



**FACULTAD DE FARMACIA
ESCUELA DE NUTRICIÓN Y DIETÉTICA**

**“ANÁLISIS COMPARATIVO DEL ÍNDICE GLICÉMICO Y
ACEPTABILIDAD SENSORIAL ENTRE FÓRMULA
ESPECIALIZADA PARA DIABÉTICOS QUE CONTIENE
SÓLO FIBRA SOLUBLE V/S FÓRMULA QUE CONTIENE
FIBRA SOLUBLE E INSOLUBLE”**

AUTORES

**MARIEL ANDREA ALARCÓN MATUS.
TAMARA FRANCISCA OLMOS RIVEROS.**

**PROYECTO DE TESIS PARA OPTAR AL GRADO
ACADÉMICO DE
LICENCIADO EN NUTRICIÓN Y TÍTULO PROFESIONAL
DE NUTRICIONISTA**

DIRECTOR DE TESIS: CLAUDIA VEGA SOTO

VALPARAÍSO, 2014

Agradecimientos

Agradecemos de forma especial a nuestra profesora y directora de tesis Claudia Vega S. por su gestión, tiempo y dedicación, por guiarnos en este largo proceso llamado tesis.

A todos los futuros colegas y personas que colaboraron y participaron generosamente con nosotros en esta investigación, sin ustedes no habría sido posible llevar a cabo esta tesis.

A Gabriel Fuentes, por su participación en nuestra tesis y por toda la orientación y paciencia entregada sobre todo en aquellos momentos de desesperación.

A la Universidad de Valparaíso, nuestra casa de estudios, por los conocimientos entregados a lo largo de estos años de carrera, a través de sus profesores.

Dedicatoria

Durante los últimos cinco años he tenido el privilegio de adquirir conocimientos relevantes para el desempeño de una profesión que me ha hecho crecer como persona y de la cual me siento orgullosa de ser parte.

Al concluir esta etapa tan importante quiero reconocer el apoyo incondicional que mi familia me ha brindado. A mis padres por estar siempre preocupados por mí, por confiar en mis capacidades y nunca dejar que algo me falte, gracias por todo el amor que me han entregado.

A mis hermanas, por alegrar mis días y por hacer mi vida mucho más emocionante, por ser las mejores hermanas y las mejores amigas.

A mi abuelita Sary, por ese amor incondicional y preocupación constante durante todos mis días de estudio, siempre dispuesta a atenderme para facilitar mi diario vivir.

A mis amigos, por brindarme mucho cariño y poder contar con ustedes.

A Gonzalo, con quien vivimos juntos esta etapa universitaria, por todos estos años llenos de lindas experiencias.

Y finalmente a mi compañera de tesis, por contar siempre con ella.

Tamara Olmos Riveros

Primeramente a Dios, por darme la vida, familia y amigos precisos, como también las capacidades para poder cumplir ésta y otras metas en la vida, por darme la fortaleza en tantos momentos difíciles y enseñarme que todas las cosas me ayudan a bien. Por abrir puertas y cerrar otras.

A mis padres, quienes constantemente me entregan y demuestran su amor de diversas formas, por estar apoyándome incondicionalmente en cada proceso y motivándome a seguir adelante a pesar de las dificultades y el cansancio, por entregarme la posibilidad de estudiar una carrera profesional. Pero principalmente, agradecerles por enseñarme e inculcarme el concepto de familia, los valores y por sobretodo el amor a Dios como grandes herramientas en la vida.

A mis hermanos, Gracias por ser parte de mi vida, por el apoyo y amor incondicional a pesar de lo diferente que somos, sin ustedes nada sería lo mismo. También hago parte de este agradecimiento a mi “nueva” hermana Sarah; muchas gracias por siempre estar pendiente a mis necesidades y preocupada por mí.

A mi Abuelita Nena que a pesar de estar pasando por un momento muy complicado siempre está demostrándome su amor y apoyo, creo que pocos se llevan tan bien con su abuelita como yo con la mía, agradezco enormemente poder formar esta relación entre ambas. A mi Tata Tito que siempre me instó a ser profesional y quién siempre está presente en mis recuerdos por su particular forma de ver la vida.

A mi Tata Álvaro que siempre estuvo pendiente este año de mis internados y tesis, como también por todo el cariño entregado, a mi abuelita Ilse, que aun sin conocerla; dejó muchas enseñanzas a través de mi madre las cuales valoro enormemente, mi madre es un ejemplo a seguir y tengo muy claro que en gran parte de aquello, ella tuvo un papel fundamental.

A mi prima Bárbara, tu partida remeció muchas áreas de mi vida, gracias por enseñarme que debemos luchar por lo que queremos hasta el final, cueste lo que cueste, la meta es lograr el objetivo sin importar cuánto costó. Gracias también por enseñarme que la vida es frágil y debemos demostrar lo que sentimos a nuestros seres amado como si fuera el último día.

A mis amigos, que comprendieron mi ausencia en este difícil año y aun así estuvieron apoyándome y brindándome su cariño, entre ellos, a mi compañera de tesis.

Y por último, pero no menor, a mi Manchis, gracias por acompañarme tantos años de estudios (tú durmiendo claramente, pero a mi lado), porque a pesar de tu carácter particular siempre demuestras a tu manera el cariño.

Maríel Alarcón Matus

Índice

Resumen.....	7
Marco teórico.....	11
Hipótesis 1:.....	25
Hipótesis 2:.....	25
Objetivo general.....	26
Objetivos específicos.....	26
Metodología.....	27
Resultados.....	35
Discusión.....	40
Conclusión.....	45
Bibliografía.....	47

Resumen

OBJETIVOS: Determinar y comparar la respuesta glicémica (RG), el índice glicémico (IG), y aceptabilidad sensorial obtenido de dos fórmulas especializadas para diabéticos F1 y F2 en sujetos sanos.

MÉTODOS: Estudio experimental de cohorte transversal, donde participó un grupo de diez sujetos sanos, después de 10 horas de ayuno nocturno, distintos días, no consecutivos, consumieron como alimento estándar pan blanco y como alimento de prueba las fórmulas especializadas para diabéticos F1 y F2, que aportaron 50 g de H de C disponibles cada uno. Luego de consumir cada alimento se tomó una muestra capilar en los tiempos: 0 (ayuno), 30, 60, 90, 120 minutos post ingesta. Posteriormente se determinó el promedio de la RG y el IG mediante el método trapezoidal. Por otro lado, se realizó una prueba de aceptabilidad sensorial doble ciego medida mediante escala hedónica de 7 puntos, en este caso, los alimentos de prueba se prepararon a dilución estándar con el fin de no alterar la indicación de preparación declarada en la etiqueta de los productos.

RESULTADOS: Al realizar un análisis comparativo de las Respuestas Glicémicas por tiempos de prueba, entre las fórmulas F1 y F2 las diferencias significativas se presentaron únicamente al tiempo 30, siendo mayores en F1. En relación al Índice glicémico y la aceptabilidad sensorial no se encontraron diferencias significativas ($p > 0,05$) entre ambas fórmulas especializadas para diabéticos. Se obtuvo un valor de 53,4% para F1 y 46% para F2.

CONCLUSIÓN: La fórmula que contiene exclusivamente fibra soluble presenta una respuesta glicémica, índice glicémico y aceptabilidad sensorial similar a F2.

Abstract

“COMPARATIVE ANALYSIS OF GLYCEMIC RESPONSE AND SENSORY ACCEPTABILITY BETWEEN SPECIALIZED FORMULA FOR DIABETICS THAT CONTAINS ONLY SOLUBLE FIBER V/S FORMULA THAT CONTAINS SOLUBLE AND INSOLUBLE FIBER”

OBJECTIVES: To determine the glycemic response (GR), glycemic index (GI), and sensory acceptability obtained from two specialized formulas for diabetic F1 and F2 in healthy subjects.

METHODS: A cross-cohort experimental study which involved the participation of a group of ten healthy subjects, whom, after 10 hours of a night fast for distinct, non-consecutive days, ate a standard food of white bread and a test food of specialized formula for diabetic F1 and F2, which were comprised of 50g of H and C in each. After consuming each food, capillary samples were taken at various times: 0 (fast), 30, 60, 90 and 120 minutes after consuming. Afterwards, the average of the GI and the GR were taken by means of the trapezoidal method. A second test, a double blind test of sensory acceptability, was done and measured on a hedonic 7-point scale. In this case, the foods which were tested were prepared in a standard dilution with the end of ensuring that preparation declared on the product label was un-altered.

RESULTS: In realizing a comparative analysis of the glycemic response during the test times, between F1 and F2, there were significant differences which were manifested only at time 30, which were greater in F1. In relation to the glycemic index and the sensory acceptability, no significant differences ($p>0.05$) were encountered between both specialized formulas for diabetics. A value was obtained of 53,4% for F1 and 46% for F2.

CONCLUSION: The formula that contains exclusively soluble fiber presents a glycemic response, glycelmic index and the sensory acceptability similar to F2.

Marco teórico

Tanto a nivel nacional como mundial, se ha ido tomando cada vez más importancia al alarmante aumento de enfermedades crónicas| no transmisibles, entre ellas la Diabetes Mellitus tipo 2, considerada ya por la Organización Mundial de la Salud como epidemia mundial. Según la encuesta nacional de salud del año 2003 tuvo una prevalencia de 6,4%, aumentando notoriamente a 9,4% en el año 2010 en Chile. (1) (2).

Los antecedentes encontrados a nivel nacional indican que el 30,1% de los chilenos refiere tener un familiar directo (padre, madre, hermanos o hijos) con diabetes o glicemia elevada. Además, del total de estos pacientes en tratamiento, tan sólo el 44% presenta una Hb glicada menor a 7%. (3)

Se define a la Diabetes como un trastorno endocrino-metabólico complejo, en el que predomina una alteración del metabolismo de los hidratos de carbono (H de C) por disminución de la secreción pancreática de insulina, disminución de la sensibilidad de los receptores periféricos a la hormona, o ambas (4). Esta alteración impide mantener los niveles óptimos de glucosa en la sangre produciendo a corto y largo plazo, daños tanto micro (retinopatía, nefropatía, neuropatía) como macrovasculares (enfermedad isquémica del corazón, ataque cerebral y enfermedad vascular periférica), siendo los principales factores de riesgo para esta enfermedad la inactividad física y el exceso de peso corporal (5).

