



NUTRICIÓN Y DIETÉTICA
FACULTAD DE FARMACIA
UNIVERSIDAD DE VALPARAISO



**“FORMULACIÓN DE TRES ALIMENTOS UTILIZANDO COMO INGREDIENTE
CÁSCARA DE MANZANA DESHIDRATADA EN POLVO”**

JAVIER MOLINA CARMONA

Tesis para optar al Título de Nutricionista
Grado Académico De Licenciado En Nutrición y Dietética

DIRECTOR: MARÍA CAROLINA HENRÍQUEZ L.

CO-DIRECTOR: SILVIA SEPÚLVEDA B.

Valparaíso, ENERO DE 2014

AGRADECIMIENTOS

En primer y más importante lugar quiero agradecer a Dios por su infinita e inmensa ayuda en cada una de las etapas durante mi vida tanto personal como en mi formación profesional.

Luego de esto quiero agradecer a mi familia que siempre me ha brindado el apoyo necesario, a mi madre Cecilia, mi padrastro Enrique y mis hermanos Juan Ignacio y Claudia. Además de ellos quiero agradecerle a mi novia Claudia, quien es un pilar fundamental en mi vida y me apoyó siempre en este proceso.

En tercer lugar quiero agradecer a mis profesoras María Carolina Henríquez y Silvia Sepúlveda por la dedicación y paciencia que tuvieron en cada momento para guiar mi aprendizaje. Además a mis profesores informantes, Jaqueline Concha y Héctor Araya por su buena disposición a mejorar mi trabajo y resolver mis dudas.

También quiero agradecer a cada una de las personas que colaboraron con mi tesis, tanto en la planificación como en la logística, entre ellos: mi prima Daniela Carmona, mi amigo Rubén Ramos, Don Sergio del laboratorio de la Escuela de Alimentos de la PUCV, Andrés Córdova, Jorge Saavedra, Andrea Poblete, Karina Navarrete, Gabriela Puño, Katherine Álvarez, Catherine Ramos, Nadia Correa, Franco de CENUVAL.

Finalmente, cada uno de ustedes fue crucial en la elaboración de éste trabajo y no habría sido lo mismo sin la ayuda que cada uno de ustedes me brindó.

Todo lo puedo en Cristo que me fortalece (Filipenses 4:13)

RESUMEN

En este estudio se formularon tres alimentos: queque, puré de manzana sin cáscara y puré de manzana con cáscara, a los cuales se les incorporó un ingrediente deshidratado proveniente de la cáscara de manzana, generada en el procesamiento de la pulpa de manzana de la empresa SURFRUT, con el fin de que dichos alimentos aporten un mayor contenido de polifenoles en relación al mismo alimento sin el ingrediente incorporado.

Para la elaboración del ingrediente y previo al proceso de secado, a la cáscara se le aplicó un agente antipardeamiento, posteriormente se deshidrató bajo condiciones óptimas, y finalmente se molió obteniéndose un polvo. Las condiciones óptimas de secado se obtuvieron a partir de la optimización en base a la cantidad de polifenoles totales de un diseño experimental, donde se trabajó sobre: el agente antipardeamiento, temperatura de secado, velocidad del aire y densidad de carga. Así, fue posible obtener las condiciones óptimas del proceso de secado: Ácido ascórbico al 0,1%, 55 °C, 0,8 (m/s) y 105 (g/cm²).

Tanto para el ingrediente, como para los distintos alimentos formulados, se analizó el contenido de humedad, de polifenoles totales (CPT) y la capacidad antioxidante (ORAC). El ingrediente obtuvo: Humedad: 3,84 (g/100 g), CPT 680,80 (mg EAG/100 g) y ORAC 847,45 (μmoles ET/100 g). Mientras que para los alimentos elaborados los resultados fueron:

1. Queque con ingrediente: Humedad: 24,19 (g/100g), CPT 248,01 (mg EAG/100 g) y ORAC 261,29 (μmoles ET/100 g);
2. puré de manzana sin cáscara con ingrediente: Humedad 79,34(g/100g), CPT 73,77 (mg EAG/100 g) ORAC 270,94 (μmoles ET/100 g M);
3. puré de manzana con cáscara con ingrediente: Humedad 77,50 (g/100g), CPT 68,68 (mg EAG/100 g) y ORAC 267,34 (μmoles ET/100 g).

Finalmente, se midió la aceptabilidad de los alimentos elaborados en un panel de 50 personas no entrenadas pertenecientes a la Universidad de Valparaíso. Los parámetros evaluados fueron: olor, color, sabor, textura y aceptabilidad general. La aceptabilidad general del queque con ingrediente y del puré de manzana con cáscara con ingrediente fue entre 4-5 puntos (escala de 1 a 7). El puré de manzana sin cáscara con ingrediente fue más aceptado, obteniendo un puntaje entre 5-6 puntos (escala de 1 a 7). De esta manera, sería recomendable mejorar las formulaciones para contrastar los resultados expuestos.

SUMMARY

In this study three foods were formulated: Cake, peeled and unpeeled applesauce, to which a dehydrated ingredient from apple skins is added, generated in the processing of apple pulp from the company SUFRUT, in order that these foods provide a higher content of polyphenols compared to the same food without the added ingredient.

To prepare the ingredients and prior to the drying process, an anti-browning agent was added to the apple peel, which was subsequently dehydrated under optimal conditions, and finally ground until obtaining a powder. The optimum drying conditions were obtained from the optimization based on the amount of total polyphenols of an experimental design, where the following variables were controlled: the anti-browning agent, drying temperature, air velocity and bulk density. Thus, it was possible to obtain the optimum conditions of the drying process: 0.1% ascorbic acid, 55 ° C, 0.8 (m / s) and 105 (g / cm²), respectively.

Both for the ingredient, as for the various formulated foods, moisture, total polyphenols content (TPC) and antioxidant capacity (ORAC) were analyzed. The ingredient obtained: Moisture: 3.84 (g/100 g), CPT 680.80 (EAG mg/100 g) and ORAC 847.45 (ET μmoles/100 g). While, for processed foods, the results were: 1. Cake with ingredient: Humidity: 24.19 (g/100g), CPT 248.01 (EAG mg/100 g) and ORAC 261.29 (μmol ET/100 g); 2. Peeled applesauce with ingredient: 79.34 humidity (g/100g), CPT 73.77 (EAG mg/100 g) ORAC 270.94 (μmol ET/100 g); 3. Unpeeled applesauce with the ingredient: 77.50 humidity (g/100g), CPT 68.68 (EAG mg/100 g) and ORAC 267.34 (μmol ET/100 g).

Finally, the acceptability of the produced food was measured in a focus group of 50 untrained people, belonging to the University of Valparaíso. The evaluated parameters were: odor, color, flavor, texture and overall acceptability. The Overall acceptability of the cake with the ingredient and the unpeeled applesauce with the ingredient was 4-5 (on a scale of 1 to 7). The peeled applesauce with ingredient was more accepted, earning a 5-6 score (on a scale of 1-7). Thus, it would be advisable to improve the formulations to contrast the results that were presented.

ÍNDICE GENERAL

Capítulo 1	MARCO TEÓRICO	1
1.1	Realidad en Chile y el mundo	1
1.2	Frutas y verduras	3
1.3	Frutas y verduras: fuente de compuestos fenólicos	6
1.4	Manzana como fuente de compuestos fenólicos	7
1.5	El mercado de la manzana en Chile.....	8
1.6	La cáscara de manzana y algunas de sus propiedades	9
1.7	La cáscara de manzana como valor agregado	10
1.8	Secado como una forma de estabilización de la cascara de manzana	12
Capítulo 2	OBJETIVOS	17
2.1	Objetivo general	17
2.2	Objetivos específicos	17
Capítulo 3	METODOLOGÍA	18
3.1	Elaboración del ingrediente a incorporar	18
3.1.1	Elección del agente antipardeamiento	19
3.1.2	Elección de la condición óptima de secado.....	21
3.2	Análisis químico del ingrediente y la materia prima	22
3.2.1	Humedad	23
3.2.2	Contenido de polifenoles totales (CPT).....	24
3.2.3	Capacidad antioxidante ORAC (Oxygen Radical Absorbance Capacity)	24

3.3	Formulación de los alimentos.....	25
3.3.1	Queque	26
3.3.2	Puré de manzana	27
3.4	Medición de aceptabilidad	30
3.5	Análisis químicos del ingrediente y los alimentos elaborados.....	30
3.6	Análisis estadístico	31
Capítulo 4	RESULTADOS.....	32
4.1	Elaboración del ingrediente a incorporar	32
4.1.1	Elección del agente antipardeamiento	32
4.1.2	Elección de la condición óptima de secado.....	33
4.2	Análisis químico de los ingredientes	37
4.3	Medición de aceptabilidad	39
4.4	Análisis químico de los alimentos elaborados	41
4.5	Análisis estadístico	45
4.5.1	Aceptabilidad de los alimentos.....	45
Capítulo 5	DISCUSIONES.....	51
5.1	Ingrediente: Cáscara de manzana deshidratada en polvo.....	51
5.2	Alimentos	53
5.2.1	Queque	53
5.2.2	Puré de manzana.....	54
5.3	Aceptabilidad.....	56
5.3.1	Queque	56
5.3.2	Purés de manzanas	58

5.4	Comparación del aporte de polifenoles entre los alimentos y una manzana.....	60
Capítulo 6	CONCLUSIONES	61
Capítulo 7	BIBLIOGRAFÍA.....	63
Capítulo 8	APÉNDICES.....	71

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Ensayos realizados para determinar el agente antipardeamiento óptimo	20
Tabla 2. Ensayos correspondientes al diseño experimental que permitió la elección de la condición óptima de secado	22
Tabla 3. Ingrediente y cantidad a adicionar para la elaboración del queque	26
Tabla 4. Ingrediente y cantidad a adicionar para la elaboración del puré de manzana con cáscara y sin cáscara	28
Tabla 5. Humedad, CPT y capacidad antioxidante ORAC en los ensayos realizados para la elección del agente antipardeamiento.	32
Tabla 6. CPT y capacidad antioxidante ORAC de las muestras del diseño experimental que permitirá seleccionar la condición óptima de secado	34
Tabla 7. Valor mínimo, máximo y óptimo de la temperatura, velocidad del aire y concentración de ácido ascórbico en la optimización del diseño experimental para la elección de la condición óptima de secado	35
Tabla 8. Humedad, CPT y capacidad antioxidante ORAC en base húmeda de la cáscara de manzana fresca y deshidratada	38
Tabla 9. Humedad, CPT y capacidad antioxidante ORAC en base seca de la cáscara de manzana fresca y deshidratada	38
Tabla 10. Contenido de humedad, CPT y capacidad antioxidante ORAC en base húmeda para los dos tipos de queques elaborados.....	41
Tabla 11. Contenido de humedad, CPT y capacidad antioxidante ORAC en base seca para los 2 tipos de queques elaborados.....	42

Tabla 12. Contenido de humedad, CPT y capacidad antioxidante ORAC en base húmeda para los 4 distintos purés elaborados	43
Tabla 13. Contenido de humedad, CPT y capacidad antioxidante ORAC en base seca para los 4 distintos purés elaborados	44
Tabla 14. Color, olor, sabor, textura y aceptabilidad general del queque control y el queque con ingrediente	45
Tabla 15. Color, olor, sabor, textura y aceptabilidad general en los 4 tipos de purés realizados.....	47
Tabla 16. Diferencias significativas entre las muestras 1, 2, 3 y 4 ($p < 0,05$ o N.S.) para las variables: color, olor, sabor, textura y aceptabilidad general.....	49
Tabla 17. Aporte de polifenoles totales de queque y puré de manzana con ingrediente y N° de manzanas equivalentes	60
Tabla 18. Clasificación de los principales compuestos fenólicos de origen vegetal, de acuerdo con su estructura química básica	71
Tabla 19. Área de producción para las diferentes especies de manzano por región	72

CAPÍTULO 1 MARCO TEÓRICO

En la actualidad, el mundo se ve enfrentado a una doble carga de malnutrición que incluye la desnutrición y la alimentación excesiva. La malnutrición por exceso, presenta riesgos considerables para la salud humana, provocando principalmente un aumento en las enfermedades crónicas no transmisibles, destacando las enfermedades cardiovasculares. Una de las medidas a realizar para mejorar la salud del ser humano y mejorar las prácticas nutricionales es elaborar alimentos con componentes que generen efectos beneficiosos para la salud y reduzcan el riesgo de contraer enfermedades.

1.1 REALIDAD EN CHILE Y EL MUNDO

El aumento de las enfermedades no transmisibles en términos de morbilidad, se confirma a través de los resultados de la Encuesta Nacional de Salud (ENS) 2009-2010, desarrollada por el Ministerio de Salud, que muestra la prevalencia de una serie de enfermedades junto a sus factores de riesgo. Destaca el predominio de estilos de vida poco saludables, con un elevado consumo de tabaco (40,6%), sedentarismo (88,6%) y exceso de peso (sobrepeso y obesidad, incluida la obesidad mórbida) (64,5%), entre otros. De los problemas de salud crónicos no transmisibles, las enfermedades cardiovasculares se presentan como la primera causa de muerte en el país, y dentro de éstas la enfermedad isquémica del corazón y la enfermedad cerebrovascular son sus principales causas. Además, estos problemas de salud tienen dentro de sus factores de riesgo la diabetes mellitus y la hipertensión arterial, que si

bien constituyen enfermedades por sí mismas, para estas vigilancias se incluyen como factores de riesgo y, en el caso de la diabetes mellitus, también como enfermedad.

En Chile, el infarto agudo del miocardio (IAM) corresponde a la primera causa de muerte específica, con un total de 5.895 fallecidos (tasa de 36 por 100.000 habitantes) y de 7.942 egresos hospitalarios, en el año 2006. La mortalidad es mayor en hombres que en mujeres en todas las edades y aumenta progresivamente con la edad. Es importante recalcar que patologías concomitantes, como la diabetes mellitus y la hipertensión arterial, tienen un mayor riesgo de presentar un infarto agudo al miocardio (MINSAL 2009-2010).

En cuanto a la dieta, la prevalencia de no consumo de frutas y verduras diario alcanza un 31,9% de la población mayor de 15 años, con un consumo mayor en los hombres que en las mujeres, 38,1% y 26,0%, respectivamente. Según la ENS 2009-2010, el 84,5% de las personas consumen menos de 5 porciones diarias de frutas o verduras (Alfaro 2011).

Por esta razón, resulta fundamental modificar este tipo de hábitos centrandó dicha intervención en la prevención de los factores de riesgo a través de la modificación de estilos de vida, que en este caso se buscará que sea a través de la dieta.

