



UNIVERSIDAD DE VALPARAÍSO
FACULTAD DE FARMACIA
NUTRICIÓN Y DIETÉTICA



**“INCORPORACIÓN DE QUITOSANO COMO FUENTE DE FIBRA DIETÉTICA
NO TRADICIONAL EN UN PRODUCTO DE PANIFICACIÓN Y EVALUACIÓN
DE SU IMPACTO SOBRE LA SACIEDAD”**

Autores

Paula Campos Pizarro

Ximena Jaraquemada Barrera

Grado académico Licenciado en Nutrición y Dietética

Tesis para optar al Título de Nutricionista

Director de Tesis

Paola Vera Fontecha

Valparaíso, 2014

AGRADECIMIENTOS

A nuestras familias por su apoyo incondicional en este camino tan difícil, lleno de obstáculos, dándonos el aliento de que después de la tormenta siempre viene la calma y sale el sol.

A nuestros amigos y compañeros que fueron parte de este estudio en especial a los chicos de la carrera de ingeniería civil metalúrgica de la UTFSM y a nuestros compañeros de carrera, en especial a nuestra amiga y compañera Valeria Moya

A Claudia Bravo por apoyarnos en todo momento en los análisis realizados en los laboratorios y recibirnos siempre con una sonrisa y a Daniela Pincheira por ayudarnos en el CENUVAL.

Y por último pero no menos importante, a nuestra directora de tesis, Paola Vera por exigimos como alumnas responsables y creer en nosotras.

Paula y Ximena

ÍNDICE:

RESUMEN.....	6
ABSTRACT	7
1. MARCO TEORICO	8
1.1. Situación alimentaria	8
1.2. Fibra dietética	9
1.3. Fibra soluble	11
1.4. Fibra insoluble	11
1.5. Propiedades de la fibra dietética.....	12
1.6. Fibra Soluble y Respuesta Glicémica	13
1.7. Recomendaciones de fibra dietética.	14
1.8. Consumo de fibra en Chile.....	15
1.9. Regulación de la ingesta	15
1.10. Quitosano	16
1.11. Quitosano y saciedad	20
1.12. Marco regulatorio	21
1.13. Producto de panificación “queque”	22
1.14. Evaluación sensorial	23
2. HIPÓTESIS	24
3. OBJETIVOS.....	25
3.1. Objetivo general	25
3.2. Objetivos específicos	25
4. METODOLOGÍA.....	26
4.1. Tipo de estudio:	26
4.2. Ensayos preliminares:	26
4.3. Prueba de aceptabilidad sensorial.....	30
4.4. Análisis químico-proximal de la composición final y control	31
4.5. Estudio de Saciedad.	32
4.6. Estudio de Respuesta Glicémica	36
4.7. Pruebas estadísticas para el análisis de los datos obtenidos.....	37
5. RESULTADOS	38
5.1. Ensayos preliminares.	38
5.2. Prueba de aceptabilidad sensorial.....	42

5.3.	Análisis Proximal:	44
5.4.	Selección de sujetos para el estudio de Saciedad y Respuesta Glicémica	45
5.5.	Estudio de Saciedad	46
5.6.	Estudio de Respuesta Glicémica	53
5.7.	Correlación de Saciedad Subjetiva y Respuesta Glicémica	54
6.	DISCUSIÓN:.....	56
6.1.	Ensayos preliminares	56
6.2.	Prueba de aceptabilidad sensorial.....	58
6.3.	Análisis Químico Proximal	61
6.4.	Estudio de Saciedad.	63
6.5.	Respuesta glicémica.....	66
6.6.	Correlación entre saciedad subjetiva y respuesta glicémica.	68
7.	CONCLUSIÓN	69
8.	GLOSARIO.....	71
9.	BIBLIOGRAFÍA	72
10.	ANEXOS.....	82

RESUMEN

Antecedentes: El quitosano es un polímero proveniente de los exoesqueletos de crustáceos, se comporta como fibra soluble formando hidrogeles capaces de absorber grandes cantidades de agua aumentando la distensión del estómago, lo cual puede otorgar mayor sensación de saciedad. Se propone la incorporación de quitosano como fuente de fibra no tradicional a un queque con características similares a los del mercado convencional.

Metodología: Se llevó a cabo un estudio Observacional, Analítico, Caso Control, Aleatorio, Ciego, Cruzado. Se comparó un queque de 50 g que incorporaba 4,3 g de quitosano versus un queque control. Se evaluó 1) Aceptabilidad Sensorial 2) Saciedad Subjetiva y Respuesta Glicémica en los mismos tiempos 0, 30, 60, 90, 120 min. 3) Saciedad Objetiva mediante un almuerzo fijo ad libitum una vez terminada la prueba de saciedad subjetiva.

Resultados: Al incorporar quitosano la aceptabilidad general del producto no mostró diferencias significativas en comparación a un control. La saciedad fue significativamente mayor ($p < 0,05$) a partir de los 30 minutos en relación al control. Se evidenció una menor ingesta alimentaria y energética en el almuerzo fijo ad libitum después de consumir el queque con quitosano versus su control ($p < 0,05$). No hubo diferencias significativas en la curva de respuesta glicémica en comparación a un control. Finalmente al relacionar los resultados de respuesta glicémica con saciedad no se encontraron diferencias significativas

Conclusiones: El quitosano incorporado como fuente de fibra no tradicional a un queque genera mayor saciedad en comparación a un queque control en adultos jóvenes sanos.

ABSTRACT

Background: Chitosan is a polymer derived from the exoskeletons of crustaceans, behaves as a soluble fiber forming hydrogels capable of absorbing large amounts of water increasing distension of the stomach, which can provide greater satiety. Incorporating chitosan is proposed as a source of fiber to a non-traditional cake with similar characteristics of the conventional market.

Methods: An observational study, Analytical, Case Control, Random, Blind, Cross was performed. A cake of 50 g that incorporated 4.3 g of chitosan with a control were compared cake. Was evaluated: 1) Sensory Evaluation 2) Subjective Satiety and Glycemic Response at the same times 0, 30, 60, 90, 120 min. 3) Energy intake and intake of food were measures by meal ad libitum.

Results: By incorporating chitosan overall acceptability of the product showed no significant differences compared to a control. The subjective satiety is significantly higher ($p < 0.05$) after 30 minutes compared to control. Less food and energy intake was observed in the set lunch ad libitum after eating the cake with chitosan versus control ($p < 0.05$). There were no significant differences in glycemic response curve compared to a control. Finally to relate the results of glycemic response to satiety wasn't found significant difference ($p < 0.05$).

Conclusions: Built as a source of non-traditional cake chitosan fiber to generate greater satiety compared to a control cake in healthy young adults.

1. MARCO TEORICO

1.1. Situación alimentaria

En las últimas tres décadas, la región latinoamericana ha experimentado grandes cambios demográficos, epidemiológicos y socioeconómicos. El crecimiento económico en aumento y la urbanización han cambiado profundamente el estilo de vida de la población, especialmente en lo que se refiere a hábitos dietarios y actividad física (1).

La situación nutricional de Chile se relaciona con una rápida transición nutricional, caracterizada por una disminución de la desnutrición y un aumento de la obesidad, lo que además está asociado a un creciente aumento de las enfermedades crónicas no transmisibles (ECNT) (1), cuyas consecuencias metabólicas se aprecian desde edades muy tempranas (2).

La obesidad es una enfermedad compleja y multifactorial, en la que inciden factores metabólicos, genéticos, conductuales, ambientales, culturales y socioeconómicos (3). La prevalencia de obesidad en Chile tiene una tendencia creciente en todos los grupos de edad (1). Una de sus causas es el desplazamiento de una alimentación tradicional y saludable, de menor densidad energética, hacia alimentos procesados cuya densidad energética es alta, con mayor contenido de nutrientes de riesgo como grasas totales y saturadas, azúcares agregados, sal y menor contenido de fibra dietética, fitoquímicos y antioxidantes (4)

Las organizaciones internacionales de la salud han propuesto estrategias para reducir la incidencia de la obesidad y de las ECNT, entre estas, destaca la adopción de estilos de vida saludables a través la realización de actividad física y una alimentación sana, que incluya dentro de sus recomendaciones una dieta rica en fibra dietética (5). La inclusión de fibra

dietética en la dieta puede reducir la ingesta energética y contribuir a prevenir o tratar la obesidad. (6)

El interés permanente por encontrar en los recursos naturales nuevos beneficios a favor de la salud, implica la necesidad de desarrollar respuestas eficientes que permitan mejorar el bienestar de la población (2). De esta manera, se ha generado un área de desarrollo en las ciencias de los alimentos y de la nutrición, la que ha dirigido a la industria alimentaria, hacia la creación y búsqueda de alimentos que aporten beneficios a la salud, o a la reducción de riesgo de ECNT (7).

1.2. Fibra dietética

La fibra dietética se reconoce hoy en día como un elemento importante dentro de la nutrición humana. A medida que han ido aumentando los conocimientos tanto a nivel estructural como en sus efectos fisiológicos, es que se han dado distintas definiciones del concepto de fibra dietética.

Dentro de la variedad de definiciones que existen, la *American Association of Cereal Chemist (AACC) 2001*, adoptó la siguiente definición: "La fibra dietética es la parte comestible de las plantas o los carbohidratos análogos que son resistentes a la digestión y la absorción en el intestino delgado humano, con fermentación completa o parcial en el intestino grueso. La fibra dietética incluye polisacáridos, oligosacáridos, lignina y sustancias vegetales asociadas. La fibra dietética promueve efectos fisiológicos beneficiosos, incluyendo el efecto laxante y/o atenuación de colesterol en la sangre, y/o atenuación de glucosa en sangre "(8).

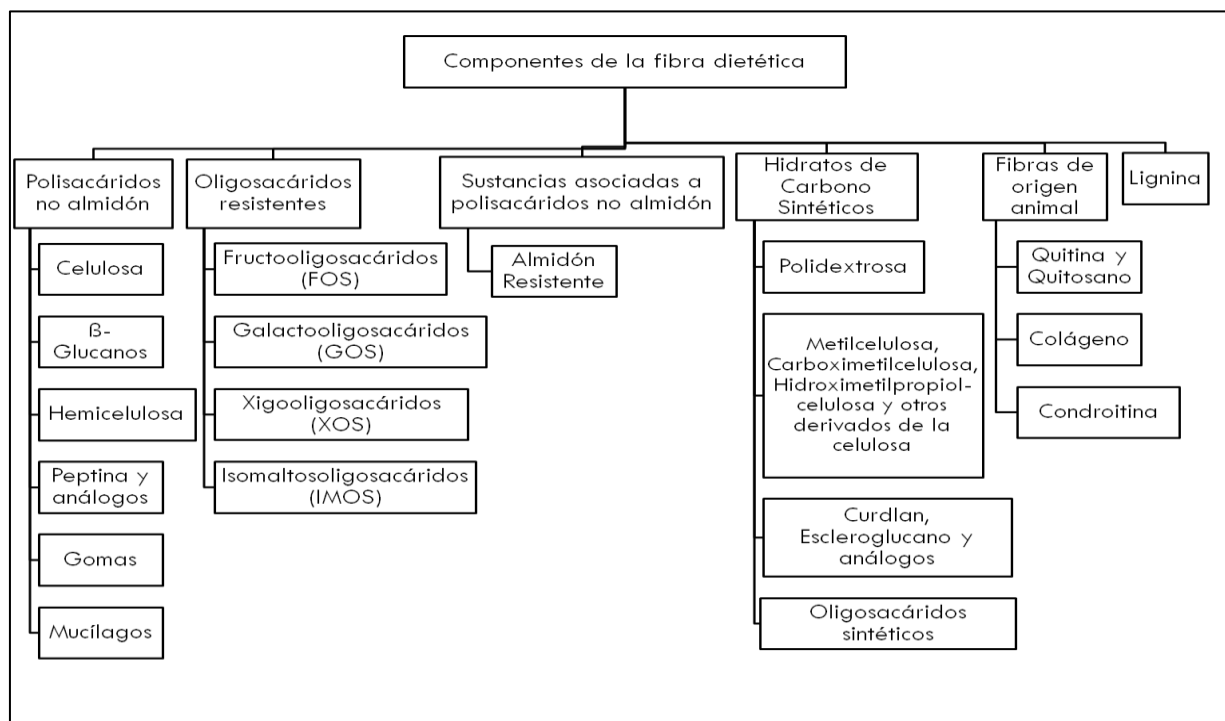
The Institute of Medicine que depende de la Academia Nacional de Ciencias de los Estados Unidos añade a la definición anterior de fibra dietética, el concepto de fibra funcional o añadida, la cual incluye otros hidratos de carbono absorbibles como el almidón resistente, la inulina, diversos oligosacáridos y disacáridos como la lactulosa.(9)

La definición más aceptada de acuerdo al *Codex alimentarius Commission 2009* dice: “Se entenderá por fibra dietética los polímeros de hidratos de carbono con diez o más unidades monoméricas, que no son hidrolizados por las enzimas endógenas del tracto digestivo humano y que pertenecen a las categorías siguientes:

- Polímeros de carbohidratos comestibles que se encuentran naturalmente en los alimentos en la forma en que se consumen;
- Polímeros de carbohidratos obtenidos de materia prima alimentaria por medios físicos, enzimáticos o químicos, y que se haya demostrado que tienen un efecto fisiológico beneficioso para la salud mediante pruebas científicas generalmente aceptadas aportadas a las autoridades competentes;
- Polímeros de carbohidratos sintéticos que se haya demostrado que tienen un efecto fisiológico beneficioso para la salud mediante pruebas científicas generalmente aceptadas aportadas a las autoridades competentes” (10).

Dentro de los principales componentes de la fibra dietética se encuentran: polisacáridos no almidón, oligosacáridos resistentes, almidones resistente y lignina. La figura 1 muestra los distintos componentes de la fibra dietética (11).

Figura 1. Componentes de la fibra dietética



Fuente: Elaboración propia, información extraída de: *La fibra Dietética. Nutr. Hosp.* (2006),21 (61-72)

1.3. Fibra soluble

La fibra soluble en contacto con el agua forma soluciones de gran viscosidad. Los efectos derivados de la viscosidad de la fibra soluble son los responsables de las acciones sobre el metabolismo lipídico, hidrocarbonado y en parte su potencial anticarcinogénico (11).

1.4. Fibra insoluble

La fibra insoluble es capaz de retener el agua en su matriz estructural formando mezclas de baja viscosidad; esto produce un aumento de la masa fecal que acelera el tránsito intestinal. Al aumentar el volumen fecal y, consecuentemente, el diámetro del colon sin aumentar la tensión intrínseca de su pared, reduce la presión necesaria para la propulsión de las heces,

previniendo la formación de divertículos. Esta propiedad llevó a su empleo en el tratamiento del síndrome de intestino irritable, constipación y diverticulosis (12). Por otra parte también contribuye a disminuir la concentración y el tiempo de contacto de potenciales carcinogénicos con la mucosa del colon (11).

1.5. Propiedades de la fibra dietética

La inclusión de fibra dietética en la dieta puede reducir la ingesta energética y contribuir a prevenir o tratar la obesidad, los mecanismos propuestos son: 1) La fibra dietética desplaza otros nutrientes de la dieta que aportan energía, disminuyendo la densidad energética del alimento; 2) Requiere masticación lo que provoca secreción gástrica, distensión del estómago y mayor saciedad; 3) Retarda el vaciamiento gástrico contribuyendo a un aumento de la saciedad; 4) Disminuye la insulinemia que se relaciona con el aumento de la saciedad; 5) Disminuye la absorción de nutrientes por formación de soluciones viscosas (fibra soluble), que enlentecen el tiempo de tránsito, lo que se traduce en un menor ingreso de energía al organismo. (6)

Las dietas con un contenido en fibra dietética elevado requieren más tiempo de masticación por lo que enlentecen la velocidad de deglución y esto implica una mayor salivación (13).

Los receptores orales detectan la cantidad de alimento consumida y envían señales de inhibición a los centros hipotalámicos para que cese la ingesta (14)

A nivel del estómago las fibras solubles, como consecuencia de su viscosidad, enlentecen el vaciamiento gástrico y aumentan su distensión prolongando la sensación de saciedad.

En el intestino delgado la fibra soluble, nuevamente por la formación de soluciones viscosas, enlentece el tiempo de tránsito. También aumenta el espesor de la capa de agua

que han de traspasar los solutos para alcanzar la membrana del enterocito, lo que provoca una disminución en la absorción de glucosa, lípidos y aminoácidos. (13) Asimismo, se producirá una disminución en la absorción de los ácidos biliares, alterando la formación de micelas y la absorción de las grasas, disminuyendo los niveles de colesterol. (15)

A nivel de intestino grueso se producen ácidos grasos de cadena corta (AGCC), los cuales influyen en los mecanismos de saciedad (11)

La absorción de determinados minerales como el calcio, hierro, cobre y zinc pueden disminuir si se ingieren dietas muy ricas en fibra. (16)

1.6. Fibra Soluble y Respuesta Glicémica

En ayuno la concentración plasmática de glucosa tiene un valor dado, el que se denomina basal; al consumir un alimento que contiene carbohidratos esta concentración plasmática sube hasta un máximo, para luego bajar y llegar a su valor de origen, proceso que toma de 15 a 45 minutos, como regla general. Esta respuesta de la concentración plasmática de glucosa a la ingesta de alimentos es lo que se denomina respuesta glicémica.(17)

Uno de los factores que más afecta la respuesta glicémica de un alimento es la mayor o menor susceptibilidad de sus carbohidratos a ser digeridos y absorbidos en nuestro sistema digestivo, es decir, se puede modificar la respuesta glicémica de un alimento si se logra variar el grado de digestión y absorción de los carbohidratos que contiene.(18) La incorporación de fibra soluble en gran cantidad aumenta la viscosidad del bolo alimenticio, limita el acceso de las enzimas amilolíticas y disminuye la difusión de la glucosa a través de la mucosa, lo que hace que los productos ricos en fibra dietética presenten una respuesta glicémica más baja (19). Además estudios proponen que los niveles de glucosa plasmáticos,

son los principales responsables en la regulación de la saciedad y la ingesta, al ejercer acción en receptores hipotalámicos sensibles a las modificaciones de su concentración (20). Existe una herramienta útil para determinar cómo la ingesta de alimentos específicos eleva la concentración de glucosa en plasma, la cual se denomina índice glicémico (IG). El IG nos indica numéricamente si los hidratos de carbono llegan lenta, moderada o rápidamente al torrente sanguíneo. Si el IG tiene un valor de 70 o mayor se considera que el alimento tiene un IG alto; si se encuentra entre 56 y 69 el IG es moderado y si el valor es de 55 o menos se dice que el alimento tiene un IG bajo.(21)

1.7. Recomendaciones de fibra dietética.

Recomendaciones de fibra dietética en los alimentos

El *Codex Alimentarius* declara que la fibra dietética como contenido básico no debe tener menos de 3 g por 100 g de alimentos o 1,5 g por 100 kcal o 10% del valor diario de referencia por porción de alimento. Se considerará contenido alto de fibra dietética 6 g por 100 g de alimento o 3 g por 100 kcal o 20% del valor diario de referencia por porción de alimento (10).

