

Instituto Universitario de Ciencias de la Salud Fundación H.A. Barceló

Facultad de Medicina

Carrera de Licenciatura en Nutrición



Trabajo Final de Investigación

***Índice glucémico de la quinua en adultos de 18 a 45 años de edad.***

Alumnas: López, Débora

Perez Varas, Eugenia

Samek, María Sofía

Directora: Lic. Laura Oliva

Asesora Metodológica: Lic. Cristina Venini

Año 2014

## Índice

Resumen	3
1.- Introducción	6
1.1.- Marco Teórico	6
Definición de Índice Glucémico (IG)	7
Metodología para el cálculo del IG	8
Factores que influyen sobre el IG	10
Índice Glucémico y control de la diabetes mellitus	12
Quinoa	13
1.2.- Justificación y uso de los resultados	18
2.- Objetivos	19
2.1.- Objetivo general	19
2.2.- Objetivos específicos	20
3.- Diseño metodológico	20
3.1.- Tipo de estudio y diseño general	20
3.2.- Población y muestra	20
3.3.- Criterios de inclusión	21
3.4.- Criterios de exclusión	21
4.- Materiales y métodos	21
4.1.- Definición operacional de las variables	21
4.2.- Realización de la prueba	23
4.3.- Cálculo del Índice Glucémico	25
5.- Tratamiento Estadístico	26
6.- Procedimientos para la recolección de información, instrumentos a utilizar y métodos para el control de la calidad de los datos	27
7.- Procedimientos para garantizar aspectos éticos en las investigaciones con sujetos humanos	27
8.- Resultados	27
9.- Discusión	31
10.- Conclusiones	33
11.- Referencias bibliográficas	35
12.- Anexos	37

## **Resumen**

**Introducción:** Los hidratos de carbono constituyen la principal fuente de energía de la alimentación. Su ingesta es el principal determinante de la respuesta glucémica postprandial. El IG es una clasificación de los alimentos, basada en la respuesta postprandial de la glucosa sanguínea, comparados con un alimento patrón. Las dietas de bajo IG pueden ser útiles en el control de la diabetes. La quinua es un pseudocereal, que aporta minerales, proteínas de alto valor biológico, ningún aminoácido limitante y fibra.

**Objetivo:** Evaluar el Índice Glucémico de la quinua en personas adultas para ser incluido en la dieta de pacientes diabéticos.

**Metodología:** Diseño de tipo cuasi-experimental. Muestra no probabilística seleccionada por conveniencia. Los 20 voluntarios se citaron en 3 encuentros, con intervalo de 7 días entre cada prueba. En cada encuentro se procedió a medir la glucemia en ayunas, a los 15, 30, 45, 60, 90 y 120 m luego de ingerido el alimento. Se obtuvieron muestras de sangre capilar mediante punción digital con el medidor de glucemias Accu-check. En el primer encuentro los sujetos consumieron 87 g de pan blanco, en el segundo 74 g de quinua y en el tercero 65 g de quinua junto con vegetales cocidos, aportándose en cada prueba 50 g de hidratos de carbono. Con los valores obtenidos se calculó el área bajo la curva de cada uno de los sujetos para cada comida. Se calculó el IG de cada participante, los que fueron promediados obteniéndose el IG de la quinua.

**Resultados:** En cuanto a la respuesta glucémica, luego de la ingesta del pan blanco y la quinua se obtuvieron resultados con marcada diferencia, haciéndose más relevante a los 60 minutos con valores de  $121,8 \pm 20,13$  mg/dl para el pan blanco y  $93,25 \pm 11,9$  mg/dl para la quinua. Comparando la respuesta glucémica luego de la ingesta de quinua y de la preparación mixta, no se encontró pronunciada diferencia entre los valores obtenidos, aunque a los 30 minutos resultó más acentuada la desigualdad. El IG de la quinua hallado en este estudio fue de 32 en relación al pan blanco, clasificándola como un alimento de Bajo IG. En cuanto a la preparación mixta, obtuvimos un IG de 54.

**Discusión:** Pocos estudios se ocupan de calcular el IG de alimentos autóctonos. El IG de la quinua no fue calculado en nuestro país y tampoco se encuentra en las Tablas Internacionales. Se seleccionó el pan blanco como comida estándar ya que la glucosa posee exceso de dulzor y efecto osmótico. Se prefirió la toma de sangre capilar por ser una técnica poco invasiva y más accesible. Se concluyó que el cálculo del IG de una comida mixta no debe realizarse de manera empírica, al compararlo con el obtenido de acuerdo a la bibliografía. Diversos estudios reflejan el beneficio de las dietas de bajo IG para personas diabéticas, reduciendo los valores de HbA1c.

**Conclusiones:** Se corroboró que la quinua posee un bajo IG, resultando beneficioso para ser consumida por diabéticos.

**Palabras claves:** Índice glucémico. Quinua. Diabetes. Respuesta glucémica.

## **Abstract**

**Introduction:** Carbohydrates are the main source of food energy supply. Its intake is the main determinant of the postprandial glycemic response. The GI is a classification of food based on the postprandial blood glucose response, compared to a food pattern. Low GI diets may be useful in the control of diabetes. Quinoa is a pseudocereal, which provides minerals, proteins of high biological value, no limiting amino acid and fiber.

**Objective:** To evaluate the Glycemic Index of quinoa in adults to be included in the diet of diabetic people.

**Methodology:** Quasi-experimental design type. Non-probability sample selected for convenience. The 20 volunteers were cited in 3 meetings, with an interval of 7 days between each test. At each meeting we proceeded to measure fasting glucose, 15, 30, 45, 60, 90 and 120 minutes after having eaten the food. Capillary blood samples were obtained by fingerstick blood glucose meter with Accu-check. In the first encounter volunteers consumed 87 g of white bread; in the second one, 74 g quinoa; and in the third, 65 g quinoa with cooked vegetables, providing 50 g carbohydrate in each test time. With values obtained, the area under the curve of each of the subjects for each meal was calculated. GI was calculated for each participant, which were averaged to get the quinoa IG.

**Results:** According to the glycemic response, after ingestion of white bread and quinoa we got a marked difference, becoming more relevant 60 minutes later with values of  $121.8 \pm 20.13$  mg / dl for white bread and  $93.25 \pm 11.9$  mg / dl for quinoa. Comparing the glycemic response after ingestion of quinoa and the mixed preparation, we did not find a pronounced difference between the values obtained, although 30 minutes later the inequality was more pronounced. The IG quinoa found in this study was 32 for white bread, classifying it as a Low GI food. As for the mixed preparation, we obtained a GI of 54.

**Discussion:** There are few studies which calculate the GI of indigenous food. The IG quinoa was not calculated in our country neither in the International Tables. White bread was selected as standard food because glucose has excessive sweetness and osmotic effect. The capillary blood sampling was preferred for being a non-invasive and more accessible technology. It was concluded that the calculation of the GI of a mixed meal should not be done empirically, comparing with the one obtained according to the bibliography. Various studies show the benefit of low GI diets for diabetics, reducing HbA1c values.

**Conclusion:** It was confirmed that quinoa has a low GI and it is beneficial to be eaten by diabetics.

**Key words:** Glycemic index. Quinoa. Diabetes. Glycemic response.

## **Resumo**

**Introdução:** Os carboidratos são a principal fonte de energia da alimentação. A sua ingestão é o principal determinante da resposta glicêmica pós-prandial. O IG é uma classificação dos alimentos com base na resposta pós-prandial de glicose no sangue, em comparação a um alimento padrão. As dietas com baixo IG podem ser úteis para o controle da diabetes. A quinoa é um pseudocereal, que fornece minerais, proteínas de elevado valor biológico, nenhum aminoácido limitante e contém fibra.

**Objetivo:** Avaliar o Índice Glicêmico da quinoa em adultos para ser incluída na dieta dos pacientes diabéticos.

**Metodologia:** Desenho quase-experimental. Amostra não probabilística selecionada por conveniência. Os 20 voluntários foram citados em três encontros, com um intervalo de 7 dias entre cada teste. Em cada encontro procedeu-se a medir a glicemia em jejum, em 15, 30, 45, 60, 90 e 120 minutos após a ingestão do alimento. Amostras de sangue capilar foram obtidas mediante punção digital com o medidor de glicemia Accu-check. No primeiro encontro os indivíduos consumiram 87 g de pão branco, no segundo 74 g de quinoa e no terceiro 65 g de quinoa com legumes cozidos, fornecendo em cada teste 50 g de carboidratos. Com os valores obtidos foi calculada a área sob a curva de cada um dos indivíduos para cada refeição. Foi calculado o IG de cada participante, que foram ponderados para se obter o IG da quinoa.

**Resultado:** Quanto à resposta glicêmica após a ingestão do pão branco e da quinoa, foram obtidos resultados com diferença marcante, tornando-se mais relevante aos 60 minutos com valores de  $121,8 \pm 20,13$  mg/dl para o pão branco e  $93,25 \pm 11,9$  mg/dl para a quinoa. Comparando a resposta glicêmica após a ingestão da quinoa e da preparação mista, não se encontrou pronunciada diferença entre os valores obtidos, embora aos 30 minutos demonstrou mais acentuada a desigualdade. O IG da quinoa encontrado neste estudo foi de 32 em relação ao pão branco, classificando-o como um alimento de baixo IG. Quanto à preparação mista, obtivemos um IG de 54.

**Discussão:** Poucos estudos abordam o cálculo do IG dos alimentos indígenas. O IG da quinoa não foi calculado em nosso país e não se encontra nas Tabelas Internacionais. O pão branco foi selecionado como alimento padrão porque a glicose tem doçura excessiva e efeito osmótico. Foi preferida a amostragem de sangue capilar por ser uma técnica pouco invasiva e mais acessível. Concluiu-se que o cálculo do IG de uma refeição mista não deve ser feita de maneira empírica, ao compará-la com o obtido de acordo com a bibliografia. Vários estudos mostram o benefício das dietas de baixo IG para os diabéticos, reduzindo os valores de HbA1c.

**Conclusão:** Confirmou-se que a quinoa tem um baixo IG, portanto benéfica para ser consumida por diabéticos.

**Palavras chaves:** Índice glicêmico. Quinoa. Diabetes. Resposta glicêmica.

## 1.- Introducción

### 1.1.- Marco Teórico

Los hidratos de carbono constituyen la principal fuente de energía de la alimentación humana. La ingesta de dichos nutrientes es el principal determinante de la respuesta glucémica postprandial. De esta manera, luego del consumo de alimentos que contienen hidratos de carbono, se incrementan los niveles de glucosa plasmática según la cantidad total ingerida. La glucemia postprandial queda determinada por el equilibrio que se establece entre la velocidad con la que los hidratos de carbono son digeridos, absorbidos y presentes en la circulación general, y la velocidad con la que actúa la insulina para reducir el nivel de glucemia movilizando la glucosa plasmática al interior celular.<sup>1</sup>

Originalmente las recomendaciones del consumo de hidratos de carbono se estimaron en base al requerimiento energético total, considerando también las necesidades de lípidos y proteínas. A fines del siglo pasado, en la década de los 80, se comenzaron a estudiar los efectos biológicos de los hidratos de carbono sobre la salud humana a nivel poblacional y en grupos con requerimientos especiales como diabéticos, dislipidémicos y obesos.<sup>2</sup>

Se ha comprobado que alimentos con la misma cantidad de hidratos de carbono producen respuestas glucémicas postprandiales de distinta magnitud. Surge así el concepto de Índice Glucémico<sup>3</sup>, concebido y comunicado en el año 1981 por David Jenkins y cols., en la Universidad de Toronto Canadá, quien lo creó con el objetivo de identificar los alimentos más adecuados para el manejo dietético de la Diabetes Mellitus tipo 1. Su estudio “Glycemic index of foods: a physiological basis for carbohydrate exchange”, apareció en Marzo de 1981.<sup>2</sup>

### *Definición de Índice Glucémico (IG)*

El IG es una clasificación de los alimentos, basada en la respuesta postprandial de la glucosa sanguínea, comparados con un alimento de referencia. Mide el incremento de glucosa en la sangre, luego de ingerir un alimento o comida.<sup>4</sup> Cuanto más elevada sea la respuesta glucémica, más alto será el IG.