Por su parte, la OMS manifiesta que una dieta que va en pro de las enfermedades crónicas no trasmisibles se basa en características como un alto contenido energético, elevado índice glicémico, mayor presencia de azúcares simples y grasas en alimentos, mayor ingesta de grasas saturadas (principalmente de fuentes animales), reducción de la ingesta de hidratos

de carbono complejos y fibra dietética, y además bajo consumo de frutas y verduras (OMS/FAO 2004).

Por esta razón, la OMS recomienda como mínimo consumir 5 porciones de frutas y verduras, lo que equivale a 400 g al día. Esta recomendación se basa en la asociación que existe entre una elevada ingesta de frutas y verduras y una disminución tanto en la prevalencia como la incidencia de enfermedades crónicas no transmisibles, y además en la reducción de la carencia de micronutrientes (OMS/FAO 2005).

En contraposición con las recomendaciones de la OMS, en Chile diversos estudios demuestran que existe un bajo consumo tanto de frutas como de verduras, lo que estaría contribuyendo de manera significativa al aumento de enfermedades crónicas no transmisibles y por consiguiente al aumento de la morbilidad de la población (Atalah y cols 1998; Kain y cols 2001; Yáñez y cols 2001; Olivares y cols 2004).

1.2 FRUTAS Y VERDURAS

Tanto las frutas como las verduras son componentes fundamentales de una dieta saludable no solamente por el aporte de vitaminas y minerales que éstas nos entregan, sino que debido a la acción conjunta de todos sus componentes y a la disminución en el consumo de otros productos, a los que puede desplazar de la alimentación. Desde el punto de vista nutricional las frutas aportan principalmente agua, vitaminas, minerales y fibra dietética.

Desde el punto de vista del aporte calórico energético no sobrepasa las 70 Kcal/100g (excepto el plátano con 97 Kcal/100g) por lo que su consumo resulta útil en dietas de control de peso. Por su parte, las verduras están formadas principalmente por agua (con 90% aproximadamente), seguido por el aporte de hidratos de carbono (principalmente polisacáridos), vitaminas, minerales y fibra dietética; mientras que los contenidos de lípidos y proteínas se encuentran en cantidades bajas. Respecto, al aporte calórico éstas entregan un aporte energético menor a 50 Kcal/100 g por lo que al igual que las frutas son útiles en dietas para controlar el peso (Aranceta y cols 2006).

Diversos estudios científicos y epidemiológicos demuestran que el consumo de frutas y verduras se encuentra estrechamente involucrado con la reducción de los factores de riesgo de las enfermedades crónicas no transmisibles, dentro de las cuales se encuentran las enfermedades cardiovasculares, obesidad, diabetes mellitus tipo 2, cáncer, y enfermedades neurodegenerativas, entre otras (Bravo 1998; Liu 2003; Satija y HV 2012; Rekhly y McConchie 2014).

Tanto las frutas como las verduras, contienen sustancias no nutritivas que se denominan compuestos bioactivos, que son aquellos que aportan un beneficio a la salud más allá de los beneficios nutricionales básicos. Estos compuestos son derivados de azúcares, lípidos y aminoácidos y muchos de ellos han sido aislados y caracterizados químicamente; ellos no tienen una función nutricional clásicamente definida, o no son considerados esenciales para la salud humana, pero tendrían un impacto significativo en el curso de alguna enfermedad.

Numerosos estudios epidemiológicos han asociado el consumo de diferentes tipos de dieta, en la prevención del desarrollo de enfermedades, lo que se ha atribuido a la presencia de determinados compuestos bioactivos (Gil 2010).

Los compuestos bioactivos de origen vegetal se denominan fitoquímicos, dentro de los cuales se encuentran los compuestos fenólicos o polifenoles. Estos componentes biológicamente activos, estarían involucrados en la prevención o la reducción del nivel de radicales libres en nuestro organismo, por esta razón resulta fundamental su consumo ya que dichos compuestos pueden atacar a moléculas biológicamente activas, tales como lípidos, proteínas o ácidos nucleicos y por consiguiente generar daño a nuestro organismo (Łata y Przeradzka 2002; Ignat 2011).

Estos fitoquímicos al ser ingeridos en la dieta a través del consumo de frutas y verduras ejercen diversos roles en nuestro organismo entre los cuales destacan su poder antioxidante, la modulación de las enzimas de desintoxicación, la estimulación del sistema inmune, la reducción de la agregación plaquetaria, la modulación de la síntesis de colesterol y el metabolismo hormonal, la reducción de la presión arterial, y los efectos antibacteriano y antivirales. Aunque estos efectos se han examinado principalmente en animales y en modelos de cultivo celular, estudios experimentales sobre la dieta en humanos también han demostrado la capacidad de las frutas, las verduras y sus componentes para modular algunos de los mecanismos presentes en la prevención de enfermedades (Lampe 1999; Chong y cols 2010; Santhakumar y cols 2014).

1.3 FRUTAS Y VERDURAS: FUENTE DE COMPUESTOS FENÓLICOS

Los compuestos fenólicos están presentes principalmente en alimentos de origen vegetal como frutas, verduras, legumbres, frutos secos, cereales, entre otros (Bravo 1998).

Los compuestos fenólicos son metabolitos secundarios de las plantas y forman un grupo de más de 10.000 compuestos. De acuerdo con su diversidad química, los polifenoles tienen funciones muy diversas en las plantas, entre las cuales destacan funciones de crecimiento y reproducción, conferir defensa contra herbívoros o patógenos y son los responsables del color, el aroma y el sabor de los alimentos que los contienen (Taiz y Zeiger 2006; Gil y Ruiz 2010).

Los compuestos fenólicos forman parte de un grupo muy heterogéneo; comprenden desde moléculas simples, como el ácido fenólico, hasta compuestos altamente polimerizados como los taninos. En cuanto a su estructura química, tienen un anillo aromático en común, con uno o más grupos hidroxilo. Estos compuestos pueden ser divididos en varios grupos, de acuerdo con su estructura química básica. En la Tabla 18 se señala la clasificación de los principales compuestos fenólicos de origen vegetal de acuerdo con su estructura química básica (Gil y Ruiz 2010).

Dentro de los beneficios que nos entregan los compuestos fenólicos, se destaca su efecto antioxidante, antiinflamatorio, antitrombótico, antiangiogénico, antiproliferación celular, y la disminución del colesterol, entre otros (Muñoz y cols 2007; Montero 2014).

1.4 MANZANA COMO FUENTE DE COMPUESTOS FENÓLICOS

Diversos estudios científicos, demuestran que una combinación de productos químicos presentes en las plantas, conocidos como "fitoquímicos", dentro de los cuales se encuentran los polifenoles, presentan propiedades beneficiosas para nuestra salud. Es importante destacar, que estos compuestos se encuentran en la pulpa de la manzana, pero particularmente destaca su alto contenido en la cáscara (Eberhardt y cols 2000; Hermann, 2000; Drogoudi y cols 2008).

La capacidad antioxidante de la manzana es producto de su contenido de compuestos fenólicos principalmente ácido fenólicos (principalmente del tipo hidroxicinámicos) y flavonoides pertenecientes a las clases flavanoles, flavonoles, dihidrochalconas y antocianinas (Vrhovsek y cols 2004).

Los antioxidantes polifenólicos contenidos en las manzanas son responsables de la mayor parte de las actividades antioxidantes de esta fruta. En efecto, las manzanas también contienen ácido ascórbico, el cual aporta menos del 0,4 % de la actividad antioxidante, lo

que indica que los compuestos fenólicos son los principales contribuyentes a dicha actividad (Eberhardt y cols 2000; Lee y cols 2003).

Por otra parte, el consumo de manzana se ha asociado con la disminución del riesgo de cáncer y enfermedades cardiovasculares; las cuales resultan ser las principales causas de muerte en los países desarrollados (Knekt y cols 1997; Le Marchand y cols 2000; Drogoudi y cols 2008).

1.5 EL MERCADO DE LA MANZANA EN CHILE

En Chile la exportación de manzanas para el año 2013 superó las 833 mil toneladas/año (ODEPA 2013).

Según la Tabla 19, el área de producción de manzanos total en Chile es de 31.982,82 hectáreas (Fruits from Chile 2014). Aunque no existen estadísticas oficiales respecto a la producción nacional de manzanas, se puede hacer una estimación basada en antecedentes de catastros considerando la superficie regional, porcentajes de producción destinados a exportación, mercado interno, jugos y deshidratados, y de acuerdo a estos valores se estimó que la producción nacional de manzanas el año 2010 fue de 1.624.000 toneladas (Bravo 2011).

1.6 LA CÁSCARA DE MANZANA Y ALGUNAS DE SUS PROPIEDADES

El alto contenido de compuestos fenólicos presentes en la manzana y principalmente en la cáscara puede conferir beneficios a la salud cuando se consumen por lo que deben ser consideradas como una fuente valiosa de antioxidantes (Wolfe y cols 2003; Tsao y col 2003; Drogoudi y col 2008).

En un estudio realizado por Chinnici y col (2004), se determinó mediante separación por cromatografía líquida de alto rendimiento que la cáscara de manzana en comparación con la pulpa es más rica en casi todos los compuestos fenólicos. En efecto, las clases de compuestos fenólicos identificados en la cáscara fueron flavonoles, flavanoles, procianidinas, dihidrochalconas y hidroxicinamatos; y los compuestos más abundantes fueron epicatequinas, procianidina B2 y floridzina; mientras que la pulpa resultó ser más deficiente en compuestos fenólicos. Por otro lado, se encontró que los principales contribuyentes a la actividad antioxidante en la cáscara fueron flavonoles, flavanoles y procianidinas, los cuales representaron alrededor del 90% de la actividad antioxidante total (Chinnici 2004). En efecto, el alto contenido de compuestos bioactivos, especialmente catequinas, glucósidos de quercetina y procianidinas, entre otros determina que la capacidad antioxidante total sea más de dos veces mayor al de la pulpa, por esta razón podría considerarse como una valiosa fuente de antioxidantes en beneficio de la salud de las personas (Łata y Przeradzka 2002; Chinnici y cols 2004; McGhie y cols 2005).

Además varias investigaciones han informado que la manzana resulta ser una buena fuente de fibra dietética y minerales, destacando que tanto el contenido de fibra dietética como de su contenido mineral son más altos en la cáscara de la manzana, en comparación con otras partes comestibles de la fruta (Gorinstein y cols 2001; Leontowicz y cols 2003; Henríquez y cols 2010).

1.7 LA CÁSCARA DE MANZANA COMO VALOR AGREGADO

Generalmente, la cáscara de la manzana suele ser rechazada en la producción de productos procesados en base a manzana, sin embargo es evidente que dicha cáscara tiene un alto contenido de compuestos bioactivos. En efecto, el procesamiento de la manzana deshidratada genera cáscara como producto de desecho, debido a que industrialmente las manzanas se pelan mediante procesos mecánicos, dicha cáscara se utiliza generalmente como compost o en la producción de jugo. Se estima que alrededor de 9.000 toneladas de cáscara son generadas anualmente como resultado del procesamiento de la manzana (Henríquez y cols 2010).

Por esta razón, debe ser considerada como un producto valioso, con el fin de utilizarla como potencial ingrediente de alimentos funcionales y nutraceuticos debido a la bioactividad de los compuestos fenolicos presentes en ella (Wolfe y Liu 2003; Massini y cols 2013; Rupasinghe y cols 2013; Thilakarathna y cols 2013).

Massini y cols (2013), realizaron una búsqueda bibliográfica en la cual señalan que la cáscara de manzana procesada puede ser utilizada de diferentes formas para la elaboración de alimentos. De esta forma, se realizaron estudios donde se ensayó sobre cáscara de manzana fresca y seca para evaluar el contenido de polifenoles totales y la capacidad antioxidante para luego compararlos con extractos de hierbas, debido a que estos extractos son ricos en polifenoles. En dicho estudio fue posible observar las altas cantidades de ácido ascórbico y polifenoles, lo cual indica de manera significativa el poder antioxidante de la cáscara de manzana; adicionalmente, se destaca su alto aporte de fibra dietética y bajo aporte proteico (Massini y cols 2013).

La recuperación de los antioxidantes provenientes de la cáscara de manzanas procesadas sería una valiosa alternativa para la “eliminación de dicho desecho” y utilización en la elaboración de alimentos aprovechando su elevado poder antioxidante (Rupasinghe y cols 2008; Massini y cols 2013).

Por su parte Rabetafika y cols (2014) realizaron una búsqueda bibliográfica en la cual señalan la utilización de cáscara de manzana como ingrediente funcional en alimentos de panadería, al aportar fibra dietética y capacidad antioxidante de los productos elaborados.

La cáscara de manzana tendría el potencial de mejorar la salud en general cuando se consume, por lo que el desarrollo de un ingrediente a base de dicho desecho representa una atractiva forma de agregar valor a dicha cáscara. Sin embargo, es importante recalcar que

dicho desecho debe ser procesado de una manera adecuada, con el objetivo de conservar la mayor cantidad de compuestos fenólicos presentes al estado fresco, no olvidando que al ser incorporado a un alimento éste sea organolépticamente aceptable. (Wolfe y cols 2003; Rupasinghe y cols 2008; Henríquez y cols 2010).

1.8 SECADO COMO UNA FORMA DE ESTABILIZACIÓN DE LA CASCARA DE MANZANA

El secado de la fruta es una práctica muy antigua, ya que extiende la vida útil y minimiza la manipulación y/o distribución de materias primas con alto contenido de humedad. El proceso de secado genera cambios físicos, químicos y biológicos especialmente en los nutrientes; sin embargo los nutrientes no son los únicos componentes presentes en la fruta que sufren cambios por causa del secado, ya que los compuestos bioactivos también son susceptibles a dicho proceso, debido a que estos son relativamente inestables al calor (Chantaro y cols 2008; Chan y cols 2009).

Por otro lado, existen estudios recientes que han demostrado que los alimentos procesados térmicamente, especialmente las frutas y las verduras, tienen una mayor capacidad antioxidante in vitro, debido a diversos cambios químicos que experimentan durante el tratamiento con calor. Dicha comparación, es respecto a aquellos que se encuentran en estado fresco y que no han sido sometidos a dicho proceso de temperatura (Chang y cols 2006; Mrkic y cols 2006).

Dos importantes requisitos que se deben controlar en el proceso de secado son: la interacción tiempo-temperatura y la inactivación de la enzima polifenoloxidasas.

El secado convectivo es uno de los procesos de deshidratación más utilizados para la conservación de frutas. La utilización de altas temperaturas, alta velocidad del aire y espesores de muestra reducidos, aceleran la pérdida de humedad, por lo que el tiempo de secado es menor, generando mayores rendimientos (Muñiz y cols 2013). Cabe destacar que a estas temperaturas de operación, diversos estudios científicos demuestran que los polifenoles son sensibles a la temperatura y junto con esto se ha determinado una disminución en la actividad antioxidante de los mismos (Larrauri y cols 1997; Karsheva y cols 2013; Liu y cols 2014). Además, una de las limitaciones que existen es la pérdida de compuestos volátiles durante el secado (FAO 2014). Por esta razón, se deben utilizar aquellas temperaturas de secado que retengan la mayor parte de los compuestos fenólicos presentes al estado fresco.