Según la *American Diabetes Association* (ADA), la DM se diagnostica del modo siguiente: Glicemias en ayunas ≥ 126 mg/dl, post carga de 75 gramos de glucosa a las 2 horas ≥ 200 mg/dl, glicemia ≥ 200 mg/dl a cualquier hora del día en un paciente con síntomas clásicos,

hemoglobina glicada (HbA1c) $\geq 6,5\%$. Para la prueba de tolerancia a la glucosa oral (PTGO) (6).

Tratamiento nutricional de la Diabetes Mellitus Tipo 2:

Como primer paso en el tratamiento de la DM2, se debe administrar hipoglicemiantes orales junto con una alimentación controlada y actividad física. Se ha demostrado que el monitoreo de los H de C sigue siendo una estrategia para alcanzar el control glicémico, es decir, mantener glicemias en ayuna inferior a 120 mg/dl y postprandial inferior a 180 mg/dl, lo que a su vez disminuye el uso de fármacos, los parámetros de HbA1c y complicaciones micro y macrovasculares (7).

La alimentación controlada para las personas con DM2 debe contener un 50% de H de C, de los cuales sólo un 5% deben ser H de C simples. En cuanto a los ácidos grasos, un alto contenido de ácidos grasos poliinsaturados en la membrana plasmática mejora la sensibilidad a la insulina y un alto contenido de ácidos grasos saturados produce un efecto contrario. Un porcentaje importante de diabéticos presenta alteración en el metabolismo de los lípidos, sin saber con exactitud en qué medida la alteración del metabolismo lipídico causa la resistencia a la insulina o si es un efecto secundario a la alteración metabólica de la glucosa en el paciente diabético (8). Por esto se ha recomendado que las grasas saturadas aporten menos del 7% del valor calórico total (VCT), mientras que la suma de los ácidos grasos mono insaturados junto con los carbohidratos debe suponer entre un 60 y 70% del total calórico. (9)

SopORTE nutricional oral en Diabetes:

El objetivo principal de la dieta en los pacientes diabéticos es alcanzar la normalidad de los niveles de glicemia en ayunas y en la fase postprandial, así como controlar otros factores de

riesgo, tales como los niveles de presión arterial y lípidos séricos. En la situación clínica de los pacientes con diabetes, el control estricto de la glicemia tiene un impacto positivo a largo plazo, retrasando la progresión de las complicaciones asociadas con la enfermedad, siendo una de las principales la aparición de desnutrición. Un hecho reflejado en un estudio multicéntrico en España en el que se observa que un 30% de los pacientes diabéticos presentan desnutrición al ingreso y/o al alta hospitalaria. Esto condiciona la necesidad de dar soporte nutricional intrahospitalario o domiciliario a un alto porcentaje de estos pacientes (10).

Según un estudio realizado por Oliveira G. *et al* sobre la hospitalización de pacientes diabéticos, estos requieren hasta tres veces más ingresos hospitalarios que los no diabéticos y su estancia hospitalaria suele ser más larga. Se considera que aproximadamente el 10% de los pacientes hospitalizados requieren soporte nutricional tanto por vía oral, enteral o parenteral (11).

En cuanto a la indicación de soporte nutricional, las recomendaciones son las mismas para sujetos sanos que para personas con diabetes. Antes de iniciar un soporte nutricional se debe realizar una valoración nutricional completa para conocer la situación nutricional inicial y así determinar su eficacia. Son pacientes candidatos a recibir precozmente un soporte nutricional:

-Pacientes con malnutrición grave (pérdida de peso reciente $> 10\%$ o albúmina sérica $< 2,5$ g/dl

-Pacientes que se espera van a ingerir menos alimentos de los que necesita durante > 10 días o un ayuno de > 5 a 7 días, independiente de su estado nutricional.

-Pacientes que van a sufrir un proceso que aumentará sus necesidades o disminuirá su ingesta (quimioterapia, radioterapia, cirugía mayor) y su situación nutricional no es adecuada o son ancianos) (12).

Por otro lado, se ha estudiado cual es la mejor elección de fórmulas enterales para soporte nutricional oral en personas que padecen diabetes, comparando el uso de fórmulas estándar y fórmulas especializadas para esta patología.

Según un estudio realizado por la ADA, que analizó el uso de ambos tipos de fórmulas evaluando las mediciones de glicemia, el estado de los lípidos, las necesidades de medicación, el estado nutricional, la calidad de vida, las complicaciones y la mortalidad, han concluido que el uso a corto y largo plazo de fórmulas específicas para diabetes como suplementos orales y alimentación por sonda se asoció con un mejor control de la glicemia, en comparación con las fórmulas estándar. Si dicho soporte nutricional se da a largo plazo, esto puede tener implicaciones para la reducción de las complicaciones crónicas de la diabetes, como los eventos cardiovasculares (13).

Se comparó en otro estudio, la respuesta glicémica e insulinémica de pacientes diabéticos Tipo 2 a partir de una fórmula estándar y otra especializada para diabéticos, observando que los niveles de glicemia en los tiempos 60, 90, 120, 150 y 180 min fueron significativamente inferiores con la fórmula específica y una disminución más rápida de los niveles de glucosa durante las primeras 3 horas de administración de este preparado. (14)

En base a los estudios que comparan ambos tipos de fórmulas, junto con las recomendaciones de la ADA, las fórmulas específicas para diabéticos deben tener las siguientes características:

Menor cantidad de H de C (31-51% del VCT) que la fórmula estándar, siendo estos complejos, de digestión lenta como almidón resistente y maltodextrina, con moderada cantidad de fructosa en reemplazo de sacarosa, contener mayor proporción de lípidos (33-50% del VCT), menor porcentaje de ácidos grasos poliinsaturados n-6, favoreciendo los ácidos grasos mono insaturados, logrando un aporte de 60-70% del VCT entre H de C y AGMI, ser normoproteicas o hiperproteicas (15-23% del VCT) con proteína entera de origen animal o vegetal, contener fibra insoluble, soluble, o mezcla de ambas según las diferentes fórmulas y enriquecidas con vitaminas y minerales (12) (15).

Características de fórmulas en polvo especializadas para diabéticos que se encuentran disponible en el mercado chileno:

- **Fórmula especializada para diabéticos que contiene fibra soluble (F1):**

Se compone de: Proteínas (caseinato de calcio, proteína de soya), grasas (aceite de soya, aceite de girasol de alto contenido oleico, lecitina), H de C (maltodextrina, sucromaltosa, fructosa), fibra dietética soluble (fructooligosacáridos) y polioles (maltitol, glicerina). (16)

- **Fórmula especializada para diabéticos que contiene fibra soluble e insoluble (F2)**

Se compone de: Proteínas (Caseinato de calcio y caseinato de sodio), grasas (aceite de maravilla de alto contenido oleico, aceite de canola), H de C (maltodextrina, fructosa) y fibra dietética (fibra insoluble: celulosa y soluble: inulina) (17).

Maltodextrina: Es un polisacárido no dulce formado por unidades de D-glucosa unidas mediante enlaces glicosídicos α (1-4) y α (1-6) que se obtiene por hidrólisis parcial del almidón, por lo general, de maíz (18). El almidón se degrada por las enzimas digestivas y

extracelulares α amilasa y β amilasa que proporcionan polímeros más cortos. Como las maltodextrinas están formadas por cantidades variables de amilosa lineal y amilopectina ramificada, las maltodextrinas en preparados nutritivos y fármacos seguirán el mismo esquema de digestión y degradación que el del almidón. Cuanto mayor sea la cantidad de maltodextrina en un preparado nutricional y mayor la proporción de amilosa lineal, mayor será su contribución a la glucosa en sangre. Su uso en la industria es de edulcorante artificial a pesar de tener un dulzor menor al azúcar y de espesante, por lo tanto es utilizado en muchos suplementos orales con el fin de generar mayor saciedad y menor aporte de calorías (1 kcal/g). (19).

Sucromaltosa: Consiste en una compleja mezcla de sacáridos que se obtiene a partir de la hidrólisis de almidón rico en sacarosa y maltosa a través de reacciones enzimáticas. Los subproductos de la reacción son fructosa y leucrosa. Su composición se distribuye en un 50% de oligoglucosa con enlaces α (1,3) y α (1,6), 37% de fructosa libre y 13% de leucrosa, sobre una base de peso seco. Es un polímero recientemente conocido por su lenta digestión y absorción, atribuible probablemente a los enlaces únicos de oligoglucosa, siendo calculado su IG de 48. Su aporte energético es de 4 kcal/g y es 70% más dulce que la sacarosa. A pesar de ser poco conocida, se ha realizado un estudio con el objetivo de comparar la ingesta de sucromaltosa, de glucosa y de jarabe de maíz en la energía física y mental de adultos sanos, analizando la influencia de cada uno en la fatiga mental y física tras la ingesta de 75 g de cada uno. Se concluyó que la ingestión de la bebida que contiene sucromaltosa resultó tener una mejor calificación en comparación con la glucosa, estos hallazgos sugieren que la sucromaltosa puede aumentar la energía física y mental además de atenuar las respuestas glicémicas e insulinémicas postprandiales. (20).

Fructosa: Es un monosacárido con la misma fórmula empírica que la glucosa pero con diferente estructura, es decir, es un isómero de ésta. Por su aporte energético bajo (4 kcal/g) desde los años 70' ha sido muy utilizado en la producción de alimentos en reemplazo de la sacarosa o azúcar de mesa, destacando desde ese entonces el hecho de no ejercer un efecto significativo sobre la glicemia (con un IG de 20 en comparación con un IG de 100 para la glucosa). Sin embargo, estudios recientes han relacionado el consumo excesivo del jarabe de maíz alto en fructosa con la incidencia y prevalencia de enfermedades crónicas como la obesidad, diabetes, dislipidemias, el síndrome metabólico y enfermedades cardiovasculares (21). En el estudio realizado por Teff *et al.* Se observó que en aquellas mujeres jóvenes que ingirieron bebidas endulzadas con fructosa, la concentración plasmática de triglicéridos se incrementó de forma más rápida y alcanzó una mayor concentración que en aquellas que recibieron bebidas endulzadas con glucosa. (22).