En el año 1997, luego de revisar la evidencia científica disponible sobre la importancia de los hidratos de carbono en la nutrición humana y la salud, un comité de expertos de FAO/OMS aportaron la siguiente definición: “El Índice Glucémico es definido como el incremento del área bajo la curva de respuesta de glucosa en sangre que produce la ingesta de 50 gramos de hidratos de carbono al alimento testado, expresado como un porcentaje de la respuesta de la misma cantidad de carbohidratos de un alimento estándar (glucosa/pan blanco) tomados por el mismo sujeto.”<sup>5</sup>

El Índice Glucémico nos indica numéricamente si los hidratos de carbono llegan lenta, moderada o rápidamente al torrente sanguíneo.

Los alimentos que contienen hidratos de carbono, pueden ser clasificados como de IG alto si su valor es igual o superior a 70, de IG medio para valores entre 56 y 69 y de IG bajo para valores iguales o inferiores a 55. Esta clasificación corresponde a IG calculados tomando como alimento patrón a la glucosa.

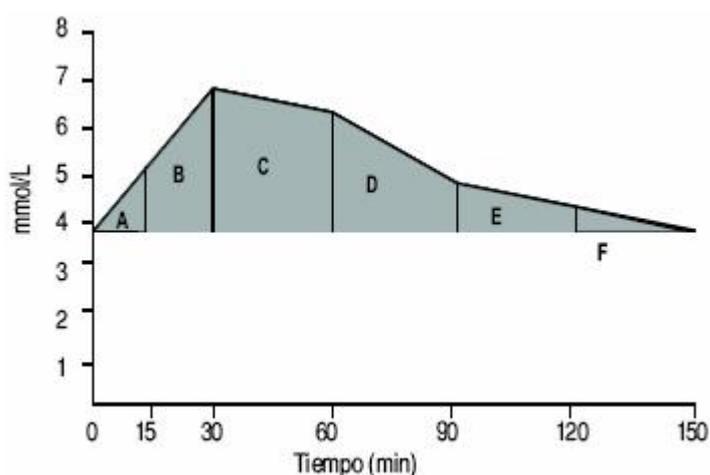
Los que poseen alto IG son los que se digieren y se absorben rápidamente y producen variaciones marcadas en los niveles de glucosa en la sangre. Alimentos de IG bajo, en función de su digestión y absorción lenta, ocasionan aumentos graduales en los niveles de azúcar e insulina en sangre, y han demostrado beneficios para la salud. Las dietas de bajo IG han evidenciado mejorar los niveles de glucosa y lípidos sanguíneos en personas con diabetes, controlar el peso ya que ayudan a dominar el apetito y retrasar el hambre.

## Metodología para el cálculo del IG

Desde la aparición del concepto de IG en 1981, el método para su cálculo ha sufrido modificaciones. En 1997, el Dr. Thomas Wolever y col. publicaron la estandarización de la técnica que rige actualmente todos los estudios.<sup>6</sup>

Los pasos para la construcción del IG en personas sanas (no diabéticas) son:

1. Se toman muestras de sangre capilar mediante punción digital, en ayunas, a los 15, 30, 45, 60, 90 y 120 minutos luego de haber ingerido el alimento. Este procedimiento se realiza para el alimento patrón y el alimento en estudio. Luego de la toma de muestra sanguínea en ayunas, los sujetos participantes ingieren la cantidad de alimento que contenga 50 g de hidratos de carbono.
2. Los valores de glucemia obtenidos se tabulan y grafican. Luego se calcula el área bajo la curva de la respuesta glucémica del alimento. El área se calcula a partir del valor basal. Y se determina por la suma de las áreas de los triángulos y rectángulos:



La ecuación para el cálculo del área bajo la curva es:

$$\text{Área} = \frac{(A+B+C+D)}{2} t + \frac{(D+E)T}{2} + \frac{E^2 T}{2(E+F)}$$

Donde A, B, C, D, E y F; representan el incremento de la glucosa sobre la línea basal.

T y t; representan el intervalo de tiempo entre las muestras de sangre.

Esta fórmula se utiliza cuando la concentración de glucosa en sangre al tiempo F cae por debajo de la concentración de glucosa en ayuno. Si la concentración de glucosa en sangre al tiempo F está por arriba de los niveles de ayuno, entonces el término  $(E + F)T/2$  se sustituye por el último término en la ecuación.

3. Los valores de las áreas bajo la curva se utilizan para calcular el IG por medio de la siguiente ecuación:

$$\text{IG} = \frac{\text{Área bajo la curva del alimento a estudiar}}{\text{Área bajo la curva del alimento patrón}} \times 100$$

4. Se recomienda de siete a diez sujetos para determinar el IG del alimento estudiado. Los resultados de cada persona se promedian y se obtiene el IG de dicho alimento.

En función de lo antedicho, el cálculo del IG se basa en el cálculo del área bajo la curva que describe la respuesta glucémica en las dos horas siguientes a la ingesta de 50 g de hidratos de carbono contenidos en un alimento comparándolo con un alimento de referencia.

Como alimento patrón se utiliza el pan blanco o la glucosa. Por lo que al área bajo la curva que se obtiene luego de la ingesta de 50 g de hidratos de carbono contenidos en el pan o en la glucosa, se le otorga el valor de 100. Los alimentos en estudio se comparan con este valor, expresando el resultado en forma de porcentaje.

## *Factores que influyen sobre el IG*

El IG puede variar de una persona a otra, y también se ve influenciado por una serie de factores físicos y químicos que interactúan en el alimento como las técnicas de procesamiento (molienda y congelación), culinarias (calor, agua y tiempo de preparación), tipo de almidones (amilosa y amilopectina), contenido de fibra, tipo de hidratos de carbono, contenido de grasas, y acidez (utilización de vinagre y jugo de limón).<sup>2</sup>

También está estudiado que el IG de un alimento varía cuando se mide en forma aislada o en el contexto de una comida mixta.

Habitualmente se ha tenido en consideración que la respuesta glucémica varía según el tipo de hidratos de carbono que incluían en su composición (efecto rápido: azúcares – efecto lento: almidones). Pero las investigaciones suscitadas a lo largo de los años, han demostrado que hay otros factores que influyen en la variación del IG.

Hay que tener en cuenta que desde que el alimento es ingerido, hasta que es capaz de elevar la glucemia en sangre, pasa un proceso largo y complejo donde intervienen diferentes factores. Dentro del proceso digestivo, el IG dependerá de dos fases: la velocidad con que los alimentos son digeridos y progresan desde la masticación hasta las primeras etapas de la digestión, y la facilidad con que puedan ser atacados por las enzimas intestinales para su posterior absorción.<sup>1</sup>

En los procesos mencionados influyen factores intrínsecos de los alimentos y propios del individuo, ellos son<sup>1 7 8</sup> :

- Procesamiento térmico o mecánico. Al reducir el tamaño de las partículas y ser éstas más factibles de ataque enzimático, el IG aumenta. Por ejemplo, el pasaje de grano a harina de trigo o la cocción prolongada.

- Grado de gelatinización del almidón. Cuando se aplica calor en presencia de agua el almidón se gelatiniza, ya que los gránulos de almidón absorben agua incrementando su volumen. Se pierde definitivamente la estructura cristalina y se incrementa su viscosidad. Esto facilita el ataque de las enzimas intestinales aumentando así el IG. En este caso se debe tener presente también, que una vez gelatinizado el almidón, por el paso del tiempo o por el enfriamiento, se producen nuevos enlaces entre las cadenas de almidón, llamándose este proceso “retrogradación”, y se reduce de esta manera la posibilidad de actuación de las enzimas y por consiguiente de la digestión del almidón.
- Relación amilosa/amilopectina. Los dos constituyentes básicos del almidón son: la amilosa, de estructura helicoidal no ramificada; y la amilopectina de cadenas muy ramificadas. Esto ocasiona que la amilopectina sea más viable de ataque enzimático, facilitando el proceso de digestión y aumentando el IG, mientras que la amilosa por sus características estructurales es menos accesible a las enzimas digestivas.
- Tipo de azúcares. Cada monosacárido tiene un IG diferente. Los alimentos que contienen fructosa tienen un IG menor, debido a que la misma posee una velocidad de absorción más lenta que la glucosa y la sacarosa. Además una vez absorbida, debe sufrir una serie de transformaciones a nivel hepático para convertirse en glucosa. La sacarosa o azúcar común, al estar compuesta por una molécula de glucosa y otra de fructosa, posee un IG medio. En cuanto a la maltosa, disacárido formado por dos moléculas de glucosa, tiene un IG alto, incluso superior a la glucosa.
- Otros componentes del alimento. La presencia de proteínas, grasas y fibras en el alimento modifica el IG disminuyéndolo, ya que tienen una gran influencia en la velocidad de absorción: retardan el vaciado gástrico y en consecuencia la digestión. Por ejemplo, una papa al horno sin grasa, tiene un IG más alto (95) que una papa frita a la cual se le añadió grasa en su cocción (75). Otro ejemplo lo constituye el helado,

un alimento rico en azúcares, pero que al contener grasa su IG es bajo. De igual manera, los cereales integrales poseen un IG más bajo que los refinados, por el contenido de fibra. Algunos condimentos como el vinagre, al acidificar el medio retrasan el proceso digestivo y disminuyen el IG.

Hay que tener en cuenta también los factores propios de los individuos. Los valores de glucemia previa a la ingesta van a determinar el nivel de aumento de glucemia posterior. La baja ingesta de hidratos de carbono en las horas o días anteriores o la realización de actividad física también modificarían el IG al disminuir el efecto glucémico de los alimentos ingeridos. A su vez, la correcta masticación de los alimentos produciría un aumento del IG, ya que las partículas llegan más pequeñas al tubo digestivo facilitando la digestión.

### *Índice Glucémico y control de la diabetes mellitus*

El consumo habitual de comidas con alto IG aumenta el riesgo de diabetes tipo 2, ya que produce un ciclo de hiperinsulinemia e insulinoresistencia que genera una demanda aumentada en forma crónica del funcionamiento de la célula beta del páncreas.<sup>9</sup>

La Asociación Americana de Diabetes (ADA) en sus recomendaciones para la práctica clínica del año 2005 expresa que si bien la cantidad total de hidratos de carbono es el mejor predictor de la respuesta glucémica, el IG puede aportar beneficios adicionales al control de la diabetes.<sup>10</sup>

Las dietas de bajo IG mejoran la sensibilidad a la insulina y disminuyen la glucemia y trigliceridemia, por lo que pueden ser útiles en el control de la diabetes establecida.<sup>9</sup>

## Quinua

La quinua es una planta alimenticia cultivada en el área andina desde épocas muy antiguas. Los incas ya reconocían su alto valor nutricional, considerándola un regalo de los dioses y aprovechaban este producto de modo integral.

El balance de nutrientes y proteínas de este cultivo ha llevado a las Naciones Unidas a declarar el 2013 como el año Internacional de la Quinua y a reconocerla como un aliado para luchar contra el hambre.

