



Universidad de Chile

Facultad de Ciencias Químicas y Farmacéuticas

Departamento de Ciencia de los Alimentos y Tecnología Química

**“EFECTO DEL PROCESO DE TOSTADO EN EL
DESARROLLO DE PASTA UNTABLE DE SEMILLAS DE
ZAPALLO (*Cucurbita Máxima Duch*)”**

Memoria para optar al título de Ingeniera en Alimentos

Profesor Patrocinante

Eduardo Castro Montero

Ingeniero Civil Químico

Magíster en Ciencias de los Alimentos

Directores de Memoria

Eduardo Castro Montero

Ingeniero Civil Químico

Magíster en Ciencias de los

Alimentos

Luis Puente Díaz

Ingeniero en Alimentos

Doctor en Tecnología de

Alimentos

ALEJANDRA ANGÉLICA MARTÍNEZ IBÁÑEZ

SANTIAGO-CHILE

2010

*A mis padres Ricardo y Patricia,
Por ser los pilares fundamentales
De mi vida*

AGRADECIMIENTOS

Quisiera comenzar agradeciendo a mis directores de memoria, al profesor Eduardo Castro, le agradezco su apoyo, confianza y orientación en todo el proceso de este trabajo, le doy las gracias por sus enseñanzas en estos años de carrera, siempre contribuyendo a ser una mejor profesional, mis más sinceros agradecimientos para usted. Al profesor Luis Puente por tener siempre la mejor disposición a ayudar, por darme siempre ánimo para seguir y por sus constantes aportes durante el desarrollo de este trabajo.

Agradezco también a Don Carlos Zamora y Marta Argomedo, por tener siempre la mejor disposición en todo lo que solicite y por su constante colaboración durante el desarrollo de esta memoria.

A mis amigos y compañeros de carrera Constanza Barahona, Laura Hurtado, Paulina Vergara, Elizabeth Muñoz, Denisse Jeria, Natalia Reyes, Natalia Henríquez, Alberto Pozo y Pamela Soto por hacer de ésta una etapa inolvidable. En especial a Pamela González por su cariño, apoyo y compañía durante todos estos años de carrera.

Agradezco a mi familia por su apoyo y confianza, especialmente a mis padres por estar siempre cuando los necesito, por ser la base de todo lo que soy y por impulsarme siempre a lograr mis metas.

Por último quiero agradecer a Tomás, una persona muy importante en mi vida, por darme su apoyo incondicional, confianza e impulsarme siempre a ser una mejor persona, por todo tu amor y paciencia, muchas gracias.

INDICE GENERAL

CONTENIDO	PAGINA
DEDICATORIA.....	II
AGRADECIMIENTOS	III
INDICE GENERAL	IV
INDICE DE TABLAS	VIII
INDICE DE FIGURAS	X
RESUMEN.....	XI
SUMARY	XII
CAPITULO I. INTRODUCCION.....	1
CAPITULO II. HIPOTESIS Y OBJETIVOS	3
2.1. Hipótesis del trabajo	4
2.2. Objetivo general	4
2.3. Objetivos específicos.....	4
CAPITULO III. MARCO TEORICO	5
3.1. Antecedentes generales del fruto y sus semillas	6
3.2. Nombre común y clasificación taxonómica	6
3.3. Composición nutricional del zapallo camote	6
3.4. Origen del fruto.....	7
3.5. Áreas de cultivo y cosecha del fruto	7
3.6. Descripción botánica	8
3.7. Composición nutricional de las semillas de zapallo	9
3.8. Composición nutricional de la cáscara de semillas de zapallo	11
3.9. Caracterización y composición del aceite de semillas de zapallo.....	12
3.10. Contenido de tocoferoles y fitoesteroles	13
3.11. Usos y propiedades medicinales de las semillas	14

3.12. Procesos de tostado	14
3.12.1. Radiación infrarroja.....	15
3.12.2. Uso de radiación infrarroja en alimentos	16
CAPITULO IV. MATERIALES Y EQUIPOS.....	17
4.1. Materiales.....	18
4.1.1. Materia prima.....	18
4.1.2. Ingredientes.....	18
4.1.3. Utensilios	18
4.1.4. Reactivos.....	18
4.2. Equipos	18
CAPITULO V. METODOLOGÍA	19
5.1. Caracterización física de las semillas de zapallo	20
5.2. Caracterización de las semillas de zapallo mediante análisis proximal. 20	
5.2.1. Determinación del contenido de humedad	20
5.2.2. Determinación del contenido de cenizas totales	20
5.2.3. Determinación del contenido de materia grasa	20
5.2.4. Determinación del contenido de proteínas totales.....	21
5.2.5. Determinación del contenido de carbohidratos	21
5.2.6. Determinación del contenido calórico	21
5.3. Métodos de tostado	22
5.3.1. Tostado infrarrojo.....	22
5.3.2. Tostado convencional.....	22
5.4. Mediciones Reológicas.....	23
5.4.1. Análisis de textura a semillas de zapallo tostadas.....	23
5.5. Evaluación sensorial a las semillas de zapallo.....	23
5.5.1. Test triangular.....	23
5.6. Diseño experimental	24
5.6.1. Diseño experimental y optimización del producto	24
5.6.2. Análisis del diseño experimental.....	25
5.6.3. Optimización del diseño experimental.....	26
5.7. Evaluación sensorial al producto desarrollado	26

5.8.	Desarrollo de pasta untable de semillas de zapallo	27
5.8.1.	Diagrama de bloques:.....	27
5.8.2.	Descripción del diagrama de bloques	28
5.9.	Análisis proximal del producto desarrollado.....	29
5.9.1.	Determinación del contenido de cenizas totales	29
5.9.2.	Determinación del contenido de proteínas totales.....	30
5.9.3.	Determinación del contenido de materia grasa	30
5.9.4.	Determinación del contenido de carbohidratos totales	30
5.9.5.	Determinación del contenido calórico	30
5.9.6.	Determinación del contenido de humedad total	30
5.10.	Análisis Fisicoquímicos al producto desarrollado.....	30
5.10.1.	Determinación de la actividad de agua (aw).....	30
5.10.2.	Determinación de pH	31
5.11.	Análisis textural	31
5.11.1.	Dureza y cohesividad.....	31
5.12.	Perfil descriptivo	31

CAPITULO VI. RESULTADOS Y DISCUSION.....33

6.1.	Caracterización física de semillas de zapallo.....	34
6.2.	Caracterización nutricional de semillas de zapallo	35
6.3.	Tostado de semillas.....	36
6.3.1.	Tostado infrarrojo.....	36
6.3.2.	Tostado convencional.....	37
6.4.	Análisis de cizalla a muestras de semillas tostadas	37
6.5.	Evaluación sensorial a muestras de semillas tostadas	40
6.6.	Diseño experimental y optimización de la fórmula	41
6.6.1.	Diseño experimental	41
6.6.2.	Optimización de la formulación	43
6.7.	Formulación de pasta de semillas de zapallo.....	44
6.8.	Caracterización nutricional de pasta de semillas de zapallo	47
6.9.	Caracterización fisicoquímica	49
6.9.1.	Determinación de actividad de agua y pH.....	49

6.10. Análisis textural	50
6.11. Perfil sensorial descriptivo	51
CAPITULO VII. CONCLUSIONES	53
CAPITULO VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	55
CAPITULO IX. ANEXOS	61
9.1. Anexo 1. Optimización de la respuesta de apariencia, aroma, dulzor, sabor a cacao, sabor a semillas y aceptabilidad general para los niveles de los factores: azúcar, cacao y semillas.....	62
9.2. Anexo 2. Ficha de evaluación sensorial para test triangular a semillas de zapallo tostadas.	63
9.3. Anexo 3. Test de aceptabilidad.....	64
9.4. Anexo 4. Tabla test triangular	66
9.5. Anexo 5. Análisis de varianza y suma de cuadrados para los parámetros evaluados en el perfil sensorial descriptivo de los productos comparados.	67

INDICE DE TABLAS

TABLA	PÁGINA
Tabla 1. Composición nutricional del zapallo camote por cada 100 gramos	7
Tabla 2. Comparación de la composición nutricional de semillas de zapallo (<i>cucúrbita máxima duch</i>)	10
Tabla 3. Contenido de minerales de la semilla de zapallo.	11
Tabla 4. Análisis proximal de cáscara de semillas de zapallo.....	11
Tabla 5. Contenido de los principales ácidos grasos presentes en el aceite de semillas de zapallo	12
Tabla 6. Propiedades fisicoquímicas del aceite de semillas de zapallo	12
Tabla 7. Rangos límites de los componentes del diseño de mezcla de vértices extremos.	25
Tabla 8. Caracterización física a semillas de zapallo.....	34
Tabla 9. Composición nutricional de semillas de zapallo sin cáscara	35
Tabla 10. Temperaturas de trabajo del equipo infrarrojo a diferentes potencias.....	36
Tabla 11. Parámetros de tiempo y temperatura utilizados en tostado convencional.	37
Tabla 12. Fuerza de cizalla en semillas tostadas convencionalmente con diferentes parámetros de tiempo y temperatura.	38
Tabla 13. Fuerza de cizalla en muestras de semillas tostadas mediante método infrarrojo con diferentes parámetros de tiempo y temperatura.....	38
Tabla 14. Gasto energético en procesos de tostado.....	40
Tabla 15. Resultados obtenidos por el test triangular.	41
Tabla 16. Corridas para el diseño experimental	42

Tabla 17. Promedio de los parámetros evaluados en el test de aceptabilidad para cada formulación.....	44
Tabla 18. Respuestas de aceptabilidad y porcentajes de cumplimiento del objetivo.....	45
Tabla 19. Niveles de ingredientes de acuerdo a la optimización de variables.....	46
Tabla 20. Proporciones de ingredientes para la elaboración de pasta de semillas de zapallo	46
Tabla 21. Composición nutricional de pasta de semillas de zapallo elaborada mediante tostado IR.	47
Tabla 22. Aporte nutricional de 30 g de producto respecto a la Guía Diaria de Alimentación (GDA).....	48
Tabla 23. Composición nutricional de productos con similares características al del producto desarrollado.	48
Tabla 24. Resultados de la caracterización fisicoquímica realizada al producto desarrollado.	49
Tabla 25. Resultados del análisis de textura comparativo	50
Tabla 26. Resumen de los resultados de diferencias significativas para el test descriptivo entre muestras y jueces para cada parámetro evaluado.....	51

INDICE DE FIGURAS

FIGURA	PÁGINA
Figura 1. Flor y hoja de la especie cucúrbita máxima duch (Salama, 2006).....	8
Figura 2. A. Fruto de zapallo camote, B. Trozos de zapallo camote	9
Figura 3. A. Semilla de zapallo sin cáscara, B. Semilla de zapallo, C. Perfil de una semilla de zapallo	9
Figura 4. Espectro de ondas electromagnéticas.....	15
Figura 5. Diagrama de bloques de la elaboración de pasta untable de semillas de zapallo.....	27
Figura 6. Gráfica de diseño simplex en proporciones.....	43
Figura 7. Gráfico radial. Comparación del perfil sensorial de pastas untables de zapallo tostadas con diferente proceso de tostado.	52

RESUMEN

El presente estudio se centra en las semillas de zapallo, las cuales forman parte del descarte del zapallo camote. A estas semillas se realizó un análisis proximal el cual dio como resultado por cada 100g: 23,6% de proteínas, 40,8% de materia grasa, 8,4% de hidratos de carbono, 3,9% de cenizas (contenido mineral), una humedad de 23,2% y aporta 503,7 Kcal.

Se realizó el proceso de tostado a las semillas de zapallo, mediante dos métodos distintos, el convencional e infrarrojo, se comparó el efecto de ambos métodos de tostado en las semillas, mediante un análisis textural, el que consistió en medir la fuerza de quebradura de las semillas, con lo que se obtuvo el grado de tostado. Se eligió el tostado infrarrojo como método para el desarrollo de una pasta untable en base a semillas de zapallo, con las siguientes condiciones: 50% de potencia durante un tiempo de 30 min, por ser un método eficiente y económico.

La formulación de la pasta untable en base a semillas de zapallo, se determinó mediante un diseño de experimento de mezclas, dando como resultado lo siguiente: 37% de azúcar, 30% de semillas, 29% de leche descremada, 1% de aceite vegetal y 3% de cacao.

Se caracterizó el producto desarrollado de acuerdo a su composición nutricional, características textuales y fisicoquímicas, donde se obtuvo que 100 g del producto elaborado contienen: 19,1 g de proteínas; 25,5 g de grasas totales; 46,9 g de carbohidratos disponibles, 5,8 g de agua; 2,65 g de cenizas (contenido mineral); y aporta 540 kcal.

El producto presentó una actividad de agua de 0,82 y un pH de 6,46; valores que dejan al producto dentro de los límites de alimentos de humedad intermedia y pH neutro.

Se comparó el producto desarrollado con otro de igual formulación pero elaborado con semillas tostadas mediante método convencional, se les realizó un perfil descriptivo y textural a ambas pastas, donde no se obtuvieron diferencias significativas entre ambos productos, por lo que se infiere que el tostado infrarrojo no influye en las propiedades sensoriales ni texturales del producto.

“EFFECT OF ROASTING PROCESS IN THE DEVELOPMENT OF A SPREADABLE PASTE OF PUMPKIN SEEDS (*Cucurbita maxima Duch*)”

SUMMARY

This study focuses on pumpkin seeds, which are part of the disposal of sweet squash, a proximal analysis was performed to these seeds which resulted in per 100g: 23.6% protein, 40.8% fat, 8.4% carbohydrate, 3.9% ashes (content mineral), 23.2% moisture and provides 503.7 kcal.

Roasting process was performed to pumpkin seeds, using two different methods, conventional and infrared roasting, and the effects on textural properties of seeds were compared by textural analysis, which consisted of measuring the strength of a broken seeds, which was obtained toast. Infrared roasting was chosen as a method for developing a spreadable paste based on pumpkin seeds, with the following conditions: 50% power for a time of 30 min, being an efficient and economical method.

The spreadable paste formulation based on pumpkin seeds was determined by an experimental design of mixtures, resulting as follows: 37% sugar, 30% seeds, 29% skim milk, 1% vegetable oil and 3% cocoa.

Product developed was characterized according to their nutritional composition, texture and physicochemical characteristics, which yielded for 100 g of the processed product contains: 19.1 g protein, 25.5 g total fat, 46.9 g of available carbohydrate , 5.8 g of water, 2.65 g of ashes (mineral content) and provides 540 kcal.

The product showed a water activity of 0.82 and a pH of 6.46, values that leave the product within the limits of intermediate moisture foods and neutral pH. Product developed was compared with another of equal characteristics, but made with roasted seeds by conventional method, it was performed a descriptive profile and textural analysis of both pastes, where no significant differences between both products were found, so it follows that the infrared roasting did not influence the sensory and textural properties of the product.