El jarabe de maíz alto en fructosa es elaborado a partir de almidón de maíz, el cual es hidrolizado enzimáticamente hasta obtener moléculas de glucosa libre, que son posteriormente convertidas en moléculas de fructosa por medio de la enzima glucosa isomerasa. (21)

La sacarosa es hidrolizada a nivel intestinal por la enzima sacarasa en los monosacáridos constituyentes: fructosa y glucosa. La fructosa libre, consumida como tal o como producto de la hidrólisis enzimática de la sacarosa es absorbida principalmente en el duodeno y el yeyuno. Una vez absorbida, la fructosa es transportada al hígado, donde es fosforilada por la enzima fructoquinasa a fructosa 1 fosfato, que se convierte en gliceraldehido 3 fosfato o dihidroxiacetona fosfato. Estas triosas fosfato podrán entrar en la vía glicolítica hasta formar

piruvato y oxidarse posteriormente a Acetil CoA. En el hígado el Acetil CoA proporciona carbonos para la síntesis de ácidos grasos, triglicéridos y colesterol. Es por esta razón que al consumir grandes cantidades de fructosa se estimulan las vías glicolíticas y lipogénicas en la célula hepática. (23)

Fibra dietética: Kiehm (24) y Jenkins (25), demostraron la utilidad de la fibra en el tratamiento de la DM, documentando que disminuía la glicemia postprandrial y aumentaba la sensibilidad a la insulina. La fibra soluble reduce la velocidad de absorción de la glucosa, disminuyendo el incremento de la glicemia e insulinemia después de una carga oral de glucosa. Las fórmulas enterales estándares son altas en H de C y bajas en fibra. Para mejorar el control de las glicemias se han desarrollado fórmulas específicas para diabéticos que contienen sucralosa, fibra, ácidos grasos monoinsaturados, proteína de soja y antioxidantes (26). Elia *et al* en una revisión sistemática y meta-análisis que incluyó 23 estudios (784 pacientes), cuyo objetivo fue comparar los beneficios de una fórmula estándar con una fórmula especial para pacientes diabéticos, concluyeron que a corto y a largo plazo el uso de fórmulas especiales se asocia con un mejor control de la glicemia (27).

Fibra soluble: La inulina y los fructooligosacáridos (FOS) son oligosacáridos de origen vegetal que se caracterizan por sus enlaces de tipo b (1,2) entre las unidades de fructosa, con un grado de polimerización que varía entre 2 y 60 unidades. Por su configuración química no pueden ser hidrolizados por las enzimas digestivas del hombre y de animales, por lo que permanecen intactos en su recorrido por la parte superior del tracto gastrointestinal, pero son hidrolizados y fermentados en su totalidad por las bacterias de la parte inferior del tracto gastrointestinal (intestino grueso) De esta manera, este tipo de compuestos se comportan

como fibra dietética de tipo soluble. (28).

La inulina, que contiene de 20 a 60 monómeros de fructosa, se extrae de las raíces de la achicoria y es un constituyente natural de vegetales y cereales como la cebolla, ajo, puerro, espárragos y trigo. La propiedad de la inulina más extensivamente estudiada es su comportamiento como prebiótico, definido por su capacidad selectiva de estimular el crecimiento de un grupo de bacterias en el colon (bifidobacterias y lactobacilos), con la consecuente disminución de otras especies que pueden ser perjudiciales. Las bacterias que hidrolizan y fermentan la inulina en el intestino grueso producen ácidos grasos de cadena corta (AGCC) ayudan a la regulación del metabolismo de la glucosa en tanto que disminuyen la glicemia postprandial y la respuesta insulínica. (29).

Los FOS se obtienen por hidrólisis enzimática de la inulina con un promedio de 9 monómeros de fructosa, por lo tanto sólo se diferencia de la inulina por su grado de polimerización. (28).

Es importante destacar que tanto la inulina como sus derivados fueron aceptados como ingredientes GRAS (generalmente reconocido como seguro) por el FDA desde 1992, lo cual indica que pueden usarse sin restricciones en formulaciones alimenticias incluso en las destinadas para infantes (30).

El almidón resistente ha sido clasificado como un tipo de fibra soluble por no digerirse en el intestino delgado, pero que fermenta en el intestino grueso y provoca un aumento de la producción de ácidos grasos de cadena corta, lo cual se ha asociado con una disminución de la concentración de ácidos grasos libres (AGL) en la circulación sanguínea. Ello constituye un factor de interés, porque el aumento de estos AGL disminuye la sensibilidad a la insulina y por ello interfiere la captación de la glucosa y la síntesis de glucógeno.

Fibra insoluble: Se diferencia de la fibra soluble en que esta es escasamente degradada, es parcialmente fermentable en el colon y no se disuelve en agua. Dentro de esta clasificación de fibra dietética, se encuentra la celulosa, un polisacárido compuesto exclusivamente de moléculas de glucosa, siendo la biomolécula orgánica más abundante de la biomasa terrestre. A pesar de que está formada por glucosas, los animales no pueden utilizar la celulosa como fuente de energía, ya que no cuentan con enzimas necesarias para romper los enlaces β (1,4) glucosídicos. Sin embargo, es necesaria incluirla en la dieta humana ya que facilita la digestión y defecación, es decir, ayuda a mantener un tránsito intestinal normal (31). Por otro lado, existe evidencia científica, aunque sea escasa, de que la fibra insoluble podría contribuir a disminuir la respuesta glicémica postprandial.

Maltitol: El maltitol es un poliol o conocido también como alcohol de azúcar disacárido, derivado de la hidrogenación de la maltosa. El maltitol puro puede ser 0.8 veces más dulce que el azúcar de mesa. Por otra parte una evaluación de los perfiles de glucosa en sangre después del consumo de maltitol demostró que la respuesta glicémica es moderada, siendo menor que la glucosa, por lo tanto sería beneficioso su uso en productos y suplementos orales destinados a pacientes diabéticos. La seguridad del maltitol como ingrediente para alimentos está respaldada por diversos estudios realizados tanto en humanos como en animales. El Comité Mixto FAO/OMS de Expertos en Aditivos Alimentarios (JECFA) evaluó la información sobre la seguridad del maltitol y concluyó que es seguro. El JECFA estableció una ingesta diaria admisible (IDA) “no especificada” para el maltitol, lo cual significa que no se establece ningún límite sobre su uso. (32)

Índice glicémico (IG) y DM 2:

El concepto de IG fue introducido en 1981 por David Jenkins *et al.* Como un arma para el manejo dietético de la DM. El IG clasifica a los alimentos que contienen H de C en relación a su capacidad de incrementar los niveles de glucosa en sangre (velocidad y magnitud). Se mide comparando el incremento de la glicemia inducido por un alimento aislado, en condiciones isoglucídicas (50 g H de C), con el inducido por un alimento de referencia, siendo los más utilizados una solución de glucosa pura o el pan blanco. La comparación de las sumatorias de los valores de glicemia o el área bajo la curva en las dos horas siguientes a la ingesta del alimento estudiado y medido en intervalos de tiempo definidos, con los cambios observados con el alimento elegido como referencia, define el IG.

A la respuesta frente al alimento utilizado como referencia, se le da el valor de 100, y todos los alimentos se comparan con este valor, usando como expresión el valor porcentual. (33). Los valores del IG se agrupan en tres categorías: IG alto ≥ 70 , IG intermedio 56-69, IG bajo de 0-55. (34).

Este indicador, propuesto por Jenkins *et al* (1981) obedece a la necesidad de distinguir el efecto fisiológico de los H de C independientemente de la complejidad de su estructura (simple o compleja), en tanto son capaces de elevar la glicemia y la insulinemia, así como también de producir saciedad. Por lo tanto, es un indicador de la calidad saludable de los alimentos respecto a sus H de C. (35)

En base a los estudios, para la mayoría de las personas con DM, el primer recurso para

controlar la glucosa es algún método de conteo de H de C. Para controlar el nivel de glucosa en la sangre es clave llegar a un equilibrio entre el consumo total de H de C, la actividad física y los fármacos para la DM o insulina. Ya que cada tipo de H de C tiene diferentes efectos en la glucosa en la sangre, usar el IG puede ser útil para perfeccionar el control de la glucosa. En otras palabras, si el IG se combina con el cálculo de H de C, puede ofrecer un beneficio adicional para las personas que quieren y pueden estar más atentas a los alimentos que seleccionan con el fin de lograr el nivel deseado de glucosa (36).

Un estudio de tipo observacional dio seguimiento a 65.173 mujeres por un periodo de 6 años. Las mujeres cuyas dietas tenían un índice glicémico alto tuvieron un riesgo de 47% mayor de desarrollar DM en comparación con aquellas cuyas dietas tenían un índice glicémico más bajo. El contenido de fibra también fue evaluado, observando que las personas que consumieron una dieta que era tanto baja en fibra como alto índice glicémico tuvieron una incidencia 250% mayor de DM (37)

Un meta-análisis de 11 estudios, con un máximo de 12 meses de observación publicado el año 2003, concluyó que elegir alimentos de IG bajo en lugar de los alimentos convencionales o de alto IG tiene un efecto pequeño pero clínicamente útil en el control glicémico a medio plazo en los pacientes con DM a través del porcentaje de cambio de la hemoglobina glicada A1c. Las diferencias medias ponderadas demuestran que los sujetos que consumían dietas con IG bajos tenían una significativa mayor reducción de la hemoglobina glicada (8,0 a 7,2%) que la observada para los que consumían una dieta con IG alto (38)

Según los antecedentes expuestos, es fundamental evaluar los suplementos nutricionales disponibles en el mercado, destinados a complementar la dieta de los sujetos con DM 2, en cuanto a índice glicémico y aceptabilidad. Si bien el control de la ingesta de H de C es la principal herramienta para un control de la DM, el índice glicémico también es clave para complementar el tratamiento de dicha patología.