La importancia nutricional de la quinua radica principalmente en su aporte de proteínas y minerales.

Esta semilla, muchas veces confundida con un cereal por sus similares características, posee en promedio entre sus diferentes variedades 12,3 gramos de proteínas por cada 100 gramos de porción comestible según la FAO.<sup>11</sup>

Un estudio realizado por Ritva Repo-Carrasco en 1992, en la Universidad de Helsinki expresó que el valor del aporte proteico es de 14,4 gramos por cada 100 gramos de porción comestible.<sup>12</sup>

El principal empleo de esta quenopodiácea es como fuente alimentaria para los humanos, muy reputada por su valor nutritivo, fundamentalmente el de su proteína, considerada superior a la de los cereales, las leguminosas de granos y otras de origen vegetal. Se destaca en ella, el elevado contenido en lisina, metionina y triptófano. El mayor factor limitante en el consumo de la quinua, es su elevado contenido de saponinas en el endospermo del grano que le transfiere un fuerte sabor amargo. Para obviar este inconveniente, las antiguas culturas de los Andes desarrollaron un método sencillo para la extracción de las saponinas, que consiste en lavar sucesivamente las semillas con agua fría hasta obtener un agua de lavado libre

de espuma. Este proceder se emplea como paso inicial en algunas de las técnicas en que se extraen las saponinas a partir de los granos enteros.<sup>13</sup>

Ritva Repo Carrasco, en estudios realizados en 1992 y 1991, analizó el contenido de aminoácidos esenciales en la quinua, llegando a la conclusión que todas sus variedades poseen un alto valor biológico y algunas de ellas como la Amarilla de Maranganí, no poseía ningún aminoácido limitante.<sup>12 14</sup>

Al estudiar el contenido de aminoácidos de las proteínas de la quinua, vemos que en general son superiores al de las proteínas de un cereal de alto consumo, como lo es el trigo, considerando aquellos aminoácidos que son limitantes en las dietas mixtas. Podemos observar el siguiente cuadro, obtenido del estudio Valor Nutricional y Usos de la Quinoa y de la Kaniwa, de R. Repo-Carrasco, C.Espinoza y S.E. Jacobsen.<sup>15</sup> La información sobre quinua se obtuvo de los valores promedios de las variedades de la tabla de composición química de alimentos peruanos (Collazos et al., 1975, La Composición de los Alimentos Peruanos. Ministerio de Salud. 5ta edición. Lima, Perú) y sobre Trigo se extrajo de Contenido de aminoácidos de los alimentos y datos biológicos sobre proteínas, FAO, 1972.

Contenido de lisina, metionina, treonina y triptófano en granos andinos y en trigo (mg de aminoácidos/g de proteínas)

<b>AMINOACIDOS</b>	<b>QUINUA</b>	<b>TRIGO</b>
Lisina	68	29
Metionina	21	15
Treonina	45	29
Triptófano	13	11

En cuanto al aporte de minerales, en la quinua resalta el alto contenido de calcio, magnesio, hierro y zinc.<sup>16</sup>

Mineral	QUINUA
Ca	94*
Mg	270***
Na	11,5***
P	140*
Fe	16,8*
Cu	3,7***
Zn	4,8***

\*Collazos 1993, \*\*\* Latinreco 1990

El almidón es el carbohidrato más importante de los cereales. En la quinua, el contenido de almidón es de 58% a 64%. El almidón en las plantas se encuentra en forma de gránulos, lo cual su tamaño depende de cada especie. En la quinua los gránulos de almidón son más pequeños que los granos comunes.

El almidón de la quinua tiene una excelente estabilidad frente al congelamiento y la retrogradación, por lo que ofrece una alternativa interesante para sustituir almidones modificados químicamente.

Dentro de los granos de almidón de la quinua se encuentran polisacáridos y azúcares simples en menor cantidad. Los cultivos andinos, como lo es éste, tienen mayor contenido de azúcares que los cereales comunes.<sup>15</sup>

Contenido de azúcar en granos andinos (g/100g materia seca)

	<b>Glucosa</b>	<b>Fructosa</b>	<b>Sacarosa</b>	<b>Maltosa</b>
Quinua	1,70	0,20	2,90	1,40

En un estudio reciente de cuatro variedades de quinua se mostró que la fibra dietética en la quinua cruda varía entre los 13,6 g y los 16,0 g por cada 100 g de peso en seco. La mayoría de la fibra dietética era insoluble, con un intervalo de 12,0 g a 14,4 g en comparación con el contenido comprendido entre 1,4 g y 1,6 g de la fibra soluble por cada 100 g de peso en seco. De modo similar al valor proteico total de la quinua, el valor de la fibra dietética es por lo general mayor al de la mayoría de los granos e inferior al de las legumbres. La fibra dietética constituye la parte de los alimentos vegetales que no se puede digerir y es importante para facilitar la digestión y prevenir la constipación.<sup>17</sup>

*Composición química de la Quinua*

(cada 100 g, semilla cruda)

<b>Quinua (100 g grano entero)</b>	
Calorías	351 Kcal
Hidratos de Carbono	67,7 g
Proteínas	12,3 g
Grasa	6,1 g
Agua	11 g
Fibra	4,6 g
Sodio	-
Calcio	112 mg
Hierro	7,5 mg
Fósforo	286 mg
Vitamina B1	0,36 mg
Vitamina B2	0,42 mg
Niacina	1,4 mg
Vitamina C	3 mg

Fuente: Tabla de Composición Química de Alimentos - Genexa- 1995

Además de los beneficios nutricionales de la quinua, podemos mencionar otros como ser un producto de fácil preparación y poseer una gran versatilidad de uso en todo tipo de preparaciones, como sopas, ensaladas, guisos, pasteles, postres, panificación, etc. La agroindustria transforma la semilla en hojuelas y harinas, ampliando sus posibilidades.

Recientemente, la Administración Nacional de Medicamentos, Alimentos y Tecnología Médica (ANMAT) incorporó al Código Alimentario Argentino (CAA) las semillas de quinua, a pedido del Ministerio de Agricultura de la Nación.

En la norma, publicada en el Boletín Oficial, se establece que “la denominación de quinua o quinoa se entiende en las semillas sanas, limpias y bien conservadas del género *Chenopodium quinoa* Willd”. “Las semillas de quinua o quinoa que se industrialicen deberán ser sometidas a un proceso que asegure la eliminación de las saponinas y la biodisponibilidad de los aminoácidos”.<sup>18</sup>

Las saponinas son glucósidos que se hallan presentes en gran variedad de plantas. Se caracterizan por su sabor amargo, su capacidad de formar espumas persistentes en soluciones acuosas y por su poder hemolítico. Constituyen compuestos sumamente tóxicos para animales de sangre fría y respiración branquial.

Aunque el término saponinas incluye a compuestos de diversa composición química, se agrupa a éstos por sus propiedades comunes y especialmente por su capacidad espumante, semejante a la del jabón, del cual derivan su nombre.

Las saponinas son extraídas de los vegetales con agua o alcoholes inferiores, o mezclas de ambos, seguida de evaporación del solvente o precipitación. Por hidrólisis completa se obtienen las sapogeninas (agluconas de saponinas), azúcares y otros compuestos que forman las cadenas laterales (Birk, 1980).

A causa de las características mencionadas anteriormente, la quinua debe ser desprovista de las saponinas que contiene, a efectos de hacerla apta para el consumo humano.<sup>19</sup>

Observamos que en nuestro país no se ha calculado el índice glucémico de la quinua, como tampoco se encuentra en las Tablas Internacionales de valores de IG publicadas por Foster-Powell y cols. No obstante, sí se ha calculado el IG de otro producto autóctono como la mandioca en la ciudad de Resistencia, Chaco.

## **1.2.- Justificación y uso de los resultados**

La diabetes mellitus (DM) es una enfermedad metabólica crónica, con una alta tasa de mortalidad, caracterizada por una alteración de la secreción de insulina, de la acción de la insulina, o ambas. El resultado de esta anomalía es la hiperglucemia que a largo plazo puede asociarse con lesiones microangiopáticas o macroangiopáticas, también puede provocar alteración del crecimiento y susceptibilidad a ciertas infecciones. Las consecuencias agudas de la DM no controlada, con riesgo de muerte para el paciente son hipoglucemias, hiperglucemia con cetoacidosis o el coma hiperosmolar.

La DM se encuentra dentro de las primeras 10 causas de muerte en todo el mundo. Actualmente la Organización Mundial de la Salud se refiere a una epidemia de diabetes, debida a la magnitud del aumento de la prevalencia de la misma. Es uno de los principales problemas de salud pública, con un alto impacto económico al aumentar notablemente los costos de atención de pacientes, y graves consecuencias en la calidad de vida de los mismos.

El tratamiento de la Diabetes Mellitus se basa en diferentes pilares como ser plan alimentario, actividad física programada y controlada, educación diabetológica y tratamiento farmacológico en aquellos pacientes que lo necesitan.

La Asociación Americana de Diabetes (ADA) destaca que el manejo del Índice Glucémico de los alimentos puede aportar beneficios en el control de la DM.

Por otra parte, la quinua, considerada “grano de oro” de los Incas, es el único alimento vegetal que posee todos los aminoácidos esenciales, tiene alta cantidad de proteínas, es una buena fuente de calcio, hierro, fósforo y vitaminas del grupo B, es pobre en grasas y posee un bajo IG.

Teniendo en cuenta lo antedicho, conociendo los beneficios de la quinua por ser un alimento rico en aminoácidos esenciales y minerales y considerando que en nuestro país no se ha calculado el índice glucémico de la quinua y tampoco se encuentra en las Tablas Internacionales de valores de IG publicadas por Foster-Powell y cols., se desarrolla este estudio que pretende calcular el IG de la quinua, para poder clasificarlo y analizar su inclusión en la alimentación de pacientes con Diabetes Mellitus.

## **2.- Objetivos**

### **2.1.- Objetivo general**

Evaluar el Índice Glucémico de la quinua en personas adultas para ser incluido en la dieta de pacientes diabéticos.

## **2.2.- Objetivos específicos**

- ✓ Medir la glucemia en ayunas y luego de la ingesta de quinua (a los 15, 30, 45, 60, 90 y 120 minutos).
- ✓ Medir la glucemia en ayunas y luego de la ingesta de quinua con vegetales (a los 15, 30, 45, 60, 90 y 120 minutos).
- ✓ Construir el Índice Glucémico de la quinua.
- ✓ Construir el Índice Glucémico de la quinua con vegetales.
- ✓ Comparar los valores obtenidos con los parámetros de clasificación del Índice Glucémico.

## **3.- Diseño metodológico**

### **3.1.- Tipo de estudio y diseño general**

Diseño de tipo cuasi-experimental.

En el mismo se manipula la variable independiente (ingesta de pan blanco, quinua y quinua con vegetales) con el propósito de comprobar su efecto en la variable dependiente (glucemia), la distribución de las unidades de observación (la muestra) no se realiza de forma aleatoria y no existe grupo de control.<sup>20</sup>

### **3.2.- Población y muestra**

No probabilística.

Se seleccionaron por conveniencia 20 personas voluntarias que cumplieran con las características de inclusión para el desarrollo de la investigación.

### **3.3.- Criterios de inclusión**

- Adultos de ambos sexos de 18 a 45 años.
- Voluntarios
- Ayuno de 8 hs

### **3.4.- Criterios de exclusión**

- Hombres y mujeres que cursen alguna enfermedad como diabetes, celiaquía, síndrome de malabsorción, síndrome de intestino irritable, patologías intestinales.
- Hombres y mujeres que tomen medicación que altere la motilidad intestinal, como los proquinéticos.
- Hombres y mujeres cuya glucemia en ayunas arroje un valor igual o mayor a 110 mg/dl.
- Mujeres embarazadas.