CAPITULO I. INTRODUCCION

En Chile, la especie *Cucúrbita máxima* Duch conocida tradicionalmente como zapallo camote, representa una fuente de alimentación importante para la población (Valencia, 2006), posicionándose como el séptimo cultivo de mayor superficie en el país (ODEPA, 2010). Sus semillas son parte del descarte del fruto, constituyendo el 9% de éste (Valencia, 2006), estas semillas son excelentes fuente de proteína y aceite, con predominancia de ácidos grasos insaturados, oléico y linoléico (El-Adawy & Taha, 2001; Applequist y cols., 2006; Stevenson y otros, 2007), y son fuente natural de fitoesteroles y vitaminas antioxidantes como tocoferoles y carotenoides (Stevenson y cols., 2007), componentes a los que se atribuyen las propiedades funcionales de las semillas, las que resultan benéficas para la salud, entre las más importantes su actividad frente a la hiperplasia benigna de la próstata, y sus propiedades desparasitadoras (Mitra y cols., 2009; Xanthopoulou y cols., 2009).

De acuerdo a estos antecedentes surge la intención de darle un uso a esta materia prima en el país, teniendo en cuenta que la semilla de zapallo tiene gran potencial como una materia prima industrial (Amoo y cols., 2004), y que en países como Grecia ya se encuentran diferentes productos procesados a partir de la semilla (Xanthopoulou y cols., 2009).

En este trabajo se estudiarán dos métodos de tostado, el proceso de tostado infrarrojo y el convencional. El tostado se aplica en alimentos con el fin de mejorar aspectos sensoriales como sabor, color, aroma, textura y apariencia (Uysal y otros, 2008), este proceso a su vez implica una serie de cambios fisicoquímicos en el alimento, como por ejemplo la deshidratación. (Alamprese y otros, 2009).

El objetivo de este trabajo es estudiar el efecto del proceso de tostado en semillas de zapallo para el posterior desarrollo de una pasta untable. Se analizan aspectos texturales y sensoriales de la pasta y paralelamente se compara con una pasta elaborada con método de tostado convencional.

CAPITULO II. HIPOTESIS Y OBJETIVOS

2.1. Hipótesis del trabajo

El proceso de tostado infrarrojo en semillas de zapallo afecta las propiedades fisicoquímicas y sensoriales de una pasta untable.

2.2. Objetivo general

- Evaluar aspectos nutricionales, sensoriales y texturales de una pasta untable de semillas de zapallo (*Cucurbita máxima* Duch) desarrollada mediante el proceso de tostado infrarrojo.

2.3. Objetivos específicos

- Conocer las características físicas y nutricionales de las semillas de zapallo.
- Lograr desarrollar el proceso tostado en semillas de zapallo por método convencional e infrarrojo, para posteriormente realizar un análisis de cizalla.
- Obtener la formulación óptima para el desarrollo de una pasta untable de semillas de zapallo mediante metodología de superficie de respuesta.
- Desarrollar un perfil nutricional, fisicoquímico y sensorial a la pasta desarrollada.
- Comparar el perfil textural y sensorial de pastas de semillas de zapallo elaboradas mediante diferentes procesos de tostado.

CAPITULO III. MARCO TEORICO

3.1. Antecedentes generales del fruto y sus semillas

El zapallo camote (*Cucúrbita máxima* Duch) es una de las principales hortalizas producidas en Chile, alcanzando 5200 has de producción, con un rendimiento de 25.000 kg por hectárea (Asagrín, 2007). Representa una fuente de alimentación importante para la población, la que radica en que su consumo puede ser continuo a lo largo del año, ya sea como producto fresco en verano, o de guarda durante los meses invernales (Valencia, 2006). Poseen semillas de alto valor nutritivo (Amoo y cols., 2004), las que constituyen el 9% del fruto (Valencia, 2006).

3.2. Nombre común y clasificación taxonómica

El término zapallo camote es utilizado comúnmente en Chile, conociéndose con diversos nombres en otras zonas del mundo, éstos se denominan según la región y se debe a la variedad de formas, color de cáscara y pulpa, así como a una amplia diversidad de usos (dieta humana cocidos-crudos, alimentación de ganado, envases, adornos, etc.) (Zaccari, 1999).

La clasificación taxonómica del zapallo de guarda se indica a continuación (Alirio & Estrada, 2004; Salama, 2006).

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

3.3. Composición nutricional del zapallo camote

De acuerdo a las tablas de composición química de alimentos obtenidas por la USDA, la composición del zapallo, se muestra a continuación.

Tabla 1. Composición nutricional del zapallo camote por cada 100 gramos

Componente	Valor por 100 g
Energía (Kcal)	26
Proteínas (g)	1
Materia grasa (g)	0,1
Carbohidratos (g)	6,5
Fibra dietaria(g)	0,5
Cenizas (g)	0,8
Agua(g)	91,6

Fuente: National Nutrient Database for Standard Reference, USDA, 1982.

Como se observa en la tabla 1, el principal componente del zapallo camote es el agua (91,6%), seguida por su contenido de carbohidratos.

3.4. Origen del fruto

El género *Cucúrbita* es nativo del continente americano, y no se extendió fuera de éste, sino hasta la llegada de Colón al continente (Nee, 1990).

A su vez Salama (2006), señala que es una planta originaria de las partes templadas de América, África tropical y sur de Asia. En Chile existen evidencias arqueológicas de que la especie fue extensamente cultivada en tiempos precolombinos, principalmente en el norte del país (Valencia, 2006).

3.5. Áreas de cultivo y cosecha del fruto

En Chile el área de cultivo se ubica en la zona central y centro norte del país, destacándose las regiones Metropolitana, del Libertador Bernardo O'Higgins, del Maule y de Coquimbo, este cultivo requiere de temperaturas medias a altas y es susceptible a las heladas, por lo que se cultiva de preferencia en los períodos de primavera-verano (Odepa, 2010). El fruto *cucúrbita máxima* se cosecha durante los meses de marzo y abril, cuando madura se puede almacenar por varios meses en bodegas acondicionadas de productores y en centros de acopio, permitiendo la disponibilidad del producto durante todo el año (Odepa, 2010).

3.6. Descripción botánica

El zapallo camote es una especie herbácea anual (Salama, 2006), más arbustiva y con internudos más cortos que otras especies del género cucúrbita (Valencia, 2004), posee hojas grandes, palmadas, profundamente lobuladas y dentadas (Salama, 2006).

Las flores son grandes, unisexuales y de color amarillo (Salama, 2006) y se forman en las axilas de las hojas, pueden presentarse solas o en inflorescencias (Valencia, 2006). Ver Figura 1.



Figura 1. Flor y hoja de la especie cucúrbita máxima duch (Salama, 2006).

Los frutos son grandes y muy variables respecto a sus formas y colores, en general son de forma esférica, ovoide o cónica alargada, rugosos, de color verde amarillento o amarillo anaranjado (Salama, 2006). Ver Figura 2.A, donde se puede apreciar la cubierta gris del zapallo camote y su pulpa amarilla anaranjada, en la figura 2.B. se observan trozos de zapallo camote, con sus semillas y fibra características.

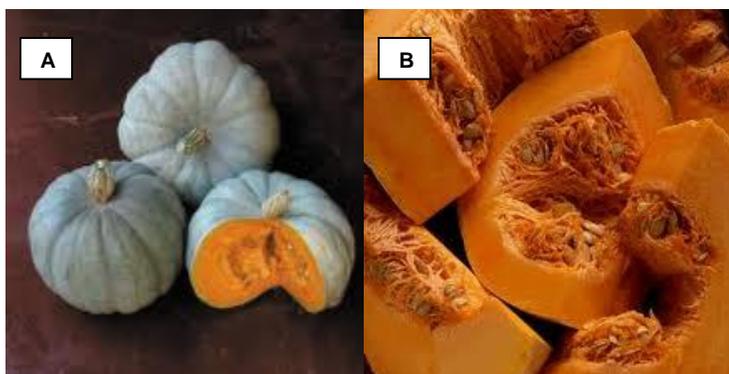


Figura 2. A. Fruto de zapallo camote, **B.** Trozos de zapallo camote

El zapallo contiene en su interior numerosas semillas ovales, convexas, lisas, de 2 a 3 cm de largo aproximadamente, las cuales a su vez contienen una pulpa blanca y comestible. Generalmente se presentan de dos tipos, unas de color blanco con margen blanco y otras de color café con margen dorado (Valencia, 2006). En la figura 3.A. se puede observar una semilla de zapallo sin cáscara, en la figura 2.B se observa una semilla de color café con margen dorado y en la figura 3.C. se puede apreciar el perfil de una semilla de zapallo.



Figura 3. A. Semilla de zapallo sin cáscara, **B.** Semilla de zapallo entera, **C.** Perfil de una semilla de zapallo

3.7. Composición nutricional de las semillas de zapallo

Las semillas de zapallo poseen una composición nutricional alta en proteínas y ácidos grasos (El-Adawy & Taha, 2001; Alfawaz, 2004; Stevenson y cols., 2007), ésta

composición varía entre autores, por lo que se hizo un paralelo entre tales composiciones lo que se muestra en la tabla 2.

Poseen un 2,55% de fibra cruda y un contenido de cenizas de un 3,6%, caracterizado por la presencia de diversos minerales, especialmente fósforo (P), potasio (K) y magnesio (Mg) (Alfawaz, 2004), los cuales se pueden observar en la tabla 3. Estos minerales se consideran macrominerales, ya que necesitan ser consumidos en cantidades mayores a 100 mg al día (Nutrivital, 2009), cada uno de estos macrominerales cumple funciones específicas en el organismo, el potasio participa en la síntesis proteica, en el metabolismo de hidratos de carbono y lípidos; el magnesio cumple una función estructural en huesos y dientes y es cofactor de más de 300 enzimas del organismo; el fósforo es uno de los minerales más abundantes en el cuerpo humano, este mineral es indispensable para la mineralización ósea óptima y además cumple funciones esenciales como componente de compuestos orgánicos (Nutrivital, 2009).

Dentro de la composición de aminoácidos de las semillas de zapallo la metionina y triptófano son los aminoácidos limitantes, mientras que arginina, glutámico y aspártico son los aminoácidos más abundantes (Alfawaz, 2004). Además cabe destacar la presencia de un aminoácido conocido como cucurbitina, definido químicamente como (-)-3-amino-3-carboxipirrolidina; al que se le atribuyen algunas propiedades funcionales como son la función desinflamatoria y antiparasitaria (Salama, 2006).

Tabla 2. Comparación de la composición nutricional de semillas de zapallo (*cucúrbita máxima* duch), por cada 100 g de semillas.

Componente	Amoo y cols., 2004	Alfawaz, 2004
Proteínas (g)	14,31	39,25
Materia grasa (g)	52,13	27,83
Carbohidratos (g)	24,45	-
Fibra cruda (g)	-	16,84
Cenizas (%)	3,6	4,59

Tabla 3. Contenido de minerales de la semilla de zapallo.

Elemento	Valor (ppm)
Sodio	296,90
Potasio	358,67
Magnesio	348,71
Calcio	294,74
Fósforo	2241,45
Manganeso	17,93
Zinc	39,85
Hierro	42,70

Fuente: (Amoo y cols., 2004)

3.8. Composición nutricional de la cáscara de semillas de zapallo

Según Dreher y cols., (1980), la cáscara de semillas de zapallo posee un 15% de proteína cruda, 4600 Kcal/kg de energía bruta y la composición de carbohidratos es la siguiente: 1,8% de azúcares libres 1,5% de polisacáridos solubles en agua, 0,1% de pectina, 19% de hemicelulosa y un 31% de celulosa.

Respecto a la composición de aminoácidos, la cáscara posee muy bajos niveles de leucina y fenilalanina, y niveles de lisina entre 5,0 a 7,7%.

En la tabla 4 se muestra el análisis proximal de la cáscara de semillas de zapallo según Dreher y cols., (1980).

Tabla 4. Análisis proximal de cáscara de semillas de zapallo

Componente	%
Materia seca	96
Ácidos grasos crudos	2,6
Proteína cruda	15
Cenizas	0,2
Fibra	88

Fuente: (Dreher y cols., 1980)

3.9. Caracterización y composición del aceite de semillas de zapallo

El aceite de semillas de zapallo es de color marrón oscuro con un tinte verde intenso y posee un suave olor a nuez (Tsaknis y cols., 1997). El rendimiento del aceite extraído de semillas de zapallo es de un 48,5% según Tsaknis y cols., (1997), y aporta ácidos grasos esenciales omega-3 y omega-6 (Medina, 2006).

Del contenido total de aceite de semillas, un 80,5% son ácidos grasos insaturados, con predominancia de ácido oleico, linoleico, palmítico y esteárico (Stevenson y cols., 2007), esta composición se muestra en la tabla 5.

Tabla 5. Contenido de los principales ácidos grasos presentes en el aceite de semillas de zapallo

Componente	(%)
Palmítico (C16:0)	13,8
Esteárico (C18:0)	11,2
Oleico (C18:1)	29,5
Linoleico (C18:2)	45,5

Fuente: (Mitra y cols., 2009)

En la tabla 6 se muestran las propiedades físico-químicas de aceite extraído de semillas de zapallo (*cucúrbita máxima* duch).

Tabla 6. Propiedades físico-químicas del aceite de semillas de zapallo

Propiedad	Valor
Índice de saponificación (mg KOH/g de aceite)	126.09 ± 0.01
Índice de peróxidos (m-eq O ₂ / kg de aceite)	2,80 ± 0,08
Índice de acidez (mg NaOH/ g aceite)	0,36 ± 0,14
Índice de yodo (mg KI / g aceite)	18,66 ± 0,02
Peso específico (Kg/dm ³)	0,94 ± 0,06

Fuente: (Amoo y cols., 2004)

Por la composición nutricional anteriormente mencionada, el aceite de semillas de zapallo es valorado como un producto con gran potencial en aplicaciones industriales de alimentos (Stevenson, 2007).

3.10. Contenido de tocoferoles y fitoesteroles

Los tocoferoles y fitoesteroles son componentes presentes en la fracción insaponificable de lípidos en los alimentos (Ryan y cols., 2007).

Los fitoesteroles, son esteroides de origen vegetal ampliamente distribuidos en la naturaleza y cuya estructura es muy similar a la del colesterol, producen efectos hipocolesterolémicos cuando son ingeridos en el rango de 1-3 g/día, por lo cual se les considera como importantes aliados en la prevención de las enfermedades cardiovasculares (Valenzuela & Ronco, 2004). Las semillas de zapallo presentan en su contenido de fitoesteroles el β -sitosterol y el estigmasterol, en las siguientes concentraciones: 24,9 mg/100 g de semillas y 8,4 mg/100 g de semillas, respectivamente (Ryan y cols., 2007).

Por otro lado, los tocoferoles, antioxidantes liposolubles y componentes principales de la vitamina E se encuentran principalmente en grasas vegetales, cumpliendo con la función de mantener la calidad oxidativa de los aceites mediante la eliminación de los radicales libres (Ryan y cols., 2007; Stevenson y cols., 2007).