Aceptabilidad sensorial

La evaluación sensorial surge como disciplina para medir, analizar, evocar e interpretar las reacciones a aquellas características de alimentos y otras sustancias que son percibidas por los sentidos de la vista, olfato, gusto, oído y tacto y así evaluar la calidad de los alimentos. Por otro lado, la evaluación sensorial no solamente se tiene en cuenta para el mejoramiento y optimización de los productos alimenticios existentes, sino también para realizar investigaciones en la elaboración e innovación de nuevos productos, en el aseguramiento de la calidad y para su promoción y venta (marketing).

Es importante evaluar las características organolépticas de fórmulas enterales considerando tanto un uso a corto como largo plazo, ya que estas características influyen directamente en el uso correcto y en la ingesta de aporte calórico y aporte de macro y micronutrientes. Más aún, se debe tener en cuenta que los pacientes con DM presentan alteraciones del gusto que dificultan el control de la glicemia existiendo una preferencia por los alimentos de sabor dulce, exacerbando así la hiperglicemia (39). A partir de esto, las fórmulas especializadas debieran tener una composición que intente favorecer su palatabilidad y que mejoren el control glicémico simultáneamente.

Con el objetivo de analizar la palatabilidad de fórmulas enterales, se han realizado estudios, en donde se midieron las características de: aroma, cuerpo, sabor, apariencia, dulzura y regusto a través de una cata de vinos modificada a pacientes entre 18 y 75 años de edad. Todos estos parámetros son afectados por compuestos del alimento: el tipo de ácidos grasos, la cantidad y tipo de fibra dietética (la fibra soluble tiende a tener un sabor más amargo por lo que se recomienda una relación entre fibra insoluble/soluble de 75/25) (40). Según este estudio la fórmula Glucerna SR[®] presenta mejor aceptabilidad en todos los parámetros analizados, por lo que se considera un estándar para comparar aceptabilidad sensorial de fórmulas especializadas para diabéticos.

Hipótesis

Hipótesis 1:

“La fórmula especializada para diabéticos que contiene fibra soluble tiene un menor índice glicémico (IG) comparado con fórmula especializada para diabéticos que posee fibra soluble y fibra insoluble.”

Hipótesis 2:

“La fórmula especializada para diabéticos que contienen fibra soluble tiene una mejor evaluación sensorial comparada con fórmula especializada para diabéticos que contienen fibra soluble y fibra insoluble”

Objetivos Generales

- Demostrar que hay disponibilidad de una fórmula especializada para diabéticos con IG y características de aceptabilidad similares a una fórmula ya posicionada en el mercado, considerada para este estudio como un Gold standard.

Objetivos Específicos

1. Describir demográficamente a los sujetos estudiados
2. Evaluar y comparar la respuesta glicémica de una fórmula de reciente ingreso comercial y de una fórmula posicionada en el mercado.
3. Determinar y contrastar el índice glicémico de una fórmula que contiene fibra soluble en su composición nutricional versus una fórmula que contiene fibra soluble e insoluble.
4. Describir características organolépticas de ambas fórmulas

Metodología

Tipo de estudio

Estudio experimental de cohorte transversal.

Características de la muestra

En la ejecución de este estudio se reclutaron 10 hombres y/o mujeres sanos (n=10) entre 18 y 60 años con un estado nutricional normal (IMC 18,5-24,9) pertenecientes a la Facultad de Farmacia de la Universidad de Valparaíso (funcionarios, estudiantes, académicos) de la Quinta Región, a los que se les realizó una encuesta para descartar presencia de factores determinados como criterio de exclusión en este estudio.

Este estudio fue aprobado por el comité de expertos de bioética para la investigación de la Facultad de Farmacia de la Universidad de Valparaíso. Todos los sujetos firmaron un consentimiento informado (anexo n° 4), en el que se les explicó el objetivo del estudio, actividades a realizar, posibles riesgos y responsabilidades.

Criterios de inclusión y exclusión de sujetos sanos

- **Criterios de inclusión**

- El criterio de inclusión de la muestra consta de Hombres y/o mujeres entre 18 y 60 años de edad con estado nutricional normal según IMC (18,5-24,9 kg/m²).

- **Criterios de exclusión**

- Sujetos con diagnóstico de Diabetes Mellitus tipo 1 y tipo 2.

- Sujetos con diagnóstico de ovario poliquístico.

-Sujetos con diagnóstico de resistencia a la insulina, intolerancia a la glucosa oral e hipotiroidismo.

-Mujeres en periodo gestacional o en periodo de lactancia.

Variables

- **Controladas:**

-Formula especializada para diabéticos con fibra soluble “F1”

-Formula especializada para diabéticos con fibra soluble y fibra insoluble “F2”

- **Dependientes:**

-Respuesta Glicémica (mg/dl)

-Índice glicémico (%)

-Aceptabilidad sensorial

Determinaciones

- **Antropometría:**

1. **Peso:** Los sujetos se pesaron con ropa liviana y sin zapatos, parándose en forma erguida en el centro de la balanza sin topar el altímetro o el muro, con ambos brazos sueltos al costado de su cuerpo. (41)
2. **Talla:** Los sujetos fueron evaluados en una posición erguida, de espalda al muro o altímetro con la cabeza mirando al frente cumpliendo el plano de Frankfort; alineando el arco orbital horizontalmente con el trago, colocando una pieza en

escuadra triangular sobre el vértex, al momento que el sujeto inspiró se toma la medición.

3. **Índice de masa corporal (IMC):** Una vez obtenidos los datos peso y talla, se calculó el IMC ($\text{peso}/\text{talla}^2$) de cada sujeto, y se clasificó el estado nutricional según el criterio utilizado por el Ministerio de Salud. (42).

IMC (Peso/Talla²)	Clasificació n
<18,5	Enflaquecido
18,5-24,9	Normal
25-29,9	Sobrepeso
30-34,9	Obesidad I
35-39,9	Obesidad II
>40	Obesidad II

Determinación de Respuesta Glicémica e índice glicémico:

La respuesta glicémica se midió por medio de una muestra de sangre capilar, debido a que es una técnica validada y de fácil obtención (43).

Se utilizó como alimento estándar el pan blanco (50 g de H de C), con su respectivo aporte según etiquetado nutricional del fabricante.

Aporte Nutricional Pan Blanco

Ingrediente	Cantidad (g)	Kcal	H de C	Proteínas	Grasa
Pan molde blanco (Cena)	86g	247	50g	7,53g	2,87g

Por otro lado también se utilizaron las fórmulas especializadas para diabéticos F1 y F2 con un aporte de 50 g de H de C disponibles (Anexo nº 2)

Aporte Nutricional F2 al 24% en 530ml

Ingrediente	Cantidad (g)	Kcal	H de C	FDT*	FDS*	FDI*	Proteínas	Grasas
F2	127g	620	50g	8,7 g	2,8 g	5,9 g	26,3g	35,2g

Aporte Nutricional F1 al 24% en 510 ml

Ingrediente	Cantidad (g)	Kcal	H de C	FDT*	FDS*	FDI*	Proteínas	Grasas
F1	122g	528	50g	7,4 g	7,4 g	0,0 g	23,8g	19,4g

*FDT: Fibra dietética total
FDS: Fibra dietética soluble
FDI: Fibra dietética insoluble

Se solicitó a los sujetos seleccionados que asistieran al Laboratorio de Ciencias de los Alimentos de la Universidad de Valparaíso con un ayuno nocturno de 10 horas, la prueba se realizó en tres sesiones, en una de ellas se evaluó el pan blanco, en la segunda una de las fórmulas especializadas para diabéticos mencionadas anteriormente y en la tercera la segunda fórmula. Posteriormente se determinó el Índice Glicémico según FAO (43)

Para una correcta medición, se interiorizó a las personas sobre un tipo de dieta o una previa preparación el día anterior a la prueba, además de restringir el alcohol, fumar y realizar actividad física vigorosa.

La prueba se realizó con una hora estimativa de las 10 am, en donde se dispuso una porción de 86g de pan blanco (alimento de referencia), 530 ml de F2 diluida al 24% conteniendo 50 g de H de C y 510 ml de F1 diluida al 24% también con un aporte de 50 g de H de C, para su posterior consumo dependiendo de la prueba que le correspondió al sujeto. Para las tres mediciones, el tiempo de ingesta de cada alimento fue de un tiempo estimativo menor a 15 minutos.

Se utilizaron muestras de sangre capilar para medir las glicemias en ayuno (tiempo 0) y a los 30, 60, 90 y 120 minutos post ingesta tanto de pan blanco como de fórmula especializada para diabéticos en cada una de las sesiones realizadas. Se utilizó Lancetero, tiras reactivas y un glucómetro marca Accu Check® Active.

Para lograr obtener la glicemia capilar se introdujo la tira en el glucómetro, una vez efectuado esto, con el lancetero se puncionó el dedo del paciente hasta extraer cuidadosamente una gota de sangre, posteriormente la gota de sangre se colocó en contacto con la tira reactiva lo que arrojó el resultado de la glicemia, se retiró y desechó la tira del glucómetro Accu Check®

Active, como también las lancetas.

Posterior a la obtención de los valores de glicemia, estos fueron registrados en una planilla y se construyeron los correspondientes gráficos de respuesta glicémica. (44).

Se evaluó el incremento del área bajo la curva (IAUC) de las respuestas glicémicas, ocupando los criterios de la FAO para determinar el índice glicémico, mediante la regla del trapezoide, no se consideró el área por debajo de la concentración en ayunas, sólo aquellas áreas situadas por encima del nivel de ayunas (43). La fórmula utilizada fue la siguiente:

$$ABC = (A + B + C + D/2)t + D^2t/2 (D + |E|)$$

Dónde: ABC = área bajo la curva (IAUC)

A, B, C, D y E; son los incrementos positivos de la glucosa plasmática

t; es el intervalo de tiempo entre las muestras de sangre.