## **4.- Materiales y métodos**

### **4.1.- Definición operacional de las variables**

***Variable: Respuesta postprandial de la glucosa sanguínea***

#### **Indicadores:**

##### **Glucemia en ayunas**

La glucemia es la glucosa que circula por la sangre. La glucemia en ayunas o basal, es la glucosa que está presente en la sangre por la mañana, sin ingesta de alimentos ni bebidas, después del descanso nocturno.<sup>21</sup>

Valor: consideramos óptimo para realizar el estudio un valor menor a 110 mg/dl de glucemia en ayunas.

### **Glucemia postprandial (a los 15, 30, 45, 60, 90 y 120 minutos luego de la ingesta)**

Es la cantidad de glucosa que puede determinarse en la sangre luego de la ingesta de alimentos. Los alimentos responsables de las elevaciones de la glucemia son aquellos que contienen hidratos de carbono.<sup>21</sup>

En el presente estudio no se realizó diagnóstico, se utilizaron los valores obtenidos de glucemia postprandial para confeccionar el Índice Glucémico.

### **Índice Glucémico**

El Índice Glucémico de los alimentos es un concepto que clasifica a los alimentos que contienen hidratos de carbono basándose en su efecto en la glucemia postprandial comparado con el de un alimento estándar.

Es definido como el incremento del área bajo la curva de respuesta de glucosa en sangre que produce la ingesta de 50 gramos de hidratos de carbono del alimento testado, expresado como un porcentaje de la respuesta de la misma cantidad de carbohidratos de un alimento estándar (glucosa/pan blanco) tomados por el mismo sujeto.<sup>5</sup>

Valor:

IG Alto	>70
IG Medio	56-69
IG Bajo	<55

## 4.2.- Realización de la prueba

Los voluntarios se citaron en 3 grupos de 8, 7 y 5 personas cada uno, en diferentes días, con intervalo de 7 días entre cada prueba. Se realizaron 3 encuentros.

En cada encuentro se procedió a medir la glucemia en ayunas, a los 15, 30, 45, 60, 90 y 120 m luego de ingerido el alimento. Se obtuvieron muestras de sangre capilar, indicador más relevante que las muestras de sangre venosa de las consecuencias fisiológicas de la glucosa en sangre, mediante punción digital con el medidor de glucemias Accu-check, el cual a través de las bandas reactivas indica la glucemia correspondiente al momento del pinchazo.

Previo a cada medición se procedió a la desinfección de la zona a pinchar con algodón embebido en alcohol.

Se utilizó una aguja para cada voluntario en cada encuentro.

Las agujas, bandas reactivas y algodones fueron desechados en frascos para residuos patológicos.

Sólo se les permitió tomar agua. Los voluntarios permanecieron tranquilos, sin realizar ninguna actividad que requiera esfuerzo físico.

Los alimentos fueron preparados el mismo día, antes de iniciar la prueba.

En el primer encuentro los sujetos consumieron 87 g de pan blanco, equivalente a 50 g de hidratos de carbono, teniendo en cuenta como fuente la composición química del pan francés de la Universidad Nacional de Luján y la de CENEXA: 100 g de pan contiene 57,4 g de CHO. Se utilizó el pan blanco como alimento patrón, en lugar de la glucosa, por la mayor aceptabilidad en su ingesta.

El segundo día de realización de la prueba, consumieron 74 g de quinua, equivalente a 50 g de hidratos de carbono, teniendo en cuenta como fuente la composición química de la quinua según las tablas de CENEXA: 100 g de quinua contiene 67,7 g de CHO. En esta preparación se agregó 10 g de aceite de girasol, cantidad irrelevante en la modificación de la respuesta glucémica postprandial.

En el tercer encuentro las personas consumieron 65 g de quinua, junto con vegetales cocidos: zanahoria (30 g), zucchini (20 g), morrón rojo (20 g) y choclo (10 g).

### *Composición química de las preparaciones*

#### Encuentro 1 - PAN BLANCO

Alimento	Cantidad (g)	CHO (g)	Proteínas (g)	Grasas (g)	Fibra (g)
<b>Pan Blanco</b>	87	49,94	8,09	0,17	0,17

Fuente: Tabla de Composición Química de Alimentos - Cenexa- 1995

#### Encuentro 2 - QUINUA

Alimento	Cantidad (g)	CHO (g)	Proteínas (g)	Grasas (g)	Fibra (g)
<b>Quinua</b>	74	50,10	9,10	4,51	3,40
<b>Aceite de girasol</b>	10			10	
<b>TOTAL</b>	84	50,10	9,10	15	3,40

Fuente: Tabla de Composición Química de Alimentos - Cenexa- 1995

### Encuentro 3 - QUINUA con VEGETALES

Alimento	Cantidad (g)	CHO (g)	Proteínas (g)	Grasas (g)	Fibra (g)
Quinoa	65	44,01	8,00	3,97	2,99
Aceite de girasol	10			10	
Zanahoria	30	2,67	0,24	0,12	0,24
Zucchini	20	0,70	0,16	0,02	0,08
Morrón rojo	20	1,02	0,16	0,04	0,22
Choclo	10	1,48			
<b>TOTAL</b>	<b>155</b>	<b>49,88</b>	<b>8,56</b>	<b>14,15</b>	<b>3,53</b>

Fuente: Tabla de Composición Química de Alimentos - Cenexa- 1995

*Preparación de la quinua:* las semillas de quinua fueron dejadas en remojo durante 10 minutos, luego lavadas con abundante agua potable para eliminar la saponina presente en las mismas. Se procedió a su cocción dejándolas hervir durante 15 minutos aproximadamente.

#### 4.3.- Cálculo del Índice Glucémico

Los valores de glucemia obtenidos fueron tabulados en matrices tripartitas de datos (ANEXO 2), los mismos fueron convertidos de mg/dl a mmol/l mediante el conversor de la página web: [www.sediabetes.org](http://www.sediabetes.org). Este procedimiento se realizó ya que para calcular el IG los valores debían estar en esa unidad de medida.

Luego se calculó el área bajo la curva de cada uno de los sujetos participantes, tanto para el pan blanco como para la quinua sola, y la quinua con vegetales. Para realizar

este paso, contamos con un documento de Excel que nos facilitó el Dr. Thomas Wolever de la Universidad de Toronto, quien participó en el desarrollo de la metodología para el cálculo del IG, aportando datos para el primer documento sobre IG publicado en 1981. La investigación del Dr. Wolever se refiere al papel de los hidratos de carbono de la dieta en la nutrición humana, especialmente en cómo los diferentes tipos y cantidades de hidratos de carbono influyen en el metabolismo sistémico. Es autor y co-autor de más de 280 publicaciones revisadas por pares y más de 50 capítulos y artículos de revisión, fundador de Índice Glucémico Testing y de Índice Glucémico Laboratorios. Como el documento enviado por Wolever que posee los algoritmos necesarios para calcular el área bajo la curva, estaba protegido, creamos un nuevo Excel copiando las mismas funciones.

Se procedió a calcular el IG de cada unidad de análisis, mediante la fórmula:

$$\text{IG} = \frac{\text{Área bajo la curva del alimento a estudiar}}{\text{Área bajo la curva del alimento patrón}} \times 100$$

Por último, se promediaron los IG obtenidos de los 20 sujetos participantes y se obtuvo el Índice Glucémico de la quinua.

El mismo procedimiento se realizó para la quinua con vegetales.

## **5.- Tratamiento Estadístico**

Los datos obtenidos fueron volcados en matrices (ANEXO 2), a partir de las cuales se construyeron los gráficos pertinentes.

Para el cálculo del área bajo la curva se utilizó el programa de Excel Areacalc, creado por el Dr. Thomas Wolever de la Universidad de Toronto, quien nos lo hizo llegar vía email.

Se hizo uso del programa EXCEL 2007 para la elaboración de los gráficos.

## **6.- Procedimientos para la recolección de información, instrumentos a utilizar y métodos para el control de la calidad de los datos**

Los datos necesarios para la realización del estudio se obtuvieron mediante muestras de sangre capilar, extraídas de los sujetos de estudio, a través de punción digital con el medidor de glucemias Accu-chek, el cual a través de las cintas reactivas mide la glucosa en sangre.

Los sujetos fueron citados en ayunas, en diferentes grupos, con intervalo de 7 días entre cada prueba. El primer día consumieron pan blanco, el segundo quinua sola y el tercero quinua con vegetales.

La glucemia se midió en ayunas, a los 15, 30, 45, 60, 90 y 120 minutos luego de la ingesta.

## **7.- Procedimientos para garantizar aspectos éticos en las investigaciones con sujetos humanos**

Los sujetos leyeron y firmaron la “Declaración de consentimiento informado voluntario” (ANEXO 1), donde expresan por escrito su voluntad de participar del presente estudio.

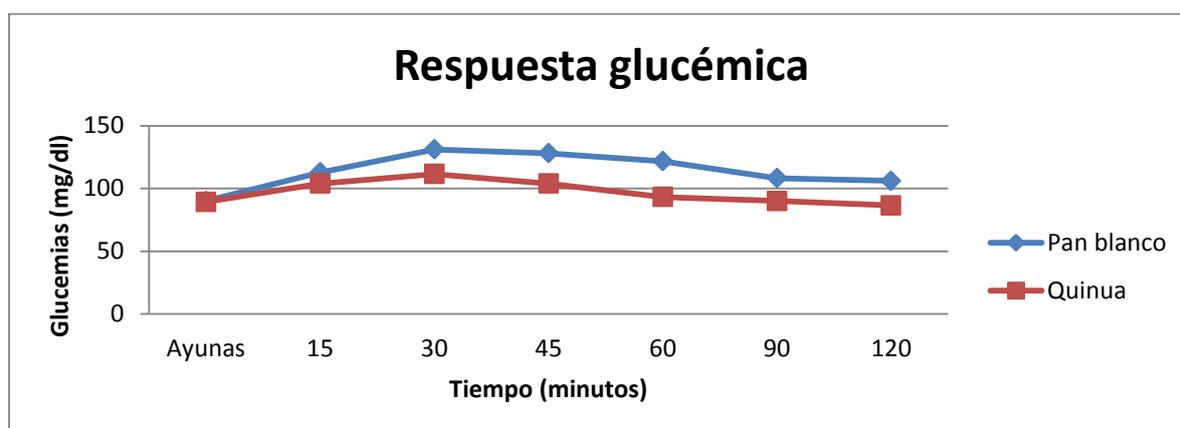
## **8.- Resultados**

### *Análisis de la respuesta glucémica*

Se analizaron las curvas de respuesta glucémica en ayunas y a los 15, 30, 45, 60, 90 y 120 minutos luego de la ingesta del pan blanco y la quinua, teniendo en cuenta el

promedio de los valores obtenidos de cada sujeto. Los resultados arrojados se presentan a continuación:

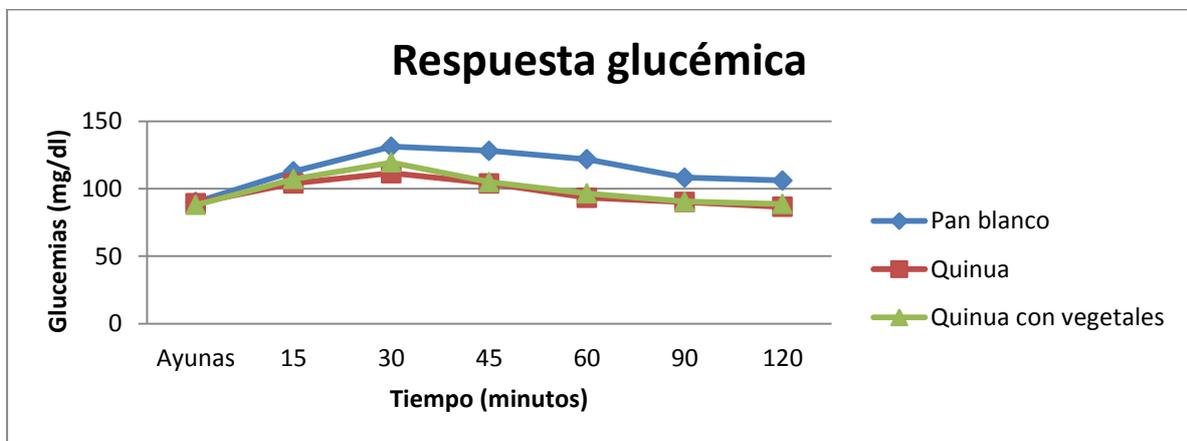
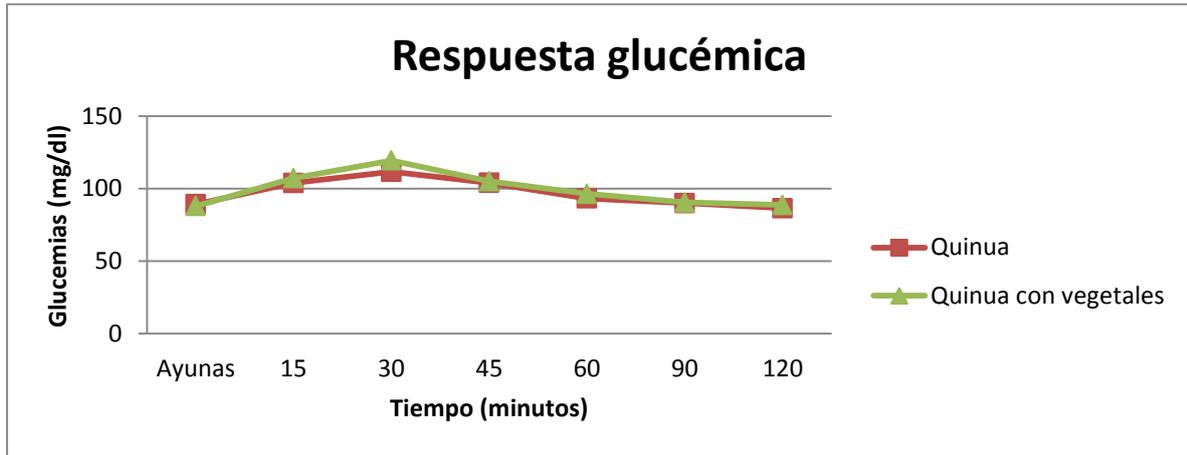
Alimento	En ayunas		15 m		30 m		45 m		60 m		90 m		120 m	
	Promedio (mg/dl)	DS												
Pan blanco	90,05	11,09	112,85	18,80	131,15	20,19	128,1	21,84	121,8	20,13	108,25	24,65	106,05	14,58
Quinua	89,3	7,47	103,9	18,08	111,55	17,6	103,95	14,77	93,25	11,9	90,05	12,1	86,55	8,77



Partiendo de valores de glucemia similares en ayunas, se obtuvieron resultados con marcada diferencia a los 30, 45, 60, 90 y 120 minutos. Haciéndose más relevante a los 60 minutos con valores de  $121,8 \pm 20,13$  mg/dl para el pan blanco y  $93,25 \pm 11,9$  mg/dl para la quinua.

Comparando la respuesta glucémica a los 15, 30, 45, 60, 90 y 120 minutos luego de la ingesta de quinua y de la preparación mixta de quinua con vegetales, observamos que no hay pronunciada diferencia entre los valores obtenidos en cada caso. No obstante, a los 30 minutos resulta más acentuada la desigualdad de los resultados.

Alimento	Ayunas		15 m		30 m		45 m		60 m		90 m		120 m	
	Promedio (mg/dl)	DS	Promedio (mg/dl)	DS	Promedio (mg/dl)	DS	Promedio (mg/dl)	DS	Promedio (mg/dl)	DS	Promedio (mg/dl)	DS	Promedio (mg/dl)	DS
Quinua	89,3	7,47	103,9	18,08	111,55	17,6	103,95	14,77	93,25	11,9	90,05	12,1	86,55	8,77
Quinua con veg	87,95	8,21	107,2	13,68	119,45	12,7	104,95	15,75	96,45	17,3	90,5	14,62	88,7	12,29



### Índice Glucémico

El Índice Glucémico de la quinua hallado en este estudio fue de **32** en relación al pan blanco.

Este valor permite clasificar a la quinua como un alimento de Bajo Índice Glucémico.

La mayoría de la bibliografía existente clasifica al IG utilizando como alimento patrón a la glucosa. Por lo tanto, para clasificar el IG calculado de la quinua en relación al pan blanco, se realizó la conversión del valor obtenido a la escala de glucosa. Teniendo en cuenta que el valor del IG del pan blanco es 70 respecto al 100 de la glucosa, se

debe multiplicar por 0,70 el valor obtenido con el pan como alimento patrón para poder analizarlo en relación a la escala de glucosa.

De esta manera obtenemos un IG de la quinua de **22** relacionado a la glucosa.

**Clasificación del IG según la utilización de la glucosa como alimento de referencia.**

	Escala para la glucosa
IG alto	70 o mayor
IG moderado	56-69
IG bajo	55 o menor

En cuanto a la preparación mixta (quinua con vegetales), obtuvimos un IG de 54 relacionado al pan blanco, y en la escala de glucosa 38.

Se calculó el IG de la misma preparación teniendo en cuenta los IG individuales, tal como surge de los siguientes cuadros:

Índice Glucémico de la preparación mixta (quinua con vegetales) relacionado a la glucosa

Alimento	Hidratos de Carbono (gramos)	Proporción referida al total de HC	IG	IG de la preparación
Quinua	44,01	88,23	22	19,41
Zanahoria	2,67	5,35	49	2,62
Zucchini	0,7	1,40	0	0,00
Morrón Rojo	1,02	2,04	0	0,00
Choclo	1,48	2,97	60	1,78
<b>TOTAL</b>	<b>49,88</b>	<b>100,00</b>		<b>23,81</b>

## Índice Glucémico de la preparación mixta (quinua con vegetales) relacionado al pan blanco

Alimento	Hidratos de Carbono (gramos)	Proporción referida al total de HC	IG	IG de la preparación
Quinua	44,01	88,23	32	28,23
Zanahoria	2,67	5,35	70	3,75
Zucchini	0,7	1,40	0	0,00
Morrón Rojo	1,02	2,04	0	0,00
Choclo	1,48	2,97	85	2,52
<b>TOTAL</b>	<b>49,88</b>	<b>100,00</b>		<b>34,50</b>

Para calcular estos IG se tuvo en cuenta el IG de la quinua obtenido en este trabajo, y los IG de los demás alimentos (zanahoria, zucchini, morrón rojo y choclo) fueron extraídos de la página sugerida por el Dr. Wolever: [www.glycemicindex.com](http://www.glycemicindex.com).

Como puede observarse, el morrón rojo y el zucchini no poseen IG, esto es debido a que los alimentos con poca o nada cantidad de hidratos de carbono no tienen un valor de IG.

## 9.- Discusión

Si bien existe bibliografía sobre el cálculo de IG de diversos alimentos de amplio consumo como cereales, legumbres, frutas, fideos<sup>22 23 24 25</sup> pocos estudios se ocupan de calcular el IG de alimentos autóctonos. Uno de ellos es el realizado en Resistencia, Chaco sobre la mandioca<sup>3</sup>. En función de ello, nuestro trabajo se basa en el cálculo del IG de la quinua, un producto regional, de alto valor nutricional y cuyo IG no ha sido calculado experimentalmente en nuestro país.

Hemos encontrado en la Tabla de Índices Glucémicos propuesta por el Método Montignac<sup>26</sup> que el IG de la quinua tiene un valor de 35. Pero consideramos esta

información poco fidedigna, ya que los datos allí expuestos no se correlacionan con los fundamentos en los cuales se basa la mayoría de la bibliografía consultada sobre el tema. Tampoco se encuentra el IG de la quinua en las Tablas Internacionales de valores de IG publicadas por Foster-Powell y cols.<sup>4</sup>, de reconocimiento científico.

El valor obtenido del IG de la quinua en el presente trabajo, es de **32** en relación al pan blanco y de **22** relacionado a la glucosa. Clasificándose como un alimento de Bajo Índice Glucémico.

Para la selección de la comida estándar se tuvo en cuenta lo manifestado por el Dr. Wolever y cols.<sup>6</sup>, en cuanto sugieren que el pan blanco es un mejor alimento para utilizarse como patrón, ya que la glucosa posee exceso de dulzor y efecto osmótico produciendo retraso en el vaciado gástrico. En las tablas de Índice Glucémico de Foster-Powell y cols. los valores de los índices glucémicos están expresados en relación a ambos alimentos estándar. Por esa razón, si bien en este estudio utilizamos el pan blanco para la realización de la prueba, se hizo la conversión del valor obtenido a la escala de glucosa.

En cuanto al método para la toma de muestras de sangre, se prefirió el de la sangre capilar que se obtiene mediante punción digital, ya que esta técnica resulta menos invasiva, es más accesible, además aporta menos variabilidad y es mucho más sensible a rápidas variaciones de glucemia que la glucosa venosa. Por lo tanto, la sangre capilar puede ser un indicador más relevante de las consecuencias fisiológicas producidas por los alimentos.<sup>27</sup>

En este trabajo se calculó el IG de una preparación mixta como la de quinua con vegetales en forma experimental, para ser comparado su resultado con el obtenido según la metodología científicamente avalada que consiste en la sumatoria de los IG

de cada alimento que componen la preparación, en función de la proporción en la que se encuentran<sup>6</sup>.

De esta manera, se obtuvo de forma empírica un IG de la comida mixta de 54 relacionado al pan blanco, y de 38 en la escala de glucosa. Mientras que el método sugerido por la bibliografía, arrojó un valor de IG de 24 en relación a la glucosa y de 35 en función del pan blanco.

En consecuencia, concluimos que el cálculo del IG de una comida mixta no debe realizarse de manera experimental, sino teniendo en cuenta los IG de cada alimento que la integran y la proporción en la cual ellos se encuentran.

Las dietas con IG bajo son beneficiosas para pacientes con diabetes mellitus, tal como surge del meta-análisis realizado por Brand-Miller<sup>28</sup>, donde se expresa la relación de la hemoglobina glicosilada (HbA1c) con el control de la diabetes. Manifestando que la misma descendía un 0,43% en sujetos que consumían dietas de bajo IG comparado con los que consumían dietas de alto IG.

Estos resultados coinciden con los de un estudio realizado por Gilbertson y col.<sup>29</sup>, donde se concluyó que los alimentos de bajo IG descienden los niveles de HbA1c sin aumentar el riesgo de hipoglucemia y mejora la calidad de vida de los chicos con diabetes.

## **10.- Conclusiones**

El valor de Índice Glucémico de la Quinoa obtenido en el presente estudio es de 32 relacionado al pan blanco, clasificándose como bajo, por lo cual resulta beneficioso para introducir en la dieta de personas con diabetes mellitus tipo 1 o tipo 2. Un índice

glucémico bajo implica que los hidratos de carbono se absorban lentamente, no produciendo fluctuaciones marcadas en los niveles de glucosa en sangre.