El contenido de tocoferoles en las semillas de zapallo (*Cucurbita máxima*) en el extracto de aceite es el siguiente: entre 27,1 a 75,1 $\mu\text{g/g}$ de aceite para el α -tocoferol; 74,9 a 492,8 $\mu\text{g/g}$ de aceite para el γ -tocoferol; y 35,3 a 1109,7 $\mu\text{g/g}$ de aceite para δ -tocoferol, debido a esta composición las semillas de zapallo presentan una alta estabilidad oxidativa, lo que las hace apropiadas para aplicaciones industriales y para su incorporación a la dieta humana (Stevenson y otros, 2007).

3.11. Usos y propiedades medicinales de las semillas

Los primeros en usar las semillas de calabaza fueron las tribus de América y el nombre que le dieron fue Cucúrbita. En la actualidad, es muy popular el uso de semillas de zapallo en países como Grecia, donde se encuentran diferentes productos procesados a partir de la semilla, se utiliza como ingrediente de pan, cereales, ensaladas y pasteles, además consumen las semillas como snack (tostadas, saladas o frescas) (Xanthopoulou y cols., 2009), las semillas de zapallo se consideran oleaginosas, ya que constituyen una excelente fuente de aceite (Tsaknis y cols., 1997; Ortiz y cols., 2009), el cual es muy apreciado y utilizado en países como Eslovenia y Austria (Butinar y cols., 2010).

Al aceite de semillas de zapallo por su contenido en tocoferoles se le atribuyen propiedades antioxidantes (Mitra y cols., 2009), además de atribuirles diversas propiedades medicinales tales como antiparasitarias, vermífugas, diuréticas, reducción de síntomas de la hiperplasia benigna de la próstata (BPH), disminuir niveles de cáncer, retardar la progresión de la hipertensión, mitigar la hipercolesterolemia y artritis (Xanthopoulou y cols., 2009).

Según Xanthopoulou y cols., (2009), dietas ricas en semillas de zapallo han sido asociadas a bajos niveles de cáncer gástrico, mamario, pulmonar y colorectal.

Además en países como Argentina, las semillas de zapallo son utilizadas como tratamiento para la Enteroparasitosis, consumiéndolas en forma directa. (Crivos y cols., 2000).

3.12. Procesos de tostado

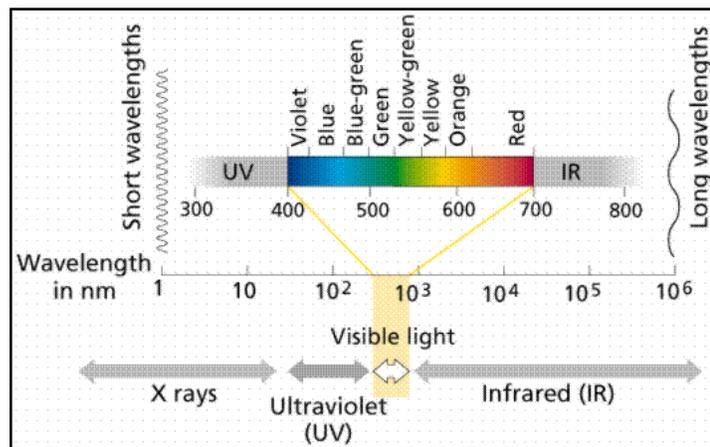
Los alimentos y los materiales biológicos se tratan térmicamente principalmente para ampliar su vida útil o para mejorar aspectos organolépticos (Krishnamurthy y cols., 2008), uno de los procesos térmicos utilizados en alimentos es el tostado, el cual es un método que se realiza con el fin de mejorar y obtener características sensoriales y texturales propias del alimento como por ejemplo ampliar la gama de aromas, texturas, realzar el sabor, inactivar enzimas, destruir microorganismos y reducir la actividad de agua (Amaral y cols., 2006).

El tostado implica una serie de cambios físico-químicos en el alimento como la deshidratación y reacciones químicas, entre las que destaca la reacción de Maillard, la cual da lugar a pigmentos marrones y compuestos de pirazina asociados al desarrollo de sabor típico en productos tostados. Por otro lado la deshidratación desarrolla en el producto características texturales de crujencia (Alamprese y cols., 2009).

Una de las características más importantes en los productos compuestos por cacao es su aroma, y este es desarrollado a través de reacciones de Maillard durante su tostado (Krysiak, 2005).

3.12.1. Radiación infrarroja

La radiación infrarroja (IR) es energía en forma de ondas electromagnéticas (Yang y cols., 2010), corresponde a una radiación con longitud de onda entre los 0,78 y 1000 μm (Ver Figura 4). Esta radiación se puede clasificar en tres regiones: cercana (NIR), media (MIR), y lejana (FIR), que corresponde a los rangos espectrales de 0,75 a 1,4 μm , 1,4 a 3 μm , y 3 a 1000 μm , respectivamente (Krishnamurthy y cols., 2008).



Nota: 1 μm = 1000 nm

Figura 4. Espectro de ondas electromagnéticas

3.12.2. Uso de radiación infrarroja en alimentos

El infrarrojo (IR) como tratamiento térmico no es de uso muy común en alimentos, aunque ha aumentado su popularidad en los últimos años debido a su rapidez y mayor eficiencia térmica (Krishnamurthy y cols., 2008). Este método se ha aplicado en diferentes operaciones de tratamiento térmico en la industria alimentaria, tales como: secado, horneado, fritura, pasteurización y esterilización, además se han encontrado estudios donde utilizan este método para el tostado de alimentos, como por ejemplo en avellanas (Uysal y cols., 2008).

Este tipo de tratamiento proporciona ventajas significativas sobre los métodos convencionales, incluyendo en esto la reducción del tiempo de calentamiento, un calentamiento uniforme en el alimento, disminución de pérdidas de calidad, método más versátil, sencillo y ahorro energético significativo (Krishnamurthy y cols., 2008).

CAPITULO IV. MATERIALES Y EQUIPOS

4.1. Materiales

4.1.1. Materia prima

Para el presente trabajo investigativo se utilizaron semillas de zapallo de la especie *Cucurbita máxima* Duch., cosecha 2010, procedente de la VI Región, Libertador Bernardo O'Higgins.

4.1.2. Ingredientes

Los ingredientes utilizados en la elaboración de la pasta de semillas son los siguientes: leche en polvo reconstituida (Svelty, Nestlé), saborizante cacao (Marco Polo), aceite 100% vegetal (Chef) y azúcar flor extrafina (Iansa), adquiridos en el mercado local.

4.1.3. Utensilios

Para el desarrollo de los análisis se utilizaron materiales de vidrio, plástico, metal y acero inoxidable, facilitados principalmente por los laboratorios de Procesos de Alimentos y Química y Bioquímica de Alimentos de la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacéuticas de la Universidad de Chile.

4.1.4. Reactivos

Se utilizaron reactivos de calidad p.a. (para análisis) para la realización de los ensayos, de marcas comerciales Merck y Winkler.

4.2. Equipos

Los equipos utilizados en este trabajo se detallan a medida que éste se desarrolla.

CAPITULO V. METODOLOGÍA

5.1. Caracterización física de las semillas de zapallo

Se realizó una caracterización física a las semillas de zapallo, midiendo largo, ancho, espesor y peso de las semillas, se realizó en triplicado para cada uno de los parámetros.

5.2. Caracterización de las semillas de zapallo mediante análisis proximal.

Se realizó un análisis proximal a las semillas de zapallo en triplicado, estos análisis se describen a continuación.

5.2.1. Determinación del contenido de humedad

Se determinó el contenido de humedad mediante método termogravimétrico descrito por el método oficial A.O.A.C. 925.10 (1996). El cual se basa en someter la muestra a desecación en una estufa de aire forzado (Heraeus, Typ 60/60, Trifásica) a una temperatura de 105° C hasta obtener peso constante. Mediante la cuantificación de la pérdida de peso, se determina el porcentaje de humedad contenido en la muestra.

5.2.2. Determinación del contenido de cenizas totales

Se determinó el contenido de cenizas totales calcinando 5 g de muestra en mufla (Heraeus, modelo MR 170, Alemania) a temperatura de 550°C. Se calculó el porcentaje de cenizas totales en base al residuo mineral obtenido. Esta prueba se realizó de acuerdo al método oficial A.O.A.C. 923.03 (1996).

5.2.3. Determinación del contenido de materia grasa

Se utilizó el método de extracción por solvente, los lípidos se extraen de la semilla molida y seca en un equipo Soxhlet con éter de petróleo 40-60°C durante un mínimo de 8 horas. Después de eliminar el éter en un rotavapor, se retira el resto de solvente por arrastre con nitrógeno y se controla la pérdida de peso hasta obtener peso

constante. Se calcula el porcentaje de extracto lipídico obtenido en base al peso inicial de semilla. Esta prueba se realizó de acuerdo al método oficial A.O.C.S Ai 3 75 (1993).

5.2.4. Determinación del contenido de proteínas totales.

Se determinó el contenido proteínas mediante el método Kjeldahl descrito por el método oficial A.O.A.C. 920. 87 (1996), en donde se calcula el contenido total de proteínas a partir de su contenido en nitrógeno, el método se basa en la digestión de la muestra y una cuantificación del amonio liberado por titulación, el cual es convertido mediante el factor 5,18 a proteína cruda. Se utilizó un equipo digestor (Büchi, modelo 316. Suiza) y una unidad de destilación (Büchi, modelo 323. Suiza)

5.2.5. Determinación del contenido de carbohidratos

La determinación del contenido de carbohidratos se calculó por diferencia.

5.2.6. Determinación del contenido calórico

Se calculó el contenido calórico de las semillas de zapallo utilizando las siguientes equivalencias calóricas.

Por gramo:

Proteínas	4 kilocalorías
Carbohidratos	4 kilocalorías
Materia grasa	9 kilocalorías

5.3. Métodos de tostado

5.3.1. Tostado infrarrojo

El tostado se llevó a cabo en un equipo Infrarrojo a escala de laboratorio, construido en un trabajo anterior (Echegaray, 2010). Este equipo está compuesto por una cámara de material aislante de dimensiones 30x37x27 cm, compuesto en su interior por un foco emisor de infrarrojo de 250 W de potencia (OSRAM Siccatherm 220-230 V, Alemania) , el cual es regulado a través de un potenciómetro.

El procedimiento con el que se llevó a cabo el tostado fue el siguiente: las semillas se tostaron a una distancia de 10 cm del foco emisor, ubicadas homogéneamente en una rejilla de dimensiones 20 x 20 cm, de esta manera se formó una capa del espesor de las semillas. La cantidad de semillas en la rejilla fue de aproximadamente 25 gramos \pm 0,2 g y la humedad de las semillas alrededor de un 7%.

El proceso de tostado se llevó a cabo utilizando potencias entre 50% (125 W) y 62,5% (156 W), alcanzando temperaturas que variaron entre los 60 - 80 °C respectivamente; y durante un tiempo entre 8 - 40 min el proceso.

5.3.2. Tostado convencional

El tostado convencional se realizó en la estufa Heraeus (Typ 60/60, Trifásica), a semillas de zapallo con una humedad de alrededor del 7%, este proceso se realizó aplicando temperaturas entre 100-120°C y entre 30-120 minutos de tiempo de proceso. La cantidad de semillas que se tostaron para cada muestra fue de 25 gramos \pm 0,2 gramos.

Terminado el proceso de tostado las semillas se enfriaron a temperatura ambiente en un desecador y luego almacenadas en bolsas de polietileno, para sus posteriores análisis.

5.4. Mediciones Reológicas

5.4.1. Análisis de textura a semillas de zapallo tostadas.

El ensayo reológico, aplicado a semillas de zapallo tostadas, se basó en la medición del esfuerzo de cizalla, el cual consiste en someter la muestra a una fuerza tangencial a la sección en la cual actúa, causando la división del producto en dos piezas. El parámetro que se mide es la fuerza máxima de cizallamiento (Castro & De Hombre, 2007), obteniendo con esto la fuerza en la primera ruptura de la semilla.

El equipo que se utilizó para este ensayo fue el texturómetro Lloyd instruments, modelo LR 5K, y las condiciones de medición fueron las siguientes:

- Sonda: vástago cilíndrico
- Carga de celda: 100 N
- Tipo de curva: fuerza v/s distancia

La temperatura a la que se realizó el análisis fue a temperatura ambiente (21°C) y a velocidad constante.

Con este análisis y una posterior evaluación sensorial se seleccionó el método de tostado y los parámetros de tiempo y temperatura adecuados para el desarrollo de la pasta untable de zapallo.

5.5. Evaluación sensorial a las semillas de zapallo

5.5.1. Test triangular

Para la realización de este test, se utilizaron dos muestras de semillas de zapallo con el mismo proceso de tostado y una con proceso de tostado diferente, el juez tuvo que determinar cuál era la muestra distinta. Este test se realizó a 10 jueces evaluadores, con el fin de analizar si existían diferencias significativas entre los procesos de tostado en la variable sabor a tostado. Se les entregó tres tríos de muestras a los evaluadores, el orden de las muestras se determinó mediante un sorteo.

El juez en su evaluación tuvo que encontrar la muestra distinta y registrar su resultado en la ficha de evaluación, la cual se muestra en el anexo 2. Estos resultados fueron analizados de acuerdo a la siguiente metodología.

Se calculó el valor de X^2 mediante la siguiente ecuación (Wittig, 2001):

$$X^2 = \frac{(|4 * a - 2 * f| - 3)^2}{(8 * n)}$$

(Ec. 1)

Donde:

a : número de aciertos

f : número de faltas

n : total de juicios

5.6. Diseño experimental

5.6.1. Diseño experimental y optimización del producto

Para la obtención de la formulación de la pasta untable de semillas de zapallo, se utilizó un diseño de mezcla de vértices extremos, ya que ésta es una clase de experimento de superficie de respuesta en las que el producto consta de varios ingredientes o componentes. El diseño elegido es de grado 2 y requiere de 13 formulaciones experimentales.

Los componentes elegidos fueron aquellos que influyen el parámetro sabor en mayor medida, estos son los siguientes: azúcar (%), cacao (%) y semillas de zapallo (%). En la tabla 7 se indican los límites de los componentes del diseño de mezcla, se utilizaron estos límites debido a que estos fueron los utilizados en el desarrollo de producto piloto similar.

Tabla 7. Rangos limites de los componentes del diseño de mezcla de vértices extremos.

Componente	Límite inferior (%)	Límite superior (%)
Azúcar	0,35	0,55
Semilla	0,15	0,3
Cacao	0,01	0,03

Para el desarrollo experimental se utilizó el software Minitab 15 español para Windows.

5.6.2. Análisis del diseño experimental

A las 13 corridas de formulaciones se les evaluó sensorialmente mediante un test de aceptabilidad con escala hedónica de 7 puntos (Wittig, 2001), (1: me desagradaba mucho; 2: me desagradaba; 3: me desagradaba levemente; 4: no me gusta ni me disgusta; 5: me gusta levemente; 6: me gusta y 7: me gusta mucho). Se evaluaron 6 variables respuesta (aparición, aroma, intensidad de dulzor, intensidad del sabor a cacao, intensidad de sabor a semillas y aceptabilidad general), optimizándolas en su totalidad. Los resultados obtenidos en la evaluación sensorial por los 15 jueces consumidores se analizaron en el Software Statgraphics Centurión, mediante análisis de varianza se determinaron los efectos significativos de las variables independientes (nivel de azúcar, semillas y cacao) sobre las respuestas obtenidas de acuerdo a cada corrida experimental.