El área bajo la curva de la respuesta glicémica de cada fórmula especializada para diabéticos fue expresada como porcentaje de la respuesta obtenida en el alimento estándar (pan blanco), posteriormente el promedio de todos los valores resultantes corresponderá al índice glicémico final del alimento en estudio (45).

El resultado del índice glicémico se obtuvo a partir de la siguiente expresión (46)

$$IG = \frac{\text{Valor de ABC del alimento prueba}}{\text{Valor de ABC del alimento referencia}} \times 100$$

Determinación de la aceptabilidad sensorial

Se les solicitó a los voluntarios asistir al Laboratorio de Ciencias de los alimentos de la Facultad de Farmacia, para medir aceptabilidad de F1 y F2 en un mismo día.

La aceptabilidad fue medida mediante escala hedónica de 7 puntos (anexo 3), tras la ingesta de cada fórmula, a una dilución estándar (237 ml al 22% de F1 y 250 ml al 20% de F2) con el fin de no alterar la indicación de preparación declarada en la etiqueta de los productos.

Las fórmulas fueron preparadas por una tercera persona (doble ciego) (47) en un sector separado al lugar de prueba, en una cabina individual, exenta de olores, paredes con colores neutros que no distraigan al catador, con el fin de no influir sobre la evaluación de los participantes (48).

Siendo el test de escala hedónica una prueba subjetiva, es que se utilizó un panel de sujetos que no hayan recibido entrenamiento o capacitación alguna en la determinación de calidad sensorial de alimentos (n=16).

Análisis estadístico:

Los datos serán analizados con el programa estadístico SPSS 22.0 para Windows (SPSS Inc., Chicago, USA). Siendo todas las variables cuantitativas en escala continua, los resultados se expresaron como promedio \pm desviación estándar. La distribución normal de las variables se verificó con el test de Kolmogorov Smirnov. Para comparar las respuestas glicémicas de cada tiempo evaluado por alimento, se utilizó prueba de T-Student pareado. Para comparar la aceptabilidad sensorial, las respuestas glicémicas y el índice glicémico de los alimentos estudiados se utilizó T-Student pareado para las variables paramétricas y Wilcoxon para las variables no paramétricas. Para todos los análisis se consideró significativo un $p < 0,05$.

Resultados

Tabla n°1: Descripción de la muestra

Muestra	Promedio (n=10)	DE
Sexo (H/M)	5/5	--
Edad (años)*	23 (21,5-34)	--
Peso (Kg)	69,5	13,1
Talla (m)	1,69	0,073
IMC (Peso/Talla ²)	24,4	3,2

*Mediana (Q1-Q3)

IMC: Índice de masa corporal.

DE: Desviación Estándar

El estudio se realizó seleccionando un grupo de 10 voluntarios, a través de los criterios de inclusión y exclusión; un 50% corresponde a hombres y un 50% fueron mujeres. La edad mínima fue de 20 años y la máxima de 53 años. En cuanto al peso y talla, la mínima fue de 51,8 kg y 1,58 mt respectivamente y la máxima de 89 kg y 1,78 kg respectivamente.

Se analizaron los resultados de la respuesta glicémica por tiempos de prueba de cada alimento evaluado presentados en la tabla n°2.

Tabla n°2: Respuestas glicémicas de Pan blanco, F2 y F1

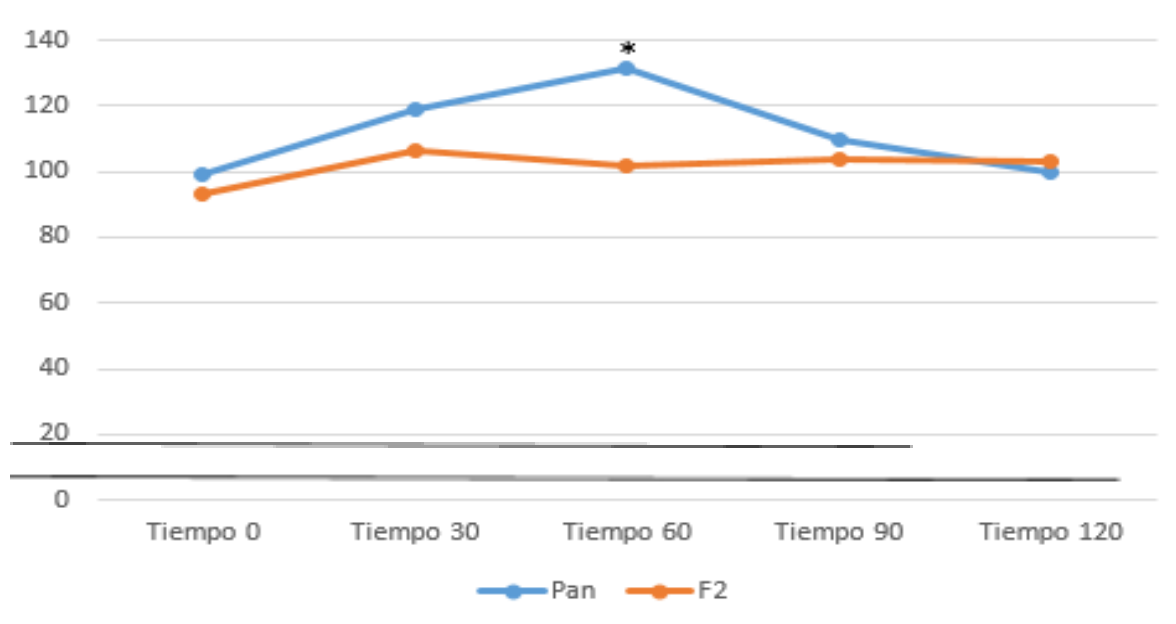
	T0	T30	T60	T90	T120
Pan	99,1 ± 4,4 ^a	118,9 ± 16,5 ^b	131,6 ± 11,6 ^b	*139,8 ± 32,6 ^a	99,9 ± 13,5 ^c
F2	93,1 ± 5,2 ^a	106,7 ± 11,6 ^b	101,8 ± 14,8 ^b	104 ± 15,1 ^b	103,4 ± 12,4 ^a
F1	93,6 ± 7,2 ^a	*114,5 ± 12,9 ^b	98,1 ± 13,1 ^a	107,3 ± 6,1 ^c	106,5 ± 10,7 ^b

T: Tiempo; letras diferentes: indican significancia estadística

Significancia estadística $p < 0.05$ según método de T student pareado

*Pruebas no paramétricas con método de Wilcoxon

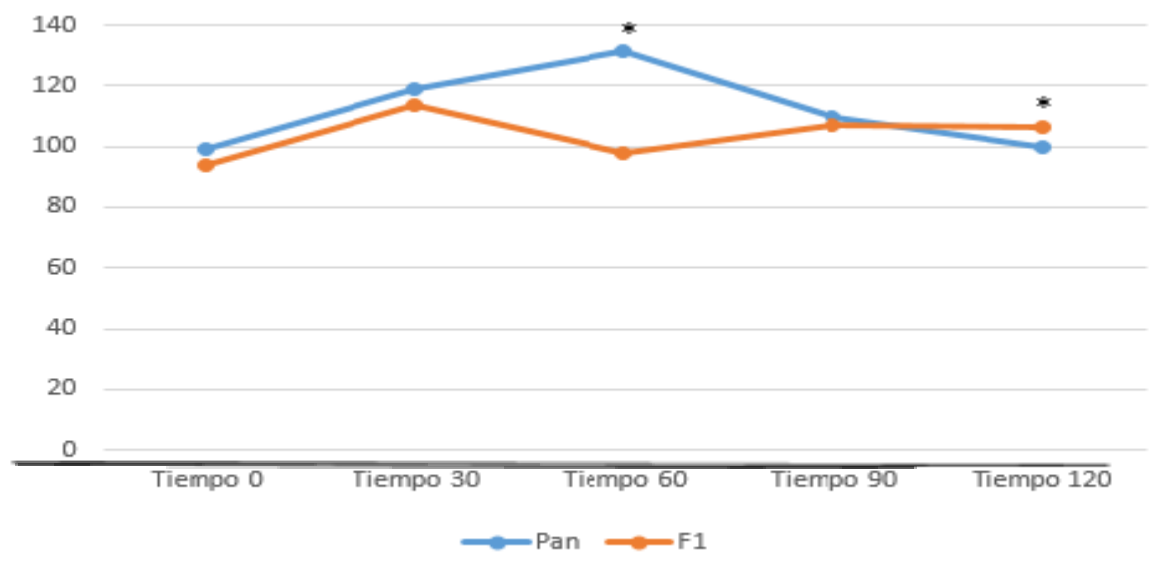
Gráfico n°1: Respuestas glicémicas de Pan blanco y F2



*: Significancia estadística $p < 0,05$ según método T Student pareado

El gráfico n° 1 muestra el análisis comparativo de la respuesta glicémica por tiempos de prueba entre Pan blanco y F2. Se encontraron diferencias significativas ($p < 0,05$) de las respuestas glicémicas en el tiempo 60, siendo mayor en el pan blanco.