Adicionalmente, junto con la interacción tiempo-temperatura, se debe considerar la inactivación de la enzimas polifenoloxidasas (PFO). La PFO se encuentra en las plantas y es las responsables de las reacciones de pardeamiento enzimático que ocurren durante el almacenamiento, manipulación y procesamiento de las frutas y las verduras. Las polifenoloxidasas, también conocidas como tirosinasas, fenoloxidasas, monofenoloxidasas o cresolasas, catalizan la hidroxilación de monofenoles a ortodifenoles, posteriormente oxidados a ortoquinonas, las cuales se polimerizan dando lugar a pigmentos que presentan

color marrón, rojo o negro, dependiendo de los componentes naturales presentes en los tejidos vegetales. Estas reacciones modifican las características organolépticas y nutricionales del alimento, depreciando su calidad (Matheis y Whitaker 1984; McEvily y cols 1992; Sánchez-Ferrer y cols 1995; Friedman 1996).

La actividad de las enzimas polifenoloxidasas presentes en frutas y verduras puede ser inhibida por calentamiento o por remoción de alguno de sus componentes necesarios: O₂, enzima, Cu²⁺ o sustrato (Guerrero y cols 2005).

Agentes reductores, antioxidantes e inhibidores enzimáticos previenen el pardeamiento reduciendo químicamente las ortoquinonas a difenoles coloreados, inhibiendo la actividad de la enzima por disminución del pH, o quelando el Cu²⁺ en el alimento (Gasull y Becerra 2006).

Diversas investigaciones científicas destacan la elaboración un valioso ingrediente alimentario a partir de cáscara de manzana residual. Dentro de ellas, Wolfe y Liu (2003) desarrollaron un polvo deshidratado sin grandes pérdidas de compuestos bioactivos. En este procedimiento la variedad de manzana utilizada fue la manzana Rome Beauty, la cual fue tratada con agentes antipardeamiento tales como sales de ácido cítrico, ácido ascórbico, antes de ser secados al horno a 60°C. Solamente los tratamientos que utilizaron agentes antipardeamiento conservaron en gran medida los compuestos fenólicos. Las cáscaras de manzanas Rome Beauty se sometieron a los agentes antipardeamiento durante 10 segundos

y bajo diversas condiciones de secado (horno a 40°, secado con aire en túnel a 60°, o secado por liofilización). Tanto en el proceso de secado con aire como el de liofilización se mantuvieron la mayor cantidad de los compuestos fenólicos totales, flavonoides y antocianinas. El contenido total de compuestos fenólicos y flavonoides de estas muestras, fueron similares a los valores de las cáscaras de manzana fresca. De esta forma, dicho polvo obtenido a partir del proceso descrito podría utilizarse en varios productos alimenticios para aportar compuestos bioactivos y promover una buena salud (Wolfe y Liu 2003).

Por su parte Rupasinghe y cols (2009) elaboraron un ingrediente a partir de cáscara de manzana deshidratada en polvo. Dicho ingrediente fue adicionado a un muffins, sustituyendo un porcentaje de la cantidad total de harina. Lo anterior, con el fin de evaluar que tan significativo resultaba ser el proceso de cocción para distintos compuestos fenólicos, fibra dietética y capacidad antioxidante. Junto a esto se midió aceptabilidad y se pudo determinar la importancia de la elaboración de otros productos de panificación, alimentos funcionales o nutraceuticos, que consideren la utilización de dicho ingrediente (Rupasinghe y cols 2009).

En Chile también se han hecho diversas investigaciones, Sepúlveda y cols (2011) desarrollaron un snack de manzana con el fin de introducir el consumo de alimentos deribados de frutas para disminuir la obesidad en escolares de Santiago de Chile. Dicho snack tenía la cualidad de aportar mayor cantidad de fibra dietética, polifenoles y capacidad

antioxidante (FRAP) que las manzanas frescas. Luego de la formulación fue posible medir aceptabilidad en escolares, obteniendo alta aceptabilidad (Sepúlveda y cols, 2011).

Por su parte, Gallegos y cols (2014), elaboraron un ingrediente funcional para el control glicémico en humanos, donde el ingrediente utilizado correspondió a una mezcla de: pomaza de manzana (residuo de la elaboración del jugo de manzana, compuesto básicamente de restos fibrosos de la pulpa, cáscara y semilla), harina de paleta de tuna (residuo molido de la cosecha de la tuna, correspondiente a los tallos de la tuna), pomaza de tomate (residuo del procesamiento de tomate para la elaboración de pasta concentrada, constituido principalmente por la cáscara, restos de pulpa y semilla), afrechillo de arroz (residuo de la separación de las capas externas del grano y el germen, realizada en las operaciones de blanqueado y pulido), en una proporción 1:1:1:1. Dicho ingrediente resultó ser una buena fuente de fibra dietética y fue incorporado a un yogurt (vehículo). Luego de esto, fue consumido el yogurt con el respectivo ingrediente para poder así medir la glicemia en los sujetos que participaron de dicho estudio. Finalmente no se lograron diferencias significativas entre el grupo que consumió el yogurt con ingrediente y el grupo placebo por lo que se recomendó incorporar el ingrediente a otras matrices alimentarias (Gallegos y cols, 2014).

Estas investigaciones confirman la importancia de formular alimentos que incorporen cáscara de manzana deshidratada como un ingrediente, con el fin de incrementar el contenido de compuestos fenólicos.

CAPÍTULO 2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GENERAL

Elaborar tres alimentos utilizando como ingrediente para la elaboración de éstos cáscara de manzana deshidratada en polvo, la cual resulta ser un desecho proveniente del procesamiento industrial de la manzana, de tal manera que dicho ingrediente aporte compuestos fenólicos a los alimentos elaborados.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Obtener un polvo deshidratado a partir de cáscara de manzana residual proveniente de la industria de pulpa de manzana.

- Formular tres alimentos incorporando el ingrediente desarrollado, con el fin de que dichos alimentos aporten un mayor contenido de polifenoles respecto a los mismos alimentos sin el ingrediente de cáscara de manzana deshidratada en polvo.

- Evaluar aceptabilidad con el fin de establecer que tan viable son los productos elaborados.

CAPÍTULO 3 METODOLOGÍA

3.1 ELABORACIÓN DEL INGREDIENTE A INCORPORAR

La muestra utilizada fue cáscara de manzana de la variedad *Granny Smith*, resultante del procesamiento de la pulpa de manzana de la empresa SURFRUT ubicada en la Comuna de Romeral, VI Región. Dicha cascara se congeló en SURFRUT y se mantuvo bajo condiciones óptimas de congelación hasta su procesamiento.

Para la elaboración del ingrediente, la cáscara se descongeló en una solución de agua destilada y agente antipardeamiento por 15 minutos. Posteriormente, la cáscara se deshidrató en un túnel de secado convectivo (UOP8, Armfield Inc., England) perteneciente a la Escuela de Alimentos de la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso.

El procedimiento de secado que se realizó se detalla a continuación:

1. Pesar 1L de agua
2. Pesar gramos de agente antipardeamiento
3. Mezclar agua con agente antipardeamiento
4. Sumergir la cáscara de manzana en la solución
5. Esperar 15 minutos
6. Estrujar la cáscara

7. Separar la muestra húmeda y envasarla
8. Cargar el túnel de secado con la cáscara húmeda
9. Secar a las condiciones de secado hasta llegar a peso constante
10. Una vez obtenida la cáscara de manzana deshidratada, envasar la muestra obtenida y congelar en cámara a -20°C junto con la muestra húmeda.

Finalizado el proceso de secado, los trozos de cáscara de manzana se molieron para disminuir su tamaño y así poder adicionarlos directamente a los alimentos a formular. Dicho proceso se realizó en un molino analítico (A11 Basic, IKA), que permitió obtener un tamaño de partículas de 0,4 mm aproximadamente. De ésta forma se elaboró el ingrediente de cáscara de manzana deshidratada en polvo, el cual se almacenó en bolsas de film laminado metálico, hasta la realización de cada uno de los experimentos.

Para la elaboración del ingrediente se consideraron las siguientes etapas: elección del agente antipardeamiento y elección de la condición óptima de secado.

3.1.1 Elección del agente antipardeamiento

Los tratamientos que se realizaron para evitar la oxidación de la cáscara de manzana fresca fueron los siguientes (Henríquez y cols 2010):

- Aplicación de ácido ascórbico.
- Aplicación de muestra “Surfrut” (muestra entregada por la empresa correspondiente a una mezcla entre ácido cítrico, ácido ascórbico y cloruro de calcio).

Las soluciones de antioxidantes mencionadas anteriormente se aplicaron en la cáscara antes de realizar el proceso de secado.

El detalle de los ensayos que se realizaron para seleccionar el agente antipardeamiento óptimo se presenta en la Tabla 1.

Tabla 1. Ensayos realizados para determinar el agente antipardeamiento

Muestra	Estado de la muestra	Agente antioxidante	Temperatura (°C)	Velocidad del aire (m/s)	Densidad de carga (g/cm²)
1	Húmeda	Ácido ascórbico 0,5%	-	-	-
2	Deshidratada	Ácido ascórbico 0,5%	65	1,3	105
3	Húmeda	Mezcla Surfrut	-	-	-
4	Deshidratada	Mezcla Surfrut	65	1,3	105
5	Húmeda	-	-	-	-
6	Deshidratada	-	65	1,3	105

Tal como se observa, en la Tabla 1, la temperatura de secado fue 65°C, la velocidad del aire 1,3 (m/s) y la densidad de carga 105 (g/cm²). Los análisis químicos, cuyo detalle se presenta en la sección 3.2, se realizaron tanto a las muestras húmedas como a las

deshidratadas, con el fin de comparar el efecto del proceso de secado sobre los parámetros evaluados.

3.1.2 Elección de la condición óptima de secado

Una vez definido el agente antipardeamiento, se procedió a determinar la condición óptima de secado a través de la optimización de un diseño experimental. Este diseño consideró los ensayos que se presentan en la Tabla 2, de manera tal que los parámetros modificados fueron los siguientes:

1. Concentración del agente antipardeamiento
2. Temperatura de secado
3. Velocidad del aire

Respecto a la densidad de carga, ésta se mantuvo constante en todos los experimentos realizados, con un valor de 105 (g/cm²).

Tabla 2. Ensayos correspondientes al diseño experimental que permitió la elección de la condición óptima de secado

Muestra	Ácido ascórbico %	Temperatura (°C)	Velocidad del aire (m/s)	Densidad de carga (g/cm²)
1	0,1	55	1,2	105
2	0,9	55	1,2	105
3	0,5	55	0,8	105
4	0,5	55	1,6	105
5	0,1	65	0,8	105
6	0,9	65	0,8	105
7	0,5	65	1,2	105
8	0,1	65	1,6	105
9	0,9	65	1,6	105
10	0,5	65	1,2	105
11	0,5	65	1,2	105
12	0,1	75	1,2	105
13	0,9	75	1,2	105
14	0,5	75	1,6	105
15	0,5	75	0,8	105

3.2 ANÁLISIS QUÍMICO DEL INGREDIENTE Y LA MATERIA PRIMA

Una vez obtenido el ingrediente, se procedió a realizar los siguientes análisis:

1. Humedad
2. Contenido de polifenoles totales (CPT)
3. Capacidad antioxidante (ORAC)

Los análisis químicos se realizaron en el Laboratorio de Análisis de Alimentos y Compuestos Bioactivos del Centro de Investigación y Desarrollo de Alimentos Funcionales (CIDAF), de la Facultad de Farmacia de la Universidad de Valparaíso.

3.2.1 Humedad

La humedad se determinó por el método de secado en estufa hasta peso constante según A.O.A.C. (A.O.A.C. 2006).

El porcentaje de humedad en base húmeda se determinó por diferencia entre la masa de la muestra inicial y la masa de la muestra seca, que corresponde a la masa de agua en la muestra. Éste se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$\% \text{ Humedad} = \frac{M_i - M_f}{M_i} * 100$$

Donde:

M_i : Masa de la muestra húmeda inicial, [g]

M_f : Masa de la muestra seca final, [g]

Los materiales y equipos se detallan en el Apéndice B.

3.2.2 Contenido de polifenoles totales (CPT)

El contenido de polifenoles totales se determinó mediante la reacción de Folin-Ciocalteu. Ésta se fundamenta en la reacción de óxido-reducción entre compuestos reductores y el reactivo de Folin-Ciocalteu (RFC) al producirse una transferencia alcalina de electrones reduciendo el complejo fosfomolibdico/fosfotúngstico a un cromógeno azul, el cual es medido por colorimetría (Singleton y Rossi, 1965).

Para determinar el contenido de polifenoles totales, se aplicó el protocolo de Singleton y Rossi presentado en el Apéndice B, y de manera paralela, se realizó una curva de calibrado de ácido gálico en un rango de 0 a 700 µg/mL. El valor de la absorbancia obtenido en la muestra, se reemplazo en la curva de calibrado para obtener la concentración de polifenoles totales expresada en µg/mL de ácido gálico.

3.2.3 Capacidad antioxidante ORAC (Oxygen Radical Absorbance Capacity)

El método de ORAC se aplica a muestras biológicas y alimentos, basándose en la inhibición del radical peroxil oxidativo inducido por compuestos como el AAPH (2,2'-azobis (2-amidinopropano) dihidrocloruro). El mecanismo de reacción se basó en la transferencia de un átomo de hidrógeno del antioxidante al radical libre. La pérdida de fluorescencia de la fluoresceína (3'6'-dihidroxi-spiro(isobenzofurano-1(3H),9'(9H)-xantan)-3-uno) como compuesto fluorescente por acción del radical peroxil, es disminuida

o inhibida, (Almajano, 2009) Los resultados se calcularon usando las diferencias de áreas bajo la curva entre el blanco y la muestra y se expresaron como micromoles de equivalentes de Trolox (un análogo hidrosoluble de la vitamina E)/ g muestra ($\mu\text{mol ET} / \text{g}$). El protocolo a realizar se presenta en el Apéndice B (Cao y Prior, 1998 ;Ou y cols, 2001).

Los materiales y equipos a utilizar para cada análisis se presentan en el Apéndice B.

3.3 FORMULACIÓN DE LOS ALIMENTOS

Se elaboraron los siguientes alimentos:

- A. Queque
- B. Puré de manzana sin cáscara
- C. Puré de manzana con cáscara

A todos los alimentos se les adicionó cáscara de manzana deshidratada en polvo, con el objetivo de aportar polifenoles, en comparación a los mismos alimentos sin el ingrediente.