La ecuación para el diseño de mezclas de vértices extremos de acuerdo a Myers y Montgomery (1995), se muestra a continuación (Ec. 2).

$$y = \beta_1x_1 + \beta_2x_2 + \beta_3x_3 + \beta_{12}x_1x_2 + \beta_{13}x_1x_3 + \beta_{23}x_2x_3 \quad (Ec. 2)$$

Donde:

y: valor esperado de la variable respuesta

β : coeficiente estimado para cada uno de los productos lineales y combinados de los términos dados por el modelo de predicción.

x_i : términos lineales de las variables independientes ($i= 1, \dots, k$), donde:

x_1 : nivel de azúcar

x_2 : nivel de semillas

x_3 : nivel de cacao

x_{ij} : producto de las variables combinadas de los términos, representando todas las interacciones entre las variables independientes ($i= 1, \dots, k; j= 1, \dots, k$).

5.6.3. Optimización del diseño experimental

La Metodología de Superficie de Respuesta (MSR) de mezclas fue utilizada para determinar los efectos de los factores sobre la respuestas a optimizar (apariencia, aroma, intensidad de dulzor, intensidad de sabor a cacao, intensidad de sabor a semillas y aceptabilidad general) de la pasta untable de semillas de zapallo y utilizando el modelo de predicción (Ec. 5.1) se estimaron las regiones de respuesta óptima a través de la MSR.

Para la optimización del diseño experimental se utilizó el optimizador de respuestas del programa estadístico Minitab 15, en español para Windows.

5.7. Evaluación sensorial al producto desarrollado

Se realizó una evaluación sensorial mediante el test de aceptabilidad, la ficha de evaluación se encuentra en el anexo 3. Esta evaluación se realizó a las 13 formulaciones de pasta untable de zapallo dadas por el método de superficie de respuesta con el fin de obtener la mejor formulación aplicando maximización de respuestas.

El panel sensorial que colaboró en la evaluación sensorial de este trabajo estuvo constituido por memoristas y estudiantes de la carrera de Ingeniería en Alimentos y Química y Farmacia de la Universidad de Chile, de ambos sexos.

5.8. Desarrollo de pasta untable de semillas de zapallo

5.8.1. Diagrama de bloques:

El proceso de elaboración del producto se obtuvo de ensayos preliminares realizados anteriormente para la elaboración de un producto de similares características. En la Figura 5 se presenta el diagrama de bloques del proceso.

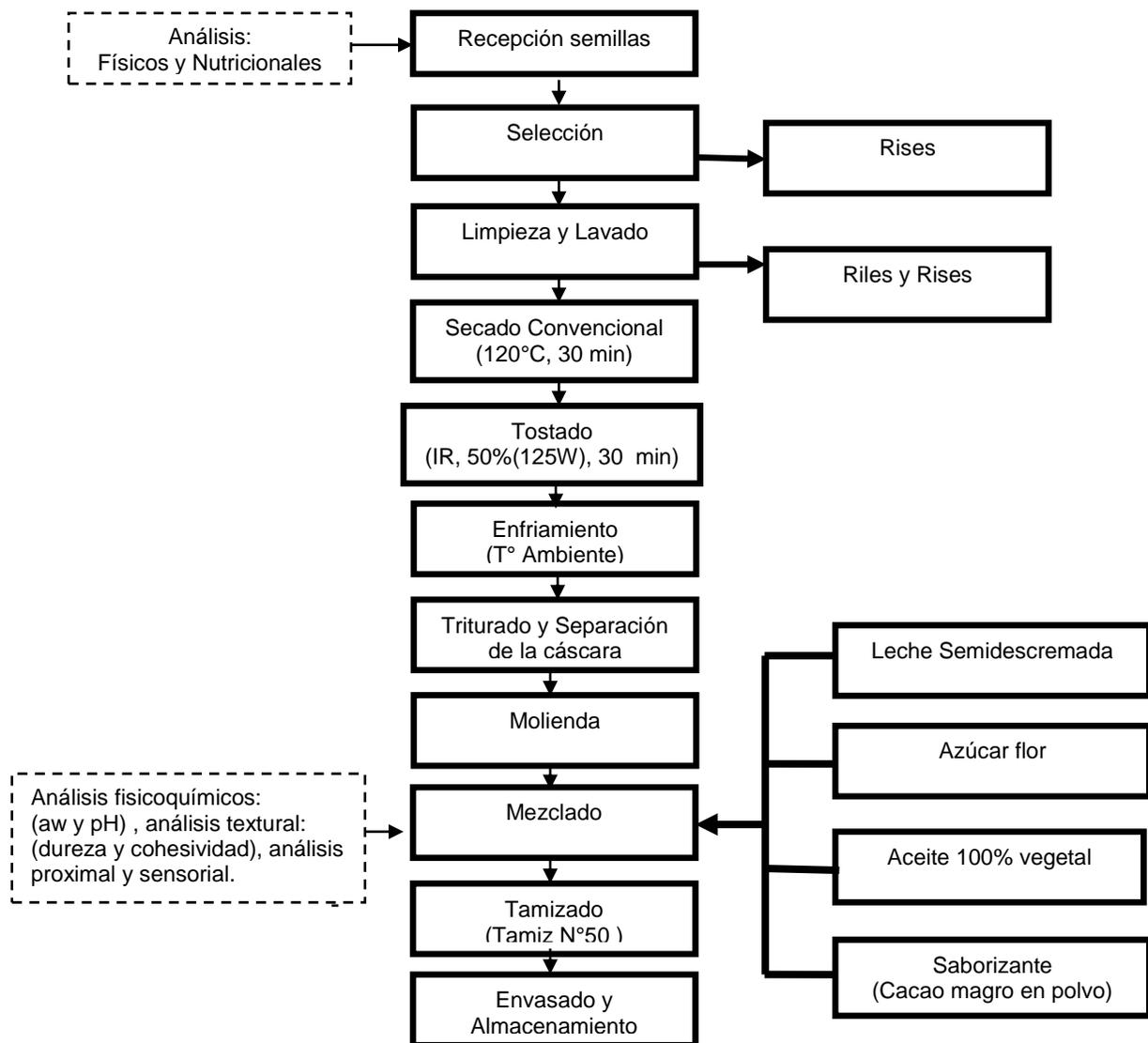


Figura 5. Diagrama de bloques de la elaboración de pasta untable de semillas de zapallo.

5.8.2. Descripción del diagrama de bloques

Recepción semillas: las semillas de zapallo de la especie *Cucurbita máxima* son recepcionadas e inspeccionadas visualmente para examinar la calidad de esta materia prima.

Selección: se realiza un proceso de selección a las semillas para eliminar las que presenten algún defecto asegurando una buena calidad de la materia prima a utilizar.

Limpieza: es necesario realizar una limpieza manual a las semillas para eliminar impurezas tales como hojas, restos de zapallo y cualquier elemento extraño a las semillas.

Lavado: luego se realiza un proceso de lavado por inmersión en agua clorada a las semillas para remover las impurezas que queden. Posteriormente al lavado, se deben retirar del agua.

Secado convencional: las semillas se secan mediante el proceso de secado convencional para remover la humedad superficial que queda de la etapa de lavado, las semillas finalmente quedan con una humedad de alrededor del 15%.

Tostado: Mediante proceso infrarrojo se tuestan las semillas durante 30 min a 70°C. Este proceso se realiza para realzar las características organolépticas y texturales del producto, facilitando además el proceso de eliminación de la cáscara.

Enfriamiento: posteriormente se detiene el proceso de tostado enfriando las semillas hasta temperatura ambiente.

Triturado y separación de la cáscara: se realizan de manera manual la trituration y la separación de la cascara en un proceso de quiebre de la cascara y extracción de la semilla.

Molienda: durante este proceso las semillas son molidas con el fin de disminuir el tamaño de partículas y elaborar un producto con partículas homogéneas.

Mezclado: se mezclan de manera manual las semillas de zapallo con los ingredientes necesarios en la elaboración del producto final (azúcar, cacao, leche reconstituida y aceite). Logrando un producto con las características texturales y organolépticas esperadas.

Tamizado: Luego la pasta se tamiza para lograr obtener un tamaño uniforme de partículas, este proceso se realiza con un tamiz número 55 (Batería de tamices Tonindustries ASTM E11), el tamaño de partículas del producto es menor a

Envasado: el producto es envasado en recipientes de vidrio y al vacío.

Almacenamiento: se almacenan los envases a temperatura ambiente y en un lugar donde no reciban luz directa, preferentemente en la oscuridad, con el fin de evitar la oxidación de los ácidos grasos presentes.

Para la elaboración de pasta untable de semillas de zapallo tostadas mediante método convencional se realizan los mismos pasos que en el diagrama de bloques anterior exceptuando el tostado, el cual se realiza a una temperatura de 120°C durante 120 min.

5.9. Análisis proximal del producto desarrollado

Se realizó un análisis proximal al producto desarrollado, realizando cada análisis en triplicado.

5.9.1. Determinación del contenido de cenizas totales

Esta prueba se llevó a cabo de acuerdo al procedimiento del punto 5.2.2.

5.9.2. Determinación del contenido de proteínas totales

Se realizó la determinación de proteínas de acuerdo al procedimiento descrito en el punto 5.2.3., utilizando como factor de conversión 6,25.

5.9.3. Determinación del contenido de materia grasa

Se determinó el contenido de materia grasa mediante el método de extracción Bligh & Dyer de acuerdo al método de la A.O.A.C. 922.06 (1996).

5.9.4. Determinación del contenido de carbohidratos totales

Se determinó el contenido de hidratos de carbono por diferencia.

5.9.5. Determinación del contenido calórico

Se calculó el contenido calórico de acuerdo al procedimiento del punto 5.2.5.

5.9.6. Determinación del contenido de humedad total

Se determinó el contenido de humedad de la muestra de acuerdo al procedimiento descrito en el punto 5.2.1.

5.10. Análisis Físicoquímicos al producto desarrollado

A continuación se describen los análisis físicoquímicos realizados al producto desarrollado, los cuales se realizaron en triplicado.

5.10.1. Determinación de la actividad de agua (a_w)

Se determinó la actividad de agua de la muestra a 20°C mediante un higrómetro de pelo (Luff, modelo Aw-Wert-Messer), la muestra se mantuvo en los cabezales del higrómetro hasta que la aguja no presentó variación, esto se logró en un tiempo aproximado de 2 horas.

5.10.2. Determinación de pH

Se determinó el pH de la muestra en el Phmetro microprocesador (WTW, modelo pH 537) a una temperatura de 20°C.

5.11. Análisis textural

Se realizó una comparación textural a pastas elaboradas con semillas de zapallo tostadas con diferentes procesos de tostado, utilizando la misma formulación en su elaboración. Los análisis realizados en triplicado, se describen a continuación.

5.11.1. Dureza y cohesividad

Se determinó la dureza de la muestra y cohesividad de sus partículas mediante un análisis de compresión, realizado a velocidad constante.

El equipo que se utilizó para este ensayo fue el texturómetro Lloyd LR 5K, y las condiciones de medición fueron las siguientes:

1. Sonda: vástago cilíndrico
2. Carga de celda: 100 N
3. Tipo de curva: fuerza v/s deformación
4. Compresión: 70%
5. Velocidad: 20 mm/min

Las muestras se mantuvieron a temperatura de 20°C, antes (24 horas) y durante el ensayo

5.12. Perfil descriptivo

Se realizó un perfil descriptivo en paralelo a pastas untables de zapallo con diferentes procesos de tostado, para poder comparar y contrastar ambos análisis. Este test se llevó a cabo con jueces entrenados durante 3 sesiones, además de contar con previa experiencia en el área de evaluación sensorial.

Posteriormente al entrenamiento, se realizó un test descriptivo con escala lineal no estructurada donde se evaluaron los siguientes atributos del producto: color café, intensidad de aroma a cacao, intensidad de aroma a semillas, intensidad de sabor a cacao, sabor a semillas, intensidad de dulzor, aspereza y consistencia.

Los datos fueron analizados mediante Anova multifactorial en el Software Statgraphics Plus para determinar la existencia de diferencias significativas entre jueces y muestras.

CAPITULO VI. RESULTADOS Y DISCUSION

6.1. Caracterización física de semillas de zapallo

Se realizó una caracterización física a semillas de zapallo, los resultados obtenidos en triplicado se muestran a continuación.

Tabla 8. Caracterización física a semillas de zapallo

Parámetro	Valor
Largo (cm)	2,15 ± 0,08
Ancho (cm)	1,30 ± 0,07
Espesor (cm)	0,51±0,03
Peso con cáscara (g)	0,52 ± 0,05
Peso sin cáscara (g)	0,38± 0,04

La tabla 8 muestra las características físicas de la semilla de zapallo proveniente del fruto *Cucúrbita máxima* Duch,

Las dimensiones de las semillas corresponden en promedio a una semilla de forma oval de 2,15 cm de largo y 1,30 cm de ancho. El 27% de la semilla corresponde a cáscara la cual posee un 88% de fibra (Dreher y cols., 1980), y el 73% de la semilla corresponde a su parte comestible, que es la de interés en este estudio.

Según la USDA un 26% de la semilla corresponde a su parte no comestible, coincidiendo con lo anteriormente mencionado (USDA, 1982).

6.2. Caracterización nutricional de semillas de zapallo

Se realizó una caracterización nutricional a las semillas de zapallo, estos resultados obtenidos en triplicado se observan a continuación.

Tabla 9. Composición nutricional de semillas de zapallo sin cáscara

Componente	Producto	Porción*
	100 g	10 g
Energía (Kcal)	503,7	50,37
Proteínas (N*5,18) (%)	23,63 ± 0,63	2,36
Materia grasa (%)	40,8 ± 0,4	4,08
Hidratos de carbono (%)	8,44	0,84
Cenizas totales (%)	3,98 ± 0,02	0,4
Humedad (g)	23,20 ± 0,27	2,3

* 22 unidades de semillas por porción aproximadamente

En la tabla 9 se muestran los resultados obtenidos de los análisis realizados a las semillas de zapallo (en triplicado), este se realizó a la semilla sin cáscara debido a que es la parte comestible de la semilla y la de interés en este estudio.

Los resultados indican que el componente mayoritario de esta semilla es el contenido de aceite con un promedio de 40,75 %, le siguen el contenido de proteína con un valor de 23,63% y una humedad de 23,20% respectivamente. Como componentes minoritarios está el contenido de hidratos de carbono con 8,44% y el contenido de cenizas con 3,98%.

Esta composición es similar a la entregada por la USDA, (1982) para semillas de zapallo con una humedad de 5,23%, donde la energía que aportan 100 gramos de semillas son: 559 kcal, 30,23 g de proteína y 49,05 g de materia grasa, valores cercanos a los obtenidos en el análisis proximal experimental de este estudio.