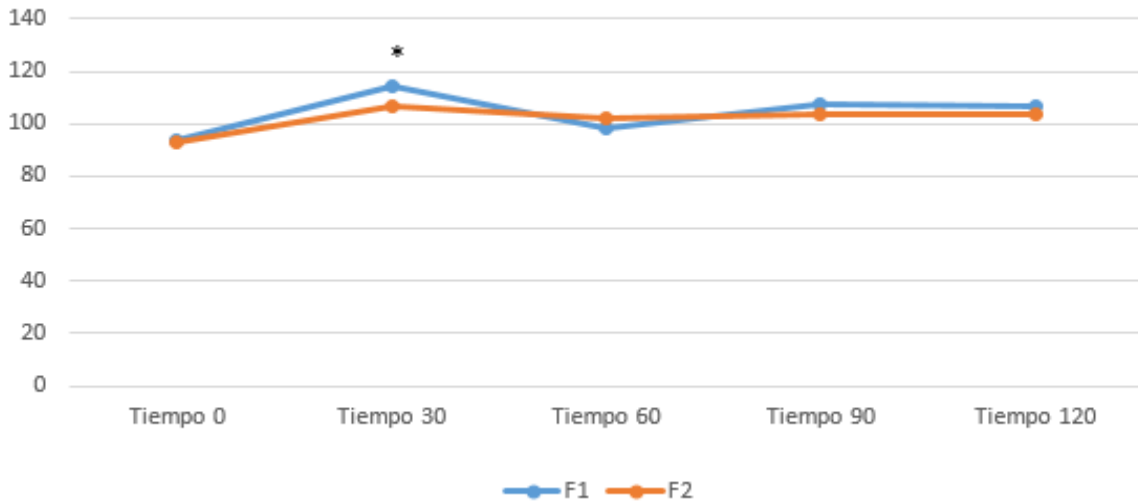
Gráfico n°2: Respuestas glicémicas de Pan blanco y F1



*: Significancia estadística $p < 0,05$ según método T student pareado

De igual forma, se compararon los valores de respuesta glicémica entre pan blanco y F1, encontrando diferencias significativas ($p < 0,05$) en el tiempo 60 y tiempo 120.

Gráfico n°3: Respuestas glicémicas de F1 y F2



*: Significancia estadística $p < 0,05$ según método de Wilcoxon

Por otro lado, se compararon los valores de la respuesta glicémica de F2 y F1, encontrando únicamente diferencias significativas ($p < 0,05$) en el tiempo 30, siendo mayor en F1. No se encontraron diferencias significativas en los tiempos 0', 60', 90' y 120'.

Al determinar el incremento del área bajo la curva de las respuestas glicémicas evaluadas se determinó el índice glicémico de ambas fórmulas, obteniendo un valor de 46 para F2 y de 53,4 para F1, considerado para ambos casos como un bajo índice glicémico, sin embargo, no se encontraron diferencias significativas ($p > 0,05$) entre ambos valores de IG.

Tabla n°3: Índice glicémico F2 y F1

Índice glicémico (IG)		
F2	F1	P
46%	53,4%	NS

Finalmente, se realizó una evaluación de las características organolépticas de ambas fórmulas, con el objetivo de realizar un análisis comparativo de la aceptabilidad sensorial.

La prueba fue realizada con método doble ciego y fue evaluada mediante la escala hedónica, siendo los resultados los siguientes:

F1 en los ítems textura, color, olor y aceptabilidad general obtuvo un puntaje promedio de 5, lo que refleja un nivel de “me gusta ligeramente”, mientras que el sabor obtuvo un puntaje promedio de 4, lo que indica un nivel de “ni me gusta ni me disgusta”, por otro lado F2 en los ítems textura, color y olor obtuvo un puntaje promedio de 5, dando como resultado un nivel de “ me gusta ligeramente”, en cuanto al sabor y aceptabilidad general arrojaron promedio 4, lo que indica “ni me gusta ni me disgusta”.

Tabla n°4 Análisis de la aceptabilidad sensorial de F2 y F1

	F2	F1	<i>p</i>
Textura	5,1 ± 1,6	5,1 ± 1	NS
Sabor	4,6 ± 1,6	4,4 ± 1	NS*
Color	5,4 ± 1,4	5,6 ± 1,2	NS*
Olor	5,2 ± 1,3	5,2 ± 1,3	NS
A. general	4,8 ± 1,4	5,1 ± 0,7	NS*

Significancia estadística $p < 0,05$ según T Student

**: Sabor, color, aceptabilidad general: Pruebas no paramétricas con método de Wilcoxon
Textura, olor: Pruebas paramétricas con método T Student.*

Discusión

Un 80% de los sujetos estudiados presentaron estado nutricional normal según IMC, mientras que un 20% presentó sobrepeso, sin embargo, no tenían una alteración de su metabolismo que pudiera afectar los resultados de la respuesta glicémica.

Los resultados obtenidos en el estudio muestran que ambas fórmulas especializadas para diabéticos obtuvieron un peak máximo a los 30 minutos postprandial, siendo similar a estudios publicados anteriormente, donde el máximo incremento se presenta en los primeros 30 minutos (49) (50), es en este tiempo, en donde se encontró una diferencia significativa ($p < 0,05$) entre ambas fórmulas, siendo mayor el nivel de glicemia con F1.

Por otro lado, el pan blanco presentó un peak máximo a los 60 minutos, obteniendo una curva más elevada en comparación a ambas fórmulas especializadas para diabéticos las cuales se mantuvieron más estables en el tiempo. Se presentaron diferencias significativamente mayores en el pan blanco comparado con F2 en los tiempos 30 y 60 minutos y diferencias significativamente mayores ($p < 0,05$) en el pan blanco comparado con F1 en el tiempo 30 minutos. Esto se debe a la composición química de los alimentos estudiados, ya que el incremento de la glicemia es menor en ambas fórmulas respecto al pan blanco debido a la presencia de fibra dietética, la cual no es digerible en el tracto gastrointestinal por la ausencia de enzimas específicas para completar la digestión, viendo afectado los valores de glicemia post-prandial. Además el pan blanco, al contener un alto porcentaje de almidón se digiere rápidamente en el tracto gastrointestinal viendo aumentada la velocidad de absorción de la

glucosa y por ende, su impacto en elevar la glicemia (51).

Para obtener 50 g de H de C disponibles provenientes de F2 y F1 se necesitan 128 g y 122 g de polvo respectivamente.

En 128 g de fórmula F2 con 50 g de H de C disponibles, 34,8 g provienen de maltodextrina, 15,4 g provienen de fructosa, contiene además 5,9 g de fibra insoluble (celulosa) y 2,8 g de fibra soluble (inulina), es decir, 8,7 g de fibra dietética total. La fórmula F1 en cambio, en 122 g de polvo se obtienen los 50 g de H de C disponibles junto con 7,4 g de fibra soluble (FOS y almidón resistente) y 0,0 g de fibra insoluble. Los gramos de maltodextrina no se especifican en el etiquetado del producto.

En cuanto a la maltodextrina, es el H de C disponible que se encuentra en mayor cantidad en ambas fórmulas especializadas para diabéticos, sin embargo ambas fórmulas contienen una cantidad considerablemente menor en comparación a fórmulas estándar diseñadas para pacientes que no poseen riesgo de hiperglicemias, debido a que este H de C es fácilmente degradado por enzimas α amilasa y β amilasa, generando una alta respuesta glicémica.

A pesar de que F1 está diseñada con compuestos que atenúan la respuesta glicémica, como sucromaltosa y maltitol, presentó respuesta glicémicas significativamente mayores al tiempo 30 que las observadas tras la ingesta de F2, esto se puede explicar porque el último contiene una mayor cantidad de fibra dietética total en 50 g de H de C disponibles (distribuida entre fibra soluble como inulina y fibra insoluble como celulosa) siendo una buena alternativa como suplemento alimentario para pacientes diabéticos.

Los valores de IG encontrados se explican porque la fibra soluble disminuye la glicemia

postprandial a través del aumento de la viscosidad del contenido de nutrientes en el intestino delgado, lo cual retarda la difusión de la glucosa hacia el borde ciliado de la mucosa intestinal; la unión de la glucosa a la fibra dietética y disminución de su disponibilidad para la absorción; y la inhibición de la acción de la α -amilasa sobre el almidón. (52). F1 contiene fibra exclusivamente soluble presentando un bajo IG debido al mecanismo de esta fibra, que logra tener un efecto conocido como “Slow release”, mencionado en un estudio de Jenkins *et al.* En el cual se sugiere dar mayor importancia a los H de C de lenta digestión, más que a los H de C complejos (52).

En cuanto a la fibra insoluble, son muy pocos los estudios que han buscado explicar el efecto de este tipo de fibra en la respuesta glicémica y el índice glicémico; Rania Abou Samra y G. Harvey Anderson señalan en su estudio (53) que la fibra insoluble al tener un aumento del tránsito intestinal puede tener como efecto disminuir la respuesta glicémica mediante la rápida llegada a yeyuno con la consecuente estimulación por la secreción de las siguientes hormonas peptídicas intestinales: glucagon-like-peptide1 (GLP-1) conocida ya por su contribución en la glucorregulación y colecistoquinina (CCK), Holt *et al.* También llegaron a la conclusión de que la respuesta glicémica e insulinémica son inversamente proporcional a la respuesta de CCK y saciedad (54), lo que podría explicarse mediante una activación de receptores que regulan los niveles de glucosa por parte de la CCK a través de un eje neuronal entre el intestino, cerebro e hígado (55).

Por otro lado Wolever señala en su estudio, que el ácido urónico contenido en la fibra dietética insoluble por 100 g de peso seco de diferentes alimentos demostró ser el mejor predictor de la respuesta glicémica en comparación a la fibra dietética total, representando

un 34,1% de la variabilidad del IG, seguido por la celulosa en 100 g de peso seco de alimentos con un 22% de variabilidad, destacando que el ácido urónico tuvo una diferencia significativamente mayor que la fibra dietética total, mientras que la celulosa a pesar de tener una variabilidad mayor que la fibra dietética total no tuvo diferencias significativas. Sin embargo, la combinación de pentosas, hexosas y ácidos urónicos de fibra dietética soluble e insoluble explicó un 50% de la variación de los valores de IG de 25 alimentos diferentes (56).

La evidencia descrita anteriormente puede respaldar el hecho de que F2 y F1 no obtuvieron diferencias significativas ($p < 0,05$) en cuanto al IG, es decir, los resultados demuestran que la fibra dietética total presenta un impacto sólo en la glicemia post prandial, pero no alcanza a ser suficiente como para afectar el IG del alimento, al contrario de lo que se pensaba sobre el efecto netamente de la fibra soluble.