Para la elaboración de los distintos alimentos se realizaron una serie de ensayos con el fin de confeccionar una receta que resultará adecuada desde el punto de vista organoléptico. Luego de la realización de las distintas experiencias, se definió la receta adecuada de cada uno de los productos.

Para la elaboración de dichos alimentos se utilizaron las instalaciones e implementos de CENUVAL, dependencias pertenecientes a la Facultad de Farmacia de la Universidad de Valparaíso.

3.3.1 Queque

En la elaboración del queque se utilizó una base, a la cual se le añadió el ingrediente de cáscara de manzana deshidratada en polvo.

Para la elaboración del queque fue necesario realizar una serie de ensayos (ensayo E1, E2, E3, E4 y E5), junto con un control, el cual no contenía cáscara de manzana deshidratada en polvo. El detalle se presenta en la Tabla 3.

Tabla 3. Ingrediente y cantidad a adicionar para la elaboración del queque

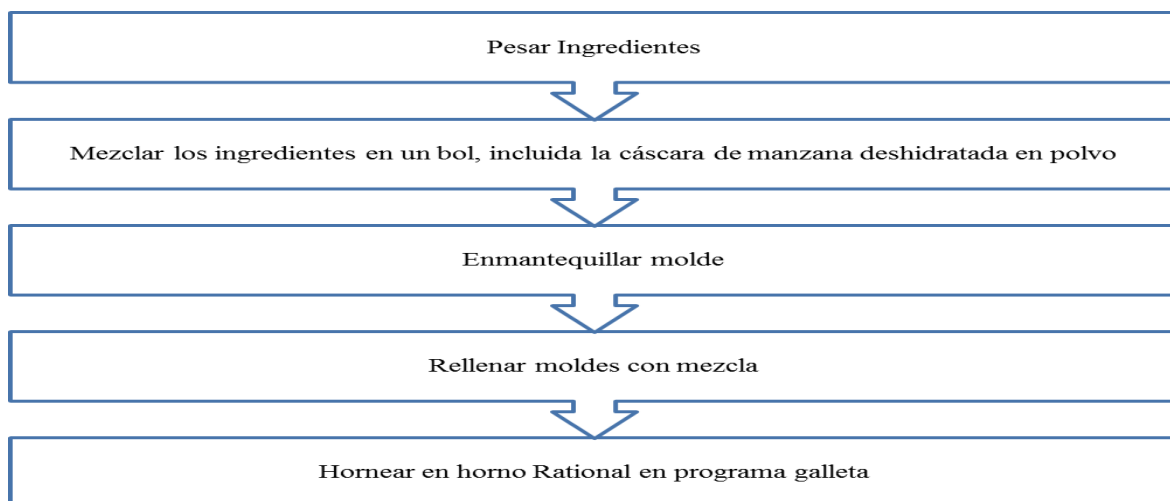
Ingrediente	Unidad	Control	E1	E2	E3	E4	E5
Harina con polvos de hornear	g	9	8	6	5	4	3
Cáscara de manzana deshidratada en polvo	g	0	1	2	3	5	6
Maicena	g	6	6	6	6	6	6
Huevo	g	8	8	8	8	8	8
Leche entera	cc	5	5	5	5	5	5
Mantequilla	g	5	5	5	5	5	5
Azúcar	g	9	9	9	9	9	9
Canela en polvo	g	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1

De los ensayos presentados en la Tabla 3, se escogió E5 como receta a elaborar, debido a sus características organolépticas.

Equipos y utensilios a utilizar:

Balanza, tabla para picar, cubiertos, bol, molde para queque, horno Rational.

Flujograma de preparación:



3.3.2 Puré de manzana

En la elaboración del puré de manzana se utilizaron dos diferentes formulaciones. Una formulación se realizó solamente con la pulpa de la manzana, mientras que la otra se

elaboró con la manzana con cáscara. Una vez realizadas ambas formulaciones, se procedió a añadir la cáscara de manzana deshidratada en polvo a ambos tipos de purés de manzana.

Tanto para la elaboración del puré de manzana con cáscara como para la elaboración del puré de manzana sin cáscara, se utilizaron los ensayos descritos en la Tabla 4.

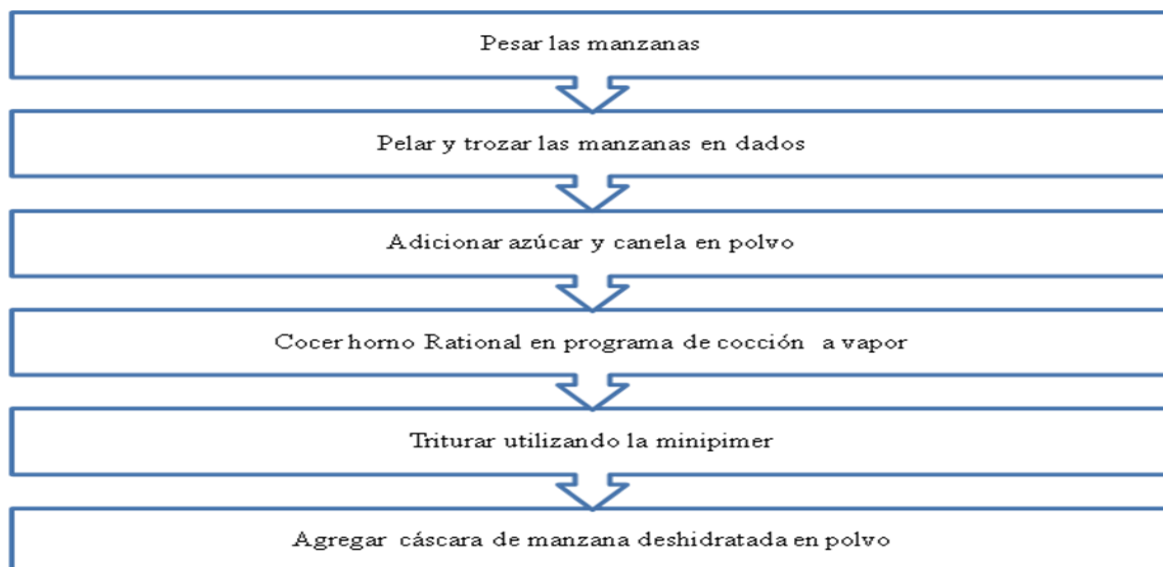
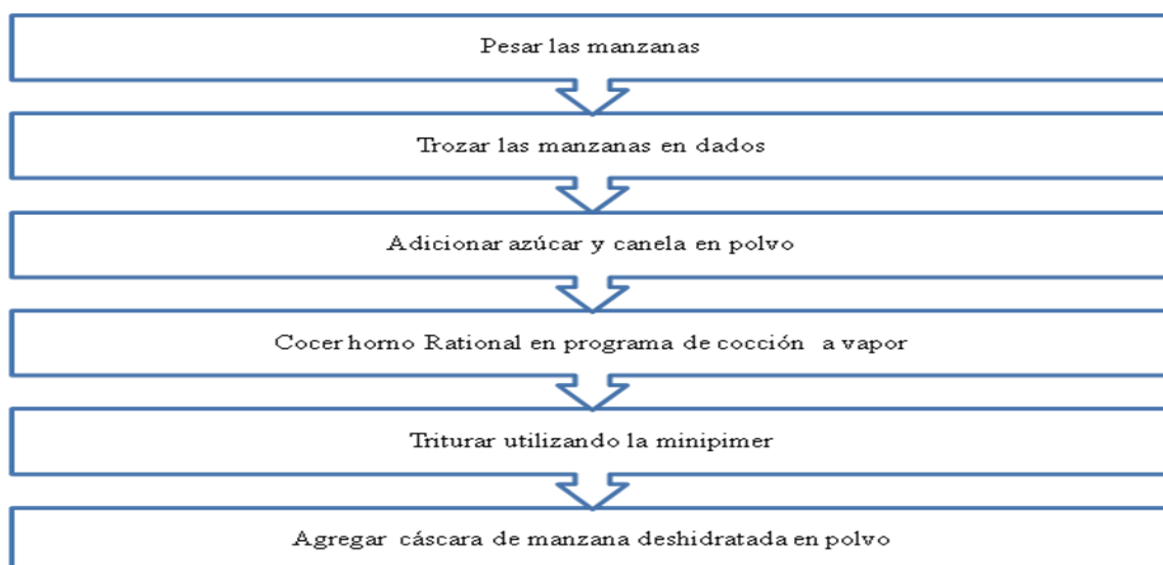
Tabla 4. Ingrediente y cantidad a adicionar para la elaboración del puré de manzana con cáscara y sin cáscara

Ingrediente	Unidad	Control	E1	E2	E3	E4	E5	E6
Manzana	g	127	126	124	122	121	119	117
Cáscara de manzana deshidratada en polvo	g	0	2	3	5	7	8	10
Azúcar	g	25	25	25	25	25	25	25
Canela en polvo	g	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2

De los ensayos presentados en la Tabla 4, se escogió E5 como receta a elaborar, debido a sus características organolépticas.

Equipos y utensilios a utilizar:

Balanza, tabla para picar, cubiertos, bol, minipimer, horno Rational.

Flujograma de preparación del puré de manzana sin cáscara:**Flujograma de preparación del puré de manzana con cáscara:**

3.4 MEDICIÓN DE ACEPTABILIDAD

La aceptabilidad de los alimentos se evaluó a través de un panel de 50 individuos no entrenados, pertenecientes a la Universidad de Valparaíso. Dicho panel consistió en sujetos universitarios entre 18-30 años de ambos sexos, sanos.

Para la medición de aceptabilidad se utilizó una escala hedónica de 7 puntos, donde cada panelista eligió entre las opciones: “me gusta mucho”, “me gusta bastante”, “me gusta ligeramente”, “ni me gusta ni me disgusta”, “me disgusta ligeramente”, “me disgusta bastante” y “me disgusta mucho”, para cada apreciación sensorial, respecto a los atributos organolépticos específicos como color, olor, sabor, textura y aceptabilidad general. El detalle de lo descrito anteriormente se presenta en el Apéndice C.

3.5 ANÁLISIS QUÍMICOS DEL INGREDIENTE Y LOS ALIMENTOS ELABORADOS

Los análisis químicos que se realizaron en el ingrediente deshidratado de cáscara de manzana y en los alimentos elaborados fueron: 1) Humedad, 2) Contenido de polifenoles totales y 3) Capacidad antioxidante ORAC.

La metodología para cada uno de ellos se presentó en la sección 3.2. Los materiales y equipos a utilizar se encuentran en el Apéndice B.

3.6 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Todos los análisis químicos se realizaron considerando tres repeticiones, las cuales se midieron en triplicado. Los resultados se expresan como promedio \pm desviación estándar. Los datos se analizaron mediante un análisis de varianza (ANOVA) y con un $p < 0,05$ se consideraron significativos.

Posteriormente se realizaron los siguientes análisis: 1) Análisis de superficie respuesta para definir la condición óptima de secado; 2) Test de Tukey para evaluar las diferencias significativas entre los alimentos formulados, y 3) Test de Duncan para evaluar diferencias en el análisis sensorial considerando los parámetros organolépticos específicos como color, olor, sabor, textura y aceptabilidad general.

CAPÍTULO 4 RESULTADOS

4.1 ELABORACIÓN DEL INGREDIENTE A INCORPORAR

4.1.1 Elección del agente antipardeamiento

Los resultados de Humedad, CPT y capacidad antioxidante ORAC obtenidos en los ensayos realizados para la elección del agente antipardeamiento, se presentan en la Tabla 5. El secado se realizó considerando los siguientes parámetros: 1) Temperatura 65 (°C); 2) Velocidad del aire: 1,3 (m/s) y 3) Densidad de carga: 105 (g/cm²).

Tabla 5. Humedad, CPT y capacidad antioxidante ORAC en los ensayos realizados para la elección del agente antipardeamiento.

Muestra	Estado	Tipo de agente antip.	Humedad (%)	CPT (mg EAG/100 g)	ORAC (μmoles ET/g)
1	Húmeda	Ác. Asc. 0,5%	84,7±0,5	171,2±3,0	431,8±4,4
2	Deshidratada	Ác. Asc. 0,5%	3,0±0,8	851,8±2,0	433,1±2,8
3	Húmeda	Surfrut	84,3±0,6	153,6±2,3	442,0±1,0
4	Deshidratada	Surfrut	3,8±0,2	706,1±7,1	439,2±1,2
5	Húmeda	*	84,5±0,3	88,3±5,3	433,3±2,6
6	Deshidratada	*	3,8±0,0	436,8±0,5	435,1±2,0

(n=3). Promedio ± DE

* Indica muestra control (sin aplicación de agente antipardeamiento)

** Los valores de CPT y capacidad antioxidante ORAC están expresados en base húmeda

El porcentaje de humedad de las muestras fluctuó entre 84,3 y 84,7 (g/100g) para las muestras húmedas mientras que para las muestras deshidratadas dicho porcentaje fluctuó entre 3,0 y 3,8 (g/100g). Para el contenido de polifenoles totales en las muestras sin tratamiento de deshidratación los valores fluctuaron entre 88,3 y 171,2 (mg EAG/100 g); mientras que para aquellos ensayos que fueron sometidos al tratamiento de deshidratado los valores fluctuaron entre 436,8 y 851,8 (mg EAG/100 g). Respecto a la capacidad antioxidante ORAC, los valores obtenidos para las muestras húmedas fluctuaron entre 431,8 y 442,0 (μ moles ET/g), mientras que para aquellas que fueron sometidas al tratamiento de deshidratado los valores oscilaron entre 433,1 y 439,2 (μ moles ET/g).

Los resultados de la Tabla 5 indican el valor de polifenoles totales de las muestras con ácido ascórbico fue significativamente más alto, en comparación con los valores obtenidos en las muestra con el agente antipardeamiento SURFRUT y en el control ($p < 0,05$). Por lo tanto, el agente antipardeamiento escogido fue ácido ascórbico.

4.1.2 Elección de la condición óptima de secado

Los resultados de CPT y capacidad antioxidante ORAC obtenidos en los ensayos realizados para las muestras del diseño experimental que permitieron seleccionar la condición óptima de secado, se presentan en la Tabla 6.