Recomendaciones nutricionales de fibra

La Organización Mundial de la Salud (OMS) recomienda una ingesta diaria de 27-40 g de fibra dietética mientras que *Food and Drugs Administration* (FDA) propone a individuos adultos un consumo de 25 g de fibra por día cada 2000 kcal/día.(22)

La *American Dietetic Association* (ADA) recomienda a los adultos consumir una dieta que contenga de 20-35 g/día de fibra dietética.(11)

De forma general, la fibra dietética consumida debe tener una proporción de 3/1 entre insoluble y soluble. (11)

1.8. Consumo de fibra en Chile

En Chile la Encuesta Nacional de Salud (ENS) 2009-2010 ha estudiado el consumo de alimentos de la población, entre los grupos analizados aquellos que tienen relación con el consumo de fibra dietética son las frutas, verduras, leguminosas y cereales integrales.

El 7,9% de la población dice que no consume frutas en una semana habitual, el 24,2% consume frutas sólo una o dos veces por semana y el 34,9% lo hace diariamente. (23)

El 1,5% de la población dice que no consume verduras ni hortalizas en una semana habitual, el 10,3% consume verduras u hortalizas solo una o dos veces por semana, el 8,4% las consume unas 3 veces por semana y el 60,8% consume verduras diariamente. (23)

El 13,8% de la población consume cereales integrales todos los días 1 o más veces al día.

El 61,3% de la población dice no consumir nunca cereal integral. (23)

El cumplimiento de las recomendaciones de consumo de leguminosas de la población no alcanzan el 30%. (24)

1.9. Regulación de la ingesta

La saciación y la saciedad son conceptos centrales en la comprensión del control del apetito. La saciación, es definida como la satisfacción del apetito que se desarrolla durante el curso de una comida y que resulta en el cese de comer. Por otra parte, la saciedad es definida como la sensación de plenitud y/o la inhibición de la sensación de hambre entre una comida y otra. (25)

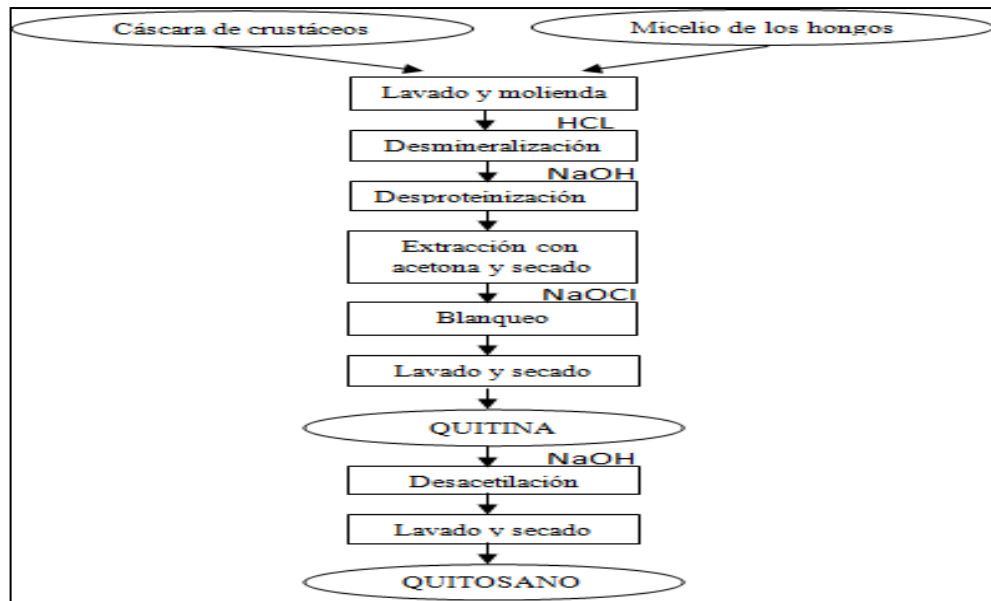
Dentro de los métodos más utilizados para evaluar saciedad, se encuentra la escala visual analógica (EVA), la cual se utiliza para evaluar la saciedad subjetiva. Mientras que a evaluación objetiva para saciedad se hace por medio del registro de la ingesta de comidas en donde se entregan alimentos ad libitum, es decir, se da a los participantes libre acceso a agua y alimentos, esperando que los sujetos regulen su consumo de acuerdo a sus necesidades biológicas.(25)

La regulación del apetito tiene numerosos determinantes, incluyendo la composición de los alimentos, el vaciamiento gástrico y la absorción de nutrientes, que en conjunto influyen en la saciedad. Varios tipos de fibras viscosas mejoran la saciedad mediante el aumento de la distensión del estómago, lo cual puede enlentecer el vaciado gástrico y el tiempo de tránsito intestinal. Otro posible mecanismo por el cual la fibra puede aumentar la saciedad es a través de la fermentación en el intestino por la microflora y los efectos posteriores de ácidos grasos de cadena corta (AGCC) (25).

1.10. Quitosano

El interés por encontrar en los recursos naturales nuevos beneficios a favor de la salud, ha llevado a investigar la posibilidad de utilizar algunos residuos de la industria pesquera como los exoesqueletos de crustáceos. Estos constituyen a la fuente principal de dos biopolímeros de alto valor agregado: la quitina y su derivado funcional, el quitosano, cuya producción industrial prácticamente se basa en el tratamiento del exoesqueleto de diversos tipos de crustáceos (camarones, langostas, cangrejos y langostinos). En la Figura 2 se muestra la preparación de la quitina y del quitosano a partir de la materia prima. (26)

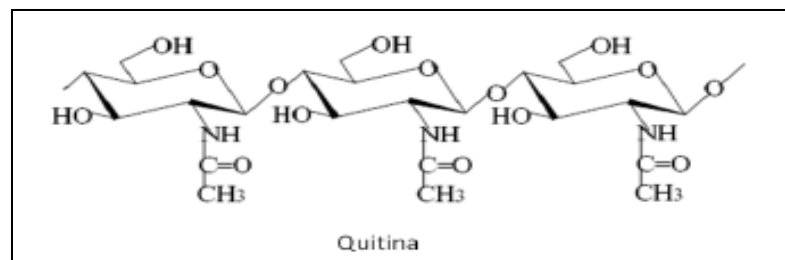
Figura 2: Preparación de quitina y quitosano a partir de materia prima



Fuente: *Current Chemical Biology*, 2009, 3, 203-230

La Quitina es el segundo polisacárido de mayor abundancia en la naturaleza después de la celulosa (27). Es un polímero lineal, de alto peso molecular constituido por unidades de N-acetil-D-glucosamina unidas por enlaces β -D (1,4) (28). La Figura 3 muestra la estructura de la quitina.

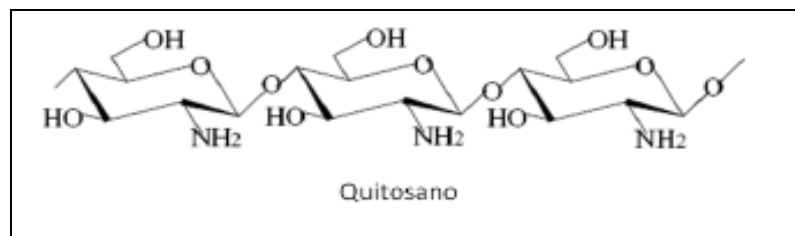
Figura 3. Estructura de la quitina (29)



Fuente: Juárez C, Keiko C, Pacheco N, Gimeno Miquel. *Obtención y caracterización de quitina biológica y su desacetilación a quitosano*. Universidad Autónoma Metropolitana. 2012

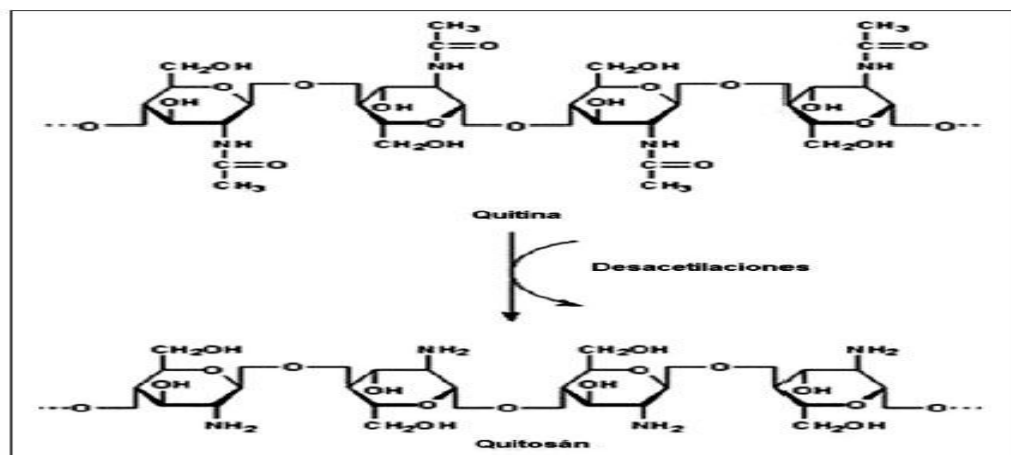
El quitosano se obtiene por el proceso de eliminación de un número suficiente de grupos acetilo ($\text{CH}_3\text{-CO}$) de la quitina de manera que la molécula se vuelve soluble en ácidos más diluidos liberando grupos amina (NH), este proceso que se denomina desacetilación.(30) En la Figura 4 muestra la estructura del quitosano y en la Figura 5 se muestra la desacetilación de la quitina y su producto quitosano.

Figura 4: Estructura del Quitosano (29)



Fuente: Juárez C, Keiko C, Pacheco N, Gimeno Miquel. *Obtención y caracterización de quitina biológica y su desacetilación a quitosano. Universidad Autónoma Metropolitana. 2012*

Figura 5: Desacetilación de la quitina y su producto quitosano



Fuente: *Efecto antifúngico de quitosano en cepas de Candida Sp. Aisladas. Revista Chilena de Infectología (2009) 26; 515-519*

Las principales razones de la creciente atención a este producto natural son sus propiedades intrínsecas, como la biocompatibilidad y biodegradabilidad. Otras propiedades de importancia para la salud están relacionadas con las propiedades hipocolesterolémicas, antimicrobianas y antioxidantes. (31)

En el campo de los alimentos, el quitosano se utiliza principalmente en la formación de films biodegradables, inmovilización de enzimas, preservación de alimentos frente al deterioro microbiano, clarificación y desacidificación de jugos de frutas y bebidas, formación de emulsiones, como espesante, estabilización del color y suplementación dietaria (32).

La fuerte carga positiva llevada por la molécula de quitosano (debido a que es un polímero con características catiónicas), hace que se unan sustratos cargados negativamente del tracto gastrointestinal, tales como lípidos (ácidos grasos, ácidos biliares, fosfolípidos), y otros como el ácido úrico y la fracción tóxica de gliadina (33), lo que aumenta la excreción de grasa fecal, disminuyendo así de manera importante su absorción. La reacción entre el quitosano y las sales biliares, inhibiría la formación de emulsiones grasas y por lo tanto el colesterol proveniente de la dieta no estaría disponible para su absorción, lo que induce la formación de más sales biliares a partir del colesterol plasmático el cual disminuiría, especialmente la fracción LDL.(34)

1.11. Quitosano y saciedad

El quitosano se comporta como fibra soluble, formando hidrogeles capaces de absorber grandes cantidades de agua que aumentan la distensión del estómago (26), lo cual desencadena señales aferentes vagales que conducen a la estimulación de neuropéptidos anorexígenos, generando así mayor sensación de saciedad. La viscosidad de las soluciones de quitosano aumenta al incrementar la concentración de éste, mientras que disminuye al elevar la temperatura y el grado de desacetilación del producto.(34)

Algunos estudios, han observado que existe reducción de peso con la ingesta de suplementos de quitosano, demostrando una pérdida de peso moderada, luego de la ingesta de 1,5 g antes de cada comida principal, sin estar acompañada de una dieta restrictiva en calorías. Posiblemente estos efectos sean debido a que el quitosano se comporta como fibra soluble en el estómago, produciendo un aumento de la saciedad, una menor accesibilidad física de los nutrientes para ser absorbidos y una disminución de la ingestión de calorías por los consumidores. (33)

A nivel de intestino grueso el quitosano es fermentado por las bacterias colónicas, lo que generaría una mayor proliferación y producción de ácidos grasos de cadena corta (AGCC) y gases (hidrógeno, anhídrido carbónico y metano) (34). Los AGCC producidos por la fermentación, estimulan la liberación del Péptido YY (35), este péptido actúa directamente inhibiendo la liberación del Neuropéptido Y, estimulando la producción de un fragmento del péptido anorexígeno POMC, de tal manera que aumenta la sensación de saciedad, reduce el apetito y la ingesta alimentaria. (36)

1.12. Marco regulatorio

A pesar de las importantes propiedades atribuibles a este polímero en el ámbito de la industria alimentaria, el quitosano en la actualidad tiene que hacer frente a algunas limitaciones. Las barreras por las cuales el quitosano no se usa de forma masiva son principalmente por: la diversidad de fuentes de obtención y la falta de control de calidad de las empresas productoras. La heterogeneidad de la fuente, tanto por los distintos tipos de especies (crustáceos, insectos, hongos) como por la zona geográfica de diferentes características y el hábitat de estos. El uso del quitosano como aditivo alimentario fue aprobado en Japón y Korea en 1983 y 1995, respectivamente. Su inclusión en el *Codex Alimentarius* fue considerada por su comisión en el 2003, pero actualmente no se recoge su uso en las listas generales estandarizadas de aditivos alimentarios, mientras que en Estados Unidos, ha recibido la aprobación de la FDA (30). Actualmente además de su uso como aditivo alimentario en países asiáticos existe un producto comercial (*ChitoClear® Prymex ASA, Norway*) que fue reconocido como producto GRAS (*Generally Recognised As Safe*) en Estados Unidos en el 2001.(30)

El quitosano presenta una baja toxicidad, con un $DL_{50} = 16$ g/kg, valor que sitúa a este compuesto en un nivel similar al azúcar y lo hace menos tóxico que la sal (37), por este motivo, el quitosano ya ha sido aceptado como suplemento dietario o como aditivo alimentario por la legislación de varios países como Italia, Francia, Noruega, Estados Unidos, Argentina y Japón (38). Los resultados de estas evaluaciones evidencian su inocuidad y contribuyen al avance de los aspectos regulatorios.

1.13. Producto de panificación “queque”

En los productos de panificación lo más explorado es la incorporación de fibra dietética de diversas fuentes (39). Los alimentos que contienen cereales, y en particular los productos de panificación, representarían una alternativa interesante como productos que podrían ejercer efectos beneficiosos para la salud al adicionarles compuestos bioactivos, tales como ciertos tipos de fibra dietética, antioxidantes, polifenoles, etc. En Chile no hay estudios sobre el consumo de queque en la población. Diversas marcas ofrecen queques individuales sin adición de fibra tales como; Marinela, Ideal, Líder, Nutra bien, entre otros.

Un queque es un producto de repostería elaborado generalmente de la mezcla de harina, huevo, mantequilla, leche y azúcar, la cual se deposita en moldes individuales y se lleva al horno para su cocción. Una vez horneado el exterior debe ser de color café brillante y su textura debe ser esponjosa.

1.14. Evaluación sensorial

El papel de la evaluación sensorial se torna de gran importancia en todas las etapas de producción y desarrollo de la industria alimentaria, para conocer tanto las características como la aceptabilidad de un producto. (40) La industria de los alimentos tiene a través de la evaluación sensorial una herramienta que permite valorar la percepción del consumidor de un producto como un todo, o de un aspecto específico del mismo. (41) La evaluación sensorial se define como una ciencia multidisciplinaria en la que se utilizan panelistas que utilizan los sentidos de la vista, olfato, gusto, tacto y oído para medir las características sensoriales y la aceptabilidad de los productos alimenticios. No existe ningún otro instrumento que pueda reproducir o remplazar la respuesta humana; por lo tanto, la evaluación sensorial resulta un factor esencial en cualquier estudio sobre alimentos. (42)

2. HIPÓTESIS

La incorporación de quitosano como fuente de fibra no tradicional a un producto de panificación (queque) con características similares a los del mercado convencional, otorga mayor saciedad en comparación a un queque control en adultos jóvenes sanos.

3. OBJETIVOS

3.1. Objetivo general

Evaluar la saciedad de un queque, con buena aceptabilidad sensorial que incorpore quitosano como fuente de fibra dietética no tradicional en jóvenes sanos.

3.2. Objetivos específicos

- 3.2.1.** Formular un producto de panificación (queque) que incorpore distintos niveles de quitosano maximizando su aceptabilidad sensorial en comparación con un tratamiento control.
- 3.2.2.** Caracterizar la composición químico proximal del producto queque formulado y de su control.
- 3.2.3.** Determinar saciedad subjetiva (EVA) y objetiva tras la ingesta de las formulaciones en individuos jóvenes sanos.
- 3.2.4.** Relacionar la saciedad subjetiva tras la ingesta de las formulaciones con la respectiva respuesta glicémica en individuos jóvenes sanos.

4. METODOLOGÍA

4.1. Tipo de estudio:

La presente investigación corresponde a un estudio de tipo Observacional, Analítico, Caso Control, Aleatorio, Ciego, Cruzado.

La metodología del estudio fue revisada y aprobada por el comité de Bioética de la Facultad de Farmacia de la Universidad de Valparaíso. (ANEXO 1).

4.2. Ensayos preliminares:

4.2.1. Selección y comparación de muestras de Queques comerciales

Se realizó un estudio y análisis de la gama de productos ofrecidos en el mercado según sabor e información contenida en el etiquetado nutricional. Se escogieron 3 queques individuales, sin relleno de diferentes marcas en donde se evaluaron las siguientes variables:

1. Tamaño por porción (gramos).
2. Sabor.
3. Ingredientes.
4. Análisis del etiquetado nutricional: Calorías, macronutrientes (proteínas, lípidos, carbohidratos) y fibra.