La aceptabilidad sensorial de ambas fórmulas especializadas para diabéticos se realizó a dilución estándar donde:

F2 a dilución estándar de 20% (50 g de polvo) posee: 243 kcal, 10,3 g proteínas, 13,8 g grasa total (1 g ác. grasos Saturada, 10,6 g ác. grasos monoinsaturados, 2,2 g ác. grasos poliinsaturados, 0,41 mg omega 3, <0,5 g trans), 19,6 g de H de C disponible donde 13,5 provienen de de maltodextrina , 3,4 g de fibra total (2,2 g de fibra insoluble (celulosa), 1,1 g de fibra soluble (inulina), 6 g de azúcares totales).

F1 a dilución estándar de 22% (52,1 g polvo) posee: 226 kcal, 10,2 g de proteína, 7,2 g de grasa total (0,89 g ác. grasos saturados, 3,8 g ác. grasos monoinsaturados, 2,6 g ác. grasos poliinsaturados, 2,4 g ác. grasos omega 6, 0,21 g ác. grasos omega 3, 0,01 g ác. grasos trans, 21, 4 g de H de C disponibles, 3,2 g de fibra soluble (FOS y almidón resistente), 0,0 g de

fibra insoluble, 5,7 g azúcares totales.

Es importante destacar que los resultados muestran que no se obtuvo una diferencia significativa en la evaluación sensorial de ambas fórmulas especializadas para diabéticos, ambas presentaron una evaluación de sabor de 4 puntos según escala hedónica (“no me gusta ni me disgusta”), lo que puede deberse principalmente a que ambas fórmulas poseen un mismo saborizante de vainilla y la evaluación puede influir específicamente en si los sujetos aprueban o no este sabor. Por otro lado, F2 contiene como endulzante sucralosa y F1 contiene sucromaltosa, un endulzante exclusivo de este suplemento, siendo ambos aceptados por los sujetos.

En cuanto a color, olor y textura, ambas fórmulas evaluadas con un mismo puntaje refleja que tanto F1 como F2, que difieren en su composición a dilución estándar en el contenido de fibra (la primera exclusivamente con fibra soluble), la cantidad de ácidos grasos totales (mayor cantidad en F2) y la cantidad de H de C disponibles (menor en F2), tienen una buena aceptación, es decir, la composición de cada una no influye significativamente en el análisis sensorial, resultados que difieren de la bibliografía encontrada, en donde se ha visto una relación entre la aceptabilidad sensorial y la composición nutricional, teniendo mejor aceptabilidad una fórmula con fibra soluble e insoluble, en comparación a una fórmula que contiene sólo fibra soluble. (18).

Conclusión

1. Se encontró una diferencia significativa ($p < 0,05$) en la respuesta glicémica del tiempo 30 siendo menor en la fórmula F2. Para el tiempo 0, 60, 90 y 120 minutos no hubo diferencias significativas ($p > 0,05$) entre ambas fórmulas por lo que se descarta la hipótesis.
2. El Índice Glicémico de las fórmula especializada para diabéticos F1 y F2 no presentaron diferencias significativas ($p > 0,05$), Debido a esto, se rechaza la hipótesis. Aunque cabe destacar que F2 obtuvo un valor menor que la fórmula F1, estos resultados indican que la fibra total (fibra insoluble y fibra soluble) contenido en F2 tiene un efecto glucorregulador, siendo necesario seguir investigando acerca de la relación: fibra insoluble y glicemia, ya que la evidencia científica sigue siendo escasa.
3. En cuanto a la aceptabilidad sensorial, para todos los parámetros evaluados, no se encontraron diferencias significativas ($p > 0,05$) entre ambas fórmulas especializadas para diabéticos, es decir, F2 no tiene mejores características organolépticas que F1, no obstante, los resultados del análisis sensorial reflejan una buena aceptación en ambas, por lo tanto se rechaza la hipótesis. El análisis sensorial fue realizado en sujetos sanos, por lo que sería importante complementar este tipo de estudio en sujetos diabéticos, quienes presentan con frecuencia alteraciones del gusto, afectando a largo plazo el uso de suplementos alimenticios.

Los resultados obtenidos entre la comparación de ambas fórmulas especializadas para diabéticos dan como resultado que la fórmula F2 surge como buena opción para pacientes que requieren de este tipo de suplementos, por su menor costo, bajo IG y buena aceptabilidad sensorial.

Bibliografía:

1. MINSAL, Encuesta Nacional de Salud (ENS); 2009-2010; pp.130-140.
2. World Health Organization. Global health risks: Mortality and burden of disease attributable to selected major risks. 2009; PDF.
3. MINSAL, Encuesta Nacional de Salud (ENS), Chile 2009-2010; pp.148-150.
4. Valero M, León M. Nutrición en la Diabetes Mellitus. En: Tratado de Nutrición. Ed. médica Panamericana. 2005; cap. 4,21: p.636.
5. Wylie-Rosett J, Vinicor F. Diabetes Mellitus. En: Conocimientos actuales sobre Nutrición. Ed. ILSI. 2003; pp.602-612.
6. Carrasco E. Diabetes Mellitus. En: Nutrición en el Ciclo vital. Ed. Mediterráneo Ltda. 2014; cap. 8: p.259.
7. Asociación Americana de Diabetes. Normas de Atención Médica en Diabetes. En: *Diabetes Care*. 2012; 3: p.23.
8. Pérez C, Guerrero C. Ácidos grasos en la dieta de Diabetes Mellitus e Insulinorresistencia. Revista Facultad de medicina de la Universidad nacional de Colombia. 2006; 54(2):pp.135-136.
9. Franz MJ *et al.* Nutrition Recommendations and Interventions for Diabetes, A Position statement of the American Diabetes Association. *Diabetes Care*. 2004 27(1): p. 38.

10. D. A. de Luis *et al.* Respuesta glucémica e insulinémica a dos fórmulas enterales Isocalóricas en pacientes con diabetes mellitus tipo 2”. *Nutrición Hospitalaria*. 2013; 28(3): p.28.
11. Oliveira G. *et al.* Excess hospitalization, hospital days, and inpatient costs among people with diabetes in Andalucía, Spain. *Diabetes Care*. 2004; 27(8): pp.1904-1909.
12. Sanz A, De Diego García P. Dieta enteral en la Diabetes mellitus. En: *La Diabetes en la práctica clínica*. Ed. Médica Panamericana. 2007; cap. 47: pp.387-394.
13. Marinos E. *et al.* Enteral nutritional support and use of Diabetes-specific formulas for patients with diabetes, A systematic review and meta-analysis. *Diabetes Care*. 2005; 28(9): p.2274.
14. De Luis DA *et al.* Experience of 6 years with HEN in an area of Spain”. *European Journal of Clinical Nutrition*. 2006; 60: p.553.
15. Vega B. Aspectos diferenciales de la nutrición en los pacientes ancianos con Diabetes. *Avances en diabetología*. 2010; 26(5): p.311.
16. Abbot Nutrition. Glucerna Triple Care®. [Visitado el 25 de Agosto de 2014]
<http://abbottnutrition.com.my/adult-nutrition/diabetic-formula/glucerna-sr>.
17. Nat 100. Fichas técnicas Nat 100 diabético. PDF.
18. Vidal C. Sobre la alerta de la Food And Drug Administration (FDA) en relación con Valores erróneos de glucemia por interferencia de otros azúcares. Departamento de Bioquímica y Biología Molecular. Universidad de Murcia. Murcia. 2010; pp 62-63.PDF.
19. García H, Ruiz M, Cabreara C. Grasas y aceites. En: *Tratado de nutrición*. Ed. médica
20. Kristen W. *et al* Effects of consumption of sucromalt, a slowly carbohydrate, on mental and physical energy questionnaire responses”. *Nutritional Neuroscience*. 2013; 16(2):

pp 83-88.

21. Esquivel V. Gómez G. Implicaciones metabólicas del consumo excesivo de fructosa”. *Acta médica Costarricense*. 2007; 49(4): pp. 198-200.
22. Teff K. *et al.* Dietary fructose reduces circulating insulin and leptin, Attenuates postprandial suppression of ghrelin, and increases triglycerides in women. *The journal of clinical endocrinology & metabolism*. 2004; 89(6): pp. 2963-2972
23. Bantle J. *et al.* Effects of dietary fructose on plasma lipids in healthy subjects”. *The American Journal of clinical nutrition*. 2000; 72(5): pp.1128-34.
24. Kiehm TG, Anderson JW, Ward K. Beneficial effects of a high carbohydrates, high fiber diet in hyperglycemic men. *The American Journal of clinical nutrition*. 2006; 29(8): pp. 895-899.
25. Jenkins DJ, Goff DV, Leeds AR y Cols. Unabsorbable carbohydrates and diabetes: decreased postprandial hyperglycemia”. *The Lancet*. 1976; 308(7978): pp. 172-174.
26. Hermansen K. Beneficial effects of a soy-based dietary supplement on lipid levels and cardiovascular risk markers in type 2 diabetic subjects”. *Diabetes Care*. 2001; 28(2): pp. 228-233.
27. Elia M. *et al.* Enteral nutritional support and use of diabetes-specific formulas for patients with diabetes”. *Diabetes Care*. 2005; 28: pp. 2267-2279.
28. Madrigal L. Sangronis E. La inulina y derivados como ingredientes claves en alimentos funcionales. *Órgano Oficial de la Sociedad Latinoamericana de Nutrición*. 2007(4): pp. 387-394.
29. Valenzuela A. Maíz A. El rol de la fibra dietética en nutrición enteral. *Revista chilena*

- de nutrición. 2006; 33(2): pp. 342-351.
30. Coussement P. Inulin and Oligofructosa: safe intakes and legal status *The Journal of Nutrition*. 1999; 129(7): pp. 14128-1417.
 31. Blasco C. Fibra. En: “Nutrición básica humana”. Universidad de Valencia. 2006; cap. 7, pp. 140-142.
 32. Baer A. Sugar alcohols in the diabetic diet”. En: Sugars and Sweeteners. 1991; cap. 8: pp. 139-141.
 33. Arteaga A. El índice glicémico. Una controversia actual”. *Nutrición Hospitalaria*. 2006; 21(2): p.56.
 34. Aguirre C, Galgani J, Díaz E. Determinación del índice glicémico del alimento NutriDiabetic® destinado a diabéticos tipo 2”. *Revista chilena de nutrición*. 2006; 33(1): p.14.
 35. Alviña M. Indicadores de calidad Nutricional”. Aspectos nutricionales y saludables de Los productos de panificación, Universidad de Valparaíso y CREAS. 2009; PDF.
 36. Asociación Americana de Diabetes. Índice glicémico y diabetes. Alimentos y actividad Física. 2014. www.diabetes.org/es/alimentos-y-actividad-fisica/alimentos/que-voy-a-comer/comprension-de-los-carbohidratos/indice-gluccmico-y-diabetes.html. [Visitado el: 23 de Junio de 2014].
 37. Salmerón J. *et al.* Dietary fiber, glycemic load, and risk of non-insulin-dependent Diabetes mellitus in women”. *Journal of the American Medical Association*. 1997; 277(6): pp.472-477.
 38. Brand-Miller J. *et al.* Low-glycemic index diets in the management of diabetes: a meta-analysis of randomized controlled trials. *Diabetes Care*. 2003; 26: pp.2261-2267.