Tabla 6. CPT y capacidad antioxidante ORAC de las muestras del diseño experimental que permitirá seleccionar la condición óptima de secado

Muestra	Estado	Ácido Ascórbico (%)	T(°C)	Vel. aire (m/s)	CPT (mg EAG/ g MS)	ORAC (µmoles ET/ g MS)
1	Húmeda	-	-	-	1052,17±104,11	6076,0±64,7
	Deshidratada	0,1	55	1,2	618,19±13,65	1587,7±4,1
2	Húmeda	-	-	-	1575,62±80,18	6116,9±63,3
	Deshidratada	0,9	55	1,2	790,79±11,10	1578,4±5,3
3	Húmeda	-	-	-	741,14±103,03	6201,9±18,9
	Deshidratada	0,5	55	0,8	1037,58±15,13	1580,9±7,0
4	Húmeda	-	-	-	1560,41±103,08	6163,5±22,0
	Deshidratada	0,5	55	1,6	720,70±13,30	1570,9±4,3
5	Húmeda	-	-	-	565,75±91,96	5976,6±30,9
	Deshidratada	0,1	65	0,8	1073,04±11,53	901,9±3,6
6	Húmeda	-	-	-	1076,77±86,19	5628,9±12,5
	Deshidratada	0,9	65	0,8	618,86±8,61	907,8±6,3
7	Húmeda	-	-	-	724,74±68,92	5628,4±30,9
	Deshidratada	0,5	65	1,2	1008,75±9,09	905,2±2,9
8	Húmeda	-	-	-	993,84±98,31	5635,7±36,5
	Deshidratada	0,1	65	1,6	796,46±14,36	897,7±19,1
9	Húmeda	-	-	-	691,99±24,77	5584,7±42,3
	Deshidratada	0,9	65	1,6	800,42±3,40	896,0±5,1
10	Húmeda	-	-	-	651,81±96,94	5624,1±41,3
	Deshidratada	0,5	65	1,2	822,69±15,62	915,2±2,3
11	Húmeda	-	-	-	566,43±36,93	5611,1±51,2
	Deshidratada	0,5	65	1,2	801,93±8,32	904,4±6,5
12	Húmeda	-	-	-	957,37±94,45	6193,1±47,8
	Deshidratada	0,1	75	1,2	786,61±10,09	1575,8±5,5
13	Húmeda	-	-	-	941,54±84,85	6136,4±35,2
	Deshidratada	0,9	75	1,2	683,23±7,09	1557,7±13,1
14	Húmeda	-	-	-	804,30±98,50	5614,7±22,2
	Deshidratada	0,5	75	1,6	844,65±9,07	894,4±0,7
15	Húmeda	-	-	-	519,08±36,49	5622,9±37,0
	Deshidratada	0,5	75	0,8	885,17±11,60	900,5±9,5

* (n=3). Promedio ± DE

** Los valores de CPT y capacidad antioxidante ORAC están expresados en base seca. Estos valores se corrigieron considerando un contenido de humedad de 85% (cáscara húmeda) y 4% (cáscara deshidratada)

La Tabla 6 permite observar los distintos tratamientos realizados en el diseño experimental. De ésta forma, los % de ácido ascórbico fluctúan entre 0,1 y 0,9%. Respecto a la temperatura empleada en los distintos experimentos, se utilizaron rangos entre 55° a 75°C. Mientras que la velocidad del aire fluctuó entre 0,8 a 1,6 (m/s). En relación a los resultados obtenidos es posible observar que para los valores de CPT para los experimentos de deshidratado se obtuvieron rangos entre 618 y 1073 (mg EAG/ 100 g MS) respectivamente. Mientras que para aquellas muestras que no fueron sometidas al proceso de deshidratado los valores fluctuaron entre 519 y 1576 (mg EAG/100 g MS) respectivamente. Para los valores de capacidad antioxidante ORAC se observó que aquella muestra que fue sometida al tratamiento de deshidratado, los valores oscilaron entre 894,4 y 1587,7 (µmoles ET/g MS) mientras que para aquella muestra que no fue sometida a dicho tratamiento los valores obtenidos fluctuaron entre 5584,7 y 6201,9 (µmoles ET/g MS) respectivamente.

Los resultados de la optimización del diseño experimental se presentan en la Tabla 7.

Tabla 7. Valor mínimo, máximo y óptimo de la temperatura, velocidad del aire y concentración de ácido ascórbico en la optimización del diseño experimental para la elección de la condición óptima de secado

Factor	Valor mínimo	Valor máximo	Valor óptimo
Temperatura del aire (°C)	55,0	75,0	55,0
Velocidad del aire (m/s)	0,8	1,6	0,8
Ácido ascórbico (%)	0,1	0,9	0,1

Tal como se observa en la Tabla 7, para la temperatura del aire, el valor mínimo fue 55°C y el valor máximo 75°C, de ésta forma el valor óptimo de temperatura fue 55°C. Para la

velocidad del aire el valor mínimo fue 0,8 (m/s) y el valor máximo fue 1,6 (m/s), de ésta forma el valor óptimo de velocidad del aire fue 0,8 (m/s). Finalmente para la concentración de ácido ascórbico, el valor mínimo fue 0,1% y el máximo 0,9%, de ésta forma el valor óptimo de ácido ascórbico fue de 0,1%.

Los valores de CPT de las cáscaras deshidratadas sometidas a diversas condiciones de secado se grafican en la superficie de respuesta presente en la Figura 1.

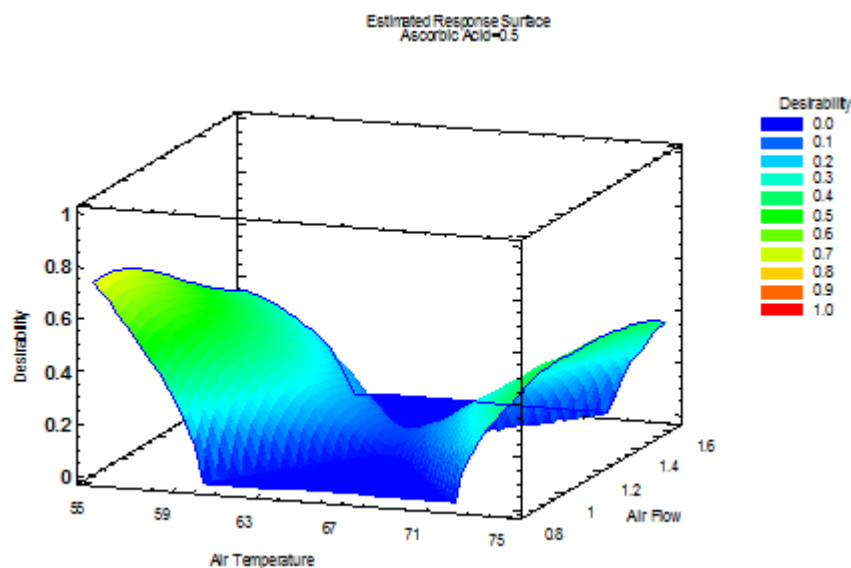


Figura 1. Superficie - respuesta obtenida en la optimización del diseño experimental para la elección de la condición óptima de secado.

Según la optimización por CPT del diseño experimental presentado en la Tabla 2 de la sección 3.1.2, la condición óptima de secado es:

Agente antipardeamiento: Ácido ascórbico 0,1%

Temperatura de secado: 55 °C

Velocidad del aire: 0,8 m/s

Densidad de carga del equipo: 105 g/cm²

4.2 ANÁLISIS QUÍMICO DE LOS INGREDIENTES

El contenido de humedad, CPT y capacidad antioxidante ORAC de la cáscara de manzana fresca y de la cáscara deshidratada con las condiciones óptimas de secado, tanto en base húmeda como en base seca, se presentan en la Tabla 8 y 9, respectivamente.

Tanto para las Tablas 8 y 9, es posible observar las diferencias significativas que existen entre la muestra húmeda, es decir aquella que no fue sometida a un tratamiento de deshidratado versus aquella que si fue sometida al tratamiento de deshidratado. Respecto a la humedad, es posible ver que para la muestra sin tratamiento el valor es de un 83,88 (g/100g) mientras que aquella que fue sometida a deshidratación presenta un 3,84 (g/100g) de humedad.

Tabla 8. Humedad, CPT y capacidad antioxidante ORAC en base húmeda de la cáscara de manzana fresca y deshidratada

Estado	Humedad (g/100 g)	CPT (mg EAG/100 g)	ORAC (μmoles ET/ g)
Húmeda	83,88±0,51	162,75±2,15 b	780,29±2,29 b
Deshidratada	3,84±0,87	680,8±3,95 a	847,45±4,78 a

* (n=3). Promedio ± DE

** Los valores de CPT y capacidad antioxidante ORAC están expresados en base húmeda.

*** Los valores en la misma columna con diferentes letras, indican diferencia significativa $p < 0,05$ (ANOVA).

Para los valores de CPT, la muestra que no fue sometida a deshidratado presentó 162,75 (mg EAG/100 g), mientras que aquella muestra que fue deshidratada presentó 680,8 (mg EAG/100 g). Respecto a los valores de capacidad antioxidante ORAC, aquella muestra sin tratamiento de deshidratado presentó un valor de 780,29 (μmoles ET/ g), mientras que aquella que fue deshidratada presentó un valor de 847,45 (μmoles ET/ g).

Tabla 9. Humedad, CPT y capacidad antioxidante ORAC en base seca de la cáscara de manzana fresca y deshidratada

Estado	Humedad (g/100 g)	CPT (mg EAG/100 g MS)	ORAC (μmoles ET/ g MS)
Húmeda	83,88±0,51	1.009,54±13,31 a	4.840,23±14,18 a
Deshidratada	3,84±0,87	707,97±4,11 b	881,27±4,97 b

*(n=3). Promedio ± DE

** Los valores de CPT y capacidad antioxidante ORAC están expresados en base seca

*** Los valores en la misma columna con diferentes letras, indican diferencia significativa $p < 0,05$ (ANOVA).

Respecto a los valores de CPT obtenidos, la muestra que no fue sometida a deshidratado presentó 1009,54 (mg EAG/100 g MS); mientras que aquella muestra que fue deshidratada presentó 707,97 (mg EAG/100 g MS). Por su parte, los valores de capacidad antioxidante

ORAC presentados muestran que la muestra que no fue deshidratada presentó un valor de 4.840,23 ($\mu\text{moles ET/ g MS}$) versus aquella que fue deshidratada, obteniendo un valor de 881,27 ($\mu\text{moles ET/ g MS}$).

4.3 MEDICIÓN DE ACEPTABILIDAD

El análisis de los datos obtenidos en la aceptabilidad de los alimentos, está detallado en la sección 4.5 a través de un análisis estadístico desarrollado tanto para el queque como para el puré de manzana. Por otro lado, algunos de los comentarios recibidos para cada uno de los alimentos fueron los siguientes:

Puré de manzana con cáscara sin ingrediente:

“Ricos los pedacitos de cáscara”, “me gusta la acidez”, “buena textura”, “mala textura por los trozos de cáscara”, “no me gusta, muy ácido”.

Puré de manzana sin cáscara sin ingrediente:

“Textura agradable”, “olor a canela”, “ácido pero menos que el anterior”, “sabor y textura mejores que el anterior”, “no me gusta, muy ácido”, “le falta un poco de firmeza”, “peor sabor que el anterior”

Puré de manzana con cáscara con ingrediente:

“Buen sabor”, “sabor muy rico”, “ricos los trozos de cáscara”, “olor casi no se siente”, “la fibra se siente pero no molesta”, “color muy malo”, “no me gustó la textura”, “tiene demasiada cáscara”, “pedazos de cáscara muy grandes”.

Puré de manzana sin cáscara con ingrediente:

“Agradable sabor y textura”, “muy buen sabor”, “muy rico”, “textura buena”, “color y textura bastante mejores que las anteriores”, “no me gustó”, “sabor no del todo agradable”, “muy granuloso”, “textura muy porosa, desagradable”, “falta más dulzor”.

Queque control:

“Sabroso”, “agradable textura”, “muy suave y agradable”, “rico”, “le falta más sabor y color”, “muy seco”, “poco sabor”.

Queque con ingrediente:

“Muy rico sabor”, “textura granulada”, “más duro que el queque anterior” “muy seco”, “sabor amargo”.

4.4 ANÁLISIS QUÍMICO DE LOS ALIMENTOS ELABORADOS

Los resultados del contenido de humedad, CPT y capacidad antioxidante ORAC en base húmeda y seca para los distintos queques elaborados se presentan en la Tabla 10 y 11 respectivamente.

Tabla 10. Contenido de humedad, CPT y capacidad antioxidante ORAC en base húmeda para los dos tipos de queques elaborados

Muestra	Humedad (g/100 g)	CPT (mg EAG/100 g)	ORAC (μmoles ET/ g)
Queque más ingrediente	24,19 \pm 0,28	248,01 \pm 3,79 a	261,29 \pm 1,73 a
Queque sin ingrediente	25,96 \pm 0,46	61,05 \pm 3,87 b	255,69 \pm 1,27 b

* (n=3). Promedio \pm DE

** Los valores de CPT y capacidad antioxidante ORAC están expresados en base húmeda

*** Los valores en una columna con diferentes letras, indican diferencia significativa $p < 0,05$ (ANOVA).

Tal como se observa en la Tabla 10, respecto a la humedad obtenida, los valores fluctuaron entre 24,19 y 25,96 (g/100 g) respectivamente; siendo el primero el queque más el ingrediente mientras que el segundo valor corresponde al queque sin el ingrediente.

Para los valores de CPT obtenidos es posible observar que el menor valor corresponde a 61,05 (mg EAG/100 g), correspondiente al queque sin el ingrediente, mientras que el queque con el ingrediente presentó un valor de 248,01 (mg EAG/100 g) ($p < 0,05$). Respecto a los valores de capacidad antioxidante ORAC obtenidos, fue posible observar que para el

queque sin el ingrediente presentó un valor de 255,69 ($\mu\text{moles ET/ g}$), mientras que el queque con el ingrediente presentó un valor de 261,29 ($\mu\text{moles ET/ g}$) ($p < 0,05$).

Tabla 11. Contenido de humedad, CPT y capacidad antioxidante ORAC en base seca para los 2 tipos de queques elaborados

Muestra	Humedad (g/100 g)	CPT (mg EAG/100 g MS)	ORAC ($\mu\text{moles ET/ g}$ MS)
Queque más ingrediente	24,19 \pm 0,28	327,16 \pm 5,00 a	344,68 \pm 2,28 a
Queque sin ingrediente	25,96 \pm 0,46	82,45 \pm 5,22 b	345,34 \pm 1,71 a

* (n=3). Promedio \pm DE

** Los valores de CPT y capacidad antioxidante ORAC están expresados en base seca

*** Los valores en una columna con diferentes letras, indican diferencia significativa $p < 0,05$ (ANOVA).

La Tabla 11 permite observar que para los valores de CPT se obtuvieron 82,45 (mg EAG/100 g MS), correspondiente al queque sin el ingrediente, mientras que el queque con el ingrediente presentó 327,16 (mg EAG/100 g MS) respectivamente. En relación a los valores de capacidad antioxidante ORAC, los valores obtenidos fueron de 345,34 ($\mu\text{moles ET/g MS}$) para el queque sin ingrediente y 344,68 ($\mu\text{moles ET/g MS}$), para el queque con el ingrediente.

