con un margen dorado y mientras en la 2.2.C se observa el perfil de una semilla de zapallo (Sistema Nacional Argentino de Vigilancia y Monitoreo de plagas, 2016).



Figura 2.2. A. Semilla de zapallo sin cáscara, B. Semilla de zapallo entera, C. Perfil de una semilla de zapallo

2.1.4. USOS Y PROPIEDADES MEDICINALES DE LAS SEMILLAS

Las semillas de calabaza se han comido de la misma forma que las otras semillas, en diferentes maneras ya sea que estas se encuentren crudas enteras, asadas, tostadas o molidas. La misma que ha sido utilizada desde tiempos antiguos gracias a los diferentes beneficios que esta proveen, El polvo de las semillas de zapallo se han usado en los Estados Unidos y en China como principales países usándolas como ingrediente en productos para hornear o en los aderezos para las ensaladas. El aceite resultante de estas semillas es usado principalmente en Europa como el aceite de ensaladas y en la India es utilizado para cocinar e iluminar. El extracto ha mostrado una actividad insecticida que combate a los mosquitos y las moscas. Gracias a sus propiedades medicinales la popularidad de las semillas ha incrementado (Chávez, 2014).

De acuerdo con estudios realizados se describe a las semillas de calabaza con las siguientes propiedades terapéuticas:

- Útil en la reducción de la tensión arterial y cálculos renales. Las semillas son consumidas en la República de Mauricio como infusión interna para poder tratar la hipertensión y los problemas de próstata; y de manera externa para combatir la erisipela (Grubben & Denton, 2004).
- Diurético, para tratar la apendicitis, nefritis, irritación de la vejiga y demás problemas del tracto urinario (Khare, 2004).
- Posee propiedades citotóxicas, antitumorales, antihelmínticas y antiambianas (Osuna, Tapia, & Aguilar, 2005).
- Alivia los síntomas de la Hiperplasia prostática benigna, además que disminuye el peso de la próstata ventral y mejora la histología de los testículos (Lim, 2012).

Las semillas de zapallo tostado no solo sirven para ser ingeridas de manera directa, sino también para saldas, ají y algunas elaboraciones como reemplazo del maní. Las mujeres en estado de gestación pueden consumir porque estas ayudan a reducir el vómito y los mareos. Estas semillas ya sean crudas o tostadas sirven como laxante natural (Pineda, 2012).

2.2. ALERGIA ALIMENTARIA

La alergia alimentaria es una reacción desfavorable, inmuno-mediada y reproducible que causa ciertos alimentos, siendo más frecuente que se presente en niños, principalmente lactantes y preescolares (Carrard, Rizzuti, & Sokollik, 2015). La frecuencia de estos casos ha crecido ostensiblemente durante siglos atrás y las diferentes consecuencias del aumento no son muy claras. Mucho de los autores mencionan como una de las características “la vida moderna” de la humanidad occidental como los factores que están determinantes en los cambios. Entre los más comunes alérgenos se encuentran la leche de vaca, huevo, soya, pescados, mariscos y frutos secos. La prevalencia de la misma no se encuentra bien establecida, por lo cual se estima entre 2-6% de los niños están como afectados, valor que va aumentando no solo en los países en desarrollo sino también en los desarrollados (Navarro & Araya, 2016).

2.2.1. ALÉRGENOS

Una reacción alérgica es producida por el sistema inmunológico la cual identifica de manera errónea una proteína en el alimento consumido como peligrosa, entre ellas la pulpa de la calabaza. Se sobre-responde y lanza anticuerpos, lo cuales son conocidos como inmunoglobulina E, o IgE, para proteger el cuerpo. Estos anticuerpos son los que reaccionan con el alérgeno las cuales desencadena la liberación de histaminas las cuales pueden causar afectación a la piel y las membranas de los ojos, como de la nariz, así como la de las vías respiratorias y el intestino. Uno de los alérgenos proteicos identificados en la calabaza es la profilina, que también puede causar una alergia a los cítricos, el melón, el tomate y el plátano, tocar la pulpa o semillas de la calabaza puede causar dermatitis o urticaria en personas sensibles. La inhalación de los vapores de la cocción de la calabaza también puede producir síntomas alérgicos en personas sensibles (Gord, 2017).

2.2.2. PROPIEDADES TOXICOLÓGICAS DE LA SEMILLA

Las semillas de calabaza o también llamadas pepitas son alimentos que son usados desde la antigüedad, no solo por sus propiedades alimenticias como lo son las nutricionales, sino también la composición fitoquímica de la semilla de Cucúrbita es: agua, proteínas, aminoácidos, grasas, carbohidratos, calcio, fósforo, hierro, como elementos mayoritarios. Los estudios fitoquímicos de esta especie abarcan desde la década del 60 hasta la actualidad. Además, se han logrado desarrollar estudios farmacognósticos y químicos los cuales permiten, determinar las sustancias químicas de interés solamente sino también logra aislar los distintos metabolitos entre los más responsables de la acción antihelmíntica. Entre los compuestos aislados de las semillas de calabaza, está la Cucurbitina es caracterizada por varios investigadores chinos, los cuales han propuesto además la síntesis química estructural de este compuesto es tanto un alfa-aminoácido, como un beta-aminoácido cíclico, y es el responsable de la actividad antihelmíntica. Hasta el momento el patrón de este compuesto no se comercializa (Ferrara, 2012)

2.3. PROCESO DE TOSTADO

Vega, *et.al.* (2016) menciona, que en el proceso de tostado no solo desarrolla el aroma sino también el sabor del grano cuando es sometido a altas temperaturas entre 110 y 140°C, y de tiempos que suelen ir desde los 20 a 50 minutos, dependiendo de la variedad. En los diferentes términos de características sensoriales, mismos compuestos que son importantes y se forman durante el tostado mediante la reacción de Maillard debido a su impacto en el aroma.