- Panamericana. 2005; cap. 10: p.276.
39. Gondivkar SM. *et al.* Evaluation of gustatory function in patients with diabetes mellitus type 2". *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2009; 108(6): pp.876-880.
40. Grau T. *et al.* Estudio de palatabilidad de dos dietas orales especiales para pacientes diabéticos en residencias geriátricas, Glucerna SR[®] vs Resource Diabet[®]". *Nutrición Hospitalaria.* 2004; 19(5): pp. 297-298.
41. Norton K. *et al.* Técnicas de medición en antropometría". *Antropométrica.* Ed. Biosystem. 1996; cap. 2: p.30.
42. MINSAL. Examen medicina preventiva. Guías clínicas MINSAL. 2008; PDF
43. MINSAL. Diabetes Mellitus Tipo 1". Guías clínicas AUGE. 2013; PDF.
44. FAO. The role of the glycemic index in food choice. *Carbohydrates in human nutrition.* 1997. <http://www.fao.org/docrep/w8079E/w8079e00.htm> [Visitado el: 23 de Junio de 2014]
45. Wolever TM. *et al.* The glycemic index: Methodology and clinical implications". *The American Journal of Clinical Nutrition.* 1991; 54(5): pp.846-54.
46. Torres N. *et al.* Índice glicémico, índice insulinémico y carga glicémica de bebidas de soya con un contenido bajo y alto en hidratos de carbono". *Revista de investigación clínica.* 2006; 58(5): p.490.
47. Letelier L. *et al.* El ciego en los ensayos clínicos ¿importa? *Revista Médica de Chile.* 2004; 132(9): pp.1137-39.
48. Hernández E. Evaluación sensorial. Universidad Nacional Abierta y a distancia,

- Bogotá; 2005; PDF.
49. Brand Miller JC, *et al.* Glycemic index, postprandial glycemia, and the shape of the curve in healthy subjects: analysis of a database of more than 1.000 foods. *The American Journal of Clinical Nutrition*. 2009; 89(1): pp. 97-105.
 50. Aguirre C. Galgani J. Díaz E. Determinación del índice glicémico del alimento Nutridiabetic® destinado a diabéticos tipo 2. *Revista chilena de Nutrición*. 2006; 33(1): pp. 716-1549.
 51. Araya H. Alviña M. Productos de panificación funcionales. En: Aspectos nutricionales y saludables de los productos de panificación. Universidad de Valparaíso. 2009; Chile.
 52. Cabrera J. Cárdenas M. Importancia de la fibra dietética para la nutrición humana. *Revista Cubana de Medicina General*. 2006; 22(4): pp. 1561-3080.
 53. Jenkins DJ. *et al.* High-complex carbohydrate or lente carbohydrate foods??. *The American Journal of Medicine*. 2002; 113(9): pp. 30-37.
 54. Samra R. Anderson H. Insoluble cereal fiber reduces appetite and short-term food intake and glycemic response to food consumed 75 min later by healthy men?. *The American Journal of clinical nutrition*. 2007; 86: pp.972-9.
 55. Holt S. *et al.* Relationship of satiety to postprandial glycaemic, insulin and cholecystokinin responses. *Appetite*. 1992; 18(2): pp. 129-141.
 56. Cheung GW. *et al.* Intestinal cholecystokinin controls glucose production through a neuronal network. *Cell Metab*. 2009; 10(2): pp. 99-109.
 57. Wolever T. Relationship between dietary fiber content and composition foods and the glycemic index. *The American Journal of clinical nutrition*. 1990; 51: pp. 72-75.

Anexo n° 1

Registro de Glicemias

Nombre:

Rut:

Fecha de Nacimiento:

N° Telefónico:

Correo electrónico:

Peso actual:

Talla:

Muestra de pan blanco

	0 min	30 min	60 min	90 min	120min
Hora					
Glicemia					

Muestra 50 g CHO provenientes de Fórmula Nat 100 ®

	0 min	30 min	60 min	90 min	120min
Hora					
Glicemia					

Muestra 50 g CHO provenientes de Fórmula Glucerna Triple Care ®

	0 min	30 min	60 min	90 min	120min
Hora					
Glicemia					

Anexo nº 2

Encuesta reclusión de pacientes

Nombre:

Edad:

Nº de contacto:

Correo electrónico:

Sexo: M _____ F _____

Se le realizará una medición de peso y talla con el objetivo de saber su estado nutricional(IMC)

Peso:

Talla:

IMC (peso/talla²)

-Marque con un X si le han diagnosticado alguna de las siguientes patologías:

Diabetes Mellitus tipo I: _____

Diabetes Mellitus tipo 2: _____

Resistencia a la insulina: _____

Intolerancia a la glucosa: _____

Hipotiroidismo: _____

-Marque con una X si se encuentra en alguna de las siguientes situaciones:

Periodo de gestación: _____

Periodo de lactancia: _____

Anexo nº 3

Escala hedónica de análisis de aceptabilidad sensorial

Nombre: _____ Fecha: _____

Instrucciones:

Pruebe la muestra y a continuación registre e indique con una cruz el nivel de agrado que mejor describa su percepción y reacción para cada punto a medir. Finalmente, califique con un número del 1 al 7, según lo que significa cada número, a cada característica del producto.

Muestra N°: _____

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

Puntaje:

Textura	Sabor	Color	Olor	Aceptabilidad general

Observaciones: _____

¡Muchas gracias por participar!

Anexo nº 4

CONSENTIMIENTO INFORMADO

Estimado(a) paciente:

Le invitamos a participar en un estudio para optar al Título de Nutricionista desarrollado por Mariel Alarcón, rut: 17.752.150-7 y Tamara Olmos, rut: 17.809.474-2 dirigido por Claudia Vega, docente de la Universidad de Valparaíso.

El estudio se titula “Análisis comparativo de la respuesta glicémica, índice glicémico y aceptabilidad sensorial entre fórmula Nat 100 diabético ® y fórmula similar en sujetos sanos” cuyo objetivo es medir la respuesta glicémica, índice glicémico y aceptabilidad sensorial de ambas fórmulas utilizadas para soporte nutricional oral.

Su participación es **voluntaria** y puede elegir ser o no ser parte del estudio, de modo que si se niega a participar seguirá recibiendo la misma atención que hasta ahora. De igual forma, si usted acepta participar, puede retirarse en cualquier momento que estime conveniente, sin problemas ni sanciones.

Durante el estudio se pedirá asistir en ayuna de 10 horas, se dará una degustación de suplementos orales para luego medir glicemia a los 0-30-60-90-120 min posteriores, junto con una aceptabilidad sensorial, que consiste en degustar y responder una encuesta respecto a este alimento.

Riesgos Asociados:

La posibilidad que este procedimiento genere un daño físico, emocional o psicológico es muy baja. El procedimiento es seguro, para conseguir la muestra de sangre de cada voluntario se aplica un sistema de punción mediante un lancetero, donde la lanceta penetra fácilmente la piel según el nivel de penetración deseado, generando en algunos casos un dolor moderado, o simplemente una sensación de picazón, posteriormente puede haber una sensación pulsátil y en el peor de los casos la ruptura del tejido. Los posibles riesgos de este procedimiento pueden ser: sangrado excesivo en el lugar de punción debido a la ruptura del tejido, sensación de mareo, infección por mala manipulación, formación de hematomas. Para cada medición se renovarán las lancetas, es decir, cada lanceta se ocupará una vez, desechándola para evitar riesgo de mayor dolor, infecciones, lipodistrofias, transmisión del alguna enfermedad, etc.

En cuanto a la ingesta de fórmulas nutricionales, estas son libres de lactosa y gluten, por lo tanto ningún voluntario que pudiera tener intolerancia a la lactosa o enfermedad celiaca corre el riesgo de sufrir complicaciones del TGI.

Sus datos serán identificados por medio de sus iniciales, de manera que toda la información recopilada

al respecto será **estrictamente confidencial**. Asimismo, es importante destacar que su participación es gratuita y ninguno de los miembros del equipo en este estudio recibirá dinero ni compensaciones por ello. El estudio tiene una duración aproximada de 2 meses entre la primera medición y la última.

Formulario de consentimiento informado:

Yo, (NOMBRES Y APELLIDOS, RUT), con fecha (DÍA/MES/AÑO), declaro que me ha sido leída y he leído la información proporcionada, he podido aclarar mis dudas y mis preguntas han sido contestadas satisfactoriamente. Autorizo voluntariamente para que se utilice la información solicitada anteriormente.

ACEPTO

Anexo nº 5

Planificación de actividades

Etapas y/o actividades Año 2014												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Elaboración del proyecto			X	X	X	X						
Evaluación del proyecto por comité de ética							X					
Encuesta para reclusión de sujetos							X					
Selección de sujetos							X					
Obtención de materiales							X					
1º ejecución							X	X				
2º ejecución								X				
3º ejecución								X				
Ejecución tolerancia a largo plazo									X			
Obtención de resultados y análisis de datos										X		
Obtención de conclusiones										X	X	
Entrega de tesis												X