La Organización Mundial de la Salud (OMS) y la Organización para la Agricultura y la Alimentación (FAO) recomiendan que las personas en los países industrializados basen sus dietas en alimentos de IG bajo con el fin de prevenir las enfermedades más comunes de la opulencia, como la enfermedad coronaria, la diabetes y la obesidad; ya que está demostrado que la selección de alimentos hidrocarbonados según su Índice Glucémico tiene un impacto significativo en la fisiología y el metabolismo.

## 11.- Referencias bibliográficas

<sup>1</sup> “Influencia del Índice Glucémico en la salud”.

Disponible en URL: [www.gan-bcn.com/gfx/influencia\\_glucemia.pdf](http://www.gan-bcn.com/gfx/influencia_glucemia.pdf). Consultado en Abril 2014

<sup>2</sup> Arteaga Llona A. El Índice glicémico. Una controversia actual. Nutr. Hosp. V.21 supl.2 Madrid Mayo 2006: 55-60.

Disponible en URL: [http://scielo.isciii.es/scielo.php?pid=S0212-16112006000500006&script=sci\\_arttext](http://scielo.isciii.es/scielo.php?pid=S0212-16112006000500006&script=sci_arttext)  
Consultado en Abril 2014

<sup>3</sup> Szymula C. y Matewecki C. Índice Glucémico de un alimento regional, la mandioca, en diabéticos. Hosp. Dr. Julio C. Perrando, Resistencia, Chaco, Argentina. Rev. Soc. Argent. Diabetes; 37-8, 43-8, abr. 1989

<sup>4</sup> Foster-Powell K., Brand-Miller J. “International Tables of Glycemic Index”, Am J Clin Nutr 1995; 62: 871S-893S

<sup>5</sup> FAO/WHO Expert Consultation. Carbohydrates in human nutrition. Geneva: Food and Agriculture Organization, World Health Organization. FAO Food and Nutrition 1998:66.

Disponible en URL: <http://www.fao.org/docrep/w8079e/w8079e00.htm> Consultado en Mayo 2014

<sup>6</sup> Wolever T. The glycemic index: methodology and clinical implications. Am J. Clin. Nut.1991;54:846-54. Disponible en URL: <http://ajcn.nutrition.org/content/54/5/846.long> Consultado en Mayo 2014

<sup>7</sup> “Tablas de Índice Glucémico”. Disponible en URL: [www.nutrinfo.com.ar](http://www.nutrinfo.com.ar). Consultado en Abril 2014

<sup>8</sup> Murillo, Serafín. El índice glucémico de los alimentos. Fundación para la Diabetes. Septiembre 2012. Madrid.

Disponible en URL: [http://www.fundaciondiabetes.org/sabercomer/Articulos/indice\\_glucemico.asp](http://www.fundaciondiabetes.org/sabercomer/Articulos/indice_glucemico.asp)  
Consultado en Julio 2014

<sup>9</sup> Brand Miller, J. Importance of glycemic index in diabetes. Am J. Clin. Nut. 1994; 59:747S-752S

Disponible en URL: <http://ajcn.nutrition.org/content/59/3/747S.full.pdf+html> Consultado en Agosto 2014

<sup>10</sup> ADA Clinical Practice Recommendations. Diabetes Care 2005; 28:S1-S79.

<sup>11</sup> Ayala, Guido y col. Valor Nutritivo y usos de la quinua. Cultivos marginados: otra perspectiva de 1492 (Colección FAO: Producción y protección vegetal, N° 26) Libro 3 “Quinua (Chenopodium quinoa Willd). Ancestral cultivo andino. Alimento del presente y futuro.” Capítulo 8. Santiago de Chile, 2001.

Disponible en URL: [http://www.rlc.fao.org/es/agricultura/produ/cdrom/contenido/libro03/cap8\\_1.htm](http://www.rlc.fao.org/es/agricultura/produ/cdrom/contenido/libro03/cap8_1.htm)  
Consultado en Junio 2014

<sup>12</sup> Repo-Carrasco,R. 1992. Andean Crops and Infant Nourishment. University of Helsinki. Institute of Development Studies. Report B25. Finland

---

<sup>13</sup> Royero, Ricardo. Obtención de crudos de saponinas hipocolesteromizantes del *Chenopodium quinoa* Willd. Instituto Superior de Medicina Militar "Dr. Luis Díaz Soto". Rev Cub Med Mil v.26 n.1 Ciudad de la Habana ene.-jun. 1997

Disponible en URL: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0138-65571997000100008](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0138-65571997000100008)  
Consultado en Mayo 2014

<sup>14</sup> Repo-Carrasco, R. 1991. Contenido de aminoácidos en algunos granos andinos. En: Avances en Alimentos y Nutrición Humana. Programa de Alimentos Enriquecidos. Universidad Nacional Agraria La Molina. Publicación 01/91

<sup>15</sup> Repo-Carrasco, R. y col. Valor Nutricional y Usos de la Quinoa (*Chenopodium quinoa*) y de la Kañiwa (*Chenopodium pallidicaule*). Cultivos marginados: otra perspectiva de 1492 (Colección FAO: Producción y protección vegetal, N° 26) Libro 14 "Primer Taller Internacional en Quinoa: Recursos Genéticos y Sistema de Producción". Capítulo 5. Lima, Perú, 1992

Disponible en URL: <http://www.rlc.fao.org/es/agricultura/produ/cdrom/contenido/libro14/cap5.1.htm>  
Consultado en Mayo 2014

<sup>16</sup> Collazos, C. 1993. La Composición de Alimentos de Mayor Consumo en el Perú. 6ta edición. Ministerio de Salud. Instituto Nacional de Nutrición. Banco Central de Reserva. Lima, Perú

<sup>17</sup> Quinoa 2013 Año Internacional. Qué es la quinoa? Valor Nutricional. FAO, Santiago, Chile. Disponible en URL: <http://www.fao.org/quinoa-2013/what-is-quinoa/nutritional-value/es/> Consultado en Junio 2014

<sup>18</sup> La quinoa, en el Código Alimentario. Agosto 2014. Diario Tiempo Argentino/FAO.

Disponible en URL: <http://tiempo.infonews.com/nota/5532/la-quinoa-en-el-codigo-alimentario>  
Consultado en Agosto 2014

<sup>19</sup> Zabaleta Mercado, R. Diseño conceptual para la descontaminación y economía de agua en plantas de desamargado de quinoa. Rev Cien Cult n.24 La Paz jun. 2010.

Disponible en URL: [http://www.scielo.org.bo/scielo.php?pid=S2077-33232010000100006&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.org.bo/scielo.php?pid=S2077-33232010000100006&script=sci_arttext) Consultado en Agosto 2014

<sup>20</sup> Cea D'Ancona, María Ángeles. Metodología cuantitativa: estrategias y técnicas de investigación social. Págs. 100-101. Editorial Síntesis Sociología

<sup>21</sup> Barrio, Raquel y cols. ABC de la Diabetes. Fundación para la Diabetes 2004. Pág. 35. Madrid

Disponible en URL: [http://www.fundaciondiabetes.org/div/libro\\_abc/ABCdelaDiabetes.pdf](http://www.fundaciondiabetes.org/div/libro_abc/ABCdelaDiabetes.pdf) Consultado en Junio 2014

- 
- <sup>22</sup> Vaaler S, Hanssen K, Aagenes O. The effect of cooking upon the blood glucose response to ingested carrots and potatoes. *Diabetes Care* 1984; 7 (3): 221-3
- <sup>23</sup> Parrillo M, Giacco R, Riccardi G. Different glycemic responses to pasta-bread and potatoes in diabetic patients. *Diabetic Med* 1985; 2 (5): 372-7
- <sup>24</sup> Wolever TMS, Jenkins DJA, Kalmusky J et al. Comparison of regular and parboiled rices: explanation of discrepancies between reports glycemic responses to rice. *Nutr Res* 1986; 6 (4): 349-57
- <sup>25</sup> Golay A, Coulston AM, Hollenbeck CB et al. Comparison of metabolic effects of white beans processed into too different physical forms. *Diabetes Care* 1986; 9 (3): 260-6
- <sup>26</sup> Sitio oficial del Método Montignac. Disponible en URL: [www.montignac.com](http://www.montignac.com) Consultado en Agosto 2014
- <sup>27</sup> Foster-Powell y cols. Mesa Internacional de índice glucémico y la carga glucémica valores: 2002. *The American Journal of Clinical Nutrition*.
- <sup>28</sup> Brand-Miller J, Hayne S, Petocz P, Colagiuri S. Low glycemic index in the management of Diabetes a meta-analysis of randomized controlled trial. *Diabetes Care* 2003; 26: 2261-67.
- <sup>29</sup> Gilbertson, H. et al. The effect of flexible low glycemic index dietary advice versus measure carbohydrate exchange diets on glycemic control in children with type 1 diabetes. *Diabetes Care*, 2001; 24: 1137-43

---

## 12.- Anexos

### ANEXO 1

#### Declaración de consentimiento informado voluntario

Título del estudio: *Índice glucémico de la quinua en adultos de 18 a 45 años de edad*

Institución coordinadora: Instituto Universitario en Ciencias de la Salud. Fundación H. A. Barceló

Responsables de la investigación: Débora López, Eugenia Pérez Varas y Sofía Samek (alumnas de la Lic. en Nutrición)

#### Información para los voluntarios

Usted ha sido invitado a participar en el Trabajo de Investigación titulado: Índice glucémico de la quinua en adultos de 18 a 45 años de edad.

El objetivo de este trabajo es evaluar el Índice Glucémico de la quinua en personas adultas para ser incluido en la dieta de pacientes diabéticos.

*¿En qué consiste su participación?*

Se llevarán a cabo 4 encuentros, con una frecuencia de 1 vez por semana. En cada oportunidad se seguirán los siguientes pasos:

Paso 1: medición de la glucemia en ayunas mediante el medidor de glucemias Accu-chek.

---

Paso 2: consumir

En el primer encuentro 87 g de pan francés

En el segundo encuentro 74 g de quinua sola

En el tercer encuentro 65 g de quinua con vegetales

Paso 3: medición de la glucemia a los 15 minutos

Paso 4: medición de la glucemia a los 30 minutos

Paso 5: medición de la glucemia a los 45 minutos

Paso 6: medición de la glucemia a los 60 minutos

Paso 7: medición de la glucemia a los 90 minutos

Paso 8: medición de la glucemia a los 120 minutos

*¿Puede provocar algún perjuicio a su salud?*

No, ya que los controles glucémicos se llevarán a cabo con las medidas extremas de higiene y precaución. Son los mismos controles que realizan las personas diabéticas en sus hogares en forma habitual.

Los alimentos que consumirá estarán preparados correctamente. La cantidad consumida no puede alterar significativamente su peso.

*Otras aclaraciones*

Se mantendrá la confidencialidad sobre los participantes en el trabajo de investigación.

Puede retirarse del grupo cuando lo desee si hubiera algo con lo cual no está de acuerdo.

---

La decisión de participar en este estudio es voluntaria.

Si usted está de acuerdo con todo lo dicho anteriormente, le solicitamos nos lo manifieste por escrito.

Agradecemos desde ya su colaboración.

Buenos Aires, .....

Habiendo sido informado y entendiendo los objetivos y características del estudio, autorizo a las estudiantes a que me realicen 21 extracciones de sangre a través de punción digital con el medidor de glucemias Accu-check, el cual a través de las bandas reactivas indica la glucemia correspondiente al momento de la extracción. Dichas mediciones serán utilizadas para la construcción del Índice Glucémico de la quinua.