Los resultados del contenido de humedad, CPT y capacidad antioxidante ORAC en base húmeda y seca para los distintos purés elaborados se presentan en la Tabla 12 y 13 respectivamente.

Tabla 12. Contenido de humedad, CPT y capacidad antioxidante ORAC en base húmeda para los 4 distintos purés elaborados

Muestra	Humedad (g/100 g)	CPT (mg EAG/100 g)	ORAC (μmoles ET/ g)
Puré manzanas c/cáscara + ingrediente	77,50±0,47	68,68±2,06 a	267,34±0,57 b
Puré manzanas c/cáscara sin ingrediente	78,83±0,28	49,70±3,37 b	261,43±0,64 c
Puré manzanas sin cáscara + ingrediente	79,34±0,26	73,77±3,44 a	270,94±1,43 a
Puré manzanas sin cáscara sin ingrediente	80,36±0,33	51,36±2,51 b	266,50±0,90 b

* (n=3). Promedio ± DE

** Los valores de CPT y capacidad antioxidante ORAC están expresados en base húmeda

*** Los valores en la misma columna con diferentes letras, indican diferencia significativa $p < 0,05$ (ANOVA).

Tal como se muestra en la Tabla 12 y 13, los valores de humedad fluctúan entre 77,5 y 80,36 (g/100 g) para los distintos purés de manzanas elaborados, tanto para aquellos que presentaron el ingrediente como para aquellos que no lo presentaron.

En relación a los resultados de CPT obtenidos, se observa que varió entre 49,7 y 73,77 (mg EAG/100 g) entre los distintos purés elaborados ($p < 0,05$). Respecto a los valores de capacidad antioxidante ORAC se obtuvieron valores entre 261,43 y 270,94 (μmoles ET/g) para los distintos purés elaborados ($p < 0,05$).

Tabla 13. Contenido de humedad, CPT y capacidad antioxidante ORAC en base seca para los 4 distintos purés elaborados

Muestra	Humedad (g/100 g)	CPT (mg EAG/100 g MS)	ORAC (μmoles ET/ g MS)
Puré manzanas c/cascara + ingrediente	77,50±0,47	305,21±9,17 b	1.188,03±2,55d
Puré manzanas c/cascara sin ingrediente	78,83±0,28	234,79±15,91 c	1.235,01±3,04 c
Puré manzanas sin cáscara + ingrediente	79,34±0,26	357,08±16,63 a	1.311,41±6,94 b
Puré manzanas sin cáscara sin ingrediente	80,36±0,33	261,56±12,77 c	1.357,15±4,60 a

* (n=3). Promedio ± DE

** Los valores de CPT y capacidad antioxidante ORAC están expresados en base seca

*** Los valores en la misma columna con diferentes letras, indican diferencia significativa $p < 0,05$ (ANOVA).

De acuerdo a los datos entregados en la Tabla 13, los valores de CPT fluctuaron entre 234,79 y 357,08 (mg EAG/100 g MS) para los distintos purés elaborados ($p < 0,05$). Respecto a los valores de capacidad antioxidante ORAC, éstos valores fluctuaron entre 1188,03 y 1357,15 (μmoles ET/g MS) respectivamente para los distintos purés elaborados ($p < 0,05$).

4.5 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

4.5.1 Aceptabilidad de los alimentos

Queque

Los resultados de los parámetros de color, olor, sabor, textura y aceptabilidad general del queque control y el queque con ingrediente se presentan en la Tabla 14.

Tabla 14. Color, olor, sabor, textura y aceptabilidad general del queque control y el queque con ingrediente

Factor	Muestra	($\bar{X} \pm DE$)	p
Color	Queque control	6,20±0,83	p<0,05
	Queque con ingrediente	5,08±1,37	
Olor	Queque control	6,06±0,82	p<0,05
	Queque con ingrediente	4,70±1,25	
Sabor	Queque control	6,00±0,93	p<0,05
	Queque con ingrediente	4,44±1,73	
Textura	Queque control	5,80±1,03	p<0,05
	Queque con ingrediente	4,04±1,76	
Aceptabilidad general	Queque control	6,06±0,79	p<0,05
	Queque con ingrediente	4,40±1,47	

* (n=50). Promedio \pm DE

La Tabla 14 permite observar los resultados obtenidos a partir del análisis estadístico de las distintas variables evaluadas sensorialmente a los distintos queques. En los dos tipos de queques fue posible obtener un $p < 0,05$; lo que indica que todas las variables evaluadas color, olor, sabor, textura y aceptabilidad general fueron significativamente diferentes entre

sí. Respecto al promedio obtenido para las distintas variables el menor valor fue de 4,04, obtenido por la variable textura respecto al queque con el ingrediente. Respecto al mayor valor obtenido de 6,20, éste se obtuvo en la variable color en el queque control.

Purés de manzanas

Las muestras se enumeraron de la siguiente manera:

Puré manzanas c/cáscara sin ingrediente: 1

Puré manzanas s/cáscara sin ingrediente: 2

Puré manzanas c/cáscara con ingrediente: 3

Puré manzanas s/cáscara con ingrediente: 4

Los resultados de los parámetros de color, olor, sabor, textura y aceptabilidad general de los 4 tipos de purés realizados se presentan en la Tabla 15.

La Tabla 15 permite observar los resultados obtenidos a partir de las distintas variables evaluadas sensorialmente en los distintos purés de manzanas. Tanto para color, olor, sabor, textura y aceptabilidad general fue posible obtener distintos resultados ($p < 0,05$). Para la variable color, los valores fluctuaron entre 3,62 correspondiente al puré manzanas c/cáscara con ingrediente y 5,5 correspondiente al puré manzanas s/cáscara sin ingrediente. Para la

variable olor, los valores fluctuaron entre 4,82 para el puré manzanas c/cáscara con ingrediente, y 5,7 para el puré manzanas c/cáscara sin ingrediente.

Tabla 15. Color, olor, sabor, textura y aceptabilidad general en los 4 tipos de purés realizados

Factor	Muestra	(X±DE)	p Muestras	p Jueces
Color	1	4,92±1,38	p<0,05	p<0,05
	2	5,5±1,36		
	3	3,62±1,39		
	4	4,52±1,29		
Olor	1	5,70±1,02	p<0,05	p<0,05
	2	5,64±1,12		
	3	4,82±1,06		
	4	5,18±1,14		
Sabor	1	5,30±1,25	p<0,05	p<0,05
	2	5,66±1,89		
	3	4,56±1,59		
	4	5,12±1,47		
Textura	1	4,80±1,48	p<0,05	N.S.
	2	5,86±0,99		
	3	3,84±1,62		
	4	5,10±1,50		
Aceptabilidad general	1	5,24±1,09	p<0,05	p<0,05
	2	5,76±0,85		
	3	4,22±1,34		
	4	5,02±1,33		

*p Muestras indica diferencias entre cada una de las muestras respecto a cada variable.

*p Jueces indica que las opiniones presentan o no diferencias significativas respecto a cada variable.

Respecto a la variable sabor, los valores obtenidos fluctuaron entre 4,56 y 5,66 para el puré manzanas c/cáscara con ingrediente y el puré manzanas s/cáscara sin ingrediente respectivamente. Los valores obtenidos por la textura arrojaron el menor puntaje de 3,84

para el puré manzanas c/cáscara con ingrediente mientras que el mayor puntaje de 5,86 fue obtenido por el puré manzanas s/cáscara sin ingrediente. Finalmente para la variable de aceptabilidad general, los valores fluctuaron entre 4,22 y 5,76 correspondiendo estos valores al puré manzanas c/cáscara con ingrediente y puré manzanas s/cáscara sin ingrediente respectivamente.

Las muestras 1, 2,3 y 4 son significativamente distintas entre ellas, tanto para el color, olor, sabor, textura y aceptabilidad general.

La apreciación de los jueces fue significativamente distinta para las muestras 1, 2, 3 y 4, tanto como para el color, olor, sabor y aceptabilidad general; mientras que para la textura no hubo diferencias significativas.

Los resultados del Test de Duncan para la comparación entre las muestras 1, 2, 3 y 4 se presentan en la Tabla 16.

Tabla 16. Diferencias significativas entre las muestras 1, 2, 3 y 4 ($p < 0,05$ o N.S.) para las variables: color, olor, sabor, textura y aceptabilidad general.

Color		Sabor	
Muestras comparadas	p	Muestras comparadas	p
2 y 1	$p < 0,05$	2 y 1	N.S.
1 y 4	N.S.	1 y 4	N.S.
4 y 3	$p < 0,05$	4 y 3	$p < 0,05$
2 y 4	$p < 0,05$	2 y 4	N.S.
1 y 3	$p < 0,05$	1 y 3	$p < 0,05$
2 y 3	$p < 0,05$	2 y 3	$p < 0,05$
Olor		Textura	
Muestras comparadas	p	Muestras comparadas	p
1 y 2	N.S.	2 y 4	$p < 0,05$
2 y 4	$p < 0,05$	4 y 1	N.S.
4 y 3	$p < 0,05$	1 y 3	$p < 0,05$
1 y 4	$p < 0,05$	2 y 1	$p < 0,05$
2 y 3	$p < 0,05$	4 y 3	$p < 0,05$
1 y 3	$p < 0,05$	2 y 3	$p < 0,05$
Aceptabilidad general			
Muestras comparadas		p	
2 y 1		$p < 0,05$	
1 y 4		N.S.	
4 y 3		$p < 0,05$	
2 y 4		$p < 0,05$	
2 y 3		$p < 0,05$	

Respecto a los resultados obtenidos a partir del test de Duncan, el valor de $p < 0,05$ indica que si hubo diferencias significativas entre las muestras evaluadas, mientras que el indicador N.S. indica que no existió diferencias significativas entre las muestras, es decir que las muestras evaluadas son similares.

Para las variables color, olor, sabor, las menos aceptadas fueron el puré de manzana c/cáscara con ingrediente (muestra 3) y el puré de manzana s/cáscara con ingrediente (muestra 4). Para la variable textura, las menos aceptadas fueron el puré de manzana con cáscara sin ingrediente (muestra 1) y puré de manzana con cáscara con ingrediente (muestra 3). Finalmente para aceptabilidad general, las menos aceptadas fueron el puré de manzana c/cáscara con ingrediente (muestra 3) y el puré de manzana s/cáscara con ingrediente (muestra 4).

CAPÍTULO 5 DISCUSIONES

5.1 INGREDIENTE: CÁSCARA DE MANZANA DESHIDRATADA EN POLVO

El ácido ascórbico fue el agente antipardeamiento más adecuado debido a la mayor cantidad de polifenoles (CPT) obtenida en la muestra deshidratada, con un valor de 851,8 (mg EAG/100 g) contra 706,1 (mg EAG/100 g) para la mezcla Surfrut. A pesar de que se obtuvo un valor levemente mayor de capacidad antioxidante (ORAC) para la muestra con mezcla Surfrut, se seleccionó el ácido ascórbico ya que es mayormente utilizado a nivel industrial y cumple con el objetivo de obtener el mayor contenido de polifenoles en el ingrediente.

El aumento del contenido de polifenoles totales en la muestra deshidratada versus la muestra sin tratamiento de deshidratado fue evidente, con un valor de 162,75 (mg EAG/100 g) versus 680,8 (mg EAG/100 g), obteniéndose un aumento de 318,31% más de polifenoles para los valores expresados en base húmeda. Lo mismo sucedió para la capacidad antioxidante, con un valor de 780,29 (μ moles ET/g M) para la muestra deshidratada contra un valor de 847,45 (μ moles ET/g M) para la muestra húmeda, aumentando un 8,6% más de equivalentes de trolox, correspondientes a la capacidad antioxidante.

El valor de CPT expresado en base seca sometido al tratamiento de deshidratado es inferior al valor obtenido sin tratamiento de deshidratado, debido a la pérdida de polifenoles en el

proceso de secado, ya que éstos son termolábiles (Eldridge y cols 2014). Según lo anterior, la capacidad antioxidante también disminuyó en la muestra deshidratada, ya que es directamente proporcional al contenido de polifenoles.

Los valores de CPT obtenidos para la muestra húmeda y deshidratada expresados en base seca fueron 1.009,54 y 707,97 (mg EAG/100 g MS) respectivamente, donde se retuvo un 70,13% de polifenoles al deshidratar la muestra, perdiéndose un 29,87% de polifenoles totales en el tratamiento de deshidratación.

Los valores de capacidad antioxidante ORAC obtenidos para la muestra húmeda y deshidratada expresados en base seca fueron 4.840,23 y 881,27 (μ moles ET/g MS) respectivamente, donde se retuvo un 18,20% de equivalentes de trolox al deshidratar la muestra, perdiéndose un 81,79% de capacidad antioxidante en el tratamiento de deshidratación.

Según un estudio realizado por Rupasinghe y cols (2008), el contenido de polifenoles totales promedio de la cáscara de manzana deshidratada de dos variedades: “*Idared*” y “*Northern Spy*” son 4.628 y 5.588 (μ g EAG/g MS) respectivamente, con un valor promedio entre ellos de 5.108 (μ g EAG/g MS). El valor obtenido en nuestra investigación resulta ser 38,60% mayor que el promedio ente las dos variedades reportado por ellos, con un valor de 7.079,7 (μ g EAG/g MS), lo cual se puede deber a que dichos autores no optimizaron el proceso de secado, además de otras variables como: distinta variedad de manzana utilizada,

junto con sus condiciones de maduración, cosecha, crecimiento, fertilización del suelo, riego, la intensidad de la luz y las temperaturas de día y noche, entre otros factores que afectan el contenido de polifenoles. (Davey y cols 2000).

El valor de capacidad antioxidante expresado en base seca obtenido fue de 220.573,07 ($\mu\text{g ET/g MS}$), el cual es 320,86% mayor al promedio de las dos variedades reportado en bibliografía de 52.410 ($\mu\text{g ET/g MS}$) (Rupasinghe y cols 2008).

Tanto para los resultados en base seca como base húmeda, los valores de CPT y capacidad antioxidante ORAC presentan diferencias significativas ($p < 0,05$) entre las muestras húmedas y deshidratadas, afirmando lo dicho anteriormente.

5.2 ALIMENTOS

5.2.1 Queque

El contenido de polifenoles totales del queque con ingrediente fue de 248,01 (mg EAG/100 g), aumentando en un 306,24% en comparación al queque control, el cual presentó un valor de 61,05 (mg EAG/100 g). Lo mismo sucedió para los valores de capacidad antioxidante ORAC obtenidos, con 261,29 ($\mu\text{moles ET/g}$) para el queque con ingrediente y 255,69 ($\mu\text{moles ET/g}$) para el queque control, aumentando en un 2,19%.