Se procedió a estandarizar los aportes de los productos escogidos, para determinar un tamaño de porción adecuado a utilizar en el producto a desarrollar. Se calculó los valores promedios y su desviación estándar para cada una de las variables analizadas, con el fin de comparar la información nutricional del queque formulado con quitosano que resulte de la investigación.

4.2.2. Receta inicial y sus ajustes

Se realizó una búsqueda bibliográfica de recetas de queques en libros e internet, para la realización del producto. El fin de la búsqueda fue encontrar una receta que tuviese similitud con los ingredientes de los queques comerciales analizados. (ANEXO 2)

4.2.3. Descripción del quitosano comercial

El quitosano que se utilizó en el estudio fue donado por la empresa Biotex S.A, el cual es obtenido por métodos químicos a partir de la extracción de desechos industriales del camarón rojo, provisto por una empresa de China productora de quitosano.

La presentación de este producto viene como polvo fino de color blanco, en un envase de 500 g. Posee un peso molecular de 575 kDa y con un porcentaje de desacetilación del 91,6%, según certificado de análisis del fabricante (ANEXO 3), cumpliendo así con los parámetros establecidos para grado alimenticio. (30)

4.2.4. Pruebas iniciales de sabor e incorporación de quitosano

4.2.4.1. Prueba de intensidad de sabor.

Para la selección del sabor, se realizaron ensayos preliminares por un panel no entrenado constituido por tesistas y profesores (n=7) probando distintas muestras y evaluando la intensidad del sabor con una escala estructurada de 1 a 7 en que 1 era nada de intenso y 7 muy intenso. La prueba se realizó con el fin de encontrar el sabor que mejor enmascare mejor el gusto del quitosano.

Las muestras fueron:

- M1: Queque con ralladura de limón + esencia de limón
- M2: Queque con ralladura de naranja + esencia de naranja
- M3: Queque con ralladura de limón + ralladura de naranja + vainilla
- M4: Queque con ralladura de limón + vainilla
- M5: Queque con ralladura de naranja + vainilla
- M6: Queque con vainilla

4.2.4.2. Prueba de incorporación de quitosano

Una vez determinada la receta y el sabor a utilizar en la formulación del queque se realizó una prueba preliminar de incorporación de quitosano, evaluando con una escala estructurada de 7 puntos la intensidad del sabor del quitosano en queques con cantidades ascendentes de éste, en donde 1 era nada de intenso y 7 muy intenso por un panel en el que participaron tesistas y profesores (n=7).

En esta prueba se incorporó 1,2 g, 2,5 g y 4,3 g de quitosano por porción de queque, muestras que fueron evaluadas por un panel de consumidores que no conocían las características sensoriales del quitosano; consultando si se percibía algún sabor extraño al consumir la formulación y si este era agradable o no. El objetivo de esta etapa era determinar si la intensidad del sabor del quitosano era percibida al consumir las diferentes muestras dado que se quería incorporar la mayor cantidad de quitosano sin que se apreciara un sabor desagradable. Se analizaron las diferencias significativas entre las muestras ($p < 0.05$). En la Tabla 1 se muestran las cantidades incorporadas de quitosano a una porción de 50 g de queque.

Tabla 1. Cantidad de quitosano por 50 g porción de queque para pruebas preliminares

Muestras escogidas	Gramos de Quitosano
Q1	1,2 g
Q2	2,5 g
Q3	4,3 g

4.3. Prueba de aceptabilidad sensorial

Se determinó un tamaño de muestra mayor o igual a 30 personas, mediante una ecuación de muestreo aleatorio simple, con un error de estimación del 15% y un nivel de confianza del 90%. (43)

4.3.1. Metodología:

Los sujetos del estudio fueron reclutados mediante correo electrónico y redes sociales. Se les explicó la metodología del estudio, luego llenaron una ficha personal (ANEXO 4) y firmaron el consentimiento informado de la investigación. (ANEXO 5)

La prueba de aceptabilidad sensorial se desarrolló en el Centro de Nutrición de la Universidad de Valparaíso (CENUVAL) ubicado en la Facultad de Farmacia.

Como criterio de inclusión se reclutó jóvenes de ambos sexos, de edades entre 18-30 años, que les agrada comer queque. Se excluyó del estudio: mujeres embarazadas o en período de lactancia, personas con alergias y/o intolerancia alimentaria a algún ingrediente del queque formulado u otro alimento, y personas que se encontraban con patologías gastrointestinales.

El método que se utilizó para esta prueba fue la Escala Hedónica (ANEXO 6), en donde se pidió al consumidor que midiera el nivel de agrado o desagrado con respecto al producto a través de una escala numérica-verbal estructurada de 7 puntos. El número de puntos es impar para que el punto central sea un punto neutral, que generalmente corresponde a “no me gusta ni me disgusta”.

4.3.2. Prueba de aceptabilidad sensorial para queques con distintas cantidades de quitosano:

Se les dio a los participantes a probar dos muestras las que fueron seleccionadas a partir de los ensayos preliminares, las cuales deben incorporar la mayor cantidad de quitosano de la prueba de incorporación del quitosano.

Las variables analizadas fueron: Apariencia General, Color, Olor, Sabor, Textura y Aceptabilidad General. Una vez analizadas estadísticamente ($p < 0,05$), se escogió aquella muestra que maximizó la incorporación de quitosano, y se comparó con un queque control.

4.3.3. Prueba de aceptabilidad sensorial del queque con quitosano de mayor aceptabilidad sensorial versus un queque control:

El fin de la prueba fue analizar nuevamente las variables de: Apariencia General, Color, Olor, Sabor, Textura y Aceptabilidad General, entre ambos queques (queque que incorporó la mayor de quitosano y el queque control) ($p < 0,05$).

4.4. Análisis químico-proximal de la composición final y control

Los análisis químicos de la formulación final y control fueron desarrollados en los laboratorios experimentales de la Facultad de Farmacia de la Universidad de Valparaíso. De acuerdo a las metodologías establecidas por la AOAC (1990-1995), los análisis que se realizaron fueron: determinación de Humedad (N° 925.10), determinación de cenizas (N° 930.22), determinación extracto etéreo (N°935.38), determinación de proteínas (N°950.36) y determinación de fibra dietética total (N° 45.4.07). (ANEXO 7)

4.5. Estudio de Saciedad.

Para el estudio se utilizó la muestra de queque con incorporación de quitosano que resultó mejor evaluada de la prueba de aceptabilidad sensorial entre queques con quitosano.

Se determinó un tamaño de muestra a partir de lo propuesto por Jenkins (44) Se propone una muestra $n > 10$ sujetos, para el estudio de saciedad subjetiva y objetiva.

Como criterio de inclusión se reclutó sujetos jóvenes de ambos sexos, con un rango de edad entre 18-30 años, con estado nutricional normal (IMC 18,5-24,9 kg/m²), que tengan glicemias en ayunas normales (70- 99 mg/dL) y que les agrade consumir queques. Como criterio de exclusión, no se permitió mujeres embarazadas o en periodo de lactancia, personas con Diabetes Mellitus, intolerancia a la glucosa, resistencia a la insulina, alergias alimentarias y personas con actividad física vigorosa (más de 1,5 hrs, 3 veces por semana).

4.5.1. Metodología Saciedad Subjetiva y Objetiva.

Los sujetos del estudio fueron reclutados mediante correo electrónico y redes sociales, informándoles el lugar, la hora y fecha en que debían asistir además se les informó que: 1) No podían consumir bebidas alcohólicas ni medicamentos en las 72 horas previas a la evaluación, 2) Debían seguir una dieta normocalórica 3) en caso de realizar actividad física debía ser leve o moderada, 4) Debían llegar con un ayuno de 10-12 horas el día de la prueba (45). Acudieron a las 10.30 am. Al Centro de Nutrición de la Universidad de Valparaíso (CENUVAL); ubicado en la Facultad de Farmacia.

Los sujetos acudieron a las 10.30 am. Al Centro de Nutrición de la Universidad de Valparaíso (CENUVAL); ubicado en la Facultad de Farmacia. Se les aplicó una encuesta que consideraba los criterios de inclusión y exclusión antes descritos descartando a aquellos que no cumplían con los requisitos y se les explicó la metodología del estudio, luego llenaron una ficha personal (ANEXO 8) y firmaron el consentimiento informado de la investigación. (ANEXO 5)

Se pesó y midió con el fin de corroborar el estado nutricional normal (IMC 18- 24,9 kg/m²). La medición del peso se realizó con la báscula de piso SECA® 813 precisión \pm 100 g, mientras que la medición de la talla se realizó con un tallímetro extensible de pared, SECA® 206 precisión \pm 1 cm.

Para la determinación de la saciedad subjetiva, a través de EVA se utilizó la metodología propuesta el año 2000 por *Flint A. et al* (46). Los sujetos del estudio ingirieron las muestras de manera aleatoria cruzada y ciega en dos sesiones distintas, separadas por una semana cada una, en donde los mismos sujetos consumieron queque con quitosano o queque control, considerando que no sobrepasaran los 15 minutos. Se evaluó la saciedad subjetiva, mediante pautas de análisis de la escala visual análoga (EVA), que consiste en una línea recta habitualmente de 10 cm de longitud con palabras ancladas en sus extremos (Ejemplo: “No tengo nada de hambre”; “Estoy lo más hambriento”). (ANEXO 9). La encuesta se entregó al tiempo 0 (antes de consumir el producto), a los 5 minutos de haberlo consumido y a los 30, 60, 90 y 120 minutos. Se les indicó a los participantes que marcaran con una línea vertical de acuerdo a sus sensaciones de: hambre, saciedad, plenitud, deseos de consumir un alimento y deseos de consumir un alimento: graso, dulce, salado y líquido.

Pasadas dos horas del inicio de la prueba de saciedad subjetiva se invitó a los sujetos a participar de un almuerzo fijo ad libitum para evaluar la saciedad objetiva, en donde se les indicó que consumieran todo lo que desearan y que solicitaran libremente más almuerzo si lo apetecían siguiendo así el concepto ad libitum.

El almuerzo fue diseñado para cubrir las necesidades energéticas de los participantes, el que estuvo constituido por 770 calorías, correspondiente al 35% del valor calórico total diario promedio para adultos jóvenes de edades entre 19 y 30 años de ambos sexos y con actividad física sedentaria, lo que corresponde a 2400 kcal/día (*Dietary Guidelines for Americans US 2010*) (47). La distribución calórica fue de un 15% de proteínas, 30% de grasas y 55% de hidratos de carbono tal como lo propone (*Dietary References Intake 2002-2005*). (48)

La preparación escogida para alimentar a los participantes estuvo constituida de: fideos con salsa bolognesa, agua mineral sin gas o jugos sin azúcar, y postre de frutas. El aporte de energía y macronutrientes del almuerzo fijo ad libitum se detalla en la Tabla 2.

Se obtuvo la cantidad de alimentos consumidos en gramos mediante pesada diferencial. El cálculo de energía consumida se estableció mediante la Guía de Composición Nutricional De Alimentos Naturales, de la Industria y Preparaciones Chilenas. (49)

Tabla 2. Aporte y adecuación de energía y macronutrientes del almuerzo entregado

Ingredientes	Medida casera	Porción	Unidad	Energía (Kcal)	Proteínas (g)	CHO (g)	Lípidos (g)
Tallarines Cocidos	1 taza	300	g	390	13,8	78,3	2
Salsa de tomate	1/ taza	60	cc	24	0,8	4,8	0,4
Carne Molida 10% grasa	1/2 taza	60	g	87	14,16	0	3,42
Zanahoria	1 cucharada	20	g	9	0,2	2,1	0
Cebolla	1 cucharada	20	g	8	0,26	1,6	0
Aceite	1 cucharada	20	cc	180	0	0	20
Agua o Jugo sin Azúcar	1 vaso	200	cc	0	0	0	0
Manzana	1 unidad regular	100	g	59	0,2	15	0,4
Naranja	1 unidad regular	100	g	47	0,9	11,3	0,4
Total				804	30,32	113,1	26,62
Requerimiento				770	28,9	105,8	25,6
% Adecuación				104	105	107	104

4.6. Estudio de Respuesta Glicémica

Se realizó el estudio de respuesta glicémica de forma simultánea a la prueba de saciedad, utilizando los mismos sujetos, los cuales fueron reclutados en base a los criterios de inclusión y exclusión antes descritos en la prueba de saciedad.

A los participantes se les midió la glicemia en sangre capilar antes del consumo de la formulación y en condiciones de ayuno, lo que se consideró como tiempo 0 y luego a los 30, 60, 90 y 120 minutos posteriores a la ingesta, sumando un total de cinco tomas de sangre capilar por cada sujeto (47).(ANEXO 10 y ANEXO 11). El análisis capilar de glicemia fue realizado con la máquina Accu-Chek Active® producto elaborado por el laboratorio ROCHE que entrega una lectura digital precisión de ± 10 mg/dL, por medio de la utilización de cintas reactivas Accu-Chek Active Control® con un rango de medición entre 10 a 600 mg/dL y con la utilización de lancetas Accu- Chek Softclix®.

4.7. Pruebas estadísticas para el análisis de los datos obtenidos

Se realizó análisis estadístico de todas las pruebas realizadas (Ensayos Preliminares, Evaluación Sensorial, Análisis químico-proximal, Saciedad y Respuesta Glicémica) a través de estadística descriptiva (Promedio y desviación estándar).

En el análisis de las pruebas antes mencionadas (excluyendo los ensayos preliminares), se analizó la normalidad de los datos a través de la prueba de normalidad para muestras pequeñas de Shapiro-Wilk ($p > 0,05$), en caso de no normalidad de las pruebas se utilizó estadística no paramétrica para su análisis.

Para las pruebas de Aceptabilidad Sensorial, Prueba de Saciedad Subjetiva – Objetiva Respuesta Glicémica se analizaron los datos a través de la prueba t-Student para muestras pareadas con un ($p < 0,05$)

Para relacionar la saciedad del producto formulado (queque) con la respuesta glicémica generada en sujetos jóvenes sanos se utilizó el coeficiente de Correlación de Pearson.

Para el análisis de los datos se utilizó el software estadístico Minitab v.17.

5. RESULTADOS

5.1. Ensayos preliminares.

5.1.1. Selección y comparación de muestras de Queques comerciales

Se comprobó que los queques comerciales no presentaban los mismos gramajes, por lo que se estandarizó el aporte nutricional por 100 g y 50 g. La información nutricional de los queques comerciales se presenta en la Tabla 3

Tabla 3. Información Nutricional de los queques comerciales en 100 g y 50g de porción:

Marca comercial	Porción (g)	Energía (kcal)	Proteínas (g)	Hidratos de Carbono disponibles (g)	Grasas (g)	Fibra (g)	Sabor
Quequito de vainilla Nutra Bien	100	436	8	56	20	0	Vainilla
	50	218	4	8	10	0	
Magdalena Lider	100	374	5,8	48	17	0	Vainilla + Limón
	50	187	2,9	24	8,5	0	
Minix Naranja Chia Marinela	100	360	5,8	54	14	0	Naranja
	50	180	2,9	7	7	0	

Según los datos obtenidos se determinó el promedio y la desviación estándar de las variables: calorías, macronutrientes y fibra, los datos se presentan en la Tabla 4

Tabla 4. Resultados del análisis del etiquetado nutricional de los queques comerciales según 100g y 50g. (Promedio y DS)

Porción (g)	Energía (Kcal)	Proteínas (g)	Hidratos de Carbono Disponibles (g)	Grasas (g)	Fibra (g)
50	195,00 ± 20,22	3,26 ± 0,63	26,33 ± 2,08	8,50 ± 1,50	0
100	390,00 ± 40,44	6,53 ± 1,27	52,60 ± 4,16	17,00 ± 3,00	0

El objetivo de esta etapa fue elaborar una preparación semejante a las preparaciones ofrecidas en el mercado.

5.1.2. Receta inicial y sus ajustes

Se probó un receta de queque esponjoso del sitio web.recetasgratis.net (50) el cual no tuvo los resultados esperados, debido a que la textura obtenida era similar a la del pan. Posterior a esto se procedió a modificar la receta no obteniendo resultados alentadores, debido a que no hubo mejoras en la textura.

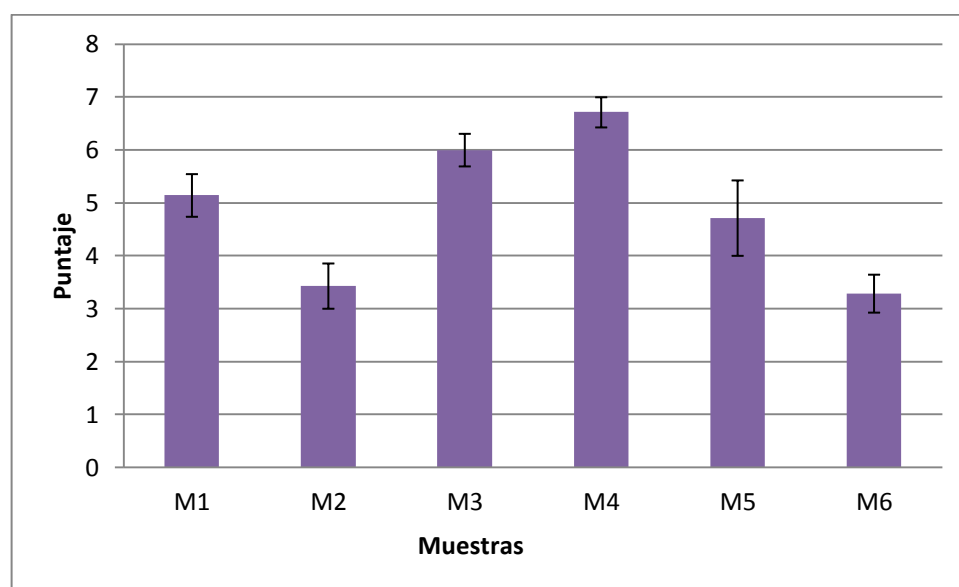
Finalmente la receta de elaboración del queque fue obtenida del libro de la Asignatura de Gastronomía de la Sra. Silvia Sepúlveda, Nutricionista Docente de la Universidad de Valparaíso. (ANEXO 12).

5.1.3. Pruebas iniciales de sabor e incorporación de quitosano.

5.1.3.1. Prueba de intensidad de sabor.

Se evaluó el sabor a través de un panel con n=7 panelistas no entrenados. Los resultados obtenidos se presentan en el Gráfico 1.