Firma:

Aclaración:

D.N.I. N°:

## ANEXO 2

### Matrices tripartitas de datos

#### T0 – Mediciones de glucemia obtenidas al consumir PAN BLANCO

Unidades de análisis	V1 Sexo	V2 Glucemia en Ayunas (mg/dl)	V3 Glucemia a los 15 m (mg/dl)	V4 Glucemia a los 30 m (mg/dl)	V5 Glucemia a los 45 m (mg/dl)	V6 Glucemia a los 60 m (mg/dl)	V7 Glucemia a los 90 m (mg/dl)	V8 Glucemia a los 120 m (mg/dl)
1	1	86	91	98	115	120	107	94
2	1	92	99	105	109	115	102	98
3	0	94	120	143	125	93	91	95
4	1	107	143	169	152	143	99	95
5	0	95	121	135	130	122	118	118
6	0	83	91	116	120	132	102	87
7	0	66	84	108	93	86	103	81
8	0	101	130	141	143	148	161	133
9	0	94	111	124	133	140	118	126
10	1	81	94	126	109	104	93	102
11	0	89	136	151	138	127	84	107
12	1	105	124	147	116	95	78	113
13	0	87	122	136	133	132	87	131
14	1	88	97	115	116	119	101	105
15	0	71	130	163	164	161	162	112
16	1	88	100	104	110	119	112	99
17	1	99	140	151	128	109	91	102
18	0	91	119	139	117	99	92	95
19	1	107	120	137	190	145	157	126
20	0	77	85	115	121	127	107	102

Variable 1 (V1) = Sexo

- Femenino: 0
- Masculino: 1

Variable 2 (V2) = Glucemia en Ayunas (mg/dl)

- Se medirá el valor de glucemia en ayunas mediante extracciones de sangre a través de punción digital con el medidor de glucemias Accu-check y sus correspondientes bandas reactivas.

Variable 3 (V3) = Glucemia a los 15 minutos (mg/dl)

- Se medirá el valor de glucemia a los 15 minutos luego de haber ingerido 87 g de pan blanco, mediante extracciones de sangre a través de punción digital con el medidor de glucemias Accu-check y sus correspondientes bandas reactivas.

Variable 4 (V4) = Glucemia a los 30 minutos (mg/dl)

- Se medirá el valor de glucemia a los 30 minutos luego de haber ingerido 87 g de pan blanco, mediante extracciones de sangre a través de punción digital con el medidor de glucemias Accu-check y sus correspondientes bandas reactivas.

Variable 5 (V5) = Glucemia a los 45 minutos (mg/dl)

- Se medirá el valor de glucemia a los 45 minutos luego de haber ingerido 87 g de pan blanco, mediante extracciones de sangre a través de punción digital con el medidor de glucemias Accu-check y sus correspondientes bandas reactivas.

Variable 6 (V6) = Glucemia a los 60 minutos (mg/dl)

- Se medirá el valor de glucemia a los 60 minutos luego de haber ingerido 87 g de pan blanco, mediante extracciones de sangre a través de punción digital con el medidor de glucemias Accu-check y sus correspondientes bandas reactivas.

---

Variable 7 (V7) = Glucemia a los 90 minutos (mg/dl)

- Se medirá el valor de glucemia a los 90 minutos luego de haber ingerido 87 g de pan blanco, mediante extracciones de sangre a través de punción digital con el medidor de glucemias Accu-check y sus correspondientes bandas reactivas.

Variable 8 (V8) = Glucemia a los 120 minutos (mg/dl)

- Se medirá el valor de glucemia a los 120 minutos luego de haber ingerido 87 g de pan blanco, mediante extracciones de sangre a través de punción digital con el medidor de glucemias Accu-check y sus correspondientes bandas reactivas.

## T1 – Mediciones de glucemia obtenidas al consumir QUINUA

Unidades de análisis	V1 Sexo	V2 Glucemia en Ayunas (mg/dl)	V3 Glucemia a los 15 m (mg/dl)	V4 Glucemia a los 30 m (mg/dl)	V5 Glucemia a los 45 m (mg/dl)	V6 Glucemia a los 60 m (mg/dl)	V7 Glucemia a los 90 m (mg/dl)	V8 Glucemia a los 120 m (mg/dl)
1	1	76	89	101	95	81	70	74
2	1	88	92	101	100	94	77	83
3	0	85	91	101	99	88	86	92
4	1	92	101	108	104	102	103	95
5	0	83	89	94	87	80	80	78
6	0	92	96	96	93	92	78	84
7	0	75	82	109	94	82	79	70
8	0	96	129	131	130	124	116	101
9	0	101	110	114	100	97	98	89
10	1	99	117	124	121	93	102	101
11	0	88	98	114	95	77	81	85
12	1	100	103	105	98	86	101	92
13	0	85	143	150	132	95	88	92
14	1	87	91	93	93	94	92	81
15	0	95	146	152	131	102	96	91
16	1	90	109	113	110	101	86	79
17	1	96	101	108	96	94	95	87
18	0	79	88	94	89	78	83	75
19	1	91	113	129	121	115	109	97
20	0	88	90	94	91	90	81	85

### Diccionario de variables

Variable 1 (V1) = Sexo

- Femenino: 0
- Masculino: 1

---

Variable 2 (V2) = Glucemia en Ayunas (mg/dl)

- Se medirá el valor de glucemia en ayunas mediante extracciones de sangre a través de punción digital con el medidor de glucemias Accu-check y sus correspondientes bandas reactivas.

Variable 3 (V3) = Glucemia a los 15 minutos (mg/dl)

- Se medirá el valor de glucemia a los 15 minutos luego de haber ingerido 74 g de quinua, mediante extracciones de sangre a través de punción digital con el medidor de glucemias Accu-check y sus correspondientes bandas reactivas.

Variable 4 (V4) = Glucemia a los 30 minutos (mg/dl)

- Se medirá el valor de glucemia a los 30 minutos luego de haber ingerido 74 g de quinua, mediante extracciones de sangre a través de punción digital con el medidor de glucemias Accu-check y sus correspondientes bandas reactivas.

Variable 5 (V5) = Glucemia a los 45 minutos (mg/dl)

- Se medirá el valor de glucemia a los 45 minutos luego de haber ingerido 74 g de quinua, mediante extracciones de sangre a través de punción digital con el medidor de glucemias Accu-check y sus correspondientes bandas reactivas.

Variable 6 (V6) = Glucemia a los 60 minutos (mg/dl)

- Se medirá el valor de glucemia a los 60 minutos luego de haber ingerido 74 g de quinua, mediante extracciones de sangre a través de punción digital con el medidor de glucemias Accu-check y sus correspondientes bandas reactivas.

Variable 7 (V7) = Glucemia a los 90 minutos (mg/dl)

- Se medirá el valor de glucemia a los 90 minutos luego de haber ingerido 74 g de quinua, mediante extracciones de sangre a través de punción digital con el medidor de glucemias Accu-check y sus correspondientes bandas reactivas.

Variable 8 (V8) = Glucemia a los 120 minutos (mg/dl)

- Se medirá el valor de glucemia a los 120 minutos luego de haber ingerido 74 g de quinua, mediante extracciones de sangre a través de punción digital con el medidor de glucemias Accu-check y sus correspondientes bandas reactivas.

## T2 – Mediciones de glucemia obtenidas al consumir QUINUA con VEGETALES

Unidades de análisis	V1 Sexo	V2 Glucemia en Ayunas (mg/dl)	V3 Glucemia a los 15 m (mg/dl)	V4 Glucemia a los 30 m (mg/dl)	V5 Glucemia a los 45 m (mg/dl)	V6 Glucemia a los 60 m (mg/dl)	V7 Glucemia a los 90 m (mg/dl)	V8 Glucemia a los 120 m (mg/dl)
1	1	80	99	121	98	79	71	72
2	1	87	93	101	89	87	82	82
3	0	84	96	119	84	78	84	89
4	1	102	124	132	116	96	80	92
5	0	85	99	126	98	94	78	87
6	0	77	100	111	102	83	91	78
7	0	76	98	105	89	81	70	71
8	0	84	116	125	105	104	96	105
9	0	94	109	116	99	92	103	88
10	1	98	101	109	115	116	112	80
11	0	93	128	149	141	133	104	102
12	1	97	119	123	120	113	108	104
13	0	93	124	130	115	109	97	110
14	1	88	90	98	91	82	93	99
15	0	94	136	140	139	130	120	92
16	1	84	111	126	97	81	75	70
17	1	100	108	119	112	111	103	98
18	0	89	110	114	99	81	74	80
19	1	79	86	117	101	99	91	99
20	0	75	97	108	89	80	78	76

### *Diccionario de variables*

Variable 1 (V1) = Sexo

- Femenino: 0
- Masculino: 1

---

Variable 2 (V2) = Glucemia en Ayunas (mg/dl)

- Se medirá el valor de glucemia en ayunas mediante extracciones de sangre a través de punción digital con el medidor de glucemias Accu-check y sus correspondientes bandas reactivas.

Variable 3 (V3) = Glucemia a los 15 minutos (mg/dl)

- Se medirá el valor de glucemia a los 15 minutos luego de haber ingerido 65 g de quinua con vegetales, mediante extracciones de sangre a través de punción digital con el medidor de glucemias Accu-check y sus correspondientes bandas reactivas.

Variable 4 (V4) = Glucemia a los 30 minutos (mg/dl)

- Se medirá el valor de glucemia a los 30 minutos luego de haber ingerido 65 g de quinua con vegetales, mediante extracciones de sangre a través de punción digital con el medidor de glucemias Accu-check y sus correspondientes bandas reactivas.

Variable 5 (V5) = Glucemia a los 45 minutos (mg/dl)

- Se medirá el valor de glucemia a los 45 minutos luego de haber ingerido 65 g de quinua con vegetales, mediante extracciones de sangre a través de punción digital con el medidor de glucemias Accu-check y sus correspondientes bandas reactivas.

Variable 6 (V6) = Glucemia a los 60 minutos (mg/dl)

- Se medirá el valor de glucemia a los 60 minutos luego de haber ingerido 65 g de quinua con vegetales, mediante extracciones de sangre a través de punción digital con el medidor de glucemias Accu-check y sus correspondientes bandas reactivas.

Variable 7 (V7) = Glucemia a los 90 minutos (mg/dl)

- Se medirá el valor de glucemia a los 90 minutos luego de haber ingerido 65 g de quinua con vegetales, mediante extracciones de sangre a través de punción digital con el medidor de glucemias Accu-check y sus correspondientes bandas reactivas.

---

Variable 8 (V8) = Glucemia a los 120 minutos (mg/dl)

- Se medirá el valor de glucemia a los 120 minutos luego de haber ingerido 65 g de quinua con vegetales, mediante extracciones de sangre a través de punción digital con el medidor de glucemias Accu-check y sus correspondientes bandas reactivas.