Respecto a las diferencias de los valores en base húmeda de CPT y capacidad antioxidante ORAC para ambos queques, éstos presentaron diferencias significativas ($p < 0,05$), lo cual se refleja en lo mencionado anteriormente.

Respecto a las diferencias de los valores en base seca de CPT para ambos queques, éstos presentaron diferencias significativas ($p < 0,05$), mientras que para los valores en base seca de capacidad antioxidante ORAC no hubo diferencias significativas entre ambos queques ($p > 0,05$), es decir, las muestras se comportaron de manera similar.

5.2.2 Puré de manzana

El contenido de polifenoles totales del puré de manzana con cáscara con ingrediente fue de 68,68 (mg EAG/100 g), aumentando en un 38,18% en comparación al puré de manzana con cáscara sin ingrediente, el cual presentó un valor de 49,70 (mg EAG/100 g). Lo mismo sucedió para los valores de capacidad antioxidante ORAC obtenidos, con 267,34 (μ moles ET/g) para el puré de manzana con cáscara con ingrediente y 261,43 (μ moles ET/g) para el puré de manzana con cáscara sin ingrediente, aumentando en un 2,26%.

El contenido de polifenoles totales del puré de manzana sin cáscara con ingrediente fue de 73,77 (mg EAG/100 g), aumentando en un 43,63% en comparación al puré de manzana con cáscara sin ingrediente, el cual presentó un valor de 51,36 (mg EAG/100 g). Lo mismo sucedió para los valores de capacidad antioxidante ORAC obtenidos, con 270,94 (μ moles

ET/g) para el puré de manzana sin cáscara con ingrediente y 266,50 (μ moles ET/g M) para el puré de manzana con cáscara sin ingrediente, aumentando en un 1,66%.

Respecto a las diferencias de los valores en base húmeda de CPT para los distintos purés de manzana, el puré de manzana con cáscara con ingrediente y el puré de manzana sin cáscara con ingrediente, no presentaron diferencias significativas ($p>0,05$). El puré de manzana con cáscara sin ingrediente y el puré de manzana sin cáscara sin ingrediente, tampoco presentaron diferencias significativas ($p>0,05$), por lo que son similares. Cabe destacar que estos grupos de purés similares entre sí, presentan diferencias significativas entre ellos ($p<0,05$): el puré de manzana con cáscara con ingrediente y el puré de manzana sin cáscara con ingrediente son diferentes al puré de manzana con cáscara sin ingrediente y al puré de manzana sin cáscara sin ingrediente.

Por otro lado, para los valores en base húmeda de capacidad antioxidante ORAC no hubo diferencias significativas ($p>0,05$) entre el puré de manzana con cáscara más ingrediente y el puré de manzana sin cáscara sin ingrediente, es decir, las muestras se comportaron de manera similar. Estas dos últimas muestras presentaron diferencias significativas ($p<0,05$) con el puré de manzana con cáscara sin ingrediente y con el puré de manzana sin cáscara con ingrediente, las cuales también son diferentes entre sí.

Para los valores en base seca de CPT no hubo diferencias significativas ($p>0,05$) entre el puré de manzana con cáscara sin ingrediente y el puré de manzana sin cáscara sin

ingrediente, es decir, las muestras se comportaron de manera similar. Estas dos últimas muestras presentaron diferencias significativas ($p < 0,05$) con el puré de manzana con cáscara con ingrediente y con el puré de manzana sin cáscara con ingrediente, las cuales también son diferentes entre sí.

Por otra parte, los valores en base seca de capacidad antioxidante ORAC presentaron valores distintos para todas las muestras analizadas ($p < 0,05$).

5.3 ACEPTABILIDAD

Dado que la aceptabilidad de los distintos alimentos con el ingrediente tuvo un puntaje promedio entre 4-5, es posible hacer una relación entre el contenido de polifenoles totales y la aceptabilidad que presentaron los alimentos evaluados. De esta forma es posible considerar que en éste caso a mayor aporte de polifenoles de los distintos alimentos elaborados, menor es la aceptabilidad de éstos.

5.3.1 Queque

Para todos los factores evaluados: color, olor, sabor, textura y aceptabilidad general, fue posible observar que existieron diferencias significativas entre las opiniones de los jueces para cada uno de los queques degustados.

Para el color, la evaluación promedio obtenida fue “me gusta ligeramente”, inferior al queque control, ya que el ingrediente presenta un color oscuro, confiriéndole dicha característica al queque, lo cual resulta desfavorable a la vista. Esta evaluación fue la misma para el factor olor, lo cual se puede deber a que el ingrediente otorga un olor más intenso y concentrado.

El sabor del queque con ingrediente fue notoriamente diferente en comparación con el queque control, con una evaluación promedio de “ni me gusta ni me disgusta”, lo que se puede atribuir a las características sensoriales aportadas por el ingrediente, las cuales consisten en entregar un sabor más intenso y exótico no conocido por el panel evaluador. Además, los comentarios más significativos con respecto al sabor son: “muy cargante” y “muy amargo”.

La evaluación promedio del queque con ingrediente con respecto a la textura fue “ni me gusta ni me disgusta”, inferior al queque control, debido a los comentarios realizados por los panelistas como: “el queque está muy seco” y “textura granulada”. Esto se puede atribuir a que el tamaño de partícula del ingrediente obtenido no es lo suficientemente pequeño para que sea organolépticamente aceptable.

A través del ANOVA realizado, el queque control tuvo una mayor aceptabilidad que el queque con ingrediente ($p < 0,05$), eso se refleja en los comentarios realizados por los jueces

tales como: “el queque está muy seco”, “el queque tiene un sabor amargo” o “es más duro que el queque anterior”, generando así una evaluación de: “ni me gusta ni me disgusta”.

5.3.2 Purés de manzanas

Respecto a los factores evaluados: color, olor, sabor, textura y aceptabilidad general, fueron evidentes las diferencias entre cada uno de los purés de manzana. La apreciación de los jueces fue significativamente diferente para los factores de color, olor, sabor y aceptabilidad general, mientras que para la textura, las opiniones fueron similares para todos los purés de manzana.

Para el factor color, el puré de manzana con cáscara con ingrediente fue uno de los menos aceptados, con una evaluación de “ni me gusta ni me disgusta” debido a comentarios como: “el color es muy oscuro”, “este alimento es de fácil oxidación”, “el ingrediente presenta una tonalidad oscura”, y al presentar cáscara la tonalidad se acrecienta.

Para el olor, ambos purés con ingredientes (con cáscara y sin cáscara) fueron los menos aceptados, con una evaluación de “me gusta ligeramente”, ya que las características propias del alimento no le otorgan un olor atractivo. Cabe destacar que el puré sin cáscara fue más aceptado por los panelistas que el puré con cáscara.

Para el sabor, el puré de manzana con cáscara con ingrediente fue el menos aceptado, con una evaluación de “ni me gusta ni me disgusta” debido a la falta de dulzor, además de la característica propia de este alimento de aportar un sabor ácido, lo cual se refleja en los comentarios de los panelistas. Cabe destacar que el puré de manzana sin cáscara con ingrediente fue levemente mejor evaluado que el con cáscara.

Para la textura, uno de los menos aceptados fue el puré de manzana con cáscara con ingrediente, con una evaluación de “ni me gusta ni me disgusta”, debido a comentarios como: “textura gruesa y rasposa”, “pedazos de cáscara muy grandes”, “tiene demasiada cáscara”. Esto se puede deber a la sinergia producida entre la cáscara presente en el puré y el ingrediente adicionado, generando una sensación de fibrosidad al consumir dicho alimento.

Finalmente para la aceptabilidad general, uno de los menos aceptados fue el puré de manzana con cáscara con ingrediente, con una evaluación de “ni me gusta ni me disgusta”, debido a todo lo mencionado anteriormente.

Como factor importante resulta bastante relevante mejorar las variables que afectan la aceptabilidad de los alimentos elaborados, sin embargo no se debe destacar la incorporación del ingrediente a otras matrices alimentarias.

5.4 COMPARACIÓN DEL APORTE DE POLIFENOLES ENTRE LOS ALIMENTOS Y UNA MANZANA

Según un estudio realizado por Vrhovsek y cols (2004), de la cuantificación de polifenoles de diferentes variedades de manzanas europeas, el contenido de polifenoles totales promedio resultó ser 139,05 (mg EAG/100 g MS). Si se consume una manzana de 160 g (Gattas 2008), la cual contiene una humedad del 85,8%, el aporte de polifenoles totales es de 31,59 (mg EAG). La Tabla 17 muestra la comparación entre el aporte de polifenoles totales al consumir una manzana y nuestros productos: un queque de 40 g y puré de manzana de 150 g.

Tabla 17. Aporte de polifenoles totales de queque y puré de manzana con ingrediente y N° de manzanas equivalentes

Alimento	CPT (mg EAG/g)	1 porción (g)	CPT aportados (mg EAG)	N° manzanas
Queque con ingrediente	2,4801	40	99,20	3,14
Puré de manzana sin cáscara con ingrediente	0,7377	150	110,65	3,50
Puré de manzana con cáscara con ingrediente	06868	150	103,02	3,26

*los cálculos realizados fueron en base a una manzana con un peso de 160 g (Gattas 2008)

Según la Tabla 17, para cubrir el aporte de polifenoles totales que entrega un queque con el ingrediente, es necesario consumir 3 manzanas. Lo mismo sucede para el puré de manzana sin cáscara y el puré de manzana con cáscara, donde es necesario consumir el equivalente a 3,5 y 3,3 manzanas respectivamente.

CAPÍTULO 6 CONCLUSIONES

- El aporte de polifenoles totales del ingrediente presente en los alimentos elaborados, equivale al consumo de más de 3 manzanas para cubrir el aporte recibido por dicho alimento, por lo cual, su consumo podría contribuir a disminuir el riesgo de enfermedades en las cuales los procesos oxidativos se ven alterados.
- El contenido de polifenoles presente en los alimentos con el ingrediente aumentó significativamente respecto al mismo alimento sin dicho ingrediente, otorgándole un atractivo del punto de vista nutricional.
- Dado que la aceptabilidad de los distintos alimentos con el ingrediente tuvo un puntaje promedio entre 4-5, se recomienda trabajar en las distintas variables que afectan la aceptabilidad de ellos, como la formulación, cantidad del ingrediente a agregar, disminución del tamaño de partícula del ingrediente e inclusión del ingrediente en otras matrices alimentarias.
- Para el caso del puré de manzana, se recomienda sólo la elaboración del puré de manzana sin cáscara con ingrediente, ya que su aceptabilidad fue mayor en comparación al que contenía cáscara en trozos, pudiéndose incluir en alimentos tipo gourmet no presentes en el mercado chileno.

- La evaluación de la aceptabilidad de los alimentos con el ingrediente fue inferior que aquellos que no presentaron el ingrediente, por lo que se recomienda medir la aceptabilidad en un grupo mayor y más diverso.
- El contenido de polifenoles totales aportados por los alimentos elaborados, refleja la gran importancia de incorporar este ingrediente en alimentos que sirvan de vehículo para su consumo, debido al gran aporte que proporciona en relación a un alimento en su estado natural.

CAPÍTULO 7 BIBLIOGRAFÍA

A.O.A.C. «Official Methods of Analysis.» 2006.

Alfaro, T., Díaz, N., Matute, I., Rosso, F., Soto, F., Vallebuona, C., Vicuña, P. 2011. Reporte de vigilancia de enfermedades no transmisibles. Informe Nacional.

Almajano, M. P. 2009. Determinación de la actividad antioxidante de las bayas de Goji. Barcelona: Consorci Escola Industrial de Barcelona.

Aranceta, J., Pérez, C. 2006. *Frutas, verduras y salud*. 3. Barcelona: Masson SA.

Atalah, E., Urteaga, C., Rebolledo, A., Delfín, S., Ramos, R. 1998. Patrones alimentarios y de actividad física en escolares de la región de Aysén. *Revista Chilena de Pediatría*, 483-490.

Bravo, J. 2011. Mercados Agropecuarios: Mercado de la Manzana. Santiago.

Bravo, L. 1998. Polyphenols: chemistry, dietary sources, metabolism, and nutritional significance. *Nutrition Reviews* 56: 317-333.

Cao, G., Prior, R. L. 1998. Comparison of different analytical methods for assessing total antioxidant capacity of human serum.» *Clinical Chemistry*. 6:1309-1315.

Chan, E. W. C., Lim, Y. Y., Wong, S. K., Lim, K. K., Tan, S. P., Lianto, F. S., Yong, M. Y. 2009. Effects of different drying methods on the antioxidant properties of leaves and tea of ginger species. *Food Chemistry* 113: 166-172.

Chang, C. H., Lin, H. Y., Chang, C. Y., Liu, Y. C. 2006. Comparisons on the antioxidant properties of fresh, freeze-dried and hot-air-dried tomatoes. *Journal of Food Engineering* 77 : 478-485.

Chantaro, P., Devahastin, S., Chiewchan, N. 2008. Production of antioxidant high dietary fiber powder from carrot peels. *LWT-Food Science and Technology*. 41 : 1987-1994.

Chinnici, F., Bendini, A., Gaiani, A., Riponi, C. 2004. Radical scavenging activities of peels and pulps from cv. Golden Delicious apples as related to their phenolic composition. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 52 : 4684-4689.

Chong, M. F. F., Macdonald, R., Lovegrove, J. A. 2010. Fruit polyphenols and CVD risk: a review of human intervention studies. *British Journal of Nutrition*. 3: S28-S39.

Davey, M.W., Van Montagu, M., Inzé, D., Sanmartin, M., Kanellis, A., Smirnoff, N., Benzie, I.J.J., Strain, J.J., Favell, D. Fletcher, J. 2000. Plant L-ascorbic acid: Chemistry, function, metabolism, bioavailability and effects of processing. *Journal of the science of food and agriculture*. 80, n° 7: 825-860.

Drogoudi, P. D., Michailidis, Z., Pantelidis, G. 2008. Peel and flesh antioxidant content and harvest quality characteristics of seven apple cultivars. *Scientia Horticulturae*. 115: 149-153.

Eberhardt M.V., Lee Ch.Y., Liu R.H. 2000. Nutrition: Antioxidant activity of fresh apples. *Nature*. 405: 903-904.

Eldridge, J. A., Repko, D., Mumper, R. J. 2014. Retention of Polyphenolic Species in Spray-Dried Blackberry Extract Using Mannitol as a Thermoprotectant. *Journal of Medicinal Food*. 10: 1064-1069.

FAO. «www.fao.org.» www.fao.org. 27 de Junio de 2014.

Friedman, M. 1996. Food Browning and its prevention: an overview. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*. 44(6): 1091-1096.

Fruits from Chile. *Producción*. 2014. www.fruitsfromchile.com.