Nebesny y Rutkowski (1998) aporta que el tostado se realiza con tres propósitos: disminuir la humedad de los granos de 7-8 a 2,5%; eliminar compuestos volátiles no deseados (por ejemplo, ácido acético) y generar nuevos compuestos volátiles (aroma de origen térmico). Las principales reacciones químicas que se desarrollan durante el tostado son: las reacciones de Maillard, caramelización de azúcares, degradación de proteínas.

2.3.1. TIEMPO Y TEMPERATURA DE TOSTADO

Un tostado que se realiza de manera correcta es un proceso que depende no solo del tiempo sino también de la temperatura, donde el tiempo el cual varía desde 5 a 120 minutos y la temperatura varía desde 120 a 150°C, Calderón, *et.al.* (2016).

Moreira (2016) por otro lado indica que cuando el tostado de semillas es realizado a altas o bajas temperaturas y si los periodos de los tiempos son cortos o prolongados, se desarrolla los perfiles de los sabores es afectado de manera favorable o contrariamente sufren distorsiones, generalmente los alimentos como las habas suelen tostarse desde 110 hasta 150°C durante 25 a 50 minutos.

2.4. EFECTO DE TOSTADO SOBRE LA TOXICIDAD ALIMENTARIA

El tostado desactiva los inhibidores de compuestos alérgenos a consecuencia que este tratamiento térmico no solo cambia la configuración de las diferentes proteínas de los anti nutrientes lo cual afecta su actividad. Varios de estos métodos de procesamiento tecnológico se han utilizado para la eliminación o inactivación de las diferentes sustancias tóxicas de las semillas, con el fin de mejorar el acceso de los gránulos al ataque de las enzimas y así mejorar la utilización de los nutrientes (Heredia, 2012).

El mismo autor menciona que el tostado no solo permite que se supere los problemas de toxicidad de los granos, pero al parecer, también afecta la disponibilidad de las distintas fracciones nutritivas. Ensayos preliminares han evidenciado una disminución significativa del contenido de energía metabolizable de los granos a medida que la temperatura de tostado aumenta en un tiempo largo, es por ellos que se recomienda en un rango comprendido entre 120 y 240°C, a tiempos cortos.

CAPÍTULO III. DESARROLLO METODOLÓGICO

3.1. UBICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

El desarrollo de la presente investigación está contemplado en las etapas: tostado de la semilla y análisis de toxicidad a la semilla de zapallo, se realizó en el Laboratorio de Bromatología de la carrera de Agroindustria de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López, ubicado en el Campus Politécnico sector El Limón, geográficamente se localiza en las siguientes coordenadas 0°49'37.96" latitud sur, 80°11'14.24" longitud oeste y una altitud de 19 msnm Calceta – Manabí – Ecuador.

3.2. DURACIÓN

Esta investigación fue desarrollada durante los seis meses a partir de la aprobación del proyecto.

3.3. TIPOS DE INVESTIGACIÓN

3.3.1. MÉTODO EXPERIMENTAL

Es un método en el que el investigador controla deliberadamente las variables para delimitar relaciones entre ellas, está basado en la metodología científica, se recopilan datos para comparar las mediciones de comportamiento de un grupo control, con las mediciones de un grupo experimental (Calderón, 2014), para esto se introdujeron como variables de estudio el tiempo y temperatura de tostado y así evaluar el efecto de las conductas observadas en el aumento o disminución de la toxicidad alérgica mediante un ensayo de hemoaglutinación.

3.4. MÉTODOS Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

3.4.1. ANÁLISIS DE TOXICIDAD ALERGÉNICA

El grado de alergia alimentaria se determinó mediante un ensayo de hemoaglutinación alérgica, método que fue tomado de la empresa Castor Ecuatoriana S. A., el cual establece el siguiente procedimiento:

Para preparar los reactivos se realizó lo siguiente:

- **Suero fisiológico**

Se disolvió 8,5 g de cloruro de sodio en 1000ml de agua destilada.

- **Extracto proteico**

Para hacer el extracto proteico (ver anexo 1) se pesó 4 gr de harina resultante de las semillas tostadas de zapallo (ver anexo 2.), seguido se colocó 250ml de suero fisiológico en un matraz Erlenmeyer y con una varilla magnética se agitó durante 30 min el producto, para posteriormente filtrarlos.

- **Hemoglobina**

Se recolectó un tipo de sangre para cada réplica, un total de 18 muestras de personas con antecedentes de alergia (cerdo, mariscos y/o granos secos), se la almacenó no por más de 24H a 4°C.