Gráfico 1. Resultados de la prueba de intensidad de sabor. (Promedio y DS)



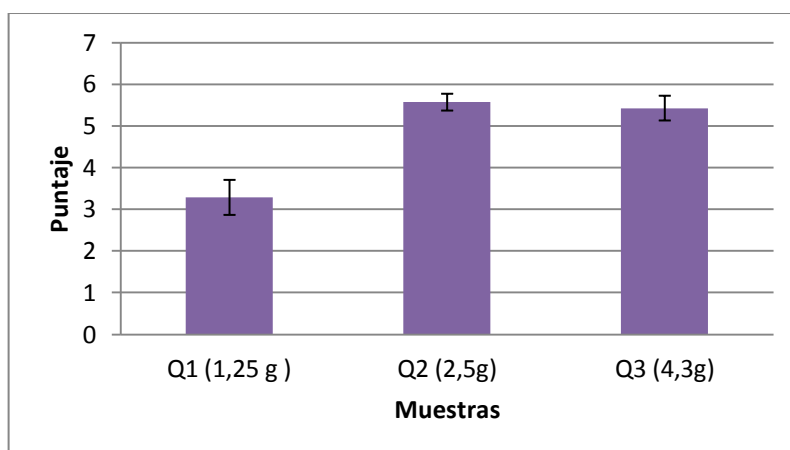
M4 (queque con ralladura de limón + vainilla) fue la muestra que logró la mejor puntuación en la evaluación de intensidad del sabor, por lo que se consideró la muestra ideal para las siguientes pruebas del estudio.

5.1.4. Prueba de incorporación de quitosano.

Se evaluaron a través de un panel abierto con $n=7$ panelistas no entrenados las cantidades ascendentes de quitosano. Los resultados obtenidos de la prueba se observan en el Gráfico 2.

Gráfico 2.

Resultados de la prueba de incorporación de quitosano por porción. (Promedio y DS)



N.S.

Se observó que entre las concentraciones Q1, Q2 y Q3 no existieron diferencias significativas, por lo que se seleccionaron Q2 y Q3 debido a que se buscaba incorporar la mayor cantidad de quitosano. Las muestras escogidas se utilizaron posteriormente en la prueba de aceptabilidad sensorial con el objetivo de escoger aquella muestra que tenga la mayor aceptabilidad sensorial para compararla con un control.

5.2. Prueba de aceptabilidad sensorial

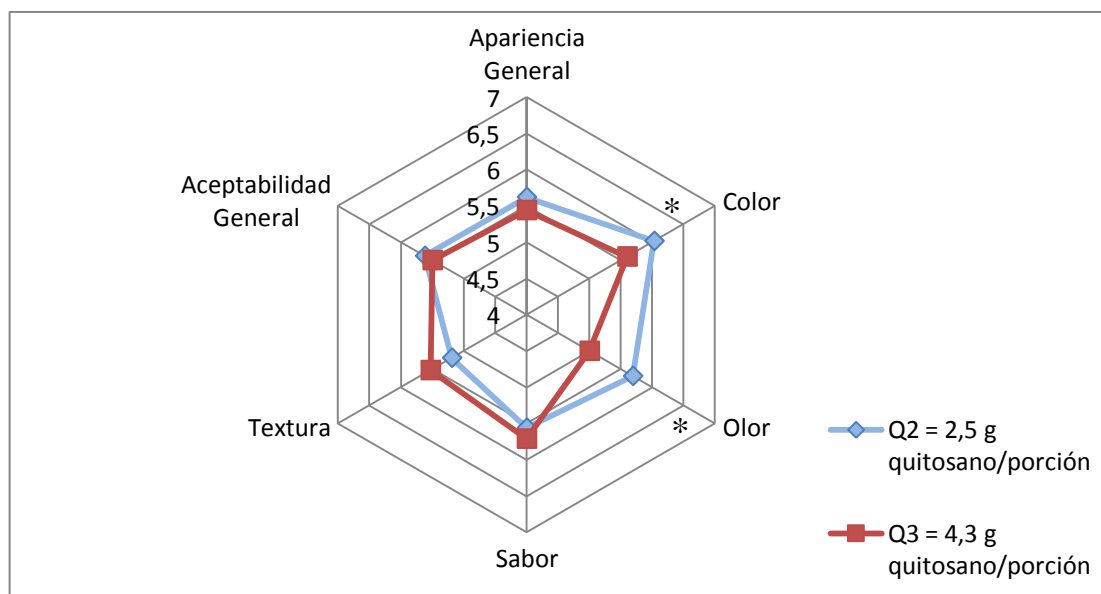
5.2.1. Prueba de aceptabilidad sensorial en queques con distintas cantidades de quitosano:

Se utilizó un panel constituido por 32 jueces no entrenados para determinar la aceptabilidad de dos muestras formuladas con quitosano:

- Q2 = 2,5 g de quitosano/porción.
- Q3 = 4,3 g de quitosano/porción.

Todos los datos obtenidos para la aceptabilidad sensorial se ajustaron a una distribución normal ($p > 0,05$). No existieron diferencias significativas ($p < 0,05$) en apariencia general, sabor, textura y aceptabilidad general, pero si se observaron en las variables de color y olor. Los resultados de la prueba de aceptabilidad sensorial se describen en el Gráfico 3.

Gráfico 3. Prueba de aceptabilidad sensorial para queques con distintas cantidades de quitosano.



*($p < 0,05$)

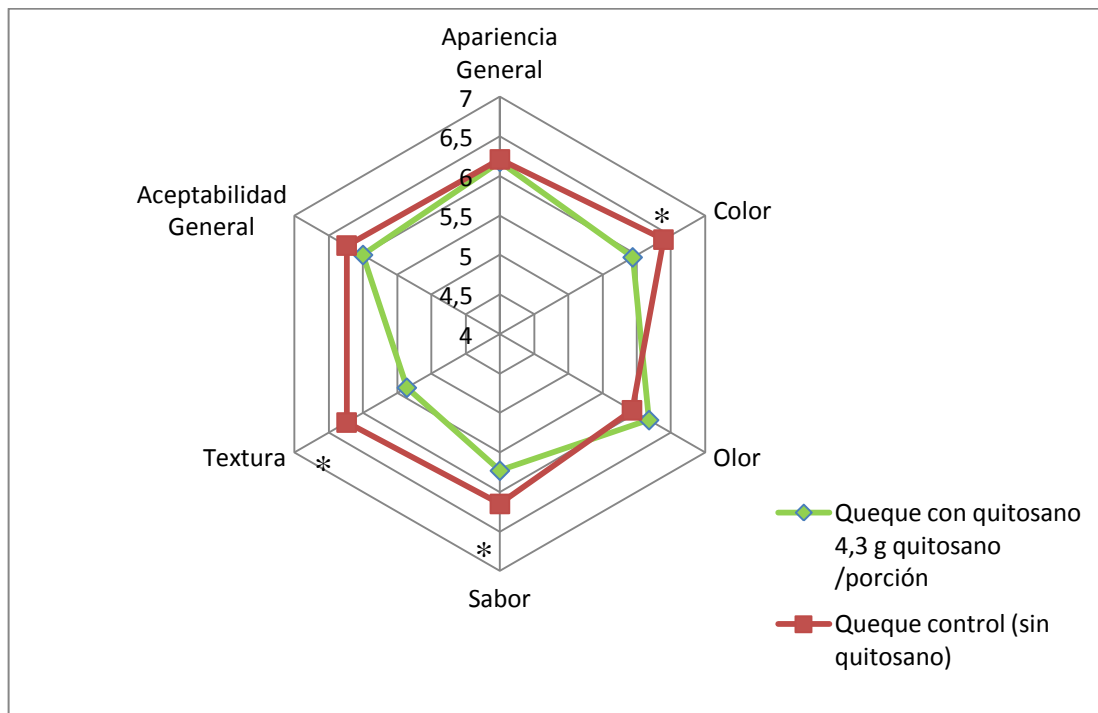
5.2.2. Prueba de aceptabilidad sensorial queque con quitosano de mayor aceptabilidad sensorial versus un queque control:

Según el análisis de normalidad de Shapiro-Wilk los datos obtenidos se ajustaron a una distribución normal ($p > 0,05$). No existieron diferencias significativas en apariencia general, olor y aceptabilidad general, pero si en color, sabor y textura.

Los resultados para la prueba de aceptabilidad entre el queque con mayor incorporación de quitosano versus el queque control se muestran en la Gráfico 4.

Gráfico 4.

Prueba de aceptabilidad sensorial entre el queque con quitosano vs. queque control.



*($p < 0,05$)

5.3. Análisis Proximal:

En la Tabla 5 se muestran los resultados obtenidos del análisis químico proximal del queque con quitosano y control.

Tabla 5. Resultados del Análisis Proximal del queque con 4,3 g de quitosano vs. queque control expresado en 100 y 50 g (Promedio y DS)

Muestra	Porción (g)	Humedad	Cenizas	Proteínas	EE	ENN	Fibra dietética total
Queque quitosano	100	30,00 ± 0,2	1,35 ± 0,03	14,4 ± 1,15	13,06 ± 0,46	16,05	25,10 ± 0,01
	50	15,00 ± 0,1	0,68 ± 0,02	7,20 ± 0,58	6,53 ± 0,23	8,03	12,55 ± 0,01
Queque control	100	25,80 ± 0,4	1,16 ± 0,01	15,09 ± 0,14	14,94 ± 0,05	26,67	16,30 ± 0,07
	50	12,90 ± 0,2	0,58 ± 0,05	7,50 ± 0,07	7,47 ± 0,03	13,34	8,15 ± 0,04

En base a estos resultados, se determinó la información nutricional para ambas muestras por 100 y 50g. Los resultados se muestran en la Tabla 6

Tabla 6. Información Nutricional del queque con quitosano (4,3 g/porción) vs queque control

	Porción (g)	Energía (kcal)	Proteínas (g)	Hidratos de Carbono disponibles (g)	Grasas (g)	Fibra dietética (g)
Queque con quitosano	100	239	14,4	16,0	13	25,1
	50	119	7,2	8,0	6,5	12,55
Queque control	100	301	15,1	27,0	14,9	16,3
	50	150	7,545	13,3	7,45	8,15

5.4. Selección de sujetos para el estudio de Saciedad y Respuesta Glicémica

Se seleccionó un total de 15 participantes, sin embargo tres de ellos abandonaron el estudio, 2 mujeres por inasistencia y 1 hombre fue eliminado del estudio por presentar glicemias después de las 2 horas >140 mg/dL. En la Tabla 7 se entrega una descripción de los participantes por edad, peso, talla e IMC, según sexo.

Tabla 7. Características de los sujetos participantes (n=12) según sexo, edad, peso, talla e IMC (Promedio y DS).

	Sujetos (n=12)	Hombres (n=6)	Mujeres (n=6)
Edad (años)	23,0 ± 1,19	23,0 ± 0,51	24,0 ± 1,67
Peso (kg)	65,4 ± 7,61	71,2 ± 4,17	59,6 ± 5,46
Talla(m)	1,66 ± 0,08	1,72 ± 0,02	1,59 ± 0,05
IMC (kg/m²)	23,6 ± 1,16	23,8 ± 1,01	23,4 ± 1,37

Del total de los sujetos, participaron 6 mujeres y 6 hombres, la edad promedio de los participantes fue de 23 años y el IMC promedio de 23,6 kg/m².

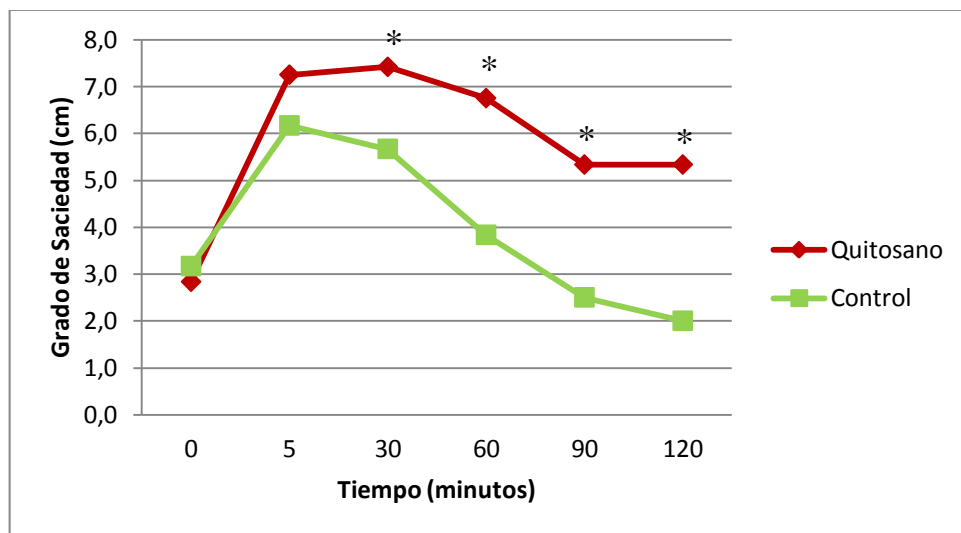
5.5. Estudio de Sacidad

5.5.1. Sacidad Subjetiva.

Todas las variables analizadas en la EVA se comportaron de manera normal ($p > 0,05$) por lo que se utilizó el análisis estadístico prueba t-Student de muestras pareadas en cada uno de los tiempos.

A continuación se presentan los gráficos de los distintos puntos evaluados en la escala visual análoga.

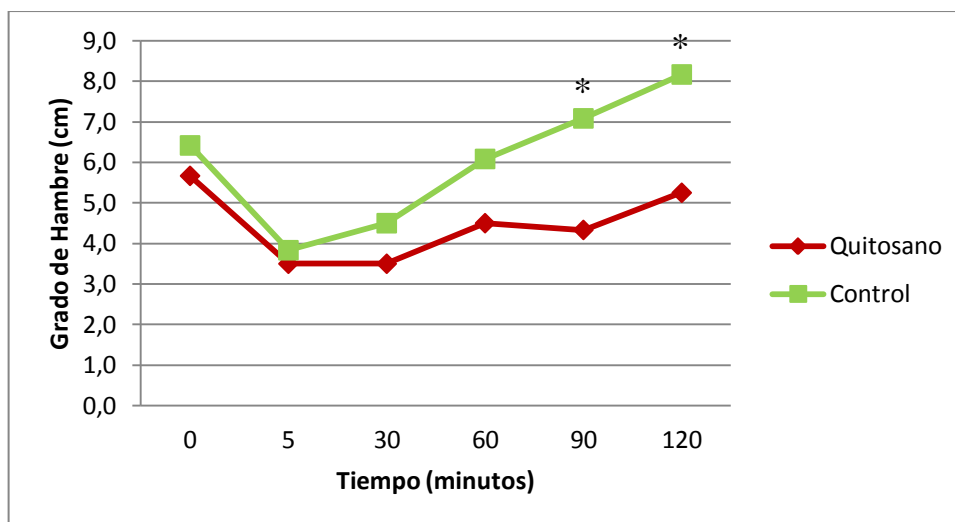
Gráfico 5. Resultados de EVA para la sensación de sacidad



*($p < 0,05$)

En el gráfico 5 se visualizó que existen diferencias significativas para la sensación de sacidad a los 30, 60, 90 y 120 minutos.

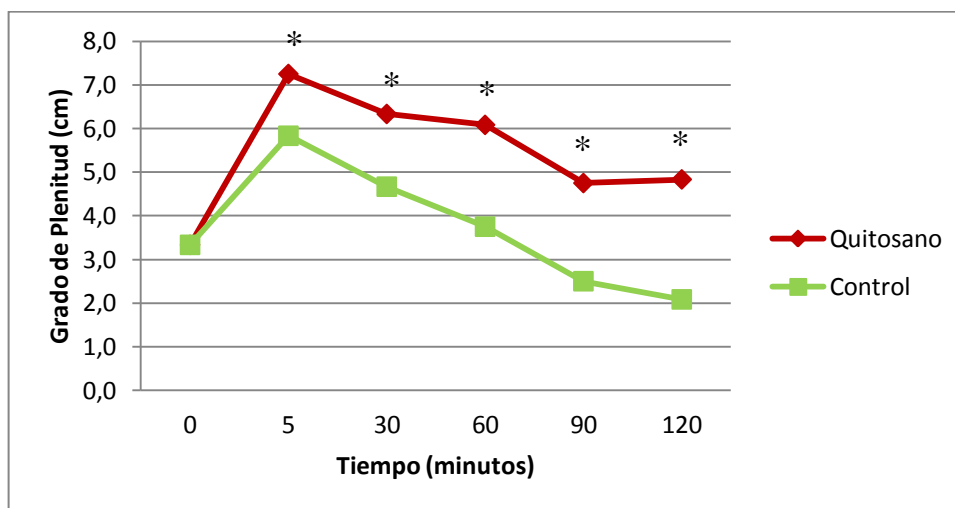
Gráfico 6. Resultados de EVA para la sensación de hambre.



*($p < 0,05$)

El gráfico 6 presentó diferencias significativas en la sensación de hambre entre el queque con quitosano y el queque control en los tiempos 90 y 120 minutos.

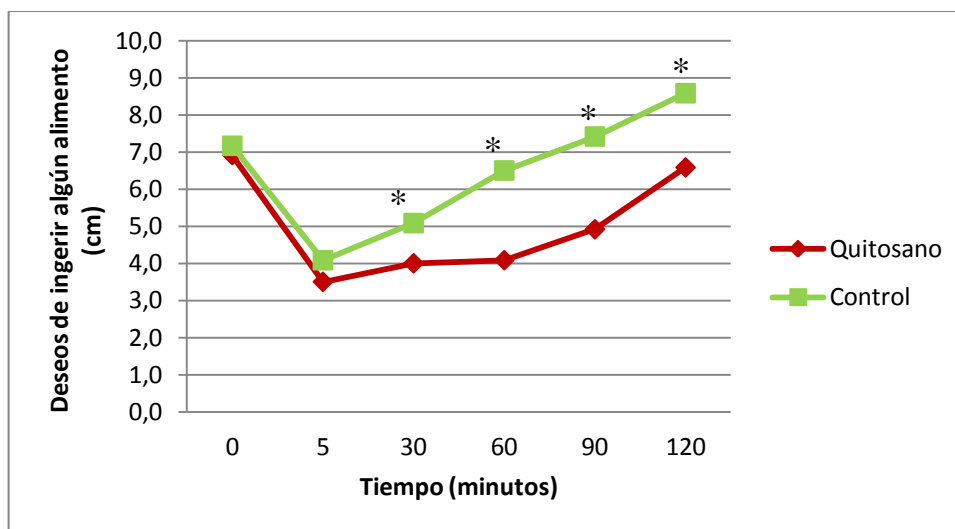
Gráfico 7. Resultados de EVA para la sensación de plenitud.