Gallegos, D., Arredondo, M., Candia, V., Núñez, H., Oyarzún, A., Pérez, F. 2014. Evaluación de un ingrediente funcional para el control glicémico en humanos. *Revista Chilena de Endocrinología y Diabetes*. 7(4):124-133.

Gasull, E., Becerra, D. 2006. Caracterización de Polifenoloxidasas Extraídas de Pera (cv. Packam's Triumph) y Manzana (cv. Red Delicious). *Información Tecnológica*. 17(6): 69-74.

Gattas, V. 2008. *Guía de la Composición Nutricional de Alimentos naturales de la industria y Preparaciones Chilenas habituales*. 1. Universidad de Chile. INTA.

Gil, A. 2010. *Tratado de nutrición: Bases Fisiológicas y bioquímicas de la nutrición*. Vol. 1. Madrid: Ed. Médica Panamericana.

Gil, A., Ruiz, M. 2010. *Tratado de nutrición: Composición y calidad nutritiva de los alimentos*.

Gorinstein, S., Zachwieja, Z., Foltá, M., Barton, H., Piotrowicz, J., Zemser, M., Weisz, M., Trakhtenberg, S., Martín-Belloso, O. 2001. Comparative contents of dietary fiber, total phenolics, and minerals in persimmons and apples. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 49(2): 952-957.

Guerrero B., Swanson B., Barbosa C. 2005. Inhibition of polyphenoloxidase in mango puree with 4-hexylresorcinol, cysteine and ascorbic acid. *LWT-Food Science and Technology*. 38(6) : 625-630.

Henríquez, C., Speisky, H., Chiffelle, I., Valenzuela, T., Araya, M., Simpson, R., Almonacid, S. 2010. Development of an ingredient containing apple peel, as a source of polyphenols and dietary fiber. *Journal of Food Science* 75(6) : 172-181.

Hermann, M.E. 2000. An apple a day.....oder die gesundheitliche Bedeutung. *Erwebsobstbau* 42: 113-117.

Ignat, I., Volf, I., Popa, V. L. 2011 .A critical review of methods for characterisation of polyphenolic compounds in fruits and vegetables. *Food Chemistry*. 126(4): 1821-1835.

Kain, J., Olivares, S., Castillo, M., Vio, F. 2001. Validación y aplicación de instrumentos para evaluar intervenciones educativas en obesidad infantil. *Revista Chilena de Pediatría*. 72(4): 308-318.

Karsheva, M., Kirova, E., Alexandrova, S. 2013. Natural antioxidants from citrus mandarin peels. Extraction of polyphenols; effect of operational conditions on total polyphenols contents and antioxidant activity. *Journal of Chemical Technology and Metallurgy*. 48(1): 35-41.

Knekt, P., Järvinen, R., Seppänen, R., Hellövaara, M., Teppo, L., Pukkala, E. 1997. Dietary flavonoids and the risk of lung cancer and other. *Epidemiology* 146(3) : 223-230.

Lampe, J. 1999. Health effects of vegetables and fruit: assessing mechanisms of action in human experimental studies. *The American Journal of Clinical Nutrition*. 70(3): 475-490.

Larrauri, J. A., Rupérez, P., Saura-Calixto, F. 1997. Effect of drying temperature on the stability of polyphenols and antioxidant activity of red grape pomace peels. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 45(4): 1390-1393.

Łata, B.,Przeradzka, M. 2002. Changes of antioxidant content in fruit peel and flesh of selected apple cultivars during storage. *Journal of Fruit and Ornamental Plant Research* 10: 5-13.

Le Marchand, L., Murphy, S.P., Hankin, J.H., Wilkens, L.R., Kolonel, L.N. 2000. Intake of flavonoids and lung cancer. *Journal of the National Cancer Institute* 92(2) : 154-160.

Lee, K.W., Kim, Y.J., Kim, D.O., Lee, H.J., Lee, C.Y. 2003. Major phenolics in apple and their contribution to the total antioxidant capacity. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 51(22) : 6516–6520.

Leontowicz, M., Gorinstein, S., Leontowicz, H., Krzeminski, R., Lojek, A., Katrich, E., Cíz, M., Martin-Belloso, O., Soliva-Fortuny, R., Haruenkit, R., Trakhtenberg, S. 2003. Apple and pear peel and pulp and their influence on plasma lipids and antioxidant potentials in rats fed cholesterol-containing diets. *Journal of Agricultural and Food Chemistr.* 51(19):5780-5785.

Liu, J., Sandahl, M., Sjöberg, P. J., Turner, C. 2014. Pressurised hot water extraction in continuous flow mode for thermolabile compounds: extraction of polyphenols in red onions. *Analytical and Bioanalytical Chemistry.* 406(2): 441-445.

Liu, R. H. 2003. Health benefits of fruit and vegetables are from additive and synergistic combinations of phytochemicals. *The American Journal of Clinical Nutrition.* 78(3): 517-520.

Massini, L., Rico, D., Belen, A., Diana, M. 2013. Valorisation of apple peels. *European Journal of Food Research & Review.* 31: 1-15.

Matheis, G., Whitaker, J.R. 1984. Modification of proteins by polyphenol oxidase and peroxidase and their products. *Journal of Food Biochemistry.* 8(3) : 137-162.

McEvily, A., Iyengar R., Otwell, S. 1992. Inhibition of Enzymatic Browning in Foods and Beverages. *Critical Review in Food Science and Nutrition.* 32(3): 253-273.

McGhie, T.K., Hunt, M., Barnett, L.E. 2005. Cultivar and growing region determine the antioxidant polyphenolic concentration and composition of apples grown in New Zealand. *Journal of Agricultural and Food Chemistry.* 53(8): 3065-3070.

MINSAL. 2009-2010.
<http://web.minsal.cl/portal/url/item/bcb03d7bc28b64dfe040010165012d23.pdf> (último acceso: 2014).

Montero, M. 2014. Los radicales libres y las defensas antioxidantes. *Anales de la Facultad de Medicina.* 57(4): 278-281.

Mrkić, V., Cocci, E., Rosa, M. D., Sacchetti, G. 2006. Effect of drying conditions on bioactive compounds and antioxidant activity of broccoli (*Brassica oleracea* L.). *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 86 (10): 1559-1566.

Muñiz, S., Hernández, A., García, A., Méndez, L. 2013. Empleo del método de secado convectivo combinado para la deshidratación de papaya (*Carica papaya* L.), variedad Maradol roja. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*. 22: 31-37.

Muñoz, M., Jáuregui, A., Ramos, F. 2007. Componentes fenólicos de la dieta y sus propiedades biomedicinales. *Revista Horizonte Médico*, 7(1): 23-31.

ODEPA. 2013. www.odepa.cl (último acceso: 2014).

Olivares, S., Kain, J., Lera, L., Pizarro, F., Vio, F., Morón, C. 2004. Nutritional status, food consumption and physical activity among Chilean school children: a descriptive study. *European Journal of Clinical Nutrition*. 58(9): 1278-1285.

OMS/FAO. «Diet, nutrition and the prevention of chronic diseases.» 2004: 13.

OMS/FAO. «Un marco para la promoción de frutas y verduras a nivel nacional.» 2005: 20.

Ou, B., Hampsch-Woodill, M., Prior, R. L. 2001. Development and validation of an improved oxygen radical absorbance capacity assay using fluorescein as the fluorescent probe. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 49(10): 4619-4626.

Rabetafika, H. N., Bchir, B., Blecker, C., Richel, A. 2014. Fractionation of apple by-products as source of new ingredients. *Trends in Food Science & Technology*. 40(1): 99-114.

Rekhy, R., McConchie, R. 2014. Promoting consumption of fruit and vegetables for better health. Have campaigns delivered on the goals?. *Appetite*. 79: 113-123.

Rupasinghe, H. P. V., Wang, Y., Thilakarathna, S. K. P. H. Apple skin extracts for treating cardiovascular disease. Ed. European Patent Office. Patente EP2575841A2. 2013.

Rupasinghe, H. P., Wang, L., Huber, G. M., Pitts, N. L. 2008. Effect of baking on dietary fibre and phenolics of muffins incorporated with apple skin powder. *Food Chemistry*. 107(3): 1217-1224.

Rupasinghe, H. P., Wang, L., Pitts, N. L., Astatkie, T. 2009. Baking and sensory characteristics of muffins incorporated with apple skin powder. *Journal of Food Quality*. 32(6): 685-694.

Sanchez-Ferrer, A., Rodríguez-Lopez, J.N., García-Casanovas, F., García-Carmona, F. 1995. Tyrosinase: a comprehensive review of its mechanism. *Biochimica Acta (BBA)-Protein Structure and Molecular Enzymology*. 1247(1): 1-11.

Santhakumar, A. B., Bulmer, A. C., Singh, I. 2014. A review of the mechanisms and effectiveness of dietary polyphenols in reducing oxidative stress and thrombotic risk. *Journal of Human Nutrition and Dietetics*. 27(1): 1-21.

Sepúlveda, M., Quitral, V., Schwartz, M., Vio, F., Zacarías, I., & Werther, K. 2011. Propiedades saludables y calidad sensorial de snack de manzanas destinadas a alimentación escolar. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*. 61(4):423-428.

Singleton, V., Rossi, J. 1965. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdicphosphotungstic acid reagents. *American Journal of Enology and Viticulture*. 16(3): 144-158.

Taiz L, Zeiger E. *Fisiología Vegetal*. Vol. 1. 2006.

Thilakarathna, S. H., Rupasinghe, H. P., Needs, P. W. 2013. Apple peel bioactive rich extracts effectively inhibit in vitro human LDL cholesterol oxidation. *Food chemistry*. 138(1): 463-470.

Tsao, R., Yang, R., Young, J.C., Zhu, H. 2003 .Polyphenolic profiles in eight apple cultivars using high-performance liquid chromatography (HPLC). *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 51(21): 6347–6353.

Vrhovsek, U., Rigo, A., Tonon, D., Mattivi, F. 2004 .Quantitation of polyphenols in different apple varieties. *Journal of agricultural and food chemistry*. 52(21): 6532-6538.

Wolfe, K. L., Liu, R. H. 2003. Apple peels as a value-added food ingredient. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 51(6): 1676-1683.

Wolfe, K., Wu, X., Liu, R. H. 2003. Antioxidant activity of apple peels. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 51 (3): 609-614.

Yáñez, R., Olivares, S., Torres, I., Guevara, M., Díaz, N. 2001. Consumo de alimentos en escolares chilenos. Su relación con las guías y la pirámide alimentaria. *Revista Chilena de Nutrición*. 28: 422-428.

CAPÍTULO 8 APÉNDICES

APÉNDICE A

Tabla 18. Clasificación de los principales compuestos fenólicos de origen vegetal, de acuerdo con su estructura química básica

Clasificación
Fenoles simples, benzoquinonas
Ácidos fenólicos
Ácidos fenilacético, acetofenoles
Ácido hidroxicinámico, polipropano, cumarina, isocumarina
Naftoquinona
Xantanos
Estilbeno, antraquinona
Flavonoides, isoflavonas
Lignanós, neolignano
Bioflavonoides
Ligninas
Melanoidinas
Taninos

Fuente: Gil 2010

Tabla 19. Área de producción para las diferentes especies de manzano por región

Región	Especies	Área de producción (Ha.)
III Copiapó	Manzano verde	2,20
	Manzano rojo	0,50
IV Vicuña y Ovalle	Manzano verde	56,00
	Manzano rojo	17,90
V Valle de Aconcagua, San Felipe, Los Andes, Quillota	Manzano verde	130,80
	Manzano rojo	138,50
XIII Colina, Talagante, Maipo y Paine	Manzano verde	151,50
	Manzano rojo	260,10
VI Valle de Rancagua y Requinoa	Manzano verde	3.230,00
	Manzano rojo	6.136,20
VII Cauquenes, Curicó, Talca y Linares	Manzano verde	2.889,99
	Manzano rojo	14.586,33
VIII Arauco, Bío Bío, Concepción y Ñuble	Manzano verde	277,15
	Manzano rojo	1.157,85
IX Cautín y Malleco	Manzano verde	551,60
	Manzano rojo	1.270,50
X Chiloé, Llanquihue, Osorno, Palena	Manzano verde	220,6
	Manzano rojo	353,00
XIV Ranco y Valdivia	Manzano verde	185,50
	Manzano rojo	366,60
TOTAL		31.982,82

Fuente: Fruits from Chile 2014

APÉNDICE B

Humedad

Los materiales y equipos que se utilizaron en la determinación de la humedad fueron los siguientes:

Materiales y equipos:

Balanza analítica con sensibilidad de 0,1 mg.

Estufa a 70°C.

Desecador con silicagel.

Recipiente.

Contenido de polifenoles totales

Los materiales y equipos que se utilizaron en la determinación de polifenoles totales fueron los siguientes:

Materiales y equipos:

- Lector de microplacas Synergy HT

- Reactivos

- Solución patrón de ácido gálico 2,5 mM en agua.

- Carbonato de sodio 20%.

- Reactivo de Folin-Ciocalteu.

- Agua destilada

La medición se realizó en un lector de microplacas (Synergy HT). En cada pocillo de la microplaca, se realizó la reacción, agregando el extracto de la muestra, el reactivo Folin-Ciocalteu, carbonato de sodio al 20% y agua destilada. Esta mezcla se incubó por 30 min a 37°C y posteriormente, se midió la absorbancia a 760 nm.

Capacidad antioxidante ORAC

Los materiales y equipos que se utilizaron en la determinación de la capacidad antioxidante son los siguientes:

Materiales y equipos:

- Lector de microplacas Synergy HT

- Reactivos

- Solución AAPH

- Solución de fluoresceína

- Solución de Trolox

En cada pocillo se agregó el extracto de la muestra, la solución de fluoresceína, y se incubó por 30 min hasta estabilizar la reacción a 37°C. Posteriormente, se agregó la solución de

AAPH, con lo cual comenzó la reacción, que permitió determinar la cinética fluorescente de la reacción, cada 1 min por 90 min, a 485 nm de excitación máxima y 528 nm de emisión máxima.

APÉNDICE C

ESCALA HEDÓNICA ANÁLISIS DE ACEPTABILIDAD SENSORIAL

Nombre: _____ Fecha: _____

Instrucciones: Pruebe la muestra, y a continuación indique con una cruz el nivel de agrado que mejor describe su reacción para cada atributo del producto.

Puntaje	Nivel de agrado	Color	Olor	Sabor	Textura	Aceptabilidad general
7	Me gusta mucho					
6	Me gusta bastante					
5	Me gusta ligeramente					
4	Ni me gusta ni me disgusta					
3	Me disgusta ligeramente					
2	Me disgusta bastante					
1	Me disgusta mucho					

Comentario:

Muchas Gracias