Una vez listos los reactivos se procedió a realizar el análisis de hemoaglutinación (ver anexo 3.):

1. Se colocó en un estanque 6 tubos de ensayo de 10ml.
2. Se rotuló cada tubo del 1 al 6.
3. Se dejó el tubo número uno vacío.
4. Se pipeteó 0,5ml de suero fisiológico en cada tubo a partir del número 2.
5. Se pipeteó el extracto proteico 0,5ml y se colocó en el tubo número 1 y 0,5ml en el tubo número 2.
6. Se mezcló el tubo número 2 y se extrajo de él 0,5ml y se colocó en el tubo número 3.
7. Se mezcló en el número 3 y se extrajo 0,5ml para colocar en el número 4 y así sucesivamente hasta el tubo número 6.
8. Se pipeteó 0,5ml de la suspensión de hemoglobina a cada tubo desde el número 1 al 6.

9. Se mezcló cuidadosamente y se dejó por 5 min en reposo para luego centrifugar a 2500 revoluciones por 5 min.

Los resultados obtenidos para cada tratamiento fueron establecidos en porcentajes, posterior a ello, se analizaron estadísticamente. En el cuadro 3.1. se muestra la interpretación del grado de alergia, para lo cual se procedió a darle valores en porcentajes a cada grado de alergia que están dados en el número de cruces (+) es importante recalcar que se consideran aceptables para su consumo las semillas que no presenten grado de toxicidad y las que tengan una toxicidad parcial.

Cuadro 3.1. Interpretación de grado de alergia en porcentajes (%)

Grado de alergia	Valor en cruces (+)	Valores en porcentaje
Toxicidad de cuarto grado	++++	100%
Toxicidad media	+++	75%
Toxicidad parcial	++	50%
No presenta grado de toxicidad	+	25%

Fuente: Los autores

3.5. FACTORES EN ESTUDIO

Los factores que se manejaron para el estudio, sobre el grado de alergia alimentaria de la semilla de zapallo fueron:

Factor A: Tiempo de tostado

Factor B: Temperatura de tostado

3.5.1. NIVELES

Para el factor tiempo de tostado se utilizaron los siguientes niveles:

a_1 : 15 min

a_2 : 20 min

Para el factor temperatura de tostado se utilizaron los siguientes niveles:

b_1 : 120 °C

b_2 : 140 °C

b_3 : 160 °C

3.6. TRATAMIENTOS

La combinación entre niveles de los factores en estudio generó 6 tratamientos, con 3 réplicas cada uno (Cuadro 3.2.)

Cuadro 3. 2. Detalle de los tratamientos con su respectiva nomenclatura.

Tratamiento	Código	Descripción
T1	a1b1	a1(15 min) b1 (120°C)
T2	a1b2	a1(15 min) b2 (140°C)
T3	a1b3	a1(15 min) b3 (160°C)
T4	a2b1	a2(20 min) b1 (120°C)
T5	a2b2	a2(20 min) b2 (140°C)
T6	a2b3	a2(20 min) b3 (160°C)

3.7. DISEÑO EXPERIMENTAL

Esta investigación fue tipo experimental sujeta a un Diseño Completamente al Azar (DCA) con arreglo bifactorial 2x3, por cada tratamiento se realizaron tres réplicas (Cuadro 3.2.)

Cuadro 3. 3. Esquema de ANOVA.

FV	GI
Total	17
Tratamientos	5
Tiempo (A)	1
Temperatura (B)	2
AxB	2
Error	12

3.8. UNIDAD EXPERIMENTAL

La unidad de estudio por tratamiento fue de 20 semillas de zapallo tostado (ver anexo 4), realizando 3 repeticiones de cada uno, dando un total de 18 unidades experimentales.