6.3. Tostado de semillas

6.3.1. Tostado infrarrojo

A continuación se pueden observar las temperaturas de trabajo del equipo infrarrojo, medidas a 10 cm del emisor de infrarrojos, luego de mantener encendido el equipo durante 10 minutos.

Tabla 10. Temperaturas de trabajo del equipo infrarrojo a diferentes potencias.

Potencia (%)	Watts	Temperatura (°C)	Tiempo (min)
50	125	62	10
50	125	68	20
50	125	70	30
62,5	156,25	74	10
62,5	156,25	80	15
62,5*	156,25	-	30
75	187,5	82	10
75*	187,5	-	20
75*	187,5	-	30
87,5	218,75	98	10
87,5*	218,75	-	20
87,5*	218,75	-	30

* No es posible obtener la temperatura a estas potencias de trabajo debido al material con el que está construido el equipo.

En la tabla 10 se muestran las temperaturas de trabajo posibles del equipo infrarrojo, en la primera columna se indican las potencias con las que trabajó el equipo, en la segunda columna se indican la cantidad de watts que implican tales potencias, la tercera columna indica la temperatura de trabajo y la cuarta columna indica el tiempo en el que se obtuvo tal temperatura (en ese intervalo de tiempo la temperatura se mantuvo constante). Las potencias marcadas con asterisco (*), indican que para ellas no es posible obtener la temperatura debido a la resistencia del material con el que está construido el equipo.

Las capas de semillas en la rejilla alcanzaron en promedio un espesor equivalente a 0,5 cm (espesor promedio de las semillas), siendo la profundidad de penetración recomendada por Krishnamurthy y cols., (2008) entre 4-12 mm, por lo tanto se puede inferir de esto que se produce una buena transferencia de calor en las semillas.

6.3.2. Tostado convencional

El tostado convencional se realizó con diferentes condiciones de tiempo y temperatura, las cuales no superaron los 120°C, en la tabla 11 se muestran tales condiciones de trabajo.

Tabla 11. Parámetros de tiempo y temperatura utilizados en tostado convencional.

Temperatura (°C)	Tiempo (min)
100	30
100	60
120	90
120	120

Se utilizó este rango de temperaturas, asimilándolo al utilizado en el tostado de mani, producto que posteriormente es utilizado en la elaboración de mantequilla de mani (Lustre y cols., 2006).

6.4. Análisis de cizalla a muestras de semillas tostadas

Las muestras de semillas tostadas fueron sometidas a un análisis de cizalla en el texturómetro Lloyd, en donde se analizó la fuerza máxima de cizallamiento (fuerza de quebradura de la semilla).

Tabla 12. Fuerza de cizalla en semillas tostadas convencionalmente con diferentes parámetros de tiempo y temperatura.

Muestra	Temperatura (°C)	Tiempo (min)	Fuerza cizalla (N)
1	100	30	158,6 ± 2,1
2	100	60	172,8 ± 1,7
3	120	90	172,9 ± 1,1
4*	120	120	224,8 ± 1,5

*muestra seleccionada

Tabla 13. Fuerza de cizalla en muestras de semillas tostadas mediante método infrarrojo con diferentes parámetros de tiempo y temperatura.

Muestra	Temperatura (°C)	Tiempo (min)	Fuerza cizalla (N)
1	68	15	146,1 ± 0,92
2*	70	30	233,8 ± 1,85
3*	70	40	226,7 ± 1,85
4	80	15	243,5 ± 4,01
5	80	17	226,2 ± 5,15
6	82	10	204,2 ± 1,88

*muestras seleccionadas

En las tablas 12 y 13 se muestran los resultados obtenidos en el análisis de fuerza cizalla (quebradura de la cáscara de la semilla) a las muestras de semillas tostadas por ambos métodos. Las temperaturas alcanzadas en el tostado de semillas mediante método infrarrojo (tabla 13), se lograron con las potencias que se indican en la tabla 10.

En la tabla 12, se observa que la fuerza máxima de cizalla (fuerza de quebradura de la semilla) va aumentando a medida que aumenta el tiempo de tostado, resultado satisfactorio debido a que se esperaba lograr un aumento de dureza en la cáscara con un mayor tiempo de tostado, de la misma manera en la tabla 13 se puede observar que la fuerza de quebradura de las muestras 1,2 y 3 aumentan con el tiempo de tostado, lo contrario ocurre con las muestra 5 y 6 tratadas con 62,5 % de potencia (156,25 W), esto se puede atribuir a un endurecimiento superficial, el cual es un fenómeno que ocurre durante la aplicación de calor en alimentos, lo que da como consecuencia una película impermeable y dura, esto determina generalmente una

disminución en la velocidad del proceso, en este caso del tostado, dando como resultado un menor grado de tostado (Renteria, 2005).

Según el análisis cizalla anterior, mientras mayor es el tiempo de tostado a las semillas, mayor es la dureza de su cáscara.

Se eligieron las muestras que tuviesen valores similares de fuerza cizalla, lo que indicó que las muestras seleccionadas tuviesen el mismo grado de tostado, logrando así una posterior comparación entre ellas.

Las muestras seleccionadas fueron las siguientes:

- Tostado convencional: 120°C y 120 min
- Tostado infrarrojo: 50% de potencia, 30 min
- Tostado infrarrojo: 50% de potencia, 40 min

En las tablas 12 y 13 se encuentran las fuerzas máximas de cizalla, de las muestras seleccionadas, éstas se encuentran marcadas con asterisco (*), se puede observar en estas tablas que se escogieron las muestras con mayor fuerza de quebradura, ya que estos resultados fueron logrados con parámetros de tiempo y temperatura similares a los utilizados en otros trabajos de tostado de alimentos (Lustre y cols., 2006).

De acuerdo a los resultados anteriores, y teniendo en cuenta que para el posterior desarrollo de producto se debe contar con un proceso eficiente se llegó a lo siguiente: El desarrollo de una pasta untable se realizará utilizando el método de tostado infrarrojo, con los parámetros que se indican a continuación:

- Potencia: 50%
- Tiempo: 30 min

Con esta potencia se alcanzó una temperatura de 70°C.

Con el fin de justificar la elección del método se realizó una comparación del gasto energético que se produce al utilizar la estufa convencional y el equipo infrarrojo en ambos procesos de tostado, lo que se puede observar en la tabla 14.

Tabla 14. Gasto energético en procesos de tostado

Equipo	Gasto energético
Estufa Heraeus	5,4 kW/h = 5400 W/h
Infrarrojo	250 W/h

Según los datos obtenidos el tiempo de proceso de tostado se realiza 4 veces más rápido utilizando el método infrarrojo, lo que coincide con Krishnamurthy y cols. (2008), quienes indican que los procesos de calentamiento infrarrojo en alimentos poseen ventajas significativas sobre calentamientos convencionales, incluyendo en esto la disminución de tiempo de proceso, además de ahorro de energía significativo, lo que se puede observar en la tabla 14, donde se aprecia una considerable diferencia en gasto energético por ambos equipos. Según lo anterior el equipo infrarrojo es notablemente más económico que la estufa convencional, considerando el gasto de watt por hora.

Por otro lado, una ventaja que posee el método infrarrojo al convencional es que se reducen las pérdidas de calidad en el alimento (Krishnamurthy y cols., 2008), debido a una menor exposición del alimento con la fuente emisora de calor.

6.5. Evaluación sensorial a muestras de semillas tostadas

Se realizó una análisis sensorial a semillas de zapallo tostadas por proceso de tostado infrarrojo (T IR) y por método de tostado convencional (TC), evaluando el parámetro sabor a tostado, los resultados de esta evaluación se resumen en la tabla 15. Este análisis fue realizado con 20 juicios totales.

Tabla 15. Resultados obtenidos por el test triangular.

Respuesta	Número de Juicios
Aciertos	7
Número de fallas	13

De acuerdo a estos datos el valor de X^2 es de:

$$X^2 = 0,00625$$

Se analizó el valor X^2 de acuerdo a la tabla del anexo 4, la que indica que el mínimo de juicios correctos para que existan diferencias significativas con p-valor: 0,05 es de 11 aciertos, los resultados de la evaluación muestran un total de 7 aciertos, por lo tanto no existen diferencias significativas entre ambos métodos de tostado.

Los resultados obtenidos fueron satisfactorios ya que se esperaba que las semillas de zapallos tostadas mediante método infrarrojo (TIR), no tuvieran diferencias significativas con las tostadas convencionalmente (TC) en la propiedad sensorial evaluada (sabor a tostado), a pesar de las diferencias en los parámetros de tiempo y temperatura de tostado que ambas muestras presentaban (TC: 120°C, 120 min v/s T IR: 70°C, 30 min).

6.6. Diseño experimental y optimización de la fórmula

6.6.1. Diseño experimental

Se obtuvieron 13 corridas de posibles formulaciones de acuerdo a los límites establecidos para los componentes azúcar, semillas y cacao. Se utilizó el modelo de vértices extremos.

Tabla 16. Corridas para el diseño experimental

Orden estadístico	Orden Corrida	PtType	Azúcar	Semilla	Cacao
1	1	1	0,54	0,15	0,01
5	2	2	0,53	0,15	0,02
13	3	-1	0,41	0,26	0,03
3	4	1	0,39	0,30	0,01
9	5	0	0,46	0,23	0,02
10	6	-1	0,50	0,19	0,02
7	7	2	0,38	0,30	0,02
12	8	-1	0,42	0,26	0,02
8	9	2	0,45	0,23	0,03
11	10	-1	0,49	0,19	0,03
2	11	1	0,52	0,15	0,03
6	12	2	0,47	0,23	0,01
4	13	1	0,37	0,30	0,03

La tabla 16 muestra las trece corridas obtenidas por el diseño experimental, con las que se determinó las proporciones de las variables (azúcar, semillas y cacao), estos componentes son un 70% de la formulación final.

Las columnas de la tabla 16 indican lo siguiente: la primera columna se refiere al orden estadístico aleatorizado de las corridas, esto se realiza para no obtener valores sesgados, la segunda columna indica el orden de la corrida sin aleatorizar. PtType señala el tipo de punto en el experimento diseñado donde: 0: centroide, 1: vértice, -1: punto axial y 2: punto de medio borde.

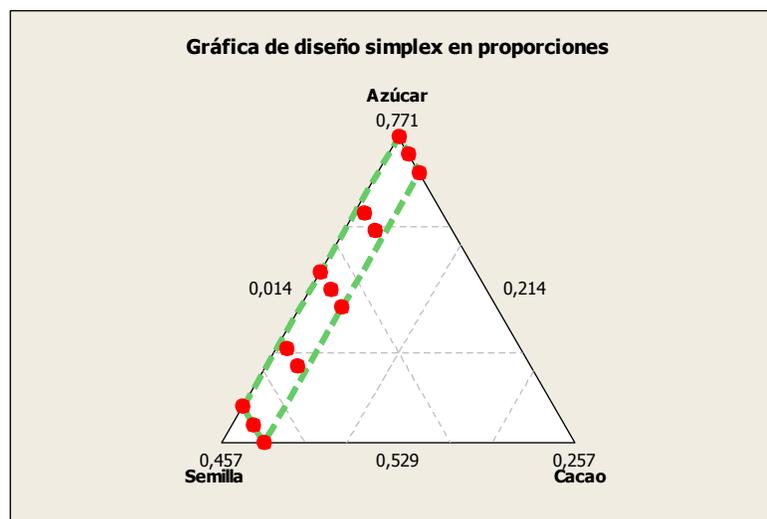


Figura 6. Gráfica de diseño simplex en proporciones

La figura 6 indica la distribución de los puntos experimentales en el espacio bidimensional de la región simplex, se observan los 13 puntos del diseño experimental, los niveles de las variables en proporciones y en los vértices se muestran los componentes (azúcar, semilla y cacao).

6.6.2. Optimización de la formulación

A continuación se muestran los resultados promedio obtenidos en el test de aceptabilidad realizado a 15 consumidores, donde se evaluaron los siguientes parámetros: apariencia, aroma, intensidad de dulzor, intensidad del sabor a cacao, intensidad de sabor a semillas y aceptabilidad general.

Tabla 17. Promedio de los parámetros evaluados en el test de aceptabilidad para cada formulación.

Muestra	Apariencia	Aroma	Intensidad de dulzor	Intensidad de sabor a cacao	Intensidad de sabor a semillas	Aceptabilidad general
1	3,67 ^c	4,93 ^e	5 ^d	4,33 ^a	4,33 ^a	4,6 ^d
2	4,33 ^f	5,07 ^f	5,13 ^e	5 ^f	4,8 ^c	5,13 ^f
3	5,07 ^j	5,07 ^f	5 ^d	5,27 ^h	5,2 ^f	5,33 ^g
4	3,27 ^b	4,40 ^b	5 ^d	4,53 ^b	5,33 ^g	4,67 ^e
5	4,47 ^g	5,20 ^g	5,13 ^e	5,33 ⁱ	5,07 ^e	5,33 ^g
6	3,80 ^d	4,67 ^c	5,27 ^f	4,87 ^e	5 ^d	4,53 ^c
7	4,53 ^h	4,87 ^d	5,47 ^h	5,47 ⁱ	5,53 ^j	5,67 ⁱ
8	3,87 ^e	4,67 ^c	5,4 ^g	4,8 ^d	5,4 ^h	5,13 ^f
9	5,87 ^m	6,07 ^k	5,4 ^g	5,93 ^l	5,47 ⁱ	5,8 ^k
10	4,93 ⁱ	5,47 ^h	4,67 ^a	4,33 ^a	4,6 ^b	4,5 ^b
11	5,67 ^k	5,53 ⁱ	4,87 ^c	5,07 ^g	5,33 ^g	5,4 ^h
12	2,80 ^a	4,20 ^a	4,8 ^b	4,67 ^c	5 ^d	4,47 ^a
13	5,80 ^l	5,67 ^j	5,47 ^h	5,73 ^k	5,8 ^k	5,73 ^j

*Letras diferentes indican diferencias significativas entre muestras.

En la tabla 17 se muestran los promedios de los parámetros evaluados en el test de aceptabilidad para cada formulación. Se realizó un análisis estadístico el cual indicó que el p-valor entre muestras es de 0,000; por lo que existen diferencias significativas entre muestras con un nivel de confianza de un 95%, además se analizaron los grupos homogéneos según el procedimiento de diferencia mínima significativa (LSD) de Fisher para los parámetros evaluados, los que se pueden observar en la tabla 17.

De acuerdo a las respuestas anteriores se analizó el diseño experimental, por medio de la optimización de la repuesta, ver anexo 1.

6.7. Formulación de pasta de semillas de zapallo

Para la optimización de la fórmula se maximizaron todas las variables respuestas (apariciencia, aroma, intensidad de dulzor, intensidad de sabor a cacao,

intensidad de sabor a semillas y aceptabilidad general), para esto se utilizó como calificación de límite inferior un 5 y como calificación objetivo un 7, por lo tanto para la formulación se obtuvieron las siguientes respuestas de aceptabilidad y porcentajes de cumplimiento con el propósito de lograr el objetivo, estas se muestran en la tabla 18.