*($p < 0,05$)

El gráfico 7 presentó diferencias significativas para la sensación de plenitud al tiempo 5, 30, 60, 90 y 120 minutos.

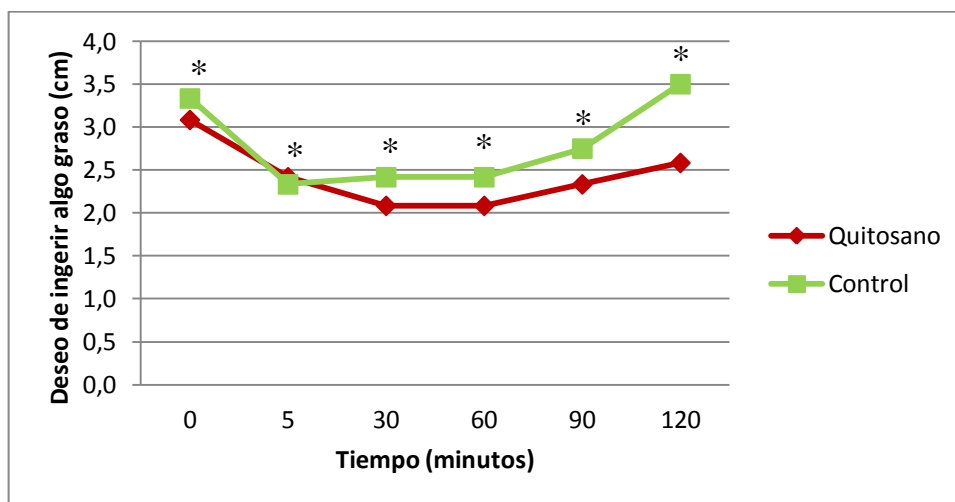
Gráfico 8. Resultado de EVA para la sensación de ingerir algún alimento



*(p<0,05)

En el Gráfico 8 para deseos de ingerir algún alimento se manifestaron diferencias significativas a los 30, 60, 90 y 120 minutos.

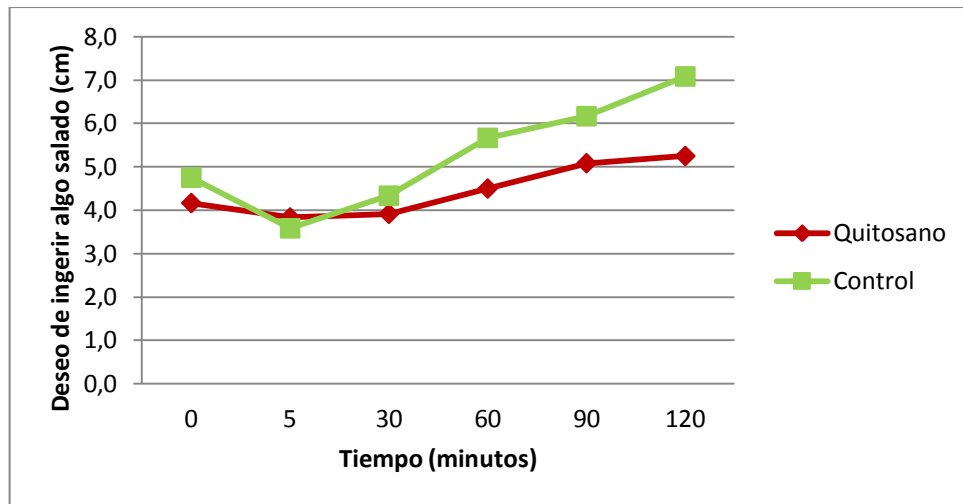
Gráfico 9. Resultados de EVA para la sensación de ingerir algún alimento graso.



*(p<0,05)

En el Gráfico 9 para la sensación de ingerir algún alimento graso se encontraron diferencias significativas en todos los tiempos.

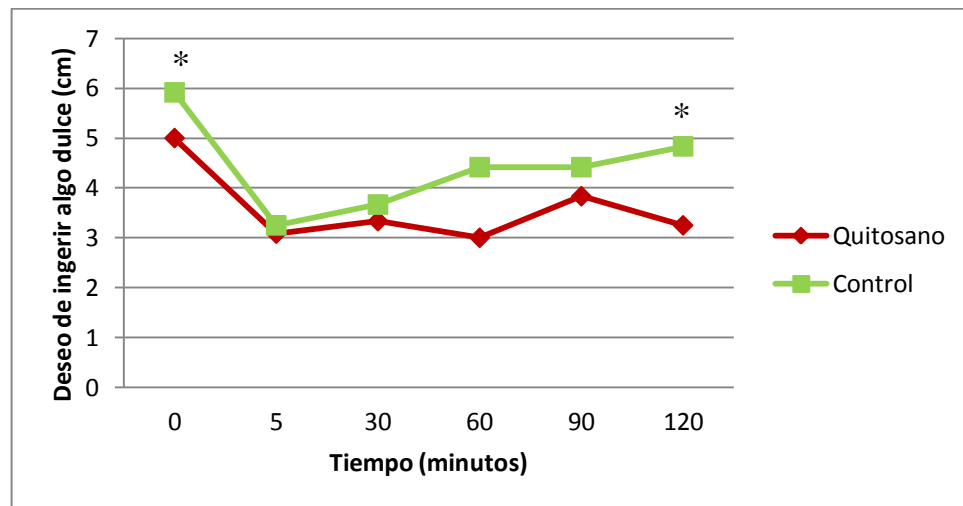
Gráfico 10. Resultados de EVA para la sensación de ingerir algún alimento salado



N.S.

En el gráfico 10 no se observaron diferencias significativas para la sensación de ingerir algún alimento salado entre el queque con quitosano y el control.

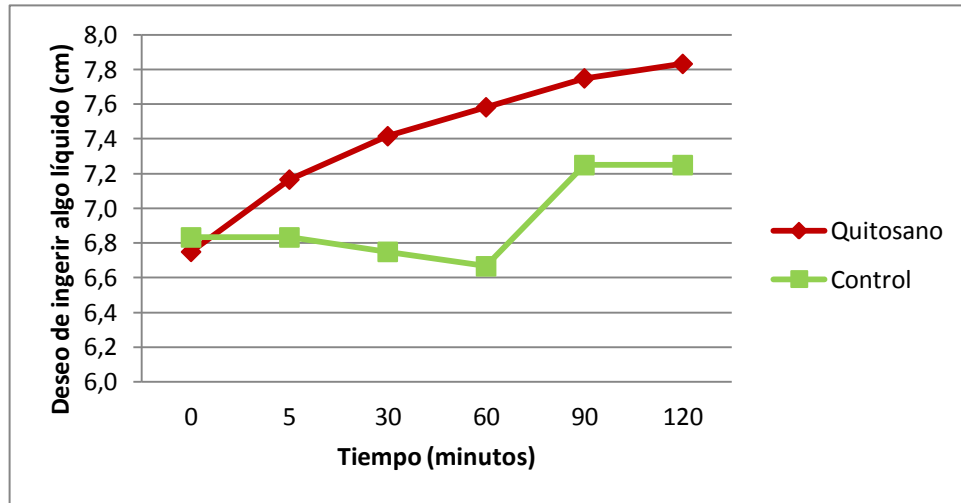
Gráfico 11. Resultados de EVA para la sensación de ingerir algo dulce.



*(p<0,05)

En el gráfico 11 se encontraron diferencias significativas al tiempo 0 y a los 120 minutos para la sensación de ingerir un alimento dulce.

Gráfico 12. Resultados de EVA para la sensación de ingerir algo líquido.



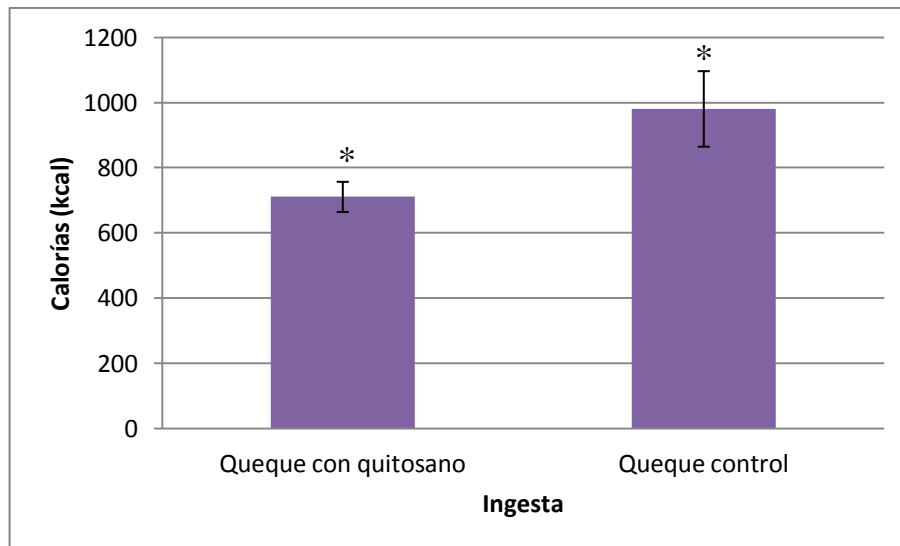
N.S.

En el gráfico 12 no se observaron diferencias significativas entre el queque con quitosano y el control.

5.5.2. Sacidad Objetiva

Se determinó la ingesta energética mediante el promedio de la calorías consumidas por los participantes, también se obtuvo la ingesta alimentaria medida en gramos. Se analizaron los datos según la prueba estadística de Shapiro-Wilk la que dio como resultado una distribución normal ($p > 0,05$), el análisis estadístico se presenta en el Gráfico 13 y 14.

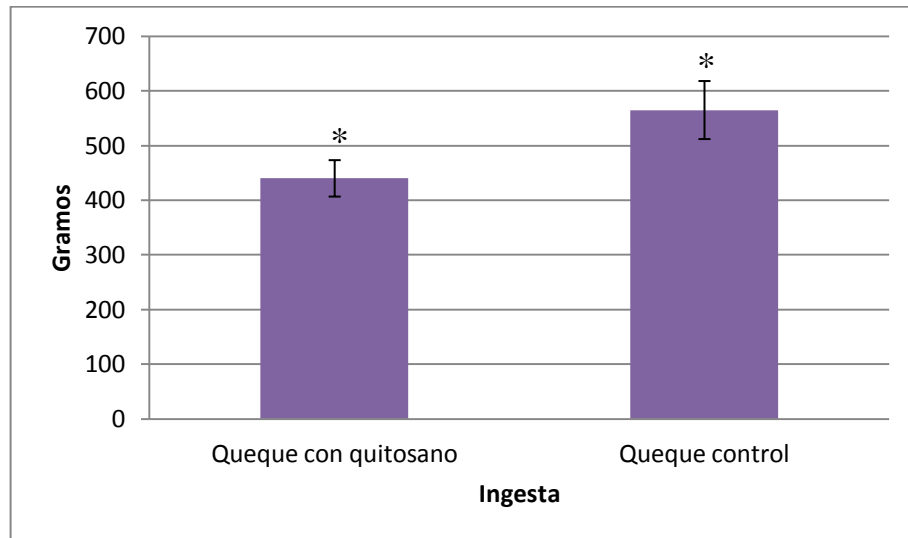
Gráfico 13. Resultados de la Ingesta energética (kcal) Queque con quitosano vs. Queque control. (Promedio y DS).



*($p < 0,05$)

En el gráfico 13 se observó que existieron diferencias significativas entre el queque con quitosano y queque control luego de evaluar la ingesta energética por medio de pesada diferencial.

Gráfico 14. Resultados de la Ingesta Alimentaria (g). Queque con quitosano vs. Queque control. (Promedio y DS)



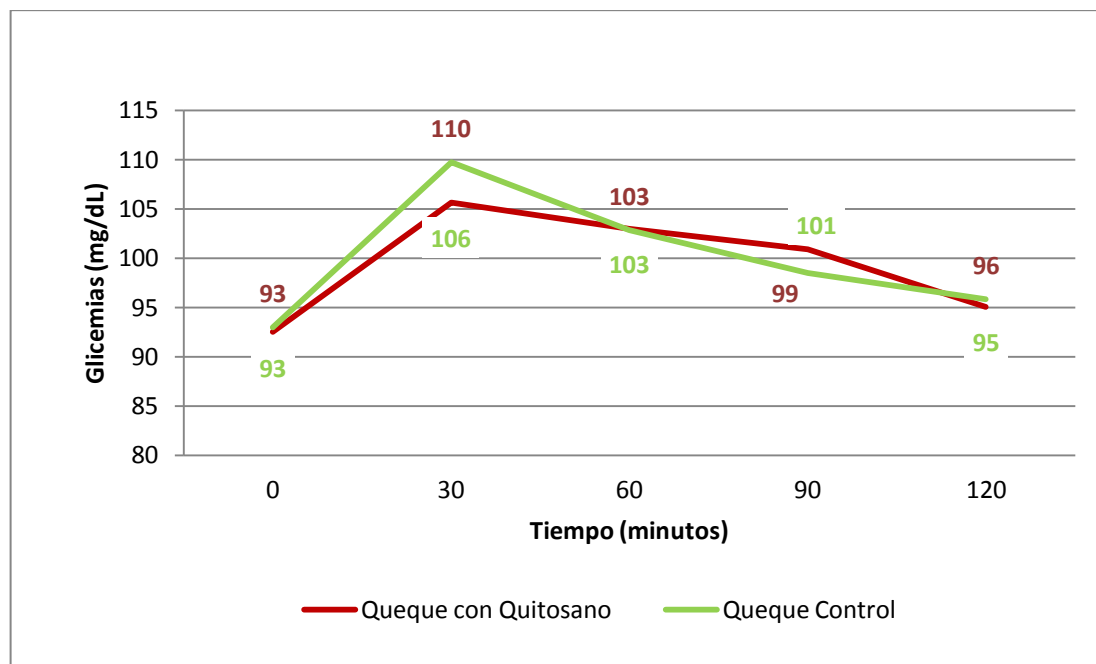
*($p < 0,05$)

En el gráfico 14 se evidencia que existieron diferencias significativas entre el queque con quitosano y queque control luego de evaluar la ingesta alimentaria por medio de pesada diferencial.

5.6. Estudio de Respuesta Glicémica

El perfil glicémico posterior a la ingesta de los queques con quitosano y queque control, se muestra en el Gráfico 15, en donde se promediaron los valores obtenidos de las curvas de glicemias en cada tiempo de medición, los datos obtenidos para la prueba siguen una distribución normal ($p>0,05$).

Gráfico 15. Comparación de la Respuesta Glicémica del Queque con Quitosano y el Queque Control.



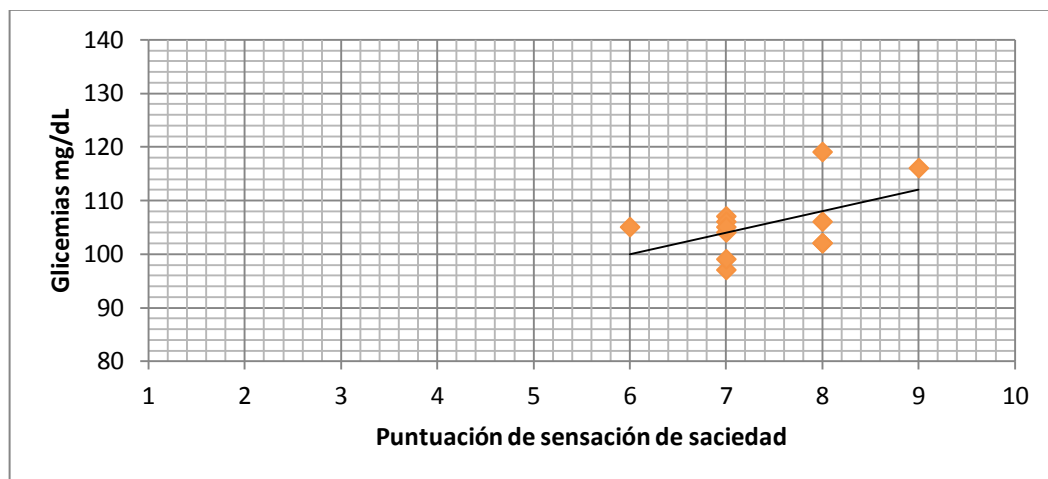
N.S.

El gráfico 15 evidenció que no existieron diferencias significativas en las respuestas glicémicas al tiempo 0, 30, 60, 90 y 120 minutos entre las dos formulaciones entregadas, queque con quitosano y queque control.

5.7. Correlación de Saciedad Subjetiva y Respuesta Glicémica

Se analizaron los resultados de la prueba saciedad subjetiva para la sensación de saciedad y los resultados de las pruebas de respuesta glicémica, a través de la prueba de correlación de Pearson, para el queque con quitosano y para el queque control. Todos los datos analizados siguieron una distribución normal ($p > 0,05$). Las correlaciones obtenidas se muestran en la Tabla 16 y Tabla 17

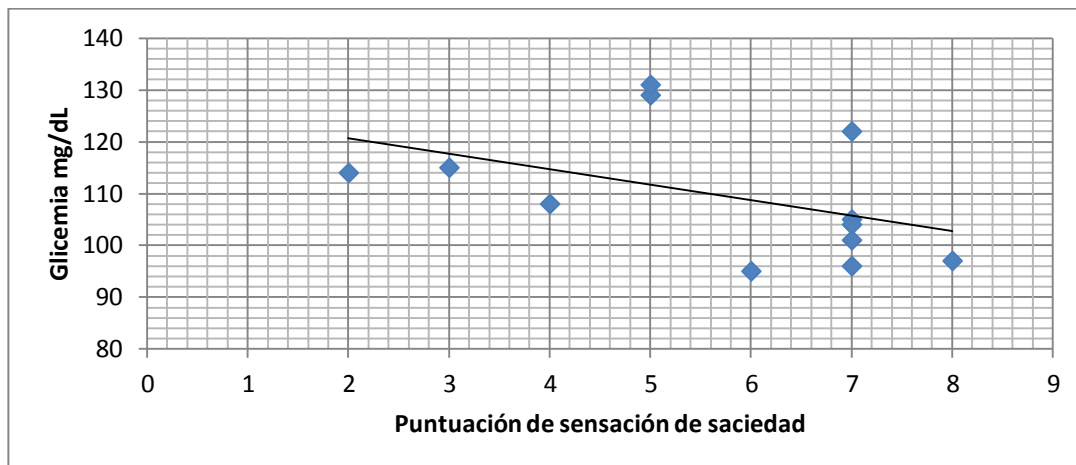
Gráfico 16. Correlación de Pearson para Saciedad Subjetiva (sensación de hambre) y Respuesta Glicémica para el queque con quitosano



N.S.