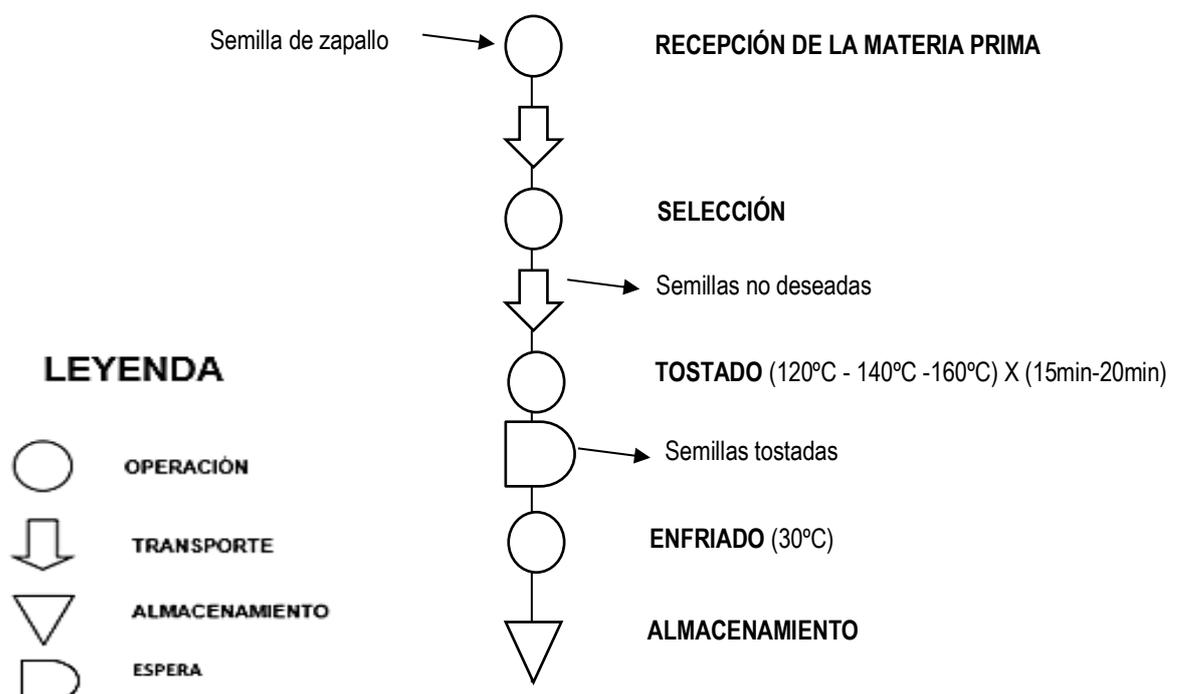
3.9. VARIABLES A MEDIR

Grado de alergia alimentaria de la semilla de zapallo.

3.10. MANEJO DE LA INVESTIGACIÓN

La presente investigación se realizó en 2 fases, la primera que constó en el análisis de toxicidad alérgica a cada uno de los tratamientos de las semillas tostadas en los laboratorios de Bromatología de la ESPAM MFL, como segunda fase se estableció el tiempo y temperatura idóneos de acuerdo a los resultados arrojados en los análisis.

3.10.1. DIAGRAMA DE FLUJO DE TOSTADO DE LA SEMILLA



3.10.1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO

RECEPCIÓN: Se recibió la materia prima (semilla de zapallo) de la variedad *Cucúrbita máxima D.* (ver anexo 5).

SELECCIÓN: Se seleccionaron los granos de color uniforme, sin imperfecciones o quiebres, separando de esta manera aquellos granos no deseados.

TOSTADO: Las semillas fueron llevadas al horno de marca Memmert GmbH UFE 600 previamente para lograr un 7% de humedad (ver anexo 6) y posterior a ello se realizó el proceso de tostado, en el cual se controló el tiempo (15min, 20min) y temperatura (120°C, 140°C, 160°C) mediante un termómetro infrarrojo digital PCE-889B (ver anexo 7).

ENFRIADO: Se retiran las semillas tostadas del horno, y se deja reposar hasta que alcancen una temperatura ambiente (30°C).

ALMACENAMIENTO: Una vez las semillas enfriadas se las almacenó en un desecador para evitar que absorba humedad, manteniéndose en un rango de 2-4%, posterior a ello, se evaluó el grado de alergia alimentaria.

3.11. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

El análisis de datos se realizó mediante el Programa Estadístico SPSS 21 versión libre, para el estudio se realizaron las siguientes pruebas:

Los supuestos del ANOVA (normalidad y homogeneidad) para cada una de las variables a estudiar, al no cumplirse con dichos supuestos, se empleó la prueba no paramétrica de Kruskal Wallis.

CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. ÍNDICE DE TOXICIDAD ALERGÉNICA DE LA SEMILLA DE ZAPALLO

Se llevaron a cabo pruebas de hemoaglutinación (ver anexo 8) alérgica en las semillas de zapallo en estudio, con lo cual se obtuvieron los resultados (ver anexo 9.) que se presentan a continuación en el Cuadro 4.1:

Cuadro 4. 1. Resultado del análisis de hemoaglutinación alérgica en los tratamientos.

Tratamientos	Réplicas	Grado de alergia	Porcentajes
T1 (a1b1)	R1	+++	75%
	R2	+++	75%
	R3	++	50%
T2 (a1b2)	R1	++	50%
	R2	++	50%
	R3	++	50%
T3 (a1b3)	R1	+	25%
	R2	+	25%
	R3	+	25%
T4 (a2b1)	R1	+++	75%
	R2	+++	75%
	R3	+++	75%
T5 (a2b2)	R1	++	50%
	R2	++	50%
	R3	++	50%
T6 (a2b3)	R1	+	25%
	R2	+	25%
	R3	+	25%

Fuente: Los autores

En el cuadro 4.1. se indica que los tratamientos con mayor grado de alergia son T1 y T4 en los cuales se aplicó la temperatura más baja (120°C), por lo tanto, no podrían ser consumidas ya que presentan toxicidad media; los tratamientos T2 y T5 son aceptables para su consumo debido a que presentan una toxicidad parcial, es decir que la temperatura a la que se sometió (140°C) logró eliminar en un mayor porcentaje la toxicidad de las semillas; los tratamientos T3 y T6 por ser sometidos a una temperatura mayor (160°C) no presentaron grado de toxicidad en las semillas.

Generalmente, las semillas de zapallo no presentan cuadros de toxicidad alérgicas frecuentes; sin embargo, el exceso en el consumo de estas podría

llegar a causar una contraindicación alérgica como efecto secundario (Mannise, 2015).