Tabla 18. Respuestas de aceptabilidad y porcentajes de cumplimiento del objetivo

Parámetro	Respuesta aceptabilidad	Cumplimiento (%)
Apariencia	5,9	95,3
Aroma	5,7	75,5
Intensidad de Dulzor	5,4	49,4
Intensidad sabor a cacao	5,8	84,5
Intensidad sabor a semillas	5,7	72,4
Aceptabilidad general	5,9	91,3
Promedio	5,7	78

En la Tabla 18 se observa que en promedio las respuestas obtuvieron un 5,7 de calificación y un 78% de cumplimiento con el objetivo. La apariencia fue la que obtuvo la mayor puntuación de cumplimiento (95,3%) mientras que la intensidad de dulzor fue la que obtuvo el menor porcentaje de cumplimiento (49,4%), ya que en general los consumidores prefirieron un menor dulzor, y los niveles de azúcar de la mayoría de las muestras fueron altos. La aceptabilidad general fue de un 91,3%, parámetro primordial a considerar ya que incluye la evaluación de la totalidad del producto.

Con esta optimización de variables se obtuvieron los siguientes niveles de ingredientes:

Tabla 19. Niveles de ingredientes de acuerdo a la optimización de variables

Factor	Nivel
Azúcar	0,37
Cacao	0,3
Semillas	0,03

En la tabla 19 se muestran los niveles de ingredientes en la formulación óptima para elaboración la pasta untable de semillas de zapallo, esta formulación es la constituida por la mayor proporción de cacao, alto porcentaje de semillas de zapallo y la de menor cantidad de azúcar. Lo que indica que las semillas de zapallo tienen buena aceptabilidad en los consumidores, y el cacao más que dar un sabor característico a la pasta elimina el color verde inherente de las semillas, color que no contribuye con la aceptabilidad de la pasta en apariencia.

Como estos ingredientes componen un 70% del total de la mezcla para el desarrollo del producto final, en la tabla 20 se indican las proporciones reales de la mezcla.

Tabla 20. Proporciones de ingredientes para la elaboración de pasta de semillas de zapallo

Ingrediente	%
Azúcar flor	37
Semillas de zapallo tostadas	30
Leche semidescremada reconstituida	29
Cacao	3
Aceite	1

En la tabla 20 se indican las proporciones de los ingredientes constituyentes de la pasta untable de semillas de zapallo, como se observa las semillas de zapallo son uno de los componentes principales de la pasta aportando con un 30%, lo que es muy importante ya que se le estaría dando uso a un producto de descarte en Chile, y dando una opción para una posible industrialización de la semilla de zapallo.

De acuerdo a lo anterior, los principales componentes de la pasta de semilla de zapallo son: azúcar, semillas y leche, y en un menor porcentaje cacao y aceite. Se utiliza poca cantidad de aceite ya que se aprovecha el propio de las semillas.

6.8. Caracterización nutricional de pasta de semillas de zapallo

Se realizó una caracterización nutricional a la pasta de semillas de zapallo tostadas mediante proceso infrarrojo, los resultados obtenidos en triplicado se muestran en la tabla 21.

Tabla 21. Composición nutricional de pasta de semillas de zapallo elaborada mediante tostado IR.

Componente	100 g
Energía (Kcal)	540,62
Proteínas (N*6,25) (%)	19,13 ± 0,57
Materia grasa (%)	25,5 ± 0,5
Hidratos de carbono	46,92
Cenizas totales (%)	2,65 ± 0,024
Humedad (%)	5,80 ± 0,08

De acuerdo a la Guía Diaria de Alimentación (GDA) se presenta en la tabla 22, el aporte nutricional de 30 gramos de producto a la dieta de alimentación de un hombre adulto según un valor diario de referencia de 2000 Kcal.

Tabla 22. Aporte nutricional de 30 g de producto respecto a la Guía Diaria de Alimentación (GDA)

Componente	GDA	% Aportado por Porción (30 g)
Energía (kcal)	2000	8,1
Proteínas (g)	50	11,4
Hidratos de Carbono (g)	360	3,9
Grasas (g)	70	10,9

En la tabla 23, se puede observar la composición nutricional de la pasta de mantequilla de maní y pasta de avellanas (Nutella), productos con el que se comparó la pasta de semillas de zapallo.

El aporte nutricional del producto desarrollado es muy similar al de la pasta de avellanas, ya que los ingredientes que componen ambos productos son muy similares exceptuando la avellana y la semilla de zapallo, las diferencias que se dan en esta composición se atribuyen principalmente a diferencias en la composición de los ingredientes, a la calidad de las materias primas y principalmente a la formulación de cada producto. Respecto a la composición nutricional de mantequilla de maní esta se asimila a la pasta de semillas de zapallo solo en el contenido de proteínas.

Tabla 23. Composición nutricional de productos con similares características al del producto desarrollado.

Componente	Mantequilla de maní¹	Pasta de avellanas (Nutella)
	100 g	100g
Energía (Kcal)	590	530
Proteínas (g)	25	6,8
Materia grasa (g)	50	31
Carbohidratos (g)	20	56

Fuente: ¹Base de datos de nutrientes (USDA)

6.9. Caracterización fisicoquímica

Para caracterizar fisicoquímicamente al producto desarrollado se realizaron análisis de actividad de agua y pH, en triplicado.

6.9.1. Determinación de actividad de agua y pH

A continuación se muestran los resultados obtenidos en el análisis de aw y pH, ambos parámetros medidos a 20°C.

Tabla 24. Resultados de la caracterización fisicoquímica realizada al producto desarrollado.

Parámetro	Valor
aw	0, 821 ± 0,003
pH	6,46 ± 0,01

De la tabla 24 se puede inferir que la pasta es un producto de actividad de agua intermedia (aw entre 0,65 – 0,86), caracterizándose como un producto autoestable, y no propicio para el crecimiento de bacterias (ejemplo: *Staphylococcus aureus*), no así el de levaduras y mohos (Peña, 2004).

Como se mencionaba anteriormente, con este valor de actividad de agua (aw) de 0,821, el producto es propicio para el crecimiento de levaduras osmófilas y hongos serófilos, los cuales crecen a aw superiores a 0,6. Además el producto es susceptible a reacciones de oxidación de lípidos y alta actividad enzimática (Labuza & cols., 1970).

Según los resultados obtenidos el pH del producto es considerado ligeramente ácido ($\text{pH} \geq 5$), este valor de pH favorece el crecimiento de levaduras, mohos y bacterias no esporuladas, además de ser un medio propicio para el crecimiento de microorganismos aerobios y anaerobios esporulados (Peña, 2004).

6.10. Análisis textural

Se realizó un análisis de textura comparativo entre pastas de semillas de zapallo elaboradas con la misma formulación, solo variando el método de tostado. Los resultados obtenidos se muestran a continuación.

Tabla 25. Resultados del análisis de textura comparativo

Parámetro textural	Muestra 1	Muestra 2
Dureza (N/cm ²)	0,116 ± 0,011	0,096 ± 0,003
Cohesividad (mm)	13,674 ± 0,206	13,648± 0,101

Donde:

Muestra 1: Pasta untable de semillas de zapallo con proceso de tostado convencional

Muestra 2: Pasta untable de semillas de zapallo con proceso de tostado infrarrojo

En la tabla 25, se indican los resultados del análisis textural realizado a pastas elaboradas con semillas tostadas con diferentes métodos.

Se analizaron estos parámetros texturales en ambas muestras con el fin de compararlas y ver si existían diferencias significativas entre ellas tanto para la dureza como para cohesividad, se obtuvo que los valores obtenidos no presentan diferencias significativas (p -valor $\leq 0,05$). Por lo que se puede inferir que a pesar de las diferencias en el método de tostado de las semillas, ambas pastas de zapallo (convencional e infrarrojo), poseen parámetros texturales similares.

Por lo tanto el método de tostado no influye en las propiedades texturales de una pasta de semillas de zapallo.

6.11. Perfil sensorial descriptivo

A continuación se puede observar un resumen de los resultados obtenidos del análisis de varianza para el test descriptivo de pastas untables de semillas de zapallo elaboradas con semillas tostadas convencionalmente y con método infrarrojo. En el anexo 5 se encuentra este análisis de varianza y suma de cuadrados dados por el programa estadístico.

Tabla 26. Resumen de los resultados de diferencias significativas para el test descriptivo entre muestras y jueces para cada parámetro evaluado.

Parámetro	Diferencias significativas entre Jueces	p- valor	Diferencias significativas entre Muestras	p- valor
Color café	No	0,5713	No	0,7263
Aroma cacao	No	0,9724	No	0,6004
Aroma semillas	No	0,0800	No	0,5192
Sabor chocolate	No	0,4555	No	0,7005
Sabor semillas	No	0,8319	No	0,7914
Sabor dulce	No	0,1031	No	0,3166
Aspereza	No	0,1428	No	0,1939

En la tabla 26, se pueden observar los resultados obtenidos en el test sensorial descriptivo. No se encontraron diferencias significativas entre las muestras, logrando ser el resultado esperado, ya que ambos productos están elaborados con la misma formulación, solo varía el proceso de tostado de las semillas, por lo que el resultado obtenido fue satisfactorio, ya que según esto el método de tostado no influye de manera significativa en las propiedades organolépticas de ambas pastas de semillas de zapallo.

Por otro lado, tampoco se encontraron diferencias significativas entre los jueces evaluadores, lo que indica que el entrenamiento que se les realizó fue el adecuado.

En la figura 7 se muestra la comparación del perfil sensorial de las pastas de semillas de zapallo.

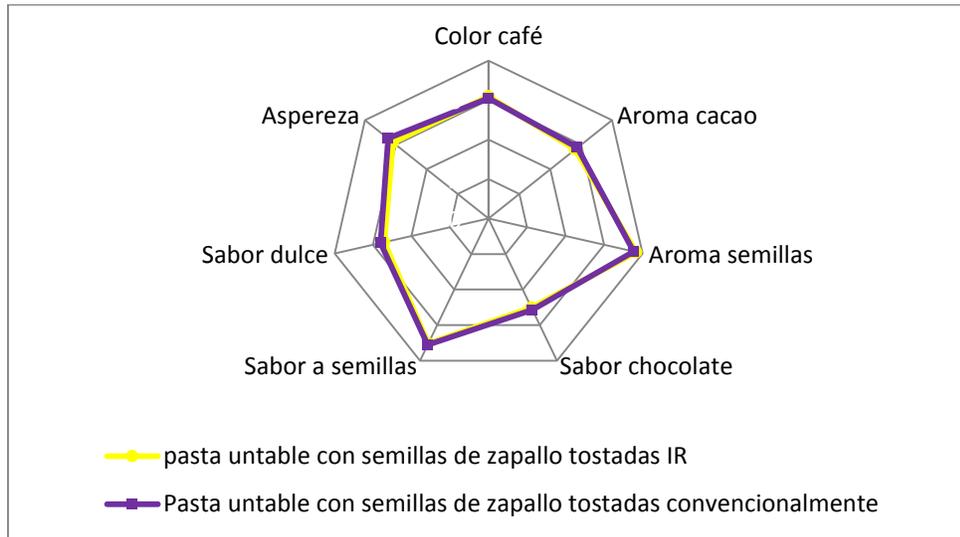


Figura 7. Gráfico radial. Comparación del perfil sensorial de pastas untables de zapallo tostadas con diferente proceso de tostado.

Se puede observar en la figura 7, que ambas pastas de semillas de zapallo fueron evaluadas con similares puntajes, por lo que se infiere que la diferencia en el método de tostado no afecta significativamente las propiedades sensoriales de ambos productos.

CAPITULO VII. CONCLUSIONES

- Se determinó que las semillas de zapallo por cada 100 gramos contienen: 23,6% de proteínas, 40,8% de materia grasa, 8,4% de carbohidratos, 3,9% de cenizas (contenido mineral) y aportan 503 Kcal
- Se estudiaron dos métodos de tostado en semillas de zapallo, convencional e infrarrojo, obteniéndose como método más eficiente el infrarrojo y utilizándolo como método de tostado para el desarrollo de un producto.
- A las semillas de zapallo se les realizó un análisis de cizalla donde se obtuvo que la muestra tostada con método infrarrojo (70°C y 30 min) y la tostada con método convencional (120°C y 120 min) lograron tener el mismo grado de tostado, evaluado por la fuerza de quebradura de la cáscara.
- Se desarrolló como producto una pasta untable en base a semillas de zapallo tostadas con método infrarrojo, utilizando como ingredientes: azúcar, semillas tostadas, leche descremada, cacao y aceite.
- Se determinó que la formulación óptima para el desarrollo del producto es la siguiente: 37% de azúcar, 30% de semillas tostadas, 29% de leche descremada, 3% de cacao y 1% de aceite vegetal, formulación que sensorialmente presentó mayor aceptabilidad entre los consumidores.
- Se determinó mediante análisis proximal que el producto contiene por cada 100 g: 19,1 g de proteínas; 22,5 g de grasas totales; 46,92 g de carbohidratos disponibles, 5,8 g de agua; 2,65 g de cenizas (contenido mineral); y aporta 540 kcal.
- El método infrarrojo resultó ser un proceso considerablemente más económico que el convencional, debido a su menor gasto energético y tiempo de proceso.
- El proceso de tostado infrarrojo no influye en las propiedades texturales y organolépticas de una pasta untable de semillas de zapallo.
- Finalmente se concluye que es posible desarrollar un producto utilizando como método de proceso de tostado el infrarrojo, el cual además de ser un método eficiente, logró desarrollar en las semillas las características sensoriales típicas del tostado.

CAPITULO VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

A.O.C.S. (1993). *Official methods and recommended practices of American Oil Chemists Soc.* (3° edición). Champaign, Illinois. EE.UU.

A.O.A.C. (1996). *Official Methods of Analysis* (16° edición ed., Vols. I, II ed.). Maryland, EE.UU.

ALAMPRESE, C., RATTI, S., & ROSSI, M. (2009). Effects of roasting conditions on hazelnut characteristics in a two-step process. *Journal of Food Engineering* , 95, 272-279.

ALFAWAZ, M. (2004). Chemical Composition and Oil Characteristics of Pumpkin (*Cucurbita maxima*) Seed Kernels. *Res. Bult.* (129), 5-18.

ALIRIO, F., & ESTRADA, É. (2004). *Producción de hortalizas de clima cálido.* Palmira: Universidad Nacional de Colombia.

AMARAL, J., CASAL, S., SEABRA, R., & OLIVEIRA, B. (2006). Effects of Roasting on Hazelnut Lipids. *Journal of Agricultural and food chemistry* , 35, 1315-1321.

AMOO, I., ILELABOYE, N., & AKOJA, S. (2004). Characterisation of oil extracted from gourd (*Cucurbita maxima*) seed. *Food, Agriculture & Environment* , 2 (2), 38-39.

APPLEQUIST, W., AVULA, B., SCHANEBERG, B., WANG, Y., & KHAN, I. (2006). Comparative fatty acid content of seeds of four *Cucurbita* species grown in a common (shared) garden. *Journal of Food Composition and Analysis* , 19, 606-611.