En el gráfico 16 no se aprecia una correlación entre la saciedad subjetiva específicamente de la sensación de saciedad con los resultados de las respuesta glicémica, tras el consumo del queque con quitosano.

Gráfico 17. Correlación de Pearson para Saciedad Subjetiva (sensación de hambre) y Respuesta Glicémica para el queque control.



N.S.

En el gráfico 17 no se aprecia una correlación entre la saciedad subjetiva específicamente de la sensación de saciedad con los resultados de las respuesta glicémica, tras la ingesta del queque control.

6. DISCUSIÓN:

6.1. Ensayos preliminares

Según la búsqueda bibliográfica realizada, en Chile no se registra ningún estudio sobre el consumo de queques de la población, producto que se consume como colación/snack con una amplia variedad en el mercado.

En el análisis de los queques comerciales se evidencia que estos presentan en una porción de 50 g alta densidad energética, 3,9 kcal/g, lo que estaría dado por un alto contenido de carbohidratos y grasas, con nulo aporte de fibra. Estudios han demostrado que los sujetos comúnmente eligen productos de panadería, lácteos, dulces, chocolates y galletas para las colaciones, (51) argumentando que la combinación de azúcar y grasas en los alimentos aumenta su preferencia, en comparación con los alimentos que contienen sal y grasas (51). La presente investigación planteó la elaboración de un producto de panificación de sabor dulce (queque) que incorporó quitosano como fuente de fibra dietética no tradicional.

En la prueba de intensidad del sabor se buscó el sabor que fuera más intenso para posteriormente probarlo en la prueba de incorporación de quitosano, esto con el fin de enmascarar el gusto del quitosano en el queque. Algunos estudios plantean que el quitosano puede otorgar un gusto amargo y astringente, lo que podría implicar una limitación en su uso (52). Los resultados obtenidos en esta prueba demuestran que de los seis sabores utilizados, al usar solo una esencia en particular, (M1: limón, M2: naranja o M6: vainilla), se logran calificaciones 5.0 o menos, por su parte al combinar esencia de naranja con

vainilla (M5), no se logró una intensidad de sabor suficiente, obteniendo una calificación nuevamente inferior a 5.0.

En cambio, se observó que el sabor entregado por el limón, combinado con otros dos elementos (M3: limón + vainilla + naranja) entregó una mayor intensidad de sabor, logrando un valor promedio de 6.0. Lo mismo sucedió con la muestra M4 (limón + vainilla) que fue mejor evaluada por el panel con un valor de 6.8, siendo esta muestra la escogida para seguir con el resto de las pruebas.

En la prueba de incorporación de quitosano, las cantidades incorporadas a las muestras fueron 1,2 g quitosano/porción (Q1), 2,5g quitosano/porción (Q2) y 4,3g quitosano/porción (Q3). Esto es comparable con otros estudios realizados ya que los gramajes de quitosano son similares. *Fang-Hsuean L. et al 2007*, administraron 936 mg/día como suplementación vía oral, durante un período de 8 semanas donde participaron 60 pacientes hiperlipidémicos (53). Así mismo *Guerciolini et al.* vía oral suministraron 2,67 g/día a siete hombres y cinco mujeres (n=12) (54). Mientras que *Gades MD & Stern JS* utilizaron concentraciones de quitosano de 2,5 g/d a 5,25 g/d como suplementación oral a hombres y mujeres para evaluar la absorción de grasa (55).

Los resultados de las pruebas preliminares de incorporación de quitosano mostraron que no existieron diferencias significativas en cuanto a la intensidad del sabor del quitosano entre las muestras. Se descartó la muestra Q1 (1,2 g quitosano/porción) debido a que no cumplía con el objetivo de la prueba ya que era la que menos quitosano incorporaba. Se eligió las muestras Q2 (2,5 g quitosano/porción) y Q3 (4,3 g quitosano/porción), las cuales contenían las mayores concentraciones de quitosano por porción para ser evaluadas en la prueba de aceptabilidad sensorial entre quesos con quitosano.

6.2. Prueba de aceptabilidad sensorial

En la prueba de aceptabilidad sensorial entre queques con quitosano, los resultados revelaron que no existen diferencias significativas ($p < 0,05$) en apariencia general, sabor, textura y aceptabilidad general, atributos sensoriales que obtuvieron según escala hedónica puntajes mayores a 5.0.

Se observaron diferencias significativas en las variables de color y olor. Para la variable a olor se obtienen promedios menores, $5,68 \pm 1,17$ y $5,00 \pm 1,21$ para Q2 y Q3 respectivamente, lo cual refleja que a los jueces les gustaron ambas muestras ligeramente. En cuanto a color, Q2 obtiene un $6,03 \pm 0,69$ lo cual equivale a “me gusta mucho” y Q3 obtiene un $5,59 \pm 1,07$ que representa “me gusta ligeramente”. Estos resultados pueden deberse a que el quitosano es un polisacárido proveniente del caparazón del camarón, teniendo un olor característico de los productos de origen marino, lo cual pudo afectar los resultados obtenidos. Pese a lo anterior, los consumidores no evidenciaron en el queque un olor característico de los productos de origen marino, sólo describieron la presencia de un olor extraño pero no desagradable. Además un estudio demuestra que el quitosano unido a distintos azúcares (glucosa, maltosa, fructosa, lactosa) genera reacciones de Maillard, evidenciando que la unión quitosano-glucosa es la que obtiene la mayor intensidad de color al someterse a un tratamiento térmico, generando un dorado intenso. Los grupos amino del quitosano son lo que pueden reaccionar con el grupo carbonilo del azúcar; se postula que el quitosano se interpondría en la interacción entre los grupos amino de las proteínas y los grupos carbonilo de los azúcares de la preparación, por lo que se podría generar un color distinto al de una preparación sin quitosano (56).

Es importante considerar que la caracterización hedónica de un producto indica su grado de aceptabilidad y preferencia por el consumidor. Debido a lo anterior se toma la determinación de escoger la muestra Q3, la cual maximiza la cantidad de quitosano a incorporar, considerando que no se apreciaron diferencias significativas ($p < 0,05$) en las variables de aceptabilidad general, apariencia, sabor y textura. Además se observó que Q3 obtuvo mejores evaluaciones en las características sabor ($Q3 = 5,71 \pm 1,11$ vs. $Q2 = 5,56 \pm 0,80$) y textura ($Q3 = 5,53 \pm 1,24$ vs. $Q2 = 5,18 \pm 1,17$), ambas variables determinantes a la hora de elegir un producto desde el punto de vista sensorial.

Al escoger la muestra Q3 se espera que la formulación no genere efectos nocivos en la salud de los consumidores. Estudios han revelado que niveles de 4,5 g de quitosano al día vía oral en humanos no reportaron efectos adversos (57). Incluso altos niveles orales de hasta 6,75 g fueron reportados seguros (58). Cabe destacar que un estudio de tolerancia aguda y crónica realizado en yogurt en donde se incorporó 0,5 g de quitosano por 125 mL no generó efectos adversos en la salud de los sujetos (59). Sin embargo aunque el quitosano ha sido bien tolerado clínicamente, no se recomienda a personas alérgicas a los crustáceos por precaución. (60)

Los resultados de la prueba de aceptabilidad sensorial del queque con mayor incorporación de quitosano versus el queque control, mostraron que no existieron diferencias significativas ($p < 0,05$) en apariencia general, olor y aceptabilidad general, atributos sensoriales que obtuvieron puntajes mayores a 5.0 en la escala hedónica. Si se observaron diferencias significativas en las variables de color, sabor y textura.

Para la variable color del queque con quitosano versus control se obtiene un promedio $5,94 \pm 1,12$ y $6,39 \pm 0,70$ respectivamente lo cual equivale a “me gusta ligeramente” y “me gusta mucho”. En cuanto a sabor del queque con quitosano versus control se obtiene un promedio $5,73 \pm 0,94$ y $6,15 \pm 0,87$ respectivamente lo cual equivale a “me gusta ligeramente” y “me gusta mucho”. Finalmente al evaluar la textura del queque con quitosano versus el control se obtiene un promedio $5,36 \pm 0,92$ y $6,24 \pm 0,83$ respectivamente lo cual equivale a “me gusta ligeramente” y “me gusta mucho”.

Las diferencias en color y sabor ya fueron descritas en la prueba de aceptabilidad sensorial entre queques con distintas cantidades de quitosano, en donde se apreció que el quitosano generó ligeras modificaciones en el color y el sabor de los queques. Los resultados de textura se pueden justificar debido a que las partículas de quitosano otorgan mayor firmeza, consistencia y viscosidad por su capacidad de formar hidrogeles. (27)

Se ha estudiado que las propiedades hedónicas (olor, sabor y textura) tienen una función importante en la selección e ingestión de los alimentos, siendo las grasas las principales responsables de estas propiedades (51). El quitosano tiene propiedades catiónicas, lo cual nos permite postular que actuaría en la matriz del alimento atrapando las grasas las que son las responsables de entregar palatabilidad a los alimentos, provocando de esta forma una disminución en las propiedades sensoriales antes descritas en comparación con un queque control.

En esta prueba no hubo diferencias significativas en las variables sensoriales de apariencia general, olor y aceptabilidad general, lo cual indica que el queque con 4,3 g de quitosano

tiene una buena caracterización hedónica. Se destaca que el queque con quitosano obtuvo mejores resultados al evaluar la variable olor en comparación al queque control ($6,18 \pm 0,92$ y $5,93 \pm 0,96$ respectivamente). Si bien existieron diferencias significativas en las variables textura, sabor y color, al evaluar los promedios obtenidos estos fueron mayores a 5.0, evaluación que corresponde al ítem “me gusta”.

6.3. Análisis Químico Proximal

El análisis químico proximal del queque con 4,3 g de quitosano y queque control fue analizado por 50 g y 100 g. Se compararon los datos obtenidos en 50 g de queque con quitosano y queque control, equivalente al tamaño de una porción comercial.

La humedad ($15,00 \text{ g} \pm 0,1$ queque con quitosano y $12,90 \text{ g} \pm 0,2$ queque control) y las cenizas ($0,68 \text{ g} \pm 0,02$ queque con quitosano y $0,58 \text{ g} \pm 0,05$ queque control) mostraron resultados similares, siendo mayores para el queque con quitosano.

En el análisis de los valores de proteínas ($7,20 \text{ g} \pm 0,58$ queque con quitosano y $7,50 \text{ g} \pm 0,07$ queque control) y extracto etéreo ($6,53 \text{ g} \pm 0,23$ queque con quitosano y $7,47 \text{ g} \pm 0,03$ queque control) también se obtuvieron valores similares para ambas muestras, siendo mayor en este caso para el queque control.

En el caso del análisis del extracto no nitrogenado ($8,03 \text{ g}$ queque con quitosano y $13,34 \text{ g}$ queque control) y fibra total ($12,55 \text{ g} \pm 0,01$ queque con quitosano y $8,15 \text{ g} \pm 0,04$ queque control) se observaron las mayores diferencias de valores entre las muestras, se observó al estudiar la cantidad de fibra de la preparación que la diferencia de gramajes entre los queques formulados es de 4,4 g, valor fue similar a la cantidad de fibra dietética no

tradicional (quitosano) añadida a la formulación. Este resultado explicaría la diferencia entre la cantidad de carbohidratos disponibles de los queques en donde al aumentar el aporte de fibra de la preparación disminuyen los carbohidratos disponibles de la misma.

Finalmente al analizar el aporte nutricional en 50 g de porción, el queque que contiene 4,3 g de quitosano presenta una menor densidad energética en comparación con su control: 2,38 kcal/g y 3 kcal/g respectivamente. Según la evidencia científica los valores mencionados anteriormente son elevados. No existe un claro consenso respecto a los valores de densidad energética recomendables, sin embargo, el informe de CAVENDES-UNU (1988) ha señalado cifras adecuadas para alimentos sólidos 2,0 kcal/g (61). Se considera que densidades energéticas entre 1,1 a 1,2 kcal/g son valores razonables en las preparaciones diarias (*Araya et. al 1991, FAO 2005*). (62, 63). Es importante considerar que si bien el producto formulado tiene una alta densidad energética, este estudio no buscaba como objetivo la elaboración de un producto de buena calidad saludable, sino más bien investigar los efectos derivados de la fibra no tradicional, quitosano.

Al comparar el análisis químico proximal del queque con quitosano con los resultados del análisis del etiquetado nutricional de los queques comerciales en 50g, se observó que el queque con quitosano tiene menos calorías que los queques comerciales (119 kcal vs. 195 kcal respectivamente). También se evidenció que los queques comerciales tuvieron un mayor aporte de hidratos de carbono (26,33 g) y grasas (8,5 g) en comparación al queque con quitosano (8,0 y 6,5 g respectivamente). Mientras que presentaron un bajo aporte de proteínas 3,2 g vs. 7,2 g del queque con quitosano y nulo aporte de fibra en comparación a los 12,55 g del queque formulado con quitosano.

6.4. Estudio de Saciedad.

6.4.1. Saciedad Subjetiva

En la evaluación de saciedad subjetiva, se observó que en la sensación de hambre, saciedad, plenitud, deseos de ingerir un alimento y deseos de ingerir algo dulce, existieron diferencias significativas ($p < 0,05$) entre el queque con quitosano y el queque control.

Los resultados para saciedad fueron observados inmediatamente luego de consumir los queques. El queque con quitosano mostró una mayor sensación de saciedad, teniendo el mayor peak a los 30 minutos mientras que para el queque control fue a los 5 minutos, luego de esto fue disminuyendo la sensación de saciedad de manera significativa ($p < 0,05$) en todos los tiempos. Estudios refieren que el proceso de saciedad no ocurre de forma instantánea, sino que se desarrolla en un tiempo determinado; alrededor de 30 minutos después de haber ingerido el alimento (51). La mayor saciedad del queque con quitosano puede deberse a que el quitosano al comportarse como fibra soluble, forma hidrogeles capaces de absorber grandes cantidades de agua que aumentan la distensión del estómago (25), lo cual desencadena señales aferentes vagales de plenitud otorgando mayor sensación de saciedad. Una investigación más reciente ha sugerido un modo más específico de la acción de quitosano sobre la regulación de la ingesta y su efecto en la sensación de saciedad, lo que estaría dado por el aumento de las concentraciones de leptina sérica, en donde ratones (64, 65) y cerdos (66) suplementados con quitosano disminuyeron el consumo de alimentos.

En la sensación de hambre los resultados obtenidos desde los 30 minutos para el queque con quitosano fueron menores y se mantuvieron en el tiempo, mientras que los del control tuvieron un aumento lineal, observando diferencias significativas ($p < 0,05$) al tiempo 90 y 120 minutos. Se señala que la sensación de hambre constituye un factor importante para la ingestión de alimentos, cuyas características pueden determinar el tiempo de supresión del acto de comer y prolongar la sensación de saciedad (51), lo cual queda demostrado al comparar los resultados de la sensación de hambre con la de saciedad.

Otro resultado significativo de EVA es en la sensación de plenitud y los deseos de ingerir algún alimento. Para la sensación de plenitud se observó que el queque con quitosano presenta mayores puntajes que el queque control, para ambos casos se obtuvo un peak a los 5 minutos que fue en descenso luego del consumo de los queques obteniendo diferencias significativas ($p < 0,05$) a los 5', 30', 60', 90' y 120' minutos. Un estudio de características similares demuestra que al añadir 7,5 g de fibra se encuentra un efecto en donde la sensación de plenitud es mayor en comparación a la comida control (67).

Por último los resultados de la sensación de deseos de ingerir un alimento muestran que el queque con quitosano presenta resultados inferiores a los del queque control, considerando que para ambas preparaciones la sensación de ingerir un alimento aumenta progresivamente luego de la ingesta, en donde se observan diferencias significativas ($p < 0,05$) a partir de los 30 minutos, resultados que se podrían relacionar con los obtenidos para la sensación de hambre ya descrita. Algunos estudios, han observado que existe reducción de peso con la ingesta de suplementos de quitosano, demostrando una pérdida de peso moderada, luego de

la ingesta de 1,5 g antes de cada comida principal, sin estar acompañada de una dieta restrictiva en calorías (17).

6.4.2. Saciedad Objetiva.

En la prueba de saciedad objetiva se apreció que al consumir el queque con quitosano 4 personas no consumieron su almuerzo completo, 8 consumieron el total de su almuerzo y ninguna pidió repetición. Mientras que al consumir el queque control sólo 2 personas no consumieron su almuerzo completo, 6 consumieron el total de su almuerzo y 4 pidieron repetición. En el análisis de los datos se muestran diferencias significativas ($p < 0,05$) en la ingesta energética, se obtuvo un promedio de $711 \text{ kcal} \pm 160,2$ y $981 \text{ kcal} \pm 400,9$ tras el consumo del queque con quitosano y control respectivamente. También se observan diferencias significativas ($p < 0,05$) al evaluar la ingesta alimentaria en donde los promedios fueron de $440 \text{ g} \pm 115,3$ y $566 \text{ g} \pm 183,7$ tras el consumo del queque con quitosano y control respectivamente. El análisis muestra que en ambas variables el queque con quitosano tuvo un menor promedio, lo que se relaciona con los resultados obtenidos de las prueba de saciedad subjetiva del queque con quitosano, para las sensaciones de saciedad, hambre y plenitud.

Al relacionar los resultados de la prueba de saciedad objetiva con los de saciedad subjetiva se debe considerar que el hambre y la saciedad pueden estar influidos por una serie de factores incluyendo las variables fisiológicas y psicológicas, entre ellas la preferencia por los alimentos entregados y el estado emocional de los sujetos. Además se debe considerar que las sensaciones de hambre en el día de la prueba, también pueden estar influenciadas

por factores ambientales, es decir, el clima y la temporada (51). Pese a lo anterior es destacable que los resultados hayan arrojado diferencias significativas ($p < 0,05$).

6.5. Respuesta glicémica

El estudio demostró que los datos se ajustaron a una distribución normal ($p > 0,05$). No existieron diferencias significativas ($p < 0,05$) en las respuestas glicémicas en todos los tiempos analizados.

En ambas pruebas los sujetos al tiempo 0 presentaron en promedio una glicemia basal (glicemias en ayunas de queque con quitosano $92,5 \text{ mg/dL} \pm 4,48$ vs control $93,0 \text{ mg/dL} \pm 4,33$). Estos valores se encuentran entre los rangos de normalidad establecidos por la ADA, donde la glicemia en ayuno normal debe tener un valor $< 100 \text{ mg/dL}$ (68).