De acuerdo a los resultados mostrados en el (Cuadro 4.1) anterior se aplicaron los análisis estadísticos presentados a continuación:

- **TEST DE SHAPIRO WILK**

Cuadro 4. 2. Prueba de normalidad de Shapiro Wilk.

Variable	Prueba de normalidad		
	Estadístico	gl	Sig.
Grado de alergia	0,747	18	0,000

- **TEST DE LEVENE**

Cuadro 4. 3. Prueba de homogeneidad de Levene.

Variable	F	gl1	gl2	Sig.
Grado de alergia	16,000	5	12	0,000

Las pruebas de normalidad y homogeneidad presentadas en los cuadros 4.2 y 4.3, demostraron que para la variable grados de alergia no se cumple con los supuestos de ANOVA debido a la significancia $p_{<0,05}$, por lo que se procedió a evaluar los datos a través de la prueba de Kruskal Wallis.

4.2. INFLUENCIA DEL TIEMPO DE TOSTADO SOBRE EL GRADO DE ALERGIA

Mediante el análisis no paramétrico de Kruskal Wallis se determinó que el Factor A (tiempo de tostado) no influyó sobre el grado de alergia debido a que su significancia fue mayor que 0,05 tal como se muestra en la Figura 4.1; por lo tanto, se retiene la hipótesis nula, siendo el tiempo un factor que no influye en el grado de alergia alimentaria. Por ende, se establece como mejor tiempo el

correspondiente a 15 minutos, ya que este factor en una industria es sinónimo de gastos económicos.

Resumen de prueba de hipótesis

	Hipótesis nula	Test	Sig.	Decisión
1	La distribución de Grado_de_Alergia es la misma entre las categorías de Factor_A.	Prueba Kruskal-Wallis de muestras independientes	,471	Retener la hipótesis nula.

Se muestran las significancias asintóticas. El nivel de significancia es ,05

Figura 4.1. Prueba de Kruskal Wallis. Factor A

La Organización Mundial de la Salud (2016), manifiesta que, las semillas de zapallo contienen abundantes ácidos grasos, vitaminas y minerales, que las convierten en portadoras de grandes beneficios y propiedades para el organismo, sin embargo, varios de estos beneficios podrían perderse al momento en que las semillas son sometidas a un tiempo de tostado mayor a lo establecido. Ante esto, es necesario mantener un tiempo de tostado adecuado que logre mantener todas las proteínas con las que cuenta la semilla.

Por su parte, Panelo (2015), expresa que, a pesar de que el tiempo de tostado no es un factor que influya directamente en el grado de alergia alimentaria de las semillas de ciertos frutos, si influye en la variación de proteínas que estas poseen, ya que al ser llevadas a un tiempo mayor de tostado estas pueden llegar a desnaturalizarse.

4.3. INFLUENCIA DE LA TEMPERATURA DE TOSTADO SOBRE EL GRADO DE ALERGIA

Mediante los resultados obtenidos de la prueba de Kruskal Wallis se estableció que el Factor B (Temperatura de tostado) influyó significativamente sobre el grado de alergia debido a que su significancia fue menor que el 0,05 tal y como se evidencia en la Figura 4.2.

Resumen de prueba de hipótesis

	Hipótesis nula	Test	Sig.	Decisión
1	La distribución de Grado_de_Alergia es la misma entre las categorías de Factor_B.	Prueba Kruskal-Wallis de muestras independientes	,001	Rechazar la hipótesis nula.

Se muestran las significancias asintóticas. El nivel de significancia es ,05.

Figura 4.2. Prueba Kruskal Wallis. Factor B

Así mismo, se puede evidenciar en la Figura 4.3, que existen dos categorías, 140°C y 160°C que se encuentran en el subconjunto 1; y 120°C en el subconjunto 2. Por tanto, las temperaturas de tostado de 140°C y 160°C que corresponden al nivel b2 y b3 respectivamente, disminuyen el grado de alergia alimentaria en la semilla de zapallo, ambas se encuentran aptas para el consumo humano, sin embargo, el menor porcentaje de alergia (25%) se lo obtiene a la temperatura máxima evaluada de 160°C.

Subconjuntos homogéneos basados en Grado_de_Alergia

	Subconjunto	
	1	2
160°C	5,000	
Muestra ¹ 140°C	8,250	
120°C		15,250
Probar estadística	3,667	, ²
Sig. (prueba de 2 caras)	,056	.
Sig. ajustada (prueba de 2 caras)	,056	.

Figura 4.3. Subconjuntos homogéneos basados en grado de alergia en cuanto al Factor B

Para Alfawaz (2010), los alimentos deben ser tratados térmicamente para ampliar su vida útil y mejorar sus aspectos organolépticos, utilizando procesos térmicos como el tostado, este es un método que se emplea con el fin de mejorar y obtener características sensoriales y texturales propias del alimento entre las

cuales se destacan: ampliar la gama de aromas, realzar el sabor, inactivar enzimas, destruir microorganismos, y reducir el grado de alergia alimentaria (Amaral, 2011).