ASAGRIN, (2009). Gestión de agronegocios. Recuperado el Septiembre de 2010, de <http://www.asagrin.cl/index.php>

BASCUR, G. (2005). Nuevas Variedades de Zapallo de Guarda para el Consumidor Chileno. *Tierra Adentro* , noviembre- diciembre, 38-39.

BUTINAR, B., BUCAR-MIKLAVCIC, M., VALENCIC, V., & RASPOR, P. (2010). Stereospecific Analysis of Triacylglycerols as a Useful Means To Evaluate Genuineness of Pumpkin Seed Oils: Lesson from Virgin Olive Oil Analyses. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 4 (1), 5227-5234.

CASTRO, E., & DE HOMBRE, R. (2007). *Parámetros mecánicos y textura de los alimentos*. Santiago: Universidad de Chile.

CRIVOS, M., MARTÍNEZ, M., NAVONE, G., POCHETTINO, M., ARENAS, P., REMORINI, C., Y OTROS. (2000). Puesta en común de saberes y prácticas sobre las Enteroparasitosis (Valle del Cuña Piru, Misiones). 1-16.

DREHER, M., WEBER, C., BEMIS, W., & BERRY, J. (1980). Cucurbit Seed Coat Composition. *Journal of Agriculture Food Chemistry*, 28, 364-366.

ECHEGARAY, P. ERIC (2010). "Modelamiento matemático del proceso de secado asistido por infrarrojos de descartes de limón (Citrus limon (L) Burm t.Cv. Genova)". Santiago. Santiago, Chile: Facultad de Ciencias Naturales, Matemáticas y del Medio Ambiente. UTEM.

EL-ADAWY, T., & TAHA, K. (2001). Characteristics and Composition of Watermelon, Pumpkin, and Paprika Seed Oils and Flours. *J. Agric. Food Chem.*, 49, 1253-1259.

KRISHNAMURTHY, K., KHURANA, H. K., JUN, S., IRUDAYARAJ, J., & DEMIRCI, A. (2008). Infrared Heating in Food Processing: An Overview. *Comprehensive reviews in food science and food safety*, 7, 1-12.

KRYSIAK, W. (2005). Influence of roasting conditions on coloration of roasted cocoa beans. *Journal of food engineering*, 77, 449-453.

LABUZA, T., & COLS., Y. (1970). Water content and stability of low-moisture and intermediate moisture foods. *Food Technology*, 3 (24), 35-42.

LUSTRE, A., FRANCISCO, M. L., & PALOMAR, L. (2006). Peanut butter and spreads. (U. o. Georgia, Ed.), 2-24.

MEDINA, G. B. (2006). Aceites y grasas comestibles. *Universidad de Antioquia departamento de farmacia bromatología* .

MEYERS, R., & MONTGOMERY, D. (1995). *Response Surface Methodology: Process and Product Optimization Using Designed Experiments*. New York: Jhon Wiley and Sons.

MITRA, P., RAMASWAMY, H., & CHANG, K. S. (2009). Pumpkin (Cucurbita máxima) seed oil extraction using supercritical carbon dioxide and physicochemical properties of the oil. *Journal of Food Engineering* ,61, 208-213.

NEE, M. (1990). The Domestication of Cucurbita (Cucurbitaceae). *Economic Botany* , 44 (3), 56-68.

NUTRIVITAL. (2009). Recuperado el Septiembre de 2010, de <http://www.nutrivital.com.ar/Nutricion/Elementos/minerales.htm#Fosforo>

ODEPA. (2010). *Oficina de Estudios y Políticas Agrarias. Ministerio de Agricultura de Chile*. Recuperado el 2010, de:

<http://www.odepa.gob.cl/servlet/articulos.ServletMostrarDetalle;jsessionid=22173E07F6C37EE8F01ED3A44E6E4AB8?idcla=12&idn=2282>

ORTIZ GRISALES, S., PASOS LÓPEZ, S., RIVAS ABADÍA, X., VALDÉS RESTREPO, M., & VALLEJO CABRERA, F. (2009). Extracción y caracterización de aceite de semillas de zapallo, 58, 145-151.

PEÑA, M. (2004). Bases de la Conservación. En *Tecnología de los Alimentos* (págs. 1-5). Bogotá.

RENTERIA, N., & RODRÍGUEZ, V. (2005). *Conservación de alimentos por desecación.*

RYAN, E., GALVIN, K., O'CONNOR, T., MAGUIRE, A., & O'BRIEN, N. (2007). Phytosterol, Squalene, Tocopherol Content and Fatty Acid Profile of Selected Seeds, Grains, and Legumes. *Plant Foods Hum Nutr* , 62, 85-91.

SALAMA, A. (2006). *Las Cucurbitáceas, Importancia Económica, Bioquímica y Medicinal.* Bogotá, Colombia: Universidad Nacional de Colombia. Ed. Unibiblos.

SIEGMUND, B., & MURKOVIC, M. (2003). Changes in chemical composition of pumpkin seeds during the roasting process for production of pumpkin seed oil (Part 2: volatile compounds). *Food Chemistry* ,42, 367-374.

STEVENSON, D., ELLER, F., WANG, L., JANE, J., WANG, T., & INGLETT, G. (2007). Oil and Tocopherol Content and Composition of Pumpkin Seed Oil in 12 Cultivars. *J. Agric. Food Chem.* , 55, 4005-4013.

TSAKNIS, J., LALAS, S., & LAZOS, E. (1997). Characterization of crude and purified pumpkin seed oil. *Grasas y Aceites* ,48, 267-272.

USDA, (1982). United States Department of Agriculture. Nutrient Data Laboratory. Recuperado el Agosto de 2010, de <http://www.nal.usda.gov/fnic/foodcomp/search>

UYSAL, N., SUMNU, G., & SAHIN, S. (2008). Optimization of microwave-infrared roasting of hazelnut. *Journal of food engineering* , 90, 255-261.

VALENCIA, M. (2006). Situación actual y perspectivas del zapallo chileno camote (Cucurbita maxima Duch): germoplasma, prácticas agronómicas y análisis económico del cultivo. Valparaíso, Chile: Facultad de Agronomía.PUCV

VALENZUELA, A., & RONCO, A. M. (2004). Fitoesteroles y fitoestanoles: aliados naturales para la protección de la salud cardiovascular. *Revista chilena de nutrición* , 31, 161-169.

WITTIG, E. (2001). Evaluación Sensorial, Una metodología actual para tecnología de alimentos. Santiago: Biblioteca digital de la Universidad de Chile.

XANTHOPOULOU, M., NOMIKOS, T., FRAGOPOULOU, E., & ANTONOPOULOU, S. (2009). Antioxidant and lipoxygenase inhibitory activities of pumpkin seed extracts. *Food Research International* ,42, 641-646.

YANG, J., BINGOL, G., I PAN, Z., BRANDL, M. T., & MCHUGH, T. H. (2010). Infrared heating for dry-roasting and pasteurization of almonds. *Journal of food engineering*, 101, 273-280.

ZACCARI, F. (1999). Review. *Una breve revisión de la morfología y fisiología de las plantas de zapallos (Cucurbita, sp..)*. Montevideo, Uruguay: Facultad de Agronomía. Centro Reg. Sur.

CAPITULO IX. ANEXOS

9.1. Anexo 1. Optimización de la respuesta de apariencia, aroma, dulzor, sabor a cacao, sabor a semillas y aceptabilidad general para los niveles de los factores: azúcar, cacao y semillas.

Optimización de respuesta

Parámetros

	Meta	Inferior	Objetivo	Superior	Ponderación	Importar
Apariencia	Máximo	5	6	6	1	1
Aroma	Máximo	5	6	6	1	1
Dulzor	Máximo	5	6	6	1	1
Sabor a cacao	Máximo	5	6	6	1	1
Sabor a semil	Máximo	5	6	6	1	1
Aceptabilidad	Máximo	5	6	6	1	1

Solución global

Componentes

Azúcar = 0,37
 Semilla = 0,3
 Cacao = 0,03

Respuestas pronosticadas

Apariencia = 5,95298 , conveniencia = 0,952979
 Aroma = 5,75529 , conveniencia = 0,755286
 Dulzor = 5,49372 , conveniencia = 0,493720
 Sabor a caca = 5,84583 , conveniencia = 0,845829
 Sabor a semi = 5,72446 , conveniencia = 0,724461
 Aceptabilida = 5,91341 , conveniencia = 0,913407

Conveniencia compuesta = 0,764023

9.2. Anexo 2. Ficha de evaluación sensorial para test triangular a semillas de zapallo tostadas.

Ficha de Evaluación sensorial test triangular

NOMBRE:

FECHA:

A continuación se presentan 6 set de muestras, cada set contiene 3 muestras de las cuales dos son iguales y una diferente. Pruébelas cuidadosamente de izquierda a derecha y encierre en un círculo la muestra diferente. Enjuáguese la boca entre una muestra y otra.

Si estima necesario dé sugerencias.

123

276

746

836

272

474

Sugerencias:

9.3. Anexo 3. Test de Aceptabilidad

TEST DE ACEPTABILIDAD

Pasta Untable de Semillas de Zapallo

Nombre:

Fecha:

Set:

Se le pide evaluar la aceptabilidad de cada muestra. Marque con el número de la muestra el casillero que represente de mejor manera su apreciación

Muestra N° _____

1. Respecto a la **APARIENCIA** de la muestra, usted diría que:

Me desagrada mucho	Me desagrada	Me desagrada levemente	No me gusta ni me disgusta	Me gusta levemente	Me gusta	Me gusta mucho

2. Respecto al **AROMA** de la muestra, usted diría que:

Me desagrada mucho	Me desagrada	Me desagrada levemente	No me gusta ni me disgusta	Me gusta levemente	Me gusta	Me gusta mucho

3. Respecto a la **INTENSIDAD DE DULZOR** en la muestra, usted diría que:

Me desagrada mucho	Me desagrada	Me desagrada levemente	No me gusta ni me disgusta	Me gusta levemente	Me gusta	Me gusta mucho

4. Respecto a la **INTENSIDAD DEL SABOR A CACAO** en la muestra, usted diría que:

Me desagrada mucho	Me desagrada	Me desagrada levemente	No me gusta ni me disgusta	Me gusta levemente	Me gusta	Me gusta mucho

5. Respecto a la **INTENSIDAD DE SABOR A SEMILLAS** en la muestra, usted diría que:

Me desagrada mucho	Me desagrada	Me desagrada levemente	No me gusta ni me disgusta	Me gusta levemente	Me gusta	Me gusta mucho

6. Respecto a la **ACEPTABILIDAD GENERAL** de la muestra, usted diría que:

Me desagrada mucho	Me desagrada	Me desagrada levemente	No me gusta ni me disgusta	Me gusta levemente	Me gusta	Me gusta mucho

Agregue comentarios sobre la muestra, sólo si lo considera necesario.

--

9.4. Anexo 4. Tabla test triangular

TABLA B

Significación para Test Triangular ($p = 1/3$)

Número de juicios (set x jueces)	Mínimo de juicios correctos para establecer diferencias significativas			Número de juicios (set x jueces)	Mínimo de juicios correctos para establecer diferencias significativas		
	$p = .05$	$p = .01$	$p = .001$		$p = .05$	$p = .01$	$p = .001$
5	4	5	5	57	27	29	31
6	5	6	6	58	27	29	32
7	5	6	7	59	27	30	32
8	6	7	8	60	28	30	33
9	6	7	8	61	28	30	33
10	7	8	9	62	28	31	33
11	7	8	9	63	29	31	34
12	8	9	10	64	29	32	34
13	8	9	10	65	30	32	35
14	9	10	11	66	30	32	35
15	9	10	12	67	30	33	36
16	10	11	12	68	31	33	36
17	10	11	13	69	31	34	36
18	10	12	13	70	32	34	37
19	11	12	14	71	32	34	37
20	11	13	14	72	32	35	38
21	12	13	15	73	33	35	38
22	12	14	15	74	33	36	39
23	13	14	16	75	34	36	39
24	13	14	16	76	34	36	39
25	13	15	17	77	34	37	40
26	14	15	17	78	35	37	40
27	14	16	18	79	35	38	41
28	15	16	18	80	35	38	41
29	15	17	19	81	36	38	41
30	16	17	19	82	36	39	42
31	16	18	19	83	37	39	42
32	16	18	20	84	37	40	43
33	17	19	20	85	37	40	43
34	17	19	21	86	38	40	44
35	18	19	21	87	38	41	44
36	18	20	22	88	39	41	44
37	18	20	22	89	39	42	45
38	19	21	23	90	39	42	45
39	19	21	23	91	40	42	46

9.5. Anexo 5. Análisis de varianza y suma de cuadrados para los parámetros evaluados en el perfil sensorial descriptivo de los productos comparados.

Análisis de Varianza para color café - Suma de Cuadrados Tipo III

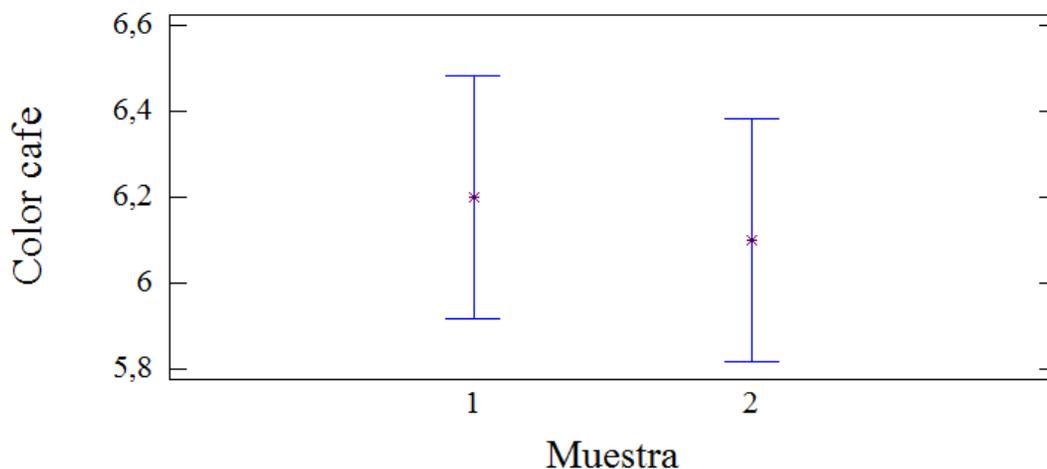
<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:Juez	3,05	9	0,338889	0,88	0,5713
B:Muestra	0,05	1	0,05	0,13	0,7263
RESIDUOS	3,45	9	0,38333		
TOTAL (CORREGIDO)	6,55	19			

Todas las razones-F se basan en el cuadrado medio del error residual

El StatAdvisor

La tabla ANOVA descompone la variabilidad de **color café** en contribuciones debidas a varios factores. Puesto que se ha escogido la suma de cuadrados Tipo III (por omisión), la contribución de cada factor se mide eliminando los efectos de los demás factores. Los valores-P prueban la significancia estadística de cada uno de los factores. Puesto que ninguno de los valores posee un valor-P menor que 0,05, estos factores no tienen un efecto estadísticamente significativo sobre color café con un 95,0% de nivel de confianza.