## ANEXO 3

*Conversión de mg/dl a mmol/l*

### T0 – Mediciones de glucemia obtenidas al consumir PAN BLANCO

Unidades de análisis	V1 Sexo	V2 Glucemia en Ayunas (mmol/l)	V3 Glucemia a los 15 m (mmol/l)	V4 Glucemia a los 30 m (mmol/l)	V5 Glucemia a los 45 m (mmol/l)	V6 Glucemia a los 60 m (mmol/l)	V7 Glucemia a los 90 m (mmol/l)	V8 Glucemia a los 120 m (mmol/l)
1	1	4,77	5,05	5,44	6,38	6,66	5,94	5,22
2	1	5,11	5,49	5,83	6,05	6,38	5,66	5,44
3	0	5,22	6,66	7,94	6,94	5,16	5,05	5,27
4	1	5,94	7,94	9,38	8,44	7,94	5,49	5,27
5	0	5,27	6,72	7,49	7,22	6,77	6,55	6,55
6	0	4,61	5,05	6,44	6,66	7,33	5,66	4,83
7	0	3,66	4,66	5,99	5,16	4,77	5,72	4,5
8	0	5,61	7,22	7,83	7,94	8,21	8,94	7,38
9	0	5,22	6,16	6,88	7,38	7,77	6,55	6,99
10	1	4,5	5,22	6,99	6,05	5,77	5,16	5,66
11	0	4,94	7,55	8,38	7,66	7,05	4,66	5,94
12	1	5,83	6,88	8,16	6,44	5,27	4,33	6,27
13	0	4,83	6,77	7,55	7,38	7,33	4,83	7,27
14	1	4,88	5,38	6,38	6,44	6,6	5,61	5,83
15	0	3,94	7,22	9,05	9,1	8,94	8,99	6,22
16	1	4,88	5,55	5,77	6,11	6,6	6,22	5,49
17	1	5,49	7,77	8,38	7,1	6,05	5,05	5,66
18	0	5,05	6,6	7,71	6,49	5,49	5,11	5,27
19	1	5,94	6,66	7,6	7,77	8,05	8,71	6,99
20	0	4,27	4,72	6,38	6,72	7,05	5,94	5,66

## T1 – Mediciones de glucemia obtenidas al consumir QUINUA

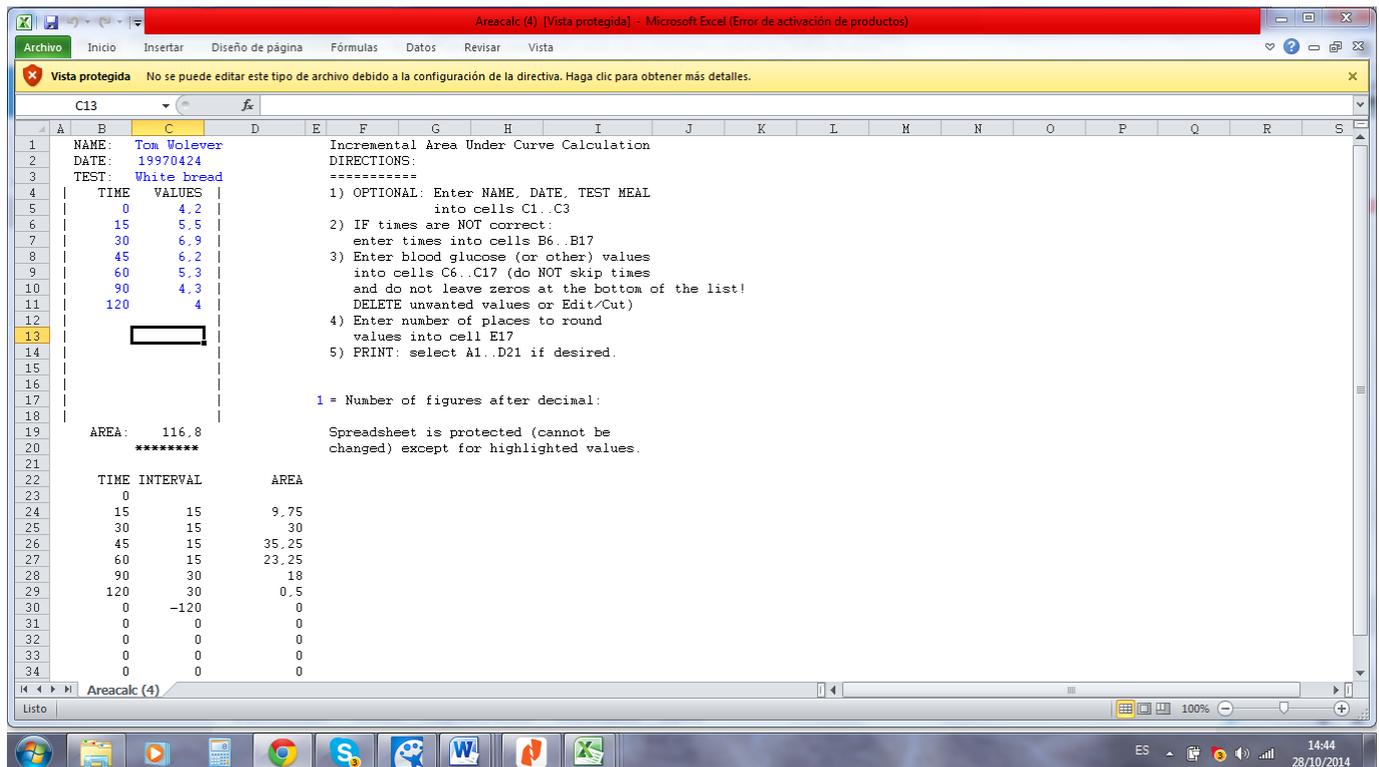
Unidades de análisis	V1 Sexo	V2 Glucemia en Ayunas (mmol/l)	V3 Glucemia a los 15 m (mmol/l)	V4 Glucemia a los 30 m (mmol/l)	V5 Glucemia a los 45 m (mmol/l)	V6 Glucemia a los 60 m (mmol/l)	V7 Glucemia a los 90 m (mmol/l)	V8 Glucemia a los 120 m (mmol/l)
1	1	4,22	4,94	5,61	5,27	4,5	3,89	4,11
2	1	4,88	5,11	5,61	5,55	5,22	4,27	4,61
3	0	4,72	5,05	5,61	5,49	4,88	4,77	5,11
4	1	5,11	5,61	5,99	5,77	5,66	5,72	5,27
5	0	4,61	4,94	5,22	4,83	4,44	4,44	4,33
6	0	5,11	5,33	5,33	5,16	5,11	4,33	4,66
7	0	4,16	4,55	6,05	5,22	4,55	4,38	3,89
8	0	5,33	7,16	7,27	7,22	6,88	6,44	5,61
9	0	5,61	6,11	6,33	5,55	5,38	5,44	4,94
10	1	5,49	6,49	6,88	6,72	5,16	5,66	5,61
11	0	4,88	5,44	6,33	5,27	4,27	4,5	4,72
12	1	5,55	5,72	5,83	5,44	4,77	5,61	5,11
13	0	4,72	7,94	8,32	7,33	5,27	4,88	5,11
14	1	4,83	5,05	5,16	5,16	5,22	5,11	4,5
15	0	5,27	8,1	8,44	7,27	5,66	5,33	5,05
16	1	5	6,05	6,27	6,11	5,61	4,77	4,38
17	1	5,33	5,61	5,99	5,33	5,22	5,27	4,83
18	0	4,38	4,88	5,22	4,94	4,33	4,61	4,16
19	1	5,05	6,27	7,16	6,72	6,38	6,05	5,38
20	0	4,88	5	5,22	5,05	5	4,5	4,72

## T2 – Mediciones de glucemia obtenidas al consumir QUINUA con VEGETALES

Unidades de análisis	V1 Sexo	V2 Glucemia en Ayunas (mmol/l)	V3 Glucemia a los 15 m (mmol/l)	V4 Glucemia a los 30 m (mmol/l)	V5 Glucemia a los 45 m (mmol/l)	V6 Glucemia a los 60 m (mmol/l)	V7 Glucemia a los 90 m (mmol/l)	V8 Glucemia a los 120 m (mmol/l)
1	1	4,44	5,49	6,72	5,44	4,38	3,94	4
2	1	4,83	5,16	5,61	4,94	4,83	4,55	4,55
3	0	4,66	5,33	6,6	4,66	4,33	4,66	4,94
4	1	5,66	6,88	7,33	6,44	5,33	4,44	5,11
5	0	4,72	5,49	6,99	5,44	5,22	4,33	4,83
6	0	4,27	5,55	6,16	5,66	4,61	5,05	4,33
7	0	4,22	5,05	5,83	4,94	4,5	3,89	3,94
8	0	4,66	6,44	6,94	5,83	5,77	5,33	5,83
9	0	5,22	6,05	6,44	5,49	5,11	5,72	4,88
10	1	5,44	5,61	6,05	6,38	6,44	6,22	4,44
11	0	5,16	7,1	8,27	7,83	7,38	5,77	5,66
12	1	5,38	6,6	6,83	6,66	6,27	5,99	5,77
13	0	5,16	6,88	7,22	6,38	6,05	5,38	6,11
14	1	4,38	5	5,44	5,05	4,55	5,16	5,49
15	0	5,22	7,55	7,77	7,71	7,22	6,66	5,11
16	1	4,66	6,16	6,99	5,38	4,5	4,16	3,89
17	1	5,55	5,99	6,6	6,22	6,16	5,72	5,44
18	0	4,94	6,11	6,33	5,49	4,5	4,11	4,44
19	1	4,38	4,77	6,49	5,61	5,49	5,05	5,49
20	0	4,16	5,38	5,99	4,94	4,44	4,33	4,22

## ANEXO 4

Programa de Excel Areacalc, creado por el Dr. Thomas Wolever de la Universidad de Toronto.



## ANEXO 5

### Cálculo del INDICE GLUCEMICO de la QUINUA

- 1) Cálculo del área bajo la curva del pan blanco de cada unidad de análisis
- 2) Cálculo del área bajo la curva de la quinua de cada unidad de análisis
- 3) Cálculo del área bajo la curva de la quinua con vegetales de cada unidad de análisis
- 4) Cálculo del Índice Glucémico de cada unidad de análisis:

$$IG = \frac{\text{área bajo la curva del alimento a estudiar}}{\text{área bajo la curva del alimento patrón}} \times 100$$

- 5) Cálculo del IG de la quinua (promedio de todas las unidades de análisis)
- 6) Cálculo del IG de la quinua con vegetales (promedio de todas las unidades de análisis)

Unidad de análisis	Área bajo la curva Quinua con vegetales	Área bajo la curva Pan blanco	IG
1	64,53	122,76	52,57
2	18,3	80,63	22,70
3	40,66	87,94	46,24
4	53,31	158,59	33,61
5	64,73	175,65	36,85
6	100,35	160,8	62,41
7	51,43	171,83	29,93
8	141,07	277,35	50,86
9	44,83	195,23	22,96
10	65,13	137,18	47,48
11	191,55	186,74	102,58
12	103,43	59,16	174,83
13	115,87	201	57,65
14	79,12	128,25	61,69
15	197,22	501,45	39,33
16	67,27	129,9	51,79
17	50,22	111,31	45,12
18	44,82	99,15	45,20
19	117,68	209,48	56,18
20	69,75	208,65	33,43
			<b>IG quinua con veg.</b>
			<b>53,67</b>

Área bajo la curva Quinua	IG	
51,43	41,89	
28,83	35,76	
40,8	46,40	
63,8	40,23	
16,68	9,50	
7,35	4,57	
63,66	37,05	
157,27	56,70	
17,88	9,16	
57,57	41,97	
34,22	18,32	
6,33	10,70	
164,48	81,83	
28,1	21,91	
129,87	25,90	
62,67	48,24	
14,1	12,67	
32,75	33,03	
139,87	66,77	
10,78	5,17	<b>IG quinua</b>
647,76	<b>32,39</b>	

---

## ANEXO 6

*Fotos del Primer Encuentro consumiendo el alimento patrón: pan blanco*



---

*Fotos del Segundo Encuentro. Preparación: quinua sola*



---

*Fotos del Tercer Encuentro. Preparación: quinua con vegetales*