Bascur (2013), indica que, las semillas de zapallo deben ser procesadas a temperaturas bajas y sin exposición a la luz, al calor, o al oxígeno durante el proceso de molienda, ya que esto ayuda a mantener el excelente perfil nutricional y el sabor puro de la semilla. En contraste, Castro y Eric (2010), argumentan que, a pesar de los beneficios que brinda procesar semillas a bajas temperaturas, existe el riesgo de que estas no eliminen por completo sus niveles de toxicidad, ya que entre mayor sea la temperatura a la que se sometan las semillas, mayores son las probabilidades de que disminuya el grado de alergia alimentaria en las mismas.

4.4. INFLUENCIA DE LOS TRATAMIENTOS SOBRE EL GRADO DE ALERGIA

Mediante la prueba de Kruskal Wallis se logró identificar que la distribución del grado de alergia es la misma entre las categorías de tratamientos, por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula con una significancia de 0,006 (figura 4.4).

	Hipótesis nula	Test	Sig.	Decisión
1	La distribución de Grado_de_Alergia es la misma entre las categorías de Tratamientos.	Prueba Kruskal-Wallis de muestras independientes	,006	Rechazar la hipótesis nula.

Se muestran las significancias asintóticas. El nivel de significancia es ,0

Figura 4.4. Prueba de Kruskal Wallis para tratamientos

A continuación, en la Figura 4.5. se muestran los valores de las medias del parámetro grado de alergia obtenida en todos los tratamientos:

		Subconjunto	
		1	2
Muestra ¹	T3	5,000	
	T5	5,000	
	T6	5,000	
	T2		11,500
	T1		14,500
	T4		16,000
Probar estadística		,000	5,600
Sig. (prueba de 2 caras)		1,000	,061
Sig. ajustada (prueba de 2 caras)		1,000	,118

Figura 4.5. Subconjuntos homogéneos basados en grado de alergia en cuanto a los tratamientos

En la Figura 4.5. se evidenció que los tratamientos que menos grados de alergia presentaron fueron el T3 (160 °C x 15min), T5 (140°C x 20min) y T6 (160°C x 20 min) presentando una misma media de 5, ubicándolos así en la misma categoría del subconjunto, lo que quiere decir que, a mayor temperatura de tostado de la semilla de zapallo, presenta menor grado de alergia alimentaria.

De igual manera se evidencia mediante un gráfico 4.1. de cajas y bigotes lo anterior descrito:

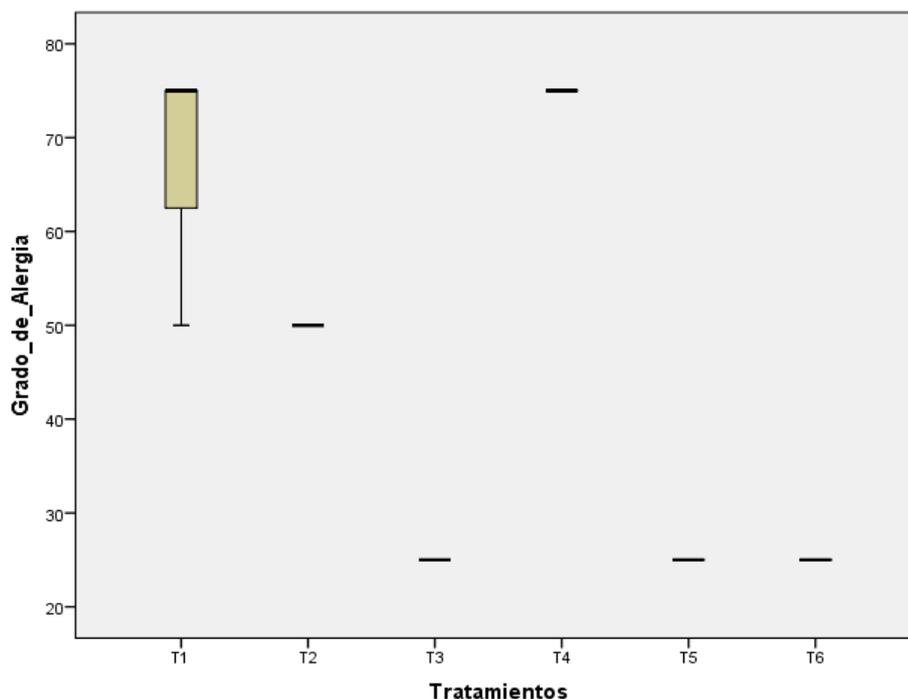


Gráfico 4. 1. Gráfica de cajas de las medias del grado de alergia alimentaria en los tratamientos.

En concordancia con lo expuesto, Peske (2011), realizó un estudio en la Universidad de Nebraska sobre la reacción alérgica que puede provocar el consumo de semillas de zapallo, en donde se evidenció que la alergia es causada generalmente por proteínas que se encuentran en las semillas, las cuales no son totalmente destruidas por el calor, es decir que, al someterlas a niveles de temperatura bajos, podrían mostrar signos de una reacción alérgica alimentaria. Este argumento concuerda con la investigación en estudio, ya que se confirma el hecho de que la temperatura de tostado influye directamente en el grado de alergia de las semillas de zapallo. Reconociendo el hecho de que, a mayor temperatura (160°C), menor es el grado de alergia alimentaria.