Means and 95,0 Percent LSD Intervals



Análisis de Varianza para aroma cacao - Suma de Cuadrados Tipo III

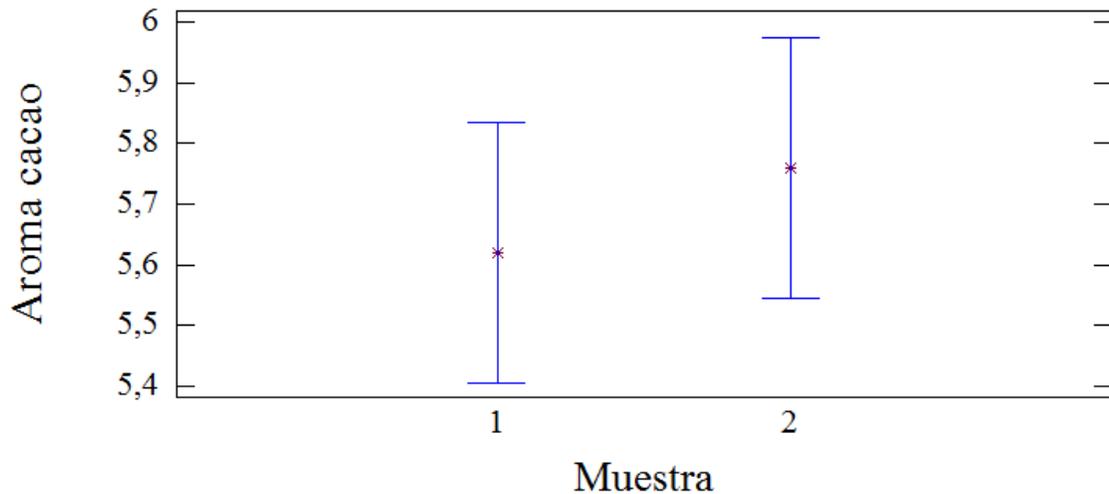
Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:Juez	0,768	9	0,0853333	0,88	0,9724
B:Muestra	0,098	1	0,098	0,13	0,6004
RESIDUOS	2,992	9	0,332444		
TOTAL (CORREGIDO)	3,858	19			

Todas las razones-F se basan en el cuadrado medio del error residual

El StatAdvisor

La tabla ANOVA descompone la variabilidad de **aroma cacao** en contribuciones debidas a varios factores. Puesto que se ha escogido la suma de cuadrados Tipo III (por omisión), la contribución de cada factor se mide eliminando los efectos de los demás factores. Los valores-P prueban la significancia estadística de cada uno de los factores. Puesto que ninguno de los valores posee un valor-P menor que 0,05, estos factores no tienen un efecto estadísticamente significativo sobre aroma cacao con un 95,0% de nivel de confianza.

Means and 95,0 Percent LSD Intervals



Análisis de Varianza para aroma semillas - Suma de Cuadrados Tipo III

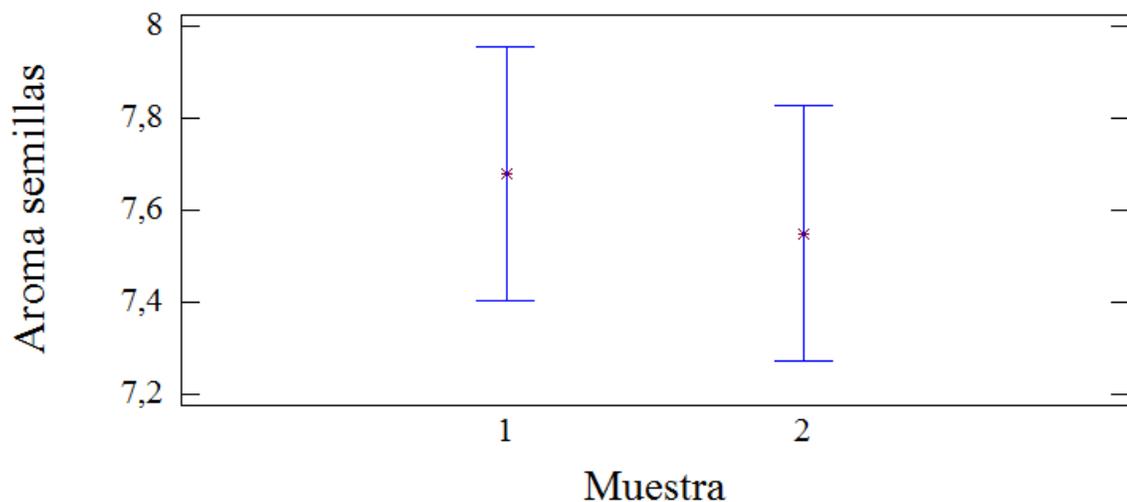
Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:Juez	4,5105	9	0,501167	2,67	0,0800
B:Muestra	0,0845	1	0,0845	0,45	0,5192
RESIDUOS	1,6905	9	0,187833		
TOTAL (CORREGIDO)	6,2855	19			

Todas las razones-F se basan en el cuadrado medio del error residual

El StatAdvisor

La tabla ANOVA descompone la variabilidad de **aroma semillas** en contribuciones debidas a varios factores. Puesto que se ha escogido la suma de cuadrados Tipo III (por omisión), la contribución de cada factor se mide eliminando los efectos de los demás factores. Los valores-P prueban la significancia estadística de cada uno de los factores. Puesto que ninguno de los valores posee un valor-P menor que 0,05, estos factores no tienen un efecto estadísticamente significativo sobre aroma semillas con un 95,0% de nivel de confianza.

Means and 95,0 Percent LSD Intervals



Análisis de Varianza para sabor chocolate - Suma de Cuadrados Tipo III

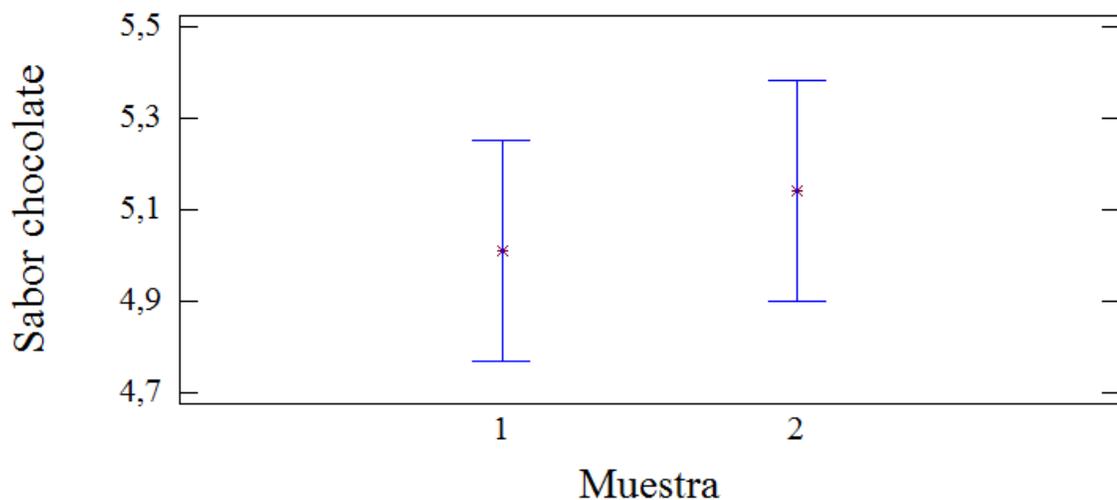
Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:Juez	0,0845	1	0,0845	0,61	0,4555
B:Muestra	3,5025	9	0,389167	2,80	0,7005
RESIDUOS	1,2505	9	0,138944		
TOTAL (CORREGIDO)	4,8375	19			

Todas las razones-F se basan en el cuadrado medio del error residual

El StatAdvisor

La tabla ANOVA descompone la variabilidad de **sabor chocolate** en contribuciones debidas a varios factores. Puesto que se ha escogido la suma de cuadrados Tipo III (por omisión), la contribución de cada factor se mide eliminando los efectos de los demás factores. Los valores-P prueban la significancia estadística de cada uno de los factores. Puesto que ninguno de los valores posee un valor-P menor que 0,05, estos factores no tienen un efecto estadísticamente significativo sobre sabor chocolate con un 95,0% de nivel de confianza.

Means and 95,0 Percent LSD Intervals



Análisis de Varianza para sabor a semillas - Suma de Cuadrados Tipo III

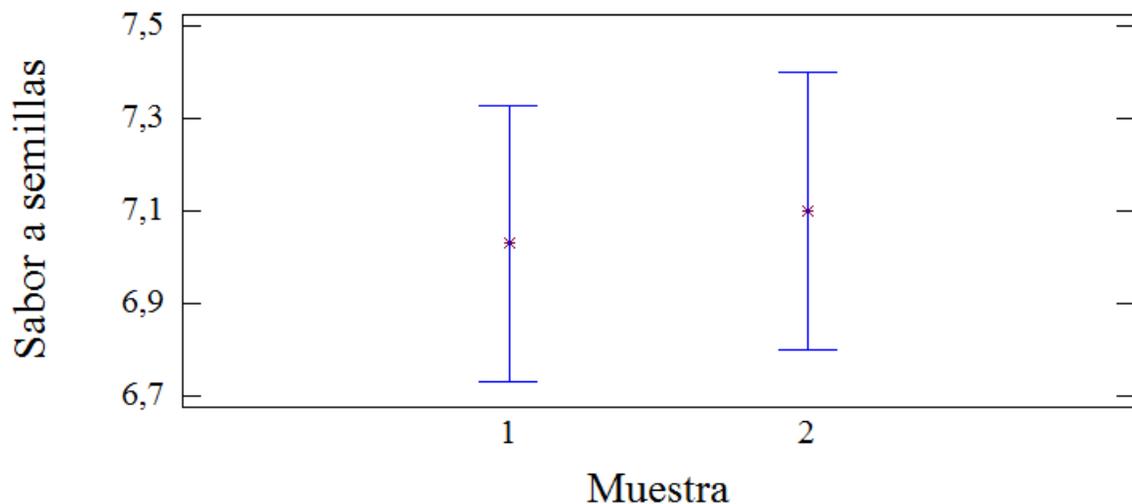
Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:Juez	0,0245	1	0,0245	0,05	0,8319
B:Muestra	2,6405	9	0,293389	0,57	0,7914
RESIDUOS	4,6205	9	0,513389		
TOTAL (CORREGIDO)	7,2855	19			

Todas las razones-F se basan en el cuadrado medio del error residual

El StatAdvisor

La tabla ANOVA descompone la variabilidad de **sabor a semillas** en contribuciones debidas a varios factores. Puesto que se ha escogido la suma de cuadrados Tipo III (por omisión), la contribución de cada factor se mide eliminando los efectos de los demás factores. Los valores-P prueban la significancia estadística de cada uno de los factores. Puesto que ninguno de los valores posee un valor-P menor que 0,05, estos factores no tienen un efecto estadísticamente significativo sobre sabor a semillas con un 95,0% de nivel de confianza.

Means and 95,0 Percent LSD Intervals



Análisis de Varianza para sabor dulce - Suma de Cuadrados Tipo III

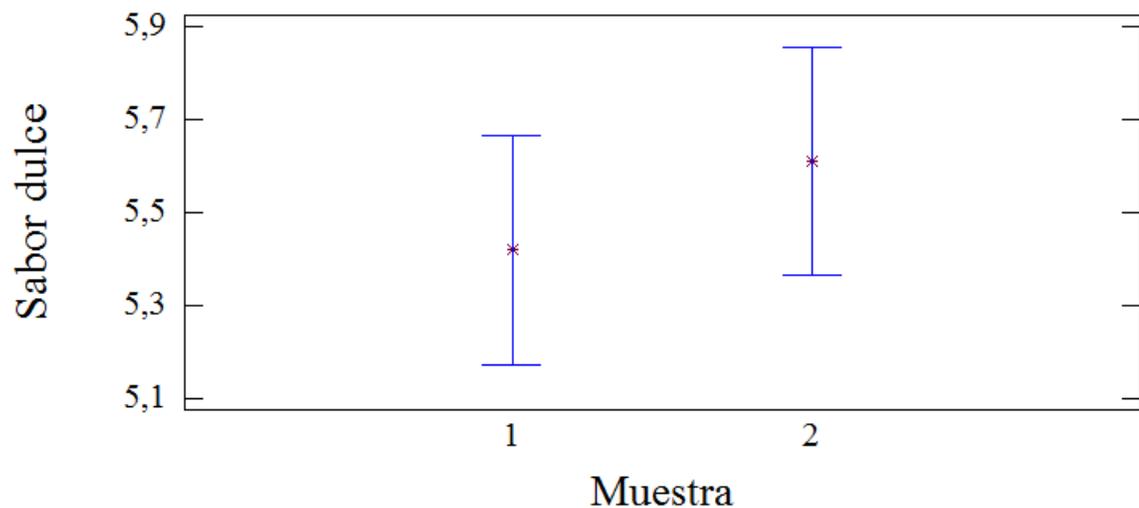
Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
EFFECTOS PRINCIPALES	0,1805				
A:Muestra	0,1805	1	0,1805	1,12	0,3166
B:Juez	3,4850	9	0,386722	2,41	0,1031
RESIDUOS	1,4445	9	0,1605		
TOTAL (CORREGIDO)	5,1055	19			

Todas las razones-F se basan en el cuadrado medio del error residual

El StatAdvisor

La tabla ANOVA descompone la variabilidad de **sabor dulce** en contribuciones debidas a varios factores. Puesto que se ha escogido la suma de cuadrados Tipo III (por omisión), la contribución de cada factor se mide eliminando los efectos de los demás factores. Los valores-P prueban la significancia estadística de cada uno de los factores. Puesto que ninguno de los valores posee un valor-P menor que 0,05, estos factores no tienen un efecto estadísticamente significativo sobre sabor dulce con un 95,0% de nivel de confianza.

Means and 95,0 Percent LSD Intervals



Análisis de Varianza para aspereza - Suma de Cuadrados Tipo III

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
EFFECTOS PRINCIPALES	0,1805				
A:Muestra	0,512	1	0,512	1,97	0,1939
B:Juez	4,9	9	0,544444	2,10	0,1428
RESIDUOS	2,338	9	0,259778		
TOTAL (CORREGIDO)	7,75	19			

Todas las razones-F se basan en el cuadrado medio del error residual

El StatAdvisor

La tabla ANOVA descompone la variabilidad de **aspereza** en contribuciones debidas a varios factores. Puesto que se ha escogido la suma de cuadrados Tipo III (por omisión), la contribución de cada factor se mide eliminando los efectos de los demás factores. Los valores-P prueban la significancia estadística de cada uno de los factores. Puesto que ninguno de los valores posee un valor-P menor que 0,05, estos factores no tienen un efecto estadísticamente significativo sobre aspereza con un 95,0% de nivel de confianza.

Means and 95,0 Percent LSD Intervals