El peak máximo de glicemia (110 mg/dL) se presentó a los 30 minutos en ambas muestras, comportamiento similar a lo estudiado por *Brand- Miller et al (2008)*, donde el mayor aumento de glicemia se da en los primeros 30 minutos. (69)

Un estudio describe que uno de los factores que más afecta la respuesta glicémica de un alimento es la mayor o menor susceptibilidad de sus carbohidratos a ser digeridos y absorbidos en el sistema digestivo (70). Dado lo anterior, la respuesta glicémica obtenida podría estar determinada por la incorporación del quitosano, los cambios en la digestibilidad del almidón (proveniente de la harina de trigo) por al proceso térmico de horneado y de la cantidad de carbohidratos disponibles de la preparación. (71)

Si bien el quitosano forma hidrogeles a nivel estomacal, no hay estudios que determinen que la estructura generada en el estómago sea ordenada y/o compacta, características

protectoras ante la acción de las enzimas amilolíticas responsables del grado de digestión y absorción. El desafío a futuro parece ser el desarrollo de técnicas o procedimientos analíticos más adecuados, para evaluar de mejor manera las estructuras que se presenten a nivel de estomacal, para entender los procesos involucrados de digestibilidad o respuesta glicémica.

Diversos factores que pueden haber influido en los resultados obtenidos en el estudio tales como la calibración del glucómetro, la limpieza incorrecta de la piel, la variabilidad en la dieta de los sujetos, entre otros. Algunos autores exponen que el estrés que pueden tener los sujetos el día de la medición de glicemias puede ser un factor que interfiere en los resultados (72).

Existe un debate en cuanto a si el efecto fisiológico de la fibra propia de los alimentos difiere de la fibra incorporada de forma refinada y purificada en alimentos diseñados (27).

Finalmente *Jenkins, Wolever et al (2008)* señalan que al adicionar 10 g de una mezcla de fibra soluble viscosa en galletas es capaz de reducir la respuesta glicémica en participantes sanos y diabéticos.(73) Otro estudio similar de *Yuan et al. (2014)* establece que panes enriquecidos con 10 g fibra dietética soluble e insoluble generan una disminución de la respuesta glicémica en sujetos sanos (74). Por otra parte algunos estudios señalan que no todas las fibras solubles pueden afectar la glucosa postprandial, *Masaki Sanaka et al. (2008)* demostraron en adultos sanos que el agar (2g) y pectina (5,4g) no tienen ningún impacto en la respuesta postprandial de glucosa (75), a pesar de que pueden retrasar el vaciamiento gástrico. Sería útil evaluar si dosis más elevadas de quitosano interferirían a nivel intestinal en la absorción de glucosa generando efectos significativos en la respuesta glicémica en sujetos sanos.

6.6. Correlación entre saciedad subjetiva y respuesta glicémica.

El análisis de la saciedad subjetiva, específicamente de la sensación de hambre con la respuesta glicémica mostró que tras la ingesta del queque con quitosano y el queque control los resultados no se correlacionaron.

Si bien no se encontraron correlaciones en los resultados obtenidos entre las puntuaciones de saciedad y las concentraciones de glucosa en plasma, existen otros estudios en los que no fueron capaces de encontrar correlaciones entre las calificaciones del hambre, saciedad y las concentraciones de glucosa en plasma (76). La falta de correlaciones por lo tanto, no debería ser interpretada como un fracaso por parte de los valores de la EVA, sino más bien como prueba de que el hambre y la saciedad no dependen exclusivamente del metabolismo de la glucosa.

7. CONCLUSIÓN

El quitosano incorporado como fuente de fibra no tradicional a dosis de 4,3g a un queque de 50 g de porción y de características similares a los que existen en el mercado, genera mayor saciedad en comparación a un queque control en adultos jóvenes sanos.

Se logró la formulación de un queque que incorporaba quitosano, el cual fue evaluado a través de la prueba de aceptabilidad sensorial en donde se determinó que el quitosano interfirió en algunas propiedades hedónicas como sabor, color y textura, sin embargo, estas a su vez no afectaron la aceptabilidad general, apariencia y olor del queque en comparación con su control.

Se determinaron las características nutricionales de la formulación final, queque con quitosano, a través del análisis químico proximal comprobando que este tenía mayor cantidad de fibra dietética en comparación con su control.

Se comprobó el efecto en la saciedad subjetiva y objetiva del queque con quitosano versus su control. Hubo diferencias significativas en la prueba subjetiva en los parámetros de hambre, saciedad, plenitud y deseos de ingerir un alimento y también existieron diferencias significativas en la prueba objetiva de saciedad en la ingesta calórica y alimentaria.

No se encontraron correlaciones al analizar los resultados de la saciedad subjetiva, específicamente de la sensación de hambre con la respuesta glicémica tras la ingesta del queque con quitosano y el queque control.

En síntesis y según los resultados obtenidos en el estudio se acepta la hipótesis, la cual postula que “La incorporación de quitosano como fuente de fibra no tradicional a un producto de panificación (queque) con características similares a los del mercado convencional, otorga mayor saciedad en comparación a un queque control en adultos jóvenes sanos”.

8. GLOSARIO

- AACC: American Association of Cereal Chemist
- AGCC: Ácidos Grasos de Cadena Corta
- AI: Ingesta Adecuada
- CHO: Hidratos de Carbono
- ECNT: Enfermedades crónicas no transmisibles
- EFSA: Agencia Europea de Seguridad Alimentaria
- ENS: Encuesta Nacional de Salud
- EVA: Escala visual análoga
- FDA: Food and Drugs Administration
- GRAS: Generally Recognised As Safe
- IG: Índice Glicémico
- NAS: National Academy of Sciences
- OMS: Organización Mundial de la Salud
- RSA: Reglamento Sanitario de los Alimentos

9. BIBLIOGRAFÍA

- (1) Mendoza C, Pinheiro C, Amigo H. Evolución de la situación alimentaria en Chile. RevChilNutr Vol. 34, N°1, 2007
- (2) Ministerio de salud, Secretaria de Salud Pública, División de Políticas Públicas Saludables y Promoción. Departamento de Nutrición y Alimentos. Informe Final 2010.
- (3) FAO. Panorama de la Seguridad Alimentaria y Nutricional en América Latina y el Caribe. Hambre en América latina y el Caribe; acercándose a los Objetivos del Milenio. 2013.
- (4) Prentice, A. et al. Fast foods, energy density and obesity: a possible mechanistic link. Obesity Reviews 2003; 4: 187-94.
- (5) Latham M. Nutrición Humana en el Mundo en Desarrollo. Fomento de dietas apropiadas y estilos de vida saludables. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Capítulo 38. Roma 2002
- (6) Pak N. La fibra dietética en la alimentación humana, importancia en la salud. Anales de la Universidad de Chile 2000; VI (11): 2-7.
- (7) Alvídrez A, Edelia B, Jiménez Z. Tendencias en la producción de alimentos: alimentos funcionales. Facultad de Salud Pública y Nutrición. Universidad Autónoma de Nuevo León. Vol 3 N°3 2002.

- (8) American Association for Clinical Chemistry. Dietary Fiber Definition. Committee of the American Association of Cereal Chemists. The definition of dietary fiber. Cereal Foods World. 2001. <http://www.aaccnet.org/initiatives/definitions/Pages/DietaryFiber.aspx> [Fecha de consulta: 1 de Junio, 2014]
- (9) Dietary references intakes proposed definition of dietary FIBER. Institute of Medicine. National Academy Press. Washington; 2001
- (10) Normas técnicas sobre directrices nutricionales. Declaración propiedades saludables de los alimentos (Resolución Exenta N° 764/09) es la generada por el *Codex alimentarius*
- (11) Escudero E, González P. La fibra dietética. Nutr. Hosp. 2006. 21 (Supl. 2) 61-72
- (12) Chao E, Simmons C, Black R. 1998. Physiologically functional wheat bran. Functional Foods. Mazza G, Editor. Technomic Publishing Co, Lancaster, 39-70.
- (13) Velázquez OC, Zhon D, Seto RW. In vivo crypt surface hyperproliferation is decreased by butyrate and increased by deoxycholate in normal rat colon: associated in vivo affects on C-Fos and C-Jun expression. JPEN 1996; 20: 243-250.
- (14) Gonzales M, Ambrosio K, Sánchez S. Regulación neuroendocrina del hambre la saciedad y mantenimiento del balance energético. Medigraphic Vol VIII, Número 3, diciembre 2006.
- (15) Trantwein EA, Kunath-Ran A, Erbersdobler HF. Increased fecal bile acid excretion and changes in the circulating bile acid pool are involved in the

- hypocholesterolemic and gallstonepreventive actions of psyllium in hamsters. *J Nutr* 1999; 129: 896-902.
- (16) Gordon DT. Total dietary fibre and mineral absorption. Kritcheusky D, Bonfield C, Aderson JW (ed) *Dietary fiber: chemistry, phybiology and health effects*. New York: Plenum Press, 1990: 105-128.
- (17) Browman BA. Russell RM. Conocimientos actuales sobre nutrición (8a.ed., pp.64–77). Organización panamericana de la salud, Washington DC, 2001.
- (18) Granfeldt Y. Wu X. Björck I. Determination of glycaemic index; some methodological aspects related to the analysis of carbohydrate load and characteristics of the previous evening meal, *Eur J Clin Nutr* 2006; 60:104–112
- (19) Wolever TMS, Jenkins DJA, Jenkins AL, Josse RG. The glycemic index: methodology and clinical implications. *Am J Clin Nutr* 1991; 54: 846–54
- (20) Mayer J. Glucostatic mechanism of the regulation of food intake. *N Engl J Med*. 1953; 249: 13-16
- (21) Human Nutrition Unit, School of Molecular and Microbial Biosciences, University of Sidney: <http://www.glycemicindex.com/> [Fecha de consulta: 6 Enero, 2015]
- (22) Olagnero, G. Revista. Alimentos funcionales: fibra, prebióticos, probióticos y simbióticos. *DIAETA (B. Aires)* 2007. Vol. 25. N° 121
- (23) Encuesta nacional de salud ENS Chile 2009-2010. Facultad de Medicina, Pontificia Universidad Católica de Chile. Observatorio Social, Universidad Alberto Hurtado. Ministerio de Salud. Págs. 245-255
- (24) Encuesta Nacional de Consumo Alimentario. Informe final 2010-2011. Universidad de Chile. Departamento de Nutrición, Fac Medicina.

- (25) Savastano D, Hodge R, Nunez D, Walker A, Kapikian R. Effect of two dietary fibers on satiety and glycemic parameters: a randomized, double-blind, placebo-controlled, exploratory study. Savastano et al. Nutrition Journal 2014, 13:45
- (26) De la Paz N, Fernández M, López OD, Nogueiara A, García C, Pérez D, Tobella J, Montes de Oca Y, Díaz D. Optimización del proceso de obtención de quitosano derivada de la quitina de langosta. Revista Iberoamericana de Polímeros Vol 13 Cap 3, Julio de 2012
- (27) Shirai K. Universidad Autónoma Metropolitana. Producción de quitina y quitosano nuevo proceso biotecnológico para la obtención de quitina y quitosano. 2011
- (28) Mármol, Z. et al. Quitina y Quitosano, polímeros amigables. Una revisión de sus aplicaciones. Revista Tecnocientífica URU 2012.
- (29) Juárez C, Keiko C, Pacheco N, Gimeno Miquel. Obtención y caracterización de quitina biológica y su desacetilación a quitosano. Universidad Autónoma Metropolitana. 2012
- (30) Food and Drug Administration. GRAS Notification for ChitoClear Shrimp-Derived Chitosan. GRAS Notice (GRN). No. 443 <http://www.fda.gov/Food/FoodIngredientsPackaging/GenerallyRecognizedasSafeGRAS/GRASListings/default.htm> Revisada el 28 de Noviembre, 2014]
- (31) Nogueiro, E. et al. Microencapsulation with chitosan by spray drying for industry applications – A review. Vol 31, 2, June 2013, 138–155
- (32) Nakamatsu, K.. El quitosano, la molécula destacada. Revista de Química PUCP, 2012, vol. 26, nº 1-2.

- (33) Babio, N. et al. Dietary fibre: influence on body weight, glycemic control and plasma cholesterol profile. *NutrHosp.* 2010; 25(3): 327-340.
- (34) Yao HT, Chiang MT. Chitosan shifts the fermentation site toward the distal colon and increases the fecal short-chain fatty acids concentrations in rats. *Int J VitamNutr Res.* 2006 Mar; 76(2):57-64.
- (35) Cherbut C, Ferrier L, Roze C, Anini Y, Blottiere H, Lecannu G, Galniche JP. Short-chain fatty acids modify colonic motility through nerves and polypeptide YY release in the rat. *Am J Physiol* 1998; 275: G1415-22.
- (36) King, M. Cerebro-Intestino Interrelaciones y Control de la Conducta Alimentaria. <http://themedicalbiochemistrypage.org/es/gut-brain-sp.php#pyy>Sánchez. Revisada el 21 de Diciembre, 2014
- (37) A. Caracterización y utilización de hidrogeles de quitosano obtenidos a partir de camarón langostino (*pleuroncodes planipes*) para el crecimiento de fibroblastos humanos. Instituto Tecnológico de Costa Rica. Escuela de Biología. Cartago 2006.
- (38) Romanazzi, G, Nigro F, Ippolito A, Divenere D. Salerno, M. Effect of pre- and post harvest chitosan treatments to control storage grey mold of table grapes. *JFoodSci* 2002. 67, 1862-1867.
- (39) Lutz M. Edel A. "Aspectos nutricionales y saludables de los productos de panificación. eds. Sello Universidad de Valparaíso, 2009, pág. 14-15
- (40) Ibañez F, Barcina Y. Análisis sensorial de alimentos. Métodos y aplicaciones. Editorial Springer 2001. Cap 1.

- (41)Ávila R, González C. La evaluación sensorial de bebidas a base de fruta: una aproximación difusa. Universidad Ciencias y Tecnología, Vol. 15, Número 60, 2011
- (42)Watts B, Ylimaki G, Jeffery L, Elías L. Métodos sensoriales para la evaluación de alimentos. Cap 1.
- (43)Scheaffer R, Mendenhall W, Ott L. Elementos de muestreo 1987. 4:42-52
- (44)Jenkins D, Wolever T, Jenkins. The glycaemic response to carbohydrate foods. Lancet 1984; II:388-391
- (45) Hurtado, C.; Cartagena, D.; ErosteGUI, C. Evaluación de la respuesta glucémica post-ingesta de la hoja de coca (*Erythroxylum coca*) en personas sin antecedente patológico metabólico. Rev Cient Cienc Med 2013;16(1): 20-24
- (46)A Flint, A Raben, J E Blundell and A Astrup. “Reproducibility, power and validity of visual analogue scales in assessment of appetite sensations in single test meal studies”. International Journal of Obesity (2000) 24, 38-48
- (47)Dietary guidelines for Americans, 2010.us department of health and human service. US Department of Agriculture. guía del INTA y de la Universidad de Chile.
- (48)Dietary References Intake for Energy, Carbohydrates, Fiber, Fat, Fatty Acids, Colesterol, Protein, and Aminoacids. 2002-2005
- (49)Gattas, V. Guía de la Composición Nutricional de Alimentos naturales, de la industria y Preparaciones Chilenas habituales. Universidad de Chile. INTA. 2008.

- (50) Recetas Gratis.net 2014. *Receta de queque esponjoso*.
<http://www.recetasgratis.net/Receta-de-queque-esponjoso-receta-45480.html>
Revisada el 20 de Agosto de 2014.
- (51) N. Ramos. Hambre, saciedad y apetito. Su repercusión en el estado de nutrición de los individuos. *Nutrición Clínica* 2002;5 (4):296-308
- (52) Embuscado, M. Huber, K. “Edible Films and Coatings for Food Applications”. Editorial Springer. 2009. Pag. 306
- (53) Fang-Hsuean Liao, Ming-Jer Shieha, Nen-Chung Changb, Yi-Wen Chien, Chitosan supplementation lowers serum lipids and maintains normal calcium, magnesium, and iron status in hyperlipidemic patients, *Nutrition Research* 27 (2007) 146– 151.
- (54) Guerciolini R, Radu-Radulescu L, Boldrin M, Dallas J, Moore R. Comparative evaluation of fecal fat excretion induced by orlistat and chitosan. *Obes Res.* 2001;9:364-367.
- (55) Gades MD, Stern JS. Chitosan Supplementation and Fat Absorption in Men and Women, *J Am Diet Assoc.* 2005;105:72-77.
- (56) Phisut, N. et al. Characteristics and antioxidant activity of Maillard reaction products derived from chitosan-sugar solution. *International Food Research Journal* 20(3): 1077-1085 (2013)
- (57) Gades, M.D., Stern, J.S., 2003. Chitosan supplementation and fecal fat excretion in men. *Obes. Res.* 11 (5), 683–688.

- (58) Tapola, N.S., Lyyra, M.L., Kolehmainen, R.M., Sarkkinen, E.S., Schauss, A.G., 2008. Safety aspects and cholesterol-lowering efficacy of chitosan tablets. *J. Am. Coll. Nutr.* 27 (1), 22–30.
- (59) Castillo, M., Fernández, N., “Estudio de Sacidad de un producto lácteo incorporando Quitosano como fuente de fibra no tradicional en adultos jóvenes sanos”. Tesis para optar al título de Nutricionista. Universidad de Valparaíso, Fac de Farmacia. Año 2013. Pág. 26
- (60) Ylitalo R, Lehtinen S, Wuolijoki E, Ylitalo P, Lehtimäki T. Cholesterol-lowering properties and safety of chitosan. *Arzneimittelforschung*.
- (61) CAVENDES-UNU. 1988. Guías alimentarias. Bases para su desarrollo en América Latina. Informe de la Reunión UNU/Fundación Cavendes, Caracas.
- (62) Araya H, Vera G, Alvina M. 1991. Manual de alimentación del preescolar. Imp Atelier, Santiago.
- (63) FAO. 2005. Food and Nutrition Technical Report Series No1. Human energy requirements. Report of a Joint FAO/WHO/UNU Expert Consultation, Roma.
- (64) Kumar SG, Rahman MA, Lee SH, Hwang HS, Kim HA, et al. (2009) Plasma proteome analysis for anti-obesity and anti-diabetic potentials of chitosan oligosaccharides in ob/ob mice. *J Proteomics* 9: 2149–2162.
- (65) Rahman MA, Kumar SG, Yun JW (2010) Proteome analysis in adipose tissue of ob/ob mice in response to chitosan oligosaccharides treatment. *Biotechnol Bioprocess Eng* 15: 559–571.