Por otro lado, Sandoval (2014), llevó a cabo una investigación en la cual se pudo observar que, al realizar el tostado de las semillas de girasol a varias temperaturas, aquellas que fueron sometidas a temperaturas menores (80, 100 y 120°C) aún poseían cierto grado de toxicidad. Es decir que, en este estudio la temperatura también influyó significativamente en el grado de alergia de las semillas; siendo la temperatura ideal 160°C. En tanto, el tiempo de tostado no causó alteración alguna en esta variable. Por su parte, Badui (2010) señala que,

el grado de alergia que una semilla tóxica puede provocar en las personas puede ser leve o severa, ocasionando problemas digestivos, urticaria en la piel, o problemas respiratorios.

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

- Los tratamientos que presentaron mayor grado de alergia fueron el T1 y el T4, siendo estos en los que se aplicó la temperatura más baja de 120°C; lo cual quiere decir que contienen cierto grado de toxicidad y, por ende, no son aptas para el consumo humano. Por el contrario, los tratamientos T2 y T5 presentaron toxicidad parcial, lo que hace que sean aceptables para el consumo; cabe mencionar que, estos tratamientos fueron sometidos a una temperatura de 140°C, lo que logró eliminar un gran porcentaje la toxicidad en las semillas. Finalmente, los tratamientos T3 y T6 fueron sometidas a 160°C de temperatura, lo que hizo que estos no presentaran ningún grado de toxicidad.
- Se evidencia que el tiempo de tostado no influye en el grado de alergia alimentaria; no obstante, la temperatura de tostado si influye de manera significativa sobre el grado de alergia siendo 140°C y 160°C las temperaturas idóneas. En cuanto a los tratamientos T3, T5 Y T6, fueron los que mostraron un menor grado de alergia alimentaria, siendo T3 el más idóneo al presentar un menor tiempo y mayor temperatura de tostado, evidenciando un porcentaje de alergia de 25%.

5.2. RECOMENDACIONES

- Para llevar a cabo el desarrollo de análisis de hemoaglutinación, es necesario trabajar con muestras de sangre que no sobrepasen las 24 horas de haber sido extraídas, manteniéndolas en refrigeración (4°C) durante este período.
- Para obtener mejores resultados al momento de trabajar con semillas de zapallo secas, es recomendable que estas mantengan un máximo de humedad del 7%, puesto que valores mayores a este podrían causar variaciones en los resultados que se requieran.

BIBLIOGRAFÍA

- Alfawaz, M. (2010). Chemical Composition and Oil Characteristics of Pumpkin (*Cucurbita maxima*) Seed Kernels. *Res. Bult.* (129), 5-18.
- Amaral, J. (2011). Effects of Roasting on Hazelnut Lipids. *Journal of Agricultural and food chemistry.* 35: 1315-1321.
- Ávila, M., & Vásquez, A. (2011). actividad vermífuga de las semillas curcubita maxima. Obtenido de <http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/2454/1/tq1097.pdf>
- Badui, S. (2010). *Química de los alimentos. Las semillas de zapallo.* Cuarta edición. México: Pearson Educación.
- Balbín, Y. (2018). *Influencia de la Cocción por vía húmeda y seca en las propiedades funcionales de Harina de Semilla de Calabaza.* Obtenido de <http://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/UNCP/4368/Balbin%20Ch.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Bascur, G. (2013). Nuevas Variedades de Zapallo de Guarda para el Consumidor Chileno. *Tierra Adentro.* 38-39.
- Beltrán, E. (2016). Producción y consumo de zapallo de las familias del cantón sigchos. Obtenido de <http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/11424/Disertaci%C3%B3n%20Abril%202016.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Calderón, G. (2014). *Método Experimental.* Obtenido de <https://gabrielcalderon2437.wordpress.com/2014/06/19/el-metodo-experimental/>
- Calderón, R., Mendoza, N., Vegas, C., & Rojas, J. (2016). Operating parameters more appropriate in the process of roasted cocoa almonds. *Revista Ingeniería UC,* 67-80.
- Carrard, A., Rizzuti, D., & Sokollik, C. (2015). Update on food allergy. *Allergy,* 1511-20.
- Castro, E. y Eric, P. (2010). *Parámetros mecánicos y textura de los alimentos.* Santiago: Universidad de Chile.
- Chateauneuf, R. (2016). Zapallo o calabaza y sus semillas. *Cualidades alimentarias y medicinales. Anticancerígeno. ROCHADE.*
- Chávez, K. (2014). *Estudio del efecto Antiinflamatorio de las semillas de Calabaza (Cucurbita pepo) en los pacientes con Hiperplasia Protástica Benigna,* Guayaquil. Obtenido de <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/7992/1/BCIEQ-%20T-%2000011%20Ch%C3%A1vez%20Alvear%20Katherine%20Nicole.pdf>

- Ferrara, M. (2012). *Hamburguesa de soja enriquecidas con semilla de zapallo*. Obtenido de http://redi.ufasta.edu.ar:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/246/2012_n_017.pdf?sequence=1
- Gord, K. (2017). Alergia a las calabazas. Obtenido de https://www.portalsalud.com/alergia-calabazas-info_25304/
- Grubben, G., & Denton, O. (2004). Plant resource of tropical Africa. *PROTA FUNDATION*, 10-13.
- Khare, C. (2004). *Indian Herbal Remedies: rational western therapy, ayurvedic and other traditional usage, botany*. Springer, 6-9.
- Lim, T. (2012). *Edible medicinal and non-medicinal plants*. Springer.
- Loaiza, K., & Carpio, D. (2015). Efecto de la ingesta de harina de semillas de calabaza sobre los niveles de zinc plasmático en unidades experimentales inducidas a depleción de zinc. Obtenido de http://docs.bvsalud.org/biblioref/2018/10/915979/efecto-de-la-ingesta-de-harina-de-semillas-de-la-calabaza-cucur_fJODfhv.pdf
- Mannise, R. (2015). Semillas de calabazas, propiedades y contraindicaciones. (En línea). Consultado, 06 de feb. 2020. Formato digital. Disponible en: <https://ecocosas.com/semillas-de-calabaza-zapallo/>
- Martínez, A. (2010). Obtenido de http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/115852/martinez_aa.pdf?sequence=1
- Moreira, L. (2016). *EFEECTO TIEMPO - TEMPERATURA DE TOSTADO DEL CACAO*. Obtenido de <http://repositorio.espam.edu.ec/bitstream/42000/556/1/TAI113.pdf>
- Navarro, E., & Araya, M. (2016). Complementary feeding and risk of celiac disease and food allergy. *Rev Chil Nutr*, 315-316.
- Nebesny, E., & Rutkowski, J. (1998). Effect of cocoa bean enrichment and chocolate mass conching on the composition and properties of chocolates. *Polish Journal of Food and Nutrition Sciences*, 673-681.
- Organizacion Mundial de la Salud. OMS. (2016). Propiedades y beneficios de las semillas de calabaza-zapallo. Consumo de frutos secos.
- Osuna, L., Tapia, M., & Aguilar, A. (2005). Plantas medicinales de la medicina tradicional mexicana para tratar afecciones gastrointestinales . Universitat de Barcelona., 69-72.

- Panelo, A. (2015). Proteínas de las semillas de calabazas. (En línea). Consultado, 06 de feb. 2020. Formato PDF. Disponible en: <https://saludviva.es/producto/proteina-de-semillas-de-calabaza/>
- Patel, A., & Bahna, S. (2017). Hipersensibilidades al sésamo y otras semillas comestibles comunes. *EAACI*, 58.
- Peske, A. (2011). Análisis de laboratorio. Modulo 8. Curso post grado. Tecnología de semillas. Pág. 85.
- Pettao, P. (2015). *Evaluación del proceso de obtención de aceite de sambo para uso comestible utilizando dos métodos de extracción*. Obtenido de <http://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/UNCP/4368/Balbin%20Ch.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Pineda, D. (2012). Usos alternativos gastronómicos del zapallo en la elaboración de sopas y cremas. Obtenido de <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/2043/1/UNIVERSIDAD%20T%C3%89CNICA%20DEL%20NORT2%20%20%20trabajo%20para%20empastado.pdf>
- Rodríguez, R., Valdés, M., & Ortiz, S. (2017). Características agronómicas y calidad nutricional de los frutos y semillas de zapallo *Cucurbita* sp. *Rev Colombiana Cienc Anim*, 86-97. Obtenido de http://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmpmanual_de_zapallo.pdf.
- Sandoval, M. (2014). Centro de semillas de árboles forestales. Facultad de ciencias forestales. Universidad de Chile. Pág. 15.
- SINAVIMO, 2016. *Cucurbita maxima*. Obtenido de <https://www.sinavimo.gov.ar/cultivo/cucurbita-maxima>
- Tamayo, L., Cartagena, C., & Londoño, J. (2011). Aprovechamiento de residuos agroindustriales para mejorar la calidad sensorial y nutricional de productos avícolas. Scielo, 110.
- VANACLOCHA, B., & CAÑIGUERAL, S. (2003). *Fitoterapia, Vademécum de Prescripción*. Barcelona: Editorial Masson.
- Vega, F., Rodríguez, J., Escalona, H., & Lugo, E. (2016). OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE TOSTADO DE *Theobroma cacao* var. Criollo EN FUNCIÓN DEL PERFIL CROMATOGRÁFICO. *Academia Mexicana de Investigación y Docencia en Ingeniería Química* , 181

ANEXOS

Anexo 1. Extracto proteico**Fuente:** Laboratorios de bromatología**Anexo 2.** Semillas trituradas**Fuente:** Laboratorios de bromatología**Anexo 3.** Análisis de hemoaglutinación**Fuente:** Laboratorios de bromatología**Anexo 4.** Unidades experimentales**Fuente:** Laboratorios de bromatología

Anexo 5. Recepción de la materia prima

Fuente: Laboratorios de bromatología

Anexo 6. Análisis de humedad

Fuente: Laboratorios de bromatología

Anexo 7. Tostado de semillas

Fuente: Laboratorios de bromatología

Anexo 8. Materiales para análisis

Fuente: Laboratorios de bromatología

Anexo 9. Resultados de análisis de hemoaglutinación

Anexo 9.1. Toxicidad de +++



Fuente: Laboratorios de bromatología

Anexo 9.2. Toxicidad de ++



Fuente: Laboratorios de bromatología

Anexo 9.3. Toxicidad de +



Fuente: Laboratorios de bromatología