- (66) Walsh AM, Sweeney T, Bahar B, O'Doherty JV. Multi-functional roles of chitosan as a potential protective agent against obesity. *PLoS One*. 2013;8(1):e53828. doi: 10.1371/journal.pone.0053828. Epub 2013 Jan 14.
- (67) Solah et al. Dose–response effect of a novel functional fibre, PolyGlycopleX[®], PGX[®], on satiety. *Elsevier Vol 77*, 1 June 2014, Pages 74-78.
- (68) American Diabetes Association (ADA). Diagnosis and Classification of Diabetes Mellitus, Position Statement. *Diabetes Care*. 2013; 36, Supplement 1, S67-74.
- (69) Brand-Miller JC, Stockmann K, Atkinson F, Petocz P, Denyer G. Glycemic index, postprandial glycemia, and the shape of the curve in healthy subjects: analysis of a database of more than 1.000 foods. *Am J Clin Nutr*. 2009; 89(1): 97-105.
- (70) Rozowski, J. RELACIÓN ENTRE LA RESPUESTA GLICÉMICA DEL ALMIDÓN Y SU ESTADO MICROESTRUCTURAL. *Rev Chil Nutr Vol. 35, N°2*, Junio 2008. págs: 84-92
- (71) Jenkins DJA, Wolever TMS, Yaylos RH, Bake H, Hashmein F, et al. Glycemic index of food: a physiological basis for carbohydrates exchange. *Am J Clin Nutr* 1981;34:362-366
- (72) Hirsch S. Barrera G. Leiva L. De la Maza M. Bunout D. Glycemic and insulinemic index of two types of pasta of short and long presentation in healthy subjects. *Rev Chil Nutr* 2010, 37: 474-8
- (73) Jenkins, A. Wolever, T. et al. Comparable Postprandial Glucose Reductions with Viscous Fiber Blend Enriched Biscuits in Healthy Subjects and Patients with Diabetes Mellitus: Acute Randomized Controlled Clinical Trial. *Croat Med J* 2008;49: 722-782

- (74) Yuan et al. The effects of functional fiber on postprandial glycemia, energy intake, satiety, palatability and gastrointestinal wellbeing: a randomized crossover trial. *Nutrition Journal* 2014, 13:76
- (75) Sanaka M, Yamamoto T, Anjiki H, Nagasawa K, Kuyama Y. Effects of agar and pectin on gastric emptying and post-prandial glycaemic profiles in healthy human volunteers. *Clin Exp Pharmacol Physiol*. 2007;34:1151-5
- (76) Raben, A. The reproducibility of subjective appetite scores. *British Journal of Nutrition* (1995), 73, 517-530

10. ANEXOS

ANEXO 1

CONVENIO DE CONFIDENCIALIDAD

El/la suscrito/a, Paula Campos Pizarro, RUT 17.475.817-4, Ximena Jaraquemada Barrera, RUT 17.560.341-7 alumno/a tesista para optar al Título de Nutricionista que, tiene como función investigar los efectos de fibra no tradicional, quitosano, al ser incorporado a un producto de panificación evaluando su impacto sobre el índice glicémico y respuesta glicémica, y el profesor guía Paola Vera Fontecha RUT _____, en el marco del proyecto “INCORPORACIÓN DE QUITOSANO COMO FUENTE DE FIBRA DIETÉTICA NO TRADICIONAL EN UN PRODUCTO DE PANIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE SU IMPACTO SOBRE EL ÍNDICE GLICÉMICO, RESPUESTA GLICÉMICA Y LA SACIEDAD”, acepto en este acto las siguientes condiciones:

Confirmando que se me ha advertido explícitamente la prohibición de divulgar, utilizar o transferir información del proyecto mencionado. Dicha prohibición se mantendrá vigente durante el plazo de duración del proyecto e incluso después de que el mismo haya concluido. La mencionada confidencialidad se refiere a todo tipo de información individual recolectada durante mi desempeño. Los resultados del estudio sólo se darán a conocer en situaciones formales.

En tal virtud, acepto mantener en secreto dicha información bajo las condiciones expuestas.

Paula Campos Pizarro 17.475.817-4

Ximena Jaraquemada Barrera 17.560.341-7

Paola Vera Fontecha

En Valparaíso, 29 de Agosto del 2014

ANEXO 2

Análisis de los ingredientes de los queques comerciales

Marca comercial	Ingredientes
Quequito de Vainilla Nutra Bien	Harina de trigo, azúcar, agua, huevos, mezcla de aceites vegetales (palmiste y soya) parcialmente hidrogenados , refinados e interestificados (antioxidante TBHQ), glicerol, sólidos de leche, sorbitol, polvos de hornear (fosfato monocálcico, pirofosfato ácido de sodio, bicarbonato de sodio, almidón de maíz), emulsificante (mono y diglicéridos destilados), almidón de maíz, ácido sórbico, sal, goma xantana, propionato de calcio, saborizantes artificiales. Sabor vainilla.
Magdalenas Lider	Harina de trigo, azúcar, agua, aceite de maravilla, huevo en polvo pasteurizado , dextrosa, antiglomerante (silicato de sodio y aluminio), agentes leudantes (bicarbonato de sodio, fosfato), suero de leche en polvo, cloruro de sodio, preservante (propionato de calcio), antioxidante (ácido ascórbico), sabor vainilla y sabor limón
MankekeChia-Vainilla Marinela	Harina de trigo, azúcar, agua, huevos, mezcla de aceites vegetales (palmiste y soya) chia , refinados e interestificados (antioxidante TBHQ), glicerol, sólidos de leche, sorbitol, polvos de hornear (fosfato monocálcico, pirofosfato ácido de sodio, bicarbonato de sodio, almidón de maíz), emulsificante (mono y diglicéridos destilados), almidón de maíz, ácido sórbico, sal, goma xantana, propionato de calcio, saborizantes artificiales. Sabor vainilla.

ANEXO 3

Certificado de análisis: Quitosano Comercial en polvo

Nombre del producto	Chitosan (highdensity)	
Cantidad	100 g	
	Resultados	Especificaciones
Apariencia	Polvo blanco pálido	Polvo blanco pálido
Desacetilación (%)	91,6	>85
Densidad aparente (g/mL)	0,61	>0,6
Viscosidad (mpa.s 20°C)	57	<200
Contenido de humedad (%)	8,4	<10
Contenido de ceniza (%)	0,7	<1,0
Pb (mg/kg)	0,1	<2,0
As (mg/kg)	0,07	<0,5
Recuento total (cfu/g)	120	<1000
Hongo y levadura	10	<100
E. coli	Negativo	Negativo
Tamaño partícula	100	100 mesh

ANEXO 4

Ficha Personal Aceptabilidad Sensorial

DATOS PERSONALES	
Nombre	Apellido
Edad	Sexo ___M ___F
Correo electrónico	Teléfono móvil/fijo.
Estudiante ___Si ___No	

ANTECEDENTES MÉDICOS	SI	NO
Alergia y/o intolerancia alimentaria a: Huevo / Harina de trigo / Proteína de la leche de vaca. U otro alimento.		
Embarazada o nodriza		
Uso de medicamentos inhibidores del apetito. Especifique_____		
Actualmente sufre de alguna patologías o malestar gastrointestinal Especifique_____		
Sujeto a Dietas restrictiva		
¿Práctica deporte? N° de días:_____ N° de horas al día:_____		

¿Con cuanta frecuencia consume queque? Indique número de veces que lo consume al :

Día_____ Semana_____ Mes_____

Consentimiento informado

PARTICIPARÁ EN LA EJECUCIÓN DE LA TESIS “INCORPORACIÓN DE QUITOSANO COMO FUENTE DE FIBRA DIETÉTICA NO TRADICIONAL EN UN PRODUCTO DE PANIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE SU IMPACTO SOBRE EL ÍNDICE GLICÉMICO, RESPUESTA GLICÉMICA Y LA SACIEDAD”

En Valparaíso, a.....de..... del 2014.

Yo,..... (Nombre del participante), RUT....., certifico que Paula Campos Pizarro, RUT 17.475.817-4 y Ximena Jaraquemada Barrera, RUT 17.560.341-7, me han informado que:

- 1) Está en curso un proyecto de investigación de tesis, en una de sus fases de experimentación, que requiere determinar la saciedad producida tras el consumo de un alimento control y un alimento en experimentación que consiste en un queque con adición de fibra de Qitosano.
- 2) Se procederá con todas las condiciones de seguridad alimentaria necesarias para el procedimiento, reduciendo al máximo todo tipo de riesgos para los participantes. No obstante, se podrían generar efectos secundarios adversos tales como malestares gastrointestinales.
- 3) Los resultados de este estudio pueden ser publicados sin embargo, mi nombre o identidad se mantendrá bajo reserva.

ACUERDO: Se me ha explicado el estudio y he aclarado mis dudas. Voluntariamente doy mi consentimiento para participar en el estudio, renunciando a toda forma de compensación por esta decisión voluntaria.

Firma Responsable Investigación

Firma Voluntario

ANEXO 6

Escala Hedónica

Nombre..... Fecha:

Instrucciones: el siguiente test tiene como propósito evaluar las muestras de los alimentos que se le presenten a continuación. Pruebe la muestra y ponga nota de 1 a 7 según el agrado que mejor describa su reacción para cada atributo del producto.

Muestra	Apariencia General	Color	Olor	Sabor	Textura	Aceptabilidad General
1						
2						

Puntaje	Nivel de agrado
7	Me gusta Extremadamente
6	Me gusta mucho
5	Me gusta ligeramente
4	Ni me gusta ni me disgusta
3	Me disgusta ligeramente
2	Me disgusta mucho
1	Me disgusta extremadamente

En general:

¿Compraría la muestra 1? Si_____ No_____

¿Compraría la muestra 2? Si_____ No_____

Gracias por su colaboración

ANEXO 7

Determinación de Humedad (N° 925.10)

Se pesa aproximadamente 1 g de muestra en una cápsula de porcelana. La muestra (m) se deseca calentando en estufa a una temperatura de 75 ° C entre 6-12 horas; luego se enfría en una desecadora y se pesa (mf). El proceso de secado se repite hasta obtener un peso constante. La humedad de la muestra, expresada en forma porcentual, se obtiene según la fórmula siguiente:

$$\% \text{ Humedad} = \frac{(m_i - m_f) \times 100}{m_i}$$

Determinación de Cenizas (N° 930.22)

Se incinera 1g de muestra (mi) en un crisol de porcelana previamente incinerado y pesado (mc) a 550 ± 10° C hasta alcanzar la combustión completa de la materia orgánica y obtener de un peso constante. Se enfría en la desecadora y se pesa (mf). El contenido de minerales expresado en forma porcentual, respecto a la cantidad de cenizas, se calcula de acuerdo a la fórmula siguiente:

$$\% \text{ Cenizas} = \frac{(m_f - m_c) \times 100}{m_i}$$

Determinación extracto etéreo (N°935.38)

Se pesa 1g de muestra seca (mi) y se coloca en sobres de papel filtro, los cuales son previamente secados en una estufa a $104 \pm 1^\circ\text{C}$. Los filtros con sus respectivas muestras se colocan dentro de una cámara de extracción Soxhlet y se vierten 100 mL de éter de petróleo, dejándolo sifonar durante 4 a 6 horas. El solvente que se encuentra en el balón se deja evaporar y se seca en la estufa a 60°C hasta obtener un peso constante (mf). Posteriormente, el balón receptor es secado y pesado (mb).

El contenido de grasas expresado en forma porcentual, respecto a la cantidad de extracto etéreo (EE), se obtiene según la siguiente fórmula:

$$\% \text{ EE} = \frac{(\text{mf} - \text{mb}) \times 100}{\text{mi}}$$

Determinación de proteínas (N°950.36)

Se utiliza el método Kjeldhal, el cual se fundamenta en la conversión de nitrógeno total presente en la muestra a sales de amonio que son posteriormente valoradas por volumetría ácido-base. El método de Kjeldhal consta de tres etapas: digestión de la muestra, destilación con arrastre de vapor del amonio producido y valoración ácido-base de este amoniaco.

El contenido de nitrógeno expresado en forma porcentual de proteínas se determina mediante la fórmula siguiente:

$$\% \text{ Proteínas} = V \text{ (mL)} * N * 14.007 * 6.25 * 100 / \text{masa muestra (mg)}$$

Determinación de fibra dietética total (N° 45.4.07)

Se pesa un duplicado de 1 g de muestra previamente desgrasada. Se coloca en un matraz Erlenmeyer 500 mL y adicionar 50 mL de buffer fosfato pH 6. Se adiciona 0,1 mL de α -amilasa termoestable e incubar a 95° C en un baño termorregulado Memmert por 15 minutos. Luego se deja enfriar y se ajusta a pH 7,5 con hidróxido de sodio con pHmetro Oakton. Posteriormente se adiciona 0,1 mL de proteasa e incuba en baño maría termorregulado a 60 °C por 30 minutos. Se deja enfriar y se ajusta a pH entre 4 y 4,6 con ácido clorhídrico. Se adiciona 0,1 mL de aminoglucosidasa e incubar a 60° C por 30 minutos. Una vez enfriado, agregar 4 volúmenes de etanol 95% v/v frío, y se deja precipitar durante 12 horas. Se filtra a través de un crisol filtrante previamente seco y tarado (mc). Se lava el precipitado con etanol al 78 %, 95% v/v y acetona. Secar los crisoles y sus respectivos residuos en estufa a 105° C por 5 horas. Se enfría en desecadora y se pesar (mr). Además de incinera uno de los duplicados en mufla a 550 °C para determinar el contenido de cenizas (C). Al duplicado restante determinar el contenido de proteínas (P). La determinación de FDT se realiza según la siguiente fórmula:

$$\% \text{ FDT} = \frac{R - (P + C)}{m}$$

ANEXO 8

Ficha Personal de Sacidad y Control de Respuesta Glicémicas

DATOS PERSONALES	
Nombre	Apellido
Edad	Sexo ___M ___F
Correo electrónico	Teléfono móvil/fijo.
Estudiante ___Si ___No	

ANTECEDENTES MÉDICOS:	SI	NO
Alergia y/o intolerancia alimentaria a: Huevo / Harina de trigo / Proteína de la leche de vaca. U otro alimento.		
Embarazada o nodriza		
Padece de Diabetes Mellitus tipo 2 o Resistencia a la Insulina		
Uso de medicamentos inhibidores del apetito. Especifique_____		
Actualmente sufre de alguna patologías o malestar gastrointestinal Especifique_____		
Sujeto a Dietas restrictiva		
¿Práctica deporte? N° de días:_____ N° de horas al día:_____		

¿Con cuanta frecuencia consume queque? Indique número de veces que lo consume al :

Día_____ Semana_____ Mes_____

ANEXO 9

Escala Visual Análoga (EVA) para evaluar Saciedad

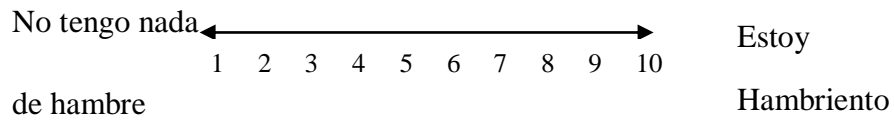
Nombre:.....

Fecha:

Hora:.....

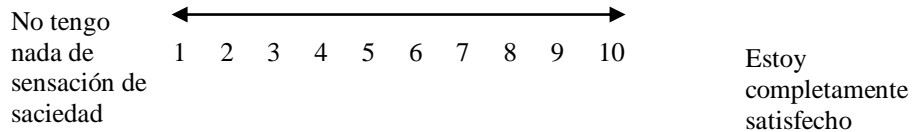
La valoración de escala irá de 1 (mínimo) a 10 (máximo) puntos.

1. Marque con una **línea vertical su grado de hambre** en la siguiente escala:



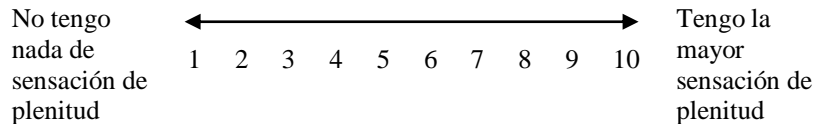
*Hambre: sensación fisiológica de necesidad de ingerir algún alimento

2. Marque con una **línea vertical su grado de saciedad** en la siguiente escala:

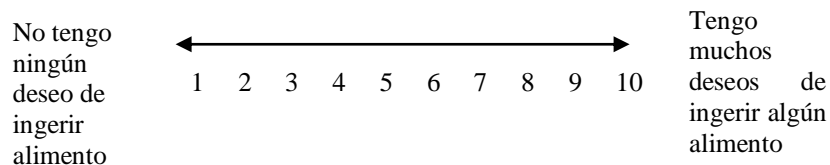


*Saciedad: sensación de no querer comer durante cierto tiempo.

3. Marque con una **línea vertical su grado de plenitud** en la siguiente escala:



4. Marque con una **línea vertical su grado de deseo de ingerir algún alimento** en la escala siguiente:



ANEXO 10

Formulario de Registro de Glicemias

Queque con Quitosano

Datos de identificación

Nombre:

RUT:

Fecha de Nacimiento:

Edad:

Sexo: F_____ M_____

N° Teléfono:

Correo electrónico:

Peso actual:

Talla:

Resultados:

Queque con quitosano

	<i>0 minutos</i>	<i>30 minutos</i>	<i>60 minutos</i>	<i>90 minutos</i>	<i>120 minutos</i>
<i>Tiempo</i>					
<i>Glicemia</i>					

ANEXO 11

Formulario de Registro de Glicemias

Queque Control

Datos de identificación

Nombre:

RUT:

Fecha de Nacimiento:

Edad:

Sexo: F_____ M_____

N° Teléfono:

Correo electrónico:

Peso actual:

Talla:

Resultados:

Queque control

	<i>0 minutos</i>	<i>30 minutos</i>	<i>60 minutos</i>	<i>90 minutos</i>	<i>120 minutos</i>
<i>Tiempo</i>					
<i>Glicemia</i>					

Queque para 18 moldes individuales:

Equipos a utilizar: Horno 45 minutos, batidora.

Utensilios a utilizar: moldes individuales de queque, chuchillo, bol grande, rallador, espátula

Ingredientes:

Ingredientes	Cantidad
Huevos	6 Un.
Harina	225 g.
Azúcar	200 g.
Mantequilla	200 g.
Polvos de hornear	6 g.
Leche descremada	200 cc.
Vainilla	2 Cdtas.
Ceste de limón	6 g.

Preparación:

