



Trabajo Original

Epidemiología y dietética

Efecto del consumo de quinua (*Chenopodium quinoa*) como coadyuvante en la intervención nutricional en sujetos prediabéticos

Effect of quinoa (Chenopodium quinoa) consumption as a coadjuvant in nutritional intervention in prediabetic subjects

María Salud Abellán Ruiz¹, María Dolores Barnuevo Espinosa¹, Carlos García Santamaría¹, Carlos J. Contreras Fernández¹, Miriam Aldegue García¹, Fulgencio Soto Méndez¹, Isabel Guillén Guillén¹, Antonio J. Luque Rubia¹, Francisco Javier Quinde Rázuri², Antonio Martínez Garrido¹ y Francisco Javier López Román¹

¹Cátedra de Fisiología del Ejercicio. Facultad de Ciencias de la Salud. Universidad Católica de Murcia. Murcia, España. ²Desarrollo de Óleos, Envases e Investigación. Alicorp. Perú

Resumen

Introducción: la quinua es un pseudocereal que contiene hidratos de carbono de bajo índice glucémico, fibra alimentaria, proteínas de alto valor biológico, fitoesteroles y ácidos grasos n-3 y n-6, y que ha suscitado interés en la intervención nutricional de la prediabetes. Este estudio aleatorizado (2:1), controlado con placebo y doble ciego, evaluó los efectos de la quinua sobre el índice de masa corporal (IMC), hemoglobina glicada (HbA_{1c}), glucemia basal (GB) y el grado de saciedad y plenitud en pacientes prediabéticos.

Material y método: se aleatorizaron (2:1) 30 pacientes en dos ramas a estudio: el producto Kuska Active (quinua procesada) y placebo (malto-dextrina). El periodo de ingesta fue de 28 días. Antes de iniciar el tratamiento y a los 28 días se determinó el IMC, HbA_{1c} y la GB. La sensación de saciedad y plenitud se evaluó mediante escala visual analógica (EVA). Para demostrar la eficacia de la quinua procesada Kuska Active sobre las variables a estudio se realizó ANOVA para medidas repetidas con dos factores a estudio (factor intrasujeto: tiempo y factor intersujeto: producto consumido).

Resultados: finalizaron el estudio un total de 29 pacientes (placebo, n = 10; quinua, n = 19). Se detectó en el grupo quinua procesada una disminución significativa en los valores de IMC (p < 0,05) y HbA_{1c} (p < 0,001) y un aumento en la sensación de saciedad y plenitud (p < 0,001). No se encontraron diferencias significativas en los niveles de GB desde el momento basal hasta el periodo postingesta.

Conclusiones: los resultados muestran que la quinua procesada disminuye el IMC y los niveles de HbA_{1c}, mantiene los niveles de GB y aumenta la sensación de saciedad y plenitud en pacientes prediabéticos.

Palabras clave:

Chenopodium quinoa.
Prediabetes. Diabetes mellitus tipo 2. Índice de masa corporal. Hemoglobina glicada. Saciedad. Plenitud.

Abstract

Introduction: Quinoa is a pseudocereal containing low glycemic index carbohydrates, dietary fiber, high biological value protein, phytosterols, and n-3 and n-6 fatty acids, which has generated interest in prediabetes nutritional interventions. This randomized (2:1), placebo-controlled, double-blind study evaluated the effects of processed quinoa on body mass index (BMI), glyated hemoglobin (HbA_{1c}), fasting plasma glucose (FPG) and the satiation and fullness (complete) degree in prediabetic patients.

Material and method: Thirty patients were randomized (2:1) in two study arms: Kuska Active product (processed quinoa) and placebo (maltodextrin), with an intake period of 28 days. BMI, HbA_{1c} and FPG were determined before starting treatment and at 28-day intake. Satiety and fullness sensation were just assessed by visual analog scale (VAS) at the day 28. ANOVA was performed for repeated measures with two factors to study (within-subject factor: time; intersubject factor: product consumed) to demonstrate the effectiveness of processed quinoa on the study variables.

Results: Twenty-nine patients (placebo, n = 10; quinoa, n = 19) completed the study, and the quinoa group shows a significant decrease in BMI (p < 0.05) and HbA_{1c} values (p < 0.001), and an increase in the satiation and fullness (complete) degree (p < 0.001). No significant differences were found in FPG levels from baseline to post-intake period.

Conclusions: The results show that processed quinoa intake during 28 days decreases BMI and HbA_{1c} levels, maintains FPG levels, and increases the satiation and fullness (complete) degree in prediabetic patients.

Key words:

Chenopodium quinoa.
Prediabetes. Type 2 diabetes mellitus. Body mass index. Glycated hemoglobin. Satiation. Complete.

Recibido: 14/12/2016

Aceptado: 14/05/2017

Abellán Ruiz MS, Barnuevo Espinosa MD, García Santamaría C, Contreras Fernández CJ, Aldegue García M, Soto Méndez F, Guillén Guillén I, Luque Rubia AJ, Quinde Rázuri FJ, Martínez Garrido A, López Román FJ. Efecto del consumo de quinua (*Chenopodium quinoa*) como coadyuvante en la intervención nutricional en sujetos prediabéticos. Nutr Hosp 2017;34:1163-1169

DOI: <http://dx.doi.org/10.20960/nh.843>

Correspondencia:

Francisco Javier López Román. Cátedra de Fisiología. Universidad Católica de Murcia. Campus de los Jerónimos, 135. 30107 Guadalupe, Murcia
e-mail: jlroman@ucam.edu

INTRODUCCIÓN

La salud humana y la seguridad alimentaria están actualmente en auge debido al crecimiento acelerado de la población, las enfermedades metabólicas, la esperanza de vida y el cambio climático. De este modo, se estima que la demanda de alimentos aumente entre el 70 y el 100% en 2050 con el crecimiento de la población humana y la esperanza de vida, todo ello asociado a las proporciones epidémicas que en la actualidad ya han alcanzado trastornos metabólicos como la diabetes y la obesidad (1). La diabetes mellitus tipo 2 (DM2) es actualmente una de las complicaciones principales de enfermedad cardiovascular, con una prevalencia global del 10% (2,3).

Según las estimaciones realizadas en diversos estudios, la prevalencia mundial de la diabetes evidencia un aumento considerable en las próximas décadas (4-7). El principal factor de riesgo para la DM2 es una condición denominada prediabetes. En España un 14,8% de la población adulta padece algún tipo de prediabetes (intolerancia a la glucosa [ITG], glucemia basal alterada [GBA] o ambas [ITG + GBA]) (8). La Organización Mundial de la Salud (OMS) y la American Diabetes Association (ADA) consideran el término prediabetes como una situación intermedia entre la glucemia basal normal y la diabetes. Según la OMS, esta situación intermedia está definida entre los márgenes de 110-125 mg/dl, y de 100-125 mg/dl según la ADA para la GBA (9,10). Para interpretar mejor el control metabólico de la diabetes, se están utilizando los niveles de hemoglobina glicada (HbA_{1c}), debido a que reflejan el promedio de la glucemia de los últimos 120 días. Sin embargo, no existe un consenso para definir la prediabetes en función de la hemoglobina glicada (HbA_{1c}) (11). La ADA (9) recomienda valores de HbA_{1c} de 5,7-6,4%, mientras que el grupo de trabajo de la OMS (10) estableció valores de 6-6,4% de HbA_{1c} (límite superior a la normalidad según el método DCCT/NGSP), tal como propone el National Institute for Health and Care Excellence (NICE) (12). Este organismo no ha aceptado un valor de diagnóstico de la HbA_{1c} para la prediabetes por no haber suficiente evidencia para recomendar un punto de corte determinado (13).

Las evidencias procedentes de estudios epidemiológicos sugieren que la obesidad y el exceso de peso constituyen uno de los factores de riesgo modificables más importantes para la evolución de prediabetes a diabetes (13). La mayoría de pacientes con DM2 tienen un elevado índice de masa corporal (IMC) o en su defecto presentan un cúmulo de grasa abdominal que origina cierto grado de resistencia a la insulina (11). Diversos estudios de intervención (14-18) concluyen que la conversión de ITG a DM2 puede retrasarse o evitarse realizando modificaciones en el estilo de vida, mediante un régimen terapéutico basado en la dieta y ejercicio, hecho que se ve reforzado por diversas revisiones sistemáticas halladas (19-22).

Los hidratos de carbono constituyen la principal fuente de energía de la alimentación humana. La quinua (*Chenopodium quinoa*) está ganando relevancia como alimento funcional y nutracéutico. Es un pseudocereal que posee hidratos de carbono de bajo índice glucémico (IG), proteínas de alto valor biológico (al contener 20 aminoácidos, incluidos los diez esenciales), vitaminas (tiamina,

riboflavina, niacina y vitamina E) y minerales (magnesio, potasio, zinc y manganeso). Es rica en fitoesteroles y ácidos grasos n-3 y n-6. Todo ello convierte a la proteína contenida en la quinua en la más completa de todos los cereales, lo que le permite competir con la proteína animal procedente de carne, leche y huevo. En comparación con el resto de cereales, la quinua tiene un menor nivel de grasa y un nulo contenido en colesterol (23-25).

Existe diversidad en especies de quinua y actualmente se postula como alternativa entre los alimentos de origen vegetal para reemplazar a la proteína animal. Además, la quinua puede ser consumida por personas con celiaquía ya que no contiene gluten (23-26). Este pseudocereal puede tener distintas formas de presentación, lo que permite su uso en una amplia variedad de productos. El auge en su exportación se debe a los atributos nutricionales excepcionales citados, su adaptabilidad agroecológica y su potencial contribución en la lucha contra el hambre, hecho que ha determinado la revisión de comités expertos en el estado actual de la cosecha y el cultivo de la quinua. Por ello, este pseudocereal puede determinar una línea de actuación importante en las estrategias diseñadas para alimentar adecuadamente a la creciente población mundial de manera sostenible (27).

Los alimentos con un elevado IG inducen una mayor respuesta insulínica. Esta respuesta hiperinsulínica posibilita una rápida captación de glucosa plasmática por parte de los tejidos que resulta en una hipoglucemia posprandial relativa. Este mecanismo favorece una ingesta calórica mayor y el consecuente aumento de peso. Por el contrario, aquellos productos con un menor IG, como la quinua, tienen un efecto saciante que ayudaría a favorecer el control del peso y contribuiría a la normalización del metabolismo de los glúcidos (28). Este efecto saciante está asociado a los alimentos con alto contenido en fibra alimentaria (29) y la quinua representa, según diversos estudios, una buena fuente de fibra dietética, con un rango de entre el 1,1% y el 16,3% de fibra. Este contenido es mayor que el del arroz (0,4%), el trigo (2,7%) o el maíz (1,7%) (30).

Por ello, el objetivo de este estudio es evaluar el efecto de la ingesta de la quinua procesada sobre el IMC, la HbA_{1c} , la GB, el grado de plenitud y saciedad en individuos con prediabetes.

MATERIAL Y MÉTODO

PARTICIPANTES

Se seleccionó una muestra de 29 voluntarios, de ambos sexos, prediabéticos (márgenes de glucemia basal alterada [GBA] según la ADA de 100-125 mg/dl) (5), de edad comprendida entre 35 y 75 años y sin tratamiento farmacológico para la diabetes o hipoglucemiantes. El protocolo del estudio y el formulario de consentimiento informado fueron aprobados por el Comité de Ética de la Universidad Católica de Murcia (UCAM). Los criterios de exclusión fueron: IMC mayor de 32 kg/m², realizar una actividad física con una frecuencia superior a dos veces por semana, y haber modificado los hábitos de realización de actividad física o los hábitos dietéticos hace un mes o hacerlo durante el estudio.

También fueron excluidos aquellos sujetos con diabetes, con cualquier enfermedad crónica de tipo metabólica, aquellas mujeres que estaban o pudieran estar embarazadas o en lactancia, o bien individuos con cualquier otra condición que el investigador considerase no apta para el estudio.

PROCEDIMIENTO

Este estudio clínico aleatorizado, controlado con placebo, doble ciego y unicéntrico, con dos grupos a estudio se llevó a cabo en la UCAM. El reclutamiento comenzó en enero de 2014 y el estudio finalizó en abril de 2014. Durante este periodo se realizaron tres reuniones con los individuos interesados en participar en el estudio, durante las cuales se les proporcionó una explicación verbal del procedimiento a seguir en el estudio, así como una hoja de información al paciente que contenía toda la información relevante citada verbalmente, conforme a las normas de buena práctica clínica y los principios éticos que tienen su origen en la Declaración de Helsinki. Finalmente, se reclutó a 35 individuos que cumplían todos los criterios de selección y que dieron su conformidad para participar en el estudio mediante la firma del consentimiento informado. De estos, cinco fueron retirados antes de ser aleatorizados, por tanto, 30 sujetos fueron incluidos en el estudio.

Los 30 individuos fueron aleatorizados de manera equilibrada y estratificada por sexo a uno de los dos grupos en estudio: grupo quinua procesada y grupo placebo, siguiendo la lista de aleatorización previamente generada. Dicha lista ha sido custodiada durante el desarrollo del estudio por personal del centro de investigación que no participaba directamente en la recogida de datos de las variables para así evitar la rotura del ciego.

La quinua procesada empleada en el estudio es una harina extrusionada elaborada por la empresa Alicorp, comercializada como Kuska Active, cuya composición nutricional se muestra en la tabla I. El placebo utilizado fue maltodextrina. Cada individuo recibió un total de 56 unidades de quinua procesada o de placebo. Dado que se trata de un estudio doble ciego, ambos productos

se presentaban en idénticos envases bicompartimentados de 20 gramos de quinua procesada o maltodextrina y 80 gramos de agua para mezclar hasta tener un producto homogeneizado listo para su consumo. Cada voluntario realizó dos ingestas diarias de quinua procesada o placebo (desayuno y comida) durante 28 días consecutivos. Dado que los productos en investigación fueron ingeridos por los sujetos en su casa, se les pidió que tras la finalización del estudio procedieran a la devolución del producto asignado al personal investigador para realizar el control del cumplimiento con la ingesta mediante contaje de las unidades devueltas. Este dato quedó registrado en el cuaderno de recogida de datos de cada participante, de manera que fue posible comprobar el porcentaje de cumplimiento.

En el momento basal (visita basal), antes de la ingesta de los productos en investigación se realizó una historia clínica para obtener información sobre los antecedentes patológicos, familiares y personales de cada voluntario.

Durante la visita basal y a los 28 días (visita final) de la intervención nutricional se determinó, mediante métodos estandarizados con instrumental calibrado y validado, el peso (kg) y la talla (m) de cada sujeto, la GB en ayunas, la HbA_{1c} (%), insulinemia basal (mU/ml) y control de ingesta de alimentos. El grado de saciedad y plenitud se determinó en la visita final respecto a la visita basal.

Todo el estudio se realizó conforme a la norma de buenas prácticas clínicas. Para garantizar la calidad de los datos se utilizó un cuaderno de recogida de datos (CRD) estandarizado donde se agruparon todos los datos de los sujetos a estudio que los investigadores cumplimentaron conforme a la norma de buenas prácticas clínicas.

La base de datos con los valores de las distintas variables fue validada mediante controles internos de consistencia. Las discrepancias se corrigieron hasta su completa validación.

Posteriormente, los datos fueron compilados en una base de datos SPSS v.18.0 mediante un proceso estandarizado de creación de bases de datos que facilitó el acceso a los datos para que estos pudieran ser comprobados de manera continua en cualquier fase del proceso de recogida, inserción o tratamiento de los mismos. Esta base de datos fue equipada con un sistema de doble entrada y filtros que previenen y detectan cualquier tipo de inconsistencia o error en la misma.

Tabla I. Composición nutricional de la quinua

	Quinua (<i>Chenopodium quinoa</i>)
Energía total (kcal)	382
Proteínas (g)	11,7
Grasas (g), de las cuales:	4,22
C18:2 (ácido cis-linoleico) (mg)	2.017,2
C18:3 (ácido cis-linolénico) (mg)	211
Fibra alimentaria (g)	8,50
Fitoesteroles (mg)	40,2

Cantidades por cada 100 gramos de producto.

DETERMINACIONES BIOQUÍMICAS

Los niveles de glucosa basal se determinaron mediante el método glucosa oxidasa/peroxidasa y las concentraciones de hemoglobina glicada se determinaron mediante el método de turbidimetría.

DETERMINACIONES ANTROPOMÉTRICAS

El peso y la talla de los participantes se midieron mediante una báscula de columna con tallímetro (seca®), con una precisión de $\pm 0,1$ kg, y el índice de masa corporal se calculó aplicando la

fórmula de Quetelec ($IMC = \text{peso [kg]} / \text{talla}^2 \text{ [m]}$). El valor del IMC se utilizó para determinar si un individuo era elegible o no para el estudio teniendo en cuenta los criterios de exclusión.

EVALUACIÓN DEL GRADO DE SACIEDAD Y PLENITUD

Cada sujeto del estudio realizó un registro de alimentos de 24 horas, durante los primeros tres días y los últimos tres días del estudio, para asegurar que no hubo variaciones significativas en la ingesta de macro y micronutrientes. Previamente, los voluntarios del estudio recibieron una formación del personal investigador para conseguir su correcta cumplimentación. De la misma forma que en el estudio realizado por Prieto y cols. (31), en este estudio se evaluó el grado de saciedad y plenitud en la última visita del estudio mediante una escala visual validada (escala visual analógica [EVA]). La escala EVA se valoró 30 minutos antes y 30 minutos después de una toma del producto quinua procesada o placebo (dependiendo del producto consumido por el sujeto durante el estudio).

PERFIL DE SEGURIDAD

El perfil de seguridad de los productos intervinientes en el estudio se evaluó mediante el registro de los acontecimientos adversos (AA) para determinar su posible relación con la ingesta de los productos en investigación y la evaluación de los parámetros bioquímicos en sangre.

El análisis bioquímico en sangre consistió en la determinación de las enzimas transaminasa glutámico oxalacética, transaminasa glutámico-pirúvica, gamma glutamil transpeptidas, lactato deshidrogenasa, de bilirrubina para la valoración de la función hepática, y de biomoléculas tales como urea y creatinina para la valoración de la función renal. Asimismo, se realizó un hemograma para la valoración de la serie roja, blanca y de plaquetas. Estos parámetros analíticos se analizaron al inicio del estudio (visita basal) y al final.

Además, los sujetos fueron instruidos para informar inmediatamente al equipo investigador de cualquier acontecimiento adverso que tuviera lugar a lo largo del estudio.

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

El análisis estadístico se llevó a cabo utilizando el software informático SPSS versión 18.0. Las condiciones de aplicación de los análisis estadísticos se verificaron previamente a los mismos. La normalidad fue contrastada mediante el test de Kolmogorov-Smirnoff y la homocedasticidad, mediante la prueba de Levene.

Las variables cuantitativas se describieron mediante la media y la desviación típica. Esta descripción se realizó para la muestra total y estratificada por grupo del estudio.

La homogeneidad de la población con respecto a variables demográficas, los antecedentes médicos y otros parámetros clínicos se analizaron basalmente. Para las variables cuantitativas se desarrollaron comparaciones de t de Student entre los dos grupos del estudio en caso de normalidad y se realizaron pruebas no paramétricas de U de Mann-Whitney en caso contrario.

Se realizó un análisis comparativo de la evolución de las distintas variables en ambos grupos. Para ello se efectuó un test paramétrico como ANOVA para medidas repetidas con un factor intrasujeto (tiempo) y un factor intersujeto (producto ingerido) o no paramétricas (Wilcoxon o Friedman) según las características propias de las variables a estudio.

En el conjunto de pruebas estadísticas el nivel de significación utilizado fue de 0,05.

RESULTADOS

Se evaluaron para elegibilidad un total de 35 sujetos (Fig. 1). Treinta sujetos que cumplían los criterios de inclusión y ninguno de exclusión fueron aleatorizados en proporción 2:1 (quinua procesada: placebo) en los dos grupos en estudio utilizando el programa informático Epidat.v4.1. Veintinueve voluntarios finalizaron el estudio, 19 en el grupo quinua procesada y diez en el grupo placebo, y se retiró un sujeto por voluntad propia antes de la aleatorización. La edad media de los individuos participantes en el estudio fue $59,5 \pm 10,7$ años y la distribución por sexo fue 14 mujeres y cinco varones en el grupo quinua procesada y seis mujeres y cuatro varones en el grupo placebo. Con respecto a las características basales y demográficas de los sujetos, ambos grupos eran homogéneos, sin diferencias significativas entre ellos.

En referencia al IMC (kg/m^2), al comparar la evolución temporal se observaron diferencias estadísticamente significativas entre las medias de IMC de ambos grupos ($p < 0,05$). Se detectó un descenso significativo del IMC de $0,183 \text{ kg}/\text{m}^2$ (0,7%) desde el momento basal hasta el momento postingesta en el grupo que consumió quinua procesada, mientras que en el grupo que consumió placebo el IMC aumentó $0,69 \text{ kg}/\text{m}^2$ (2,1%) de forma no significativa desde el momento basal hasta el momento postingesta (Tabla II).

Con respecto a la variable bioquímica hemoglobina glicada (%), no se hallaron diferencias estadísticamente significativas entre los grupos en estudio. Sin embargo, en ambos grupos tuvo lugar una reducción significativa de la HbA_{1c} . Además, se apreció un descenso mayor en el valor de HbA_{1c} en el grupo que consumió quinua procesada (0,245%; $p < 0,001$) con respecto al grupo que consumió placebo (0,161%; $p < 0,05$) desde el momento basal hasta el momento postingesta. Al analizar la evolución de los niveles de GB, no se apreciaron variaciones significativas en los resultados obtenidos en ambos grupos (quinua y placebo) desde el momento basal hasta el momento postingesta (Tabla III).

Con respecto a los aspectos relacionados con el grado de sensación de saciedad y plenitud de la EVA, se observaron diferencias significativas en el grado de sensación de saciedad entre ambos grupos ($p < 0,05$).

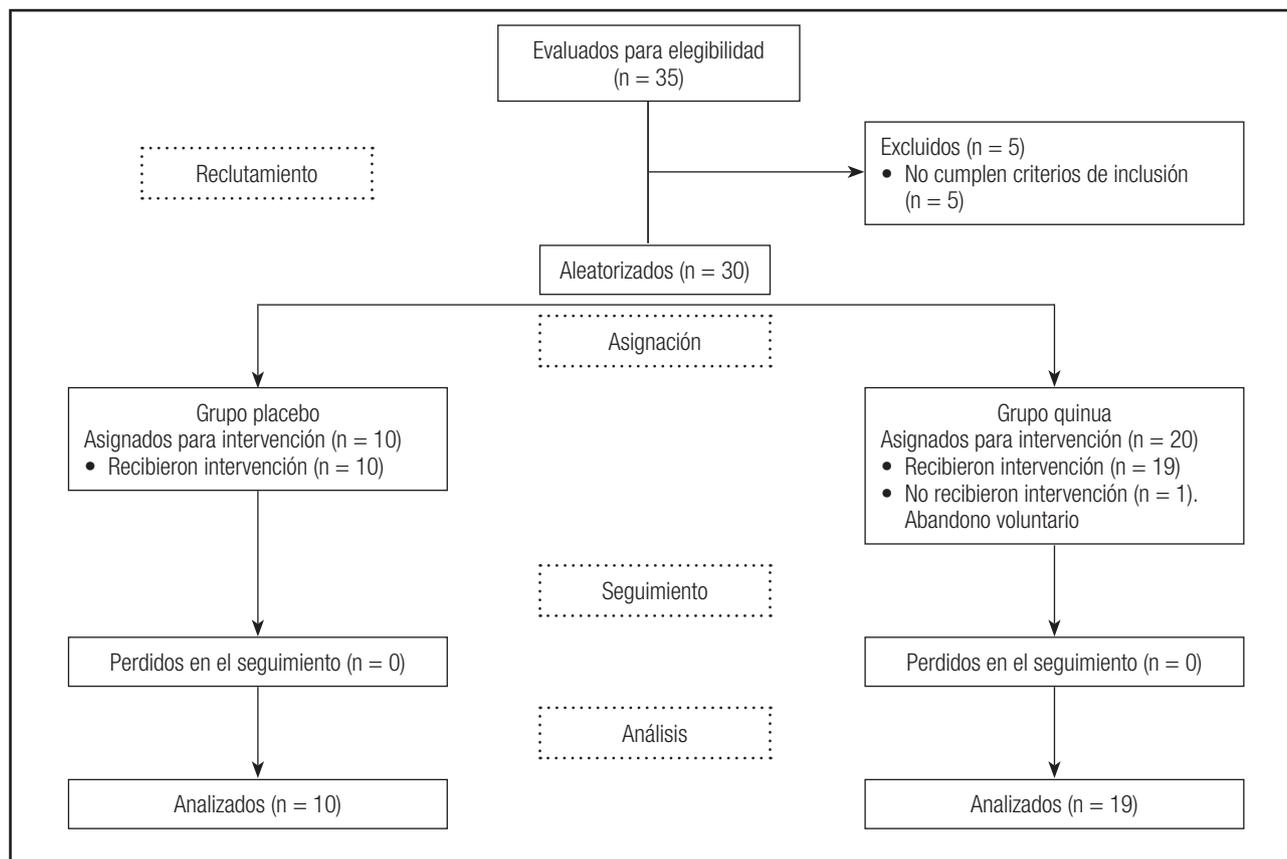


Figura 1.

Diagrama de consort.

Tabla II. Modificaciones del índice de masa corporal

IMC (kg/m ²)	Visita inicial	Visita final	p valor [#] tiempo x tratamiento
Quinua	27 ± 4,1	26,8 ± 4,2*	0,05
Placebo	26,4 ± 2,3	26,6 ± 2,2	

IMC: índice de masa corporal. Valores expresados como media ± desviación estándar (DE). *p < 0,05, diferencias significativas intragrupo (t de Student para muestras pareadas). #p < 0,05, diferencias significativas intergrupo (ANOVA).

Tabla III. Modificaciones de los paraámetros bioquímicos

Parámetros	Visita inicial	Visita final	p valor [#] tiempo x tratamiento
HbA _{1c} (%)			n.s.
Quinua	5,6 ± 0,45	5,3 ± 0,4**	
Placebo	5,6 ± 0,28	5,4 ± 0,31*	
GB (mg/dl)			n.s.
Quinua	105,37 ± 12,18	107,0 ± 11,61	
Placebo	101,9 ± 9,91	104,6 ± 9,08	

HbA_{1c}: hemoglobina glicada; GB: glucemia basal; n.s.: no significativo. Valores expresados como media ± desviación estándar (DE). *p < 0,05; **p < 0,01, diferencias significativas intragrupo (t de Student para muestras pareadas).

El resultado de la EVA para saciedad aumentó de forma significativa ($p < 0,001$) un total de 25,58 puntos (87,9%) en el grupo que ingirió quinua procesada mientras que en el grupo placebo el aumento fue de 5,3 puntos (18,1%) de forma no significativa desde el momento basal hasta el momento postingesta. De igual forma, se encontraron diferencias significativas en la evolución entre ambos grupos ($p < 0,05$) en el grado de plenitud, aumentando en el grupo quinua procesada 20,84 puntos (63,5%) de forma significativa ($p < 0,001$) y en el grupo placebo 3,2 puntos (9,1%) de forma no significativa, desde el momento basal hasta el momento post ingesta (Tabla IV).

Con respecto a la valoración de la seguridad, no se produjo ninguna reacción adversa en los voluntarios del estudio ni hubo cambios clínicamente relevantes en los parámetros bioquímicos evaluados.

DISCUSIÓN

Existe un creciente interés por la búsqueda de cereales y pseudocereales beneficiosos para la salud que influyen en una reducción de los factores de riesgo para el desarrollo de futuros trastornos (cardiovasculares, diabetes, etc.) y pueden sustituir a aquellos alimentos industrializados, aliados a un estilo de vida sedentario (32,33).

Son diversos los estudios que demuestran que la prevención mediante el control de glucemia es efectiva para mantener la salud del paciente (34). Terrés-Speziale (2006) (35) referenció tres estudios prospectivos, internacionales y multicéntricos sobre el manejo de la DM. Un primer estudio referenciado denominado United Kingdom Prospective Diabetes Study (UKPDS) demostró que el control para la estabilización de la glucemia reduce las complicaciones crónicas-degenerativas asociadas a la diabetes. En nuestro estudio se comprobó que se mantenía el control de la glucemia durante 28 días mediante la ingesta del producto quinua procesada. Por tanto, la incorporación de este producto a la dieta habitual podría contribuir al mantenimiento del perfil glucémico de los individuos. Un segundo estudio prospectivo (Diabetes Control and Complications Trial [DCCT]) realizado durante diez años para evaluar las complicaciones de la diabetes mellitus en Estados Unidos y Canadá sobre una muestra poblacional superior a 1.400 sujetos demostró que una reducción de los niveles de hemog-

lobina glicada del 2% minimiza la progresión de complicaciones microangiopáticas. En el tercer estudio prospectivo (Kumamoto Study on Optimal Diabetes Control in Type 2 Diabetic Patients), de ocho años de duración, sobre el control óptimo de la DM2 en población japonesa, se estableció que la meta terapéutica sobre el parámetro de hemoglobina glicada debía ser menor al 6,5% para disminuir la evolución de las complicaciones vasculares. Jenkins y cols. (2008) (36) llevaron a cabo un estudio clínico aleatorizado con pacientes diabéticos tipo 2 tratados con antidiabéticos orales para probar el efecto de una dieta con bajo IG (quinua incluida) o contenida en cereales ricos en fibra. Se realizó durante un periodo de seis meses el seguimiento de 210 pacientes divididos en dos grupos (dieta con cereales con un alto contenido en fibra o dieta con consumo de alimentos de bajo IG). Se observó una disminución mayor de la hemoglobina A_{1c} (HbA_{1c}) (-0,5%) en los pacientes que ingerían una dieta con bajo IG y un aumento en el colesterol HDL (1,7 mg/dl) de una manera estadísticamente significativa. Acorde con los resultados de la bibliografía, en nuestro estudio la Hgb_{1c} de los sujetos descendió un 0,24% después de 28 días de toma del producto a base de quinua procesada.

En la actualidad hay un creciente interés por las dietas elaboradas con alimentos de alto contenido en fibra alimentaria como puede ser el pseudocereal quinua, cuyo contenido en fibra dietética total varía entre 13,6 g y 16 g por cada 100 g de peso seco. Esto le confiere un efecto saciante que contribuye a disminuir la ingesta calórica y, por tanto, el IMC (37,38). Los datos obtenidos por Berti y cols. en 2004 (39) sugirieron que la quinua indujo un menor deseo de comer y una mayor sensación de saciedad después del consumo de diferentes productos sin la proteína gliadina. Dado que en nuestro estudio tiene lugar un aumento en el grado de sensación de saciedad y un descenso del IMC de los individuos que tomaron quinua procesada (0,183 kg/m² [07%]) respecto al grupo placebo, podemos deducir que la quinua podría contribuir a la prevención primaria de padecer DM2.

La quinua podría ser utilizada como un coadyuvante en la intervención nutricional de los pacientes prediabéticos ya que, en nuestro estudio, la ingesta diaria de 40 gramos de quinua durante 28 días disminuyó el índice de masa corporal, los niveles de hemoglobina glicada, mantuvo los niveles de glucosa basal, aumentó la sensación de saciedad y plenitud y demostró tener un perfil de seguridad óptimo en sujetos prediabéticos.

Tabla IV. Promedios de la EVA para el grado de saciedad y plenitud en la visita final

Medida EVA	Preingesta ^a	Post-ingesta [†]	p valor [#] tiempo x tratamiento
<i>EVA para saciedad</i>			
Quinua	29,1 ± 27,76	54,68 ± 29,21**	0,05
Placebo	29,3 ± 23,12	34,6 ± 28,95	
<i>EVA para plenitud</i>			
Quinua	32,84 ± 23,1	53,68 ± 31,6**	0,05
Placebo	35 ± 23,59	38,2 ± 27,95	

EVA: escala visual analógica. Valores expresados como media ± desviación estándar (DE). ^aPreingesta: 30 minutos antes de la ingesta del producto (quinua o placebo).

[†]Post-ingesta: 30 minutos después de la ingesta del producto (quinua o placebo). ** $p < 0,01$, diferencias significativas intragrupo (t de Student para muestras pareadas). [#] $p < 0,05$, diferencias significativas intergrupo (ANOVA).

Entre las limitaciones de la investigación es preciso mencionar la falta de datos sobre las formas de preparación (cocinado, horneado, etc.) y procesos como la masticación, que pueden alterar las propiedades fisiológicas del producto. Otra limitación de este estudio sería el número de voluntarios seleccionados. No obstante, los estudios encontrados realizados con quinua presentan, en su mayoría, un menor número de participantes.

En resumen, hasta la fecha se han realizado pocos estudios *in vitro* e *in vivo* con compuestos contenidos en quinua que prueben una eficacia basada en la evidencia. Además, paradójicamente, hay una necesidad justificada de demostrar su aplicación como alimento saludable mediante diseños metodológicos de estudios clínicos y el aumento de la investigación científica en este campo.

BIBLIOGRAFÍA

- Graf BL, Rojas-Silva P, Rojo LE, Delatorre-Herrera J, Baldeón, ME, Raskin I. Innovations in health value and functional food development of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). *Compr Rev Food Sci Food Safety* 2015;14(4):431-45.
- Greenwood DC, Threapleton DE, Evans CEL, Cleghorn CL, Nykjaer C, Woodhead C, et al. Glycemic index, glycemic load, carbohydrates, and type 2 diabetes. *Diabetes Care* 2013;36:4166-71.
- De Munter JSL, Hu FB, Spiegelman D, Franz M, Van Dam RM. Whole grain, bran, and germ intake and risk of type 2 diabetes: A prospective cohort study and systematic review. *Plos Med* 2007;4(8):1385-95.
- Shaw JE, Sicree RA, Zimmet PZ. Global estimates of the prevalence of diabetes for 2010 and 2030. *Diabetes Res Clin Pract* 2010;87:4-14.
- Whiting DR, Guariguata L, Weil C, Shaw J. IDF Diabetes Atlas: Global estimates of the prevalence of diabetes for 2011 and 2030. *Diabetes Res Clin Pract* 2011;94:311-21.
- Guariguata L, Whiting DR, Hambleton I, Beagley J, Linnenkamp U, Shaw JE. Global estimates of diabetes prevalence for 2013 and projections for 2035. *Diabetes Res Clin Pract* 2014;103(2):137-49.
- The InterAct Consortium. Dietary fibre and incidence of type 2 diabetes in eight European countries: The EPIC-InterAct Study and a meta-analysis of prospective studies. *Diabetologia* 2015;58:1394-408.
- Soriguer F, Goday A, Bosch-Comas A, Bordiú E, Calle-Pascual A, Carmena R, et al. Prevalence of diabetes mellitus and impaired glucose regulation in Spain: The Di@bet.es Study. *Diabetologia* 2012;55(1):88-93.
- American Diabetes Association. Diagnosis and classification of diabetes. *Diabetes Care* 2016;37(1):13-22.
- World Health Organization (WHO) 2006. Definition and diagnosis of diabetes mellitus and intermediate hyperglycaemia. Report of a WHO/IDF. Consultado: 15 dic 2014. Disponible en: http://whqlibdoc.who.int/publications/2006/9241594934_eng.pdf?ua=1
- Grundy SM. Pre-diabetes, metabolic syndrome, and cardiovascular risk. *J Am Coll Cardiol* 2012;59(7):635-43.
- NICE (2012). Preventing type 2 diabetes: Risk identification and interventions for individuals at high risk. NICE public health guidance 38. Consultado: 12 dic 2014. Disponible en: <http://www.nice.org.uk/guidance/ph38>
- Mata-Cases M, Artola S, Escalada J, Ezkurra-Loyola P, Ferrer-García JC, Fornos JA, et al. Consenso sobre la detección y el manejo de la prediabetes. Grupo de Trabajo de Consensos y Guías Clínicas de la Sociedad Española de Diabetes. *Aten Primaria* 2015;47(7):456-68.
- Estruch R, Ros E, Salas-Salvadó J, Covas MI, Corella D, Arós F, et al. Primary prevention of cardiovascular disease with a Mediterranean diet. *N Engl J Med* 2013;368(14):1279-90.
- Sagarra R, Costa B, Cabré JJ, Solà-Morales O, Barrio F, Grupo de Investigación DE-PLAN-CAT/PREDICE. Coste-efectividad de la intervención sobre el estilo de vida para prevenir la diabetes tipo 2. *Rev Clin Esp* 2014;214(2):59-68.
- Lindström J, Ilane-Parikka P, Peltonen M, Aunola S, Eriksson JG, Hemiö K, et al. Sustained reduction in the incidence of type 2 diabetes by lifestyle intervention: Follow-up of the Finnish Diabetes Prevention Study. *Lancet* 2006;368:1673-9.
- Li G, Zhang P, Wang J, Gregg EW, Yang W, Grong Q, et al. The long-term effect of lifestyle interventions to prevent diabetes in the China Da Qing Diabetes Prevention Study: A 20-year follow-up study. *Lancet* 2008;371:1783-90.
- Umpiérrez GE, Pasquel FJ. Primary prevention of type 2 diabetes by lifestyle intervention in primary care setting. *Rev Clin Esp* 2014;214(2):79-82.
- Franz MJ, Boucher JL, Rutten-Ramos S, VanWormer JJ. Lifestyle weight-loss intervention outcomes in overweight and obese adults with type 2 diabetes: A systematic review and meta-analysis of randomized clinical trials. *J Acad Nutr Diet* 2015;115(9):1447-63.
- Hernández G, Jiménez A, Bacardí M. Efecto de las dietas bajas en carbohidratos sobre la pérdida de peso y hemoglobina glucosilada en personas con diabetes tipo 2: revisión sistemática. *Nutr Hosp* 2015;32(5):1960-6.
- Dunkley AJ, Bodicoat DH, Greaves CJ, Russell C, Yates T, Davies MJ, et al. Diabetes prevention in the real world. Effectiveness of pragmatic lifestyle interventions for the prevention of type 2 diabetes and of the impact of adherence to guideline recommendations: A systematic review and meta-analysis. *Diabetes Care* 2014;37(4):922-33.
- Schellenberg ES, Dryden DM, Vandermeer B, Ha C, Korownyk C. Lifestyle interventions for patients with and at risk for type 2 diabetes: A systematic review and meta-analysis. *Ann Intern Med* 2013;159(8):543-51.
- Graf BL, Poulev A, Kuhn P, Grace MH, Lila MA, Raskin I. Quinoa seeds leach phytoecdysteroids and other compounds with anti-diabetic properties. *Food Chem* 2014;163:178-85.
- Hernández J. La quinua, una opción para la nutrición del paciente con diabetes mellitus. *Rev Cuba Endocrinol* 2015;26(3):304-12.
- Nowak V, Du J, Charrondiére UR. Assessment of the nutritional composition of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). *Food Chem* 2016;193:47-54.
- Stikic R, Glamoclija D, Demin M, Vucelic-Radovic B, Jovanovic Z, Milojkovic-Opsenica D, et al. Agronomical and nutritional evaluation of quinoa seeds (*Chenopodium quinoa* Willd.) as an ingredient in bread formulations. *J Cereal Sci* 2012;55(2):132-8.
- Zurita-Silva A, Fuentes F, Zamora P, Jacobsen SE, Schwember AR. Breeding quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.): Potential and perspectives. *Molecular Breeding* 2014;34(1):13-30.
- Gargallo M, Quiles J, Basulto J, Bretón I, Formiguera X, Salas-Salvadó J. Recomendaciones nutricionales basadas en la evidencia para la prevención y el tratamiento del sobrepeso y la obesidad en adultos (Consenso FESNAD-SEEDO): la dieta en la prevención de la obesidad (II/III). *Nutr Hosp* 2012;27(3):800-32.
- Berti C, Riso P, Brusamolino A, Porrini M. Effect on appetite control of minor cereal and pseudocereal products. *Br J Nutr* 2005;94:850-8.
- Álvarez-Jubete L, Arendt EK, Gallagher E. Nutritive value of pseudocereals and their increasing use as functional gluten-free ingredients. *Trends Food Sci Technol* 2010;21(2):106-13.
- Prieto D, Añez R, Rojas J, Bermúdez V. Efecto de la administración de una infusión acuosa de *Hibiscus Sabdariffa L* sobre el índice de masa corporal, apetito y saciedad en individuos con obesidad grado I. *Arch Venez Farmacol Ter* 2013;32(3):34-40.
- López Román J, Martínez González AB, Luque A, Pons Miñano JA, Vargas Acosta A, Iglesias JR, et al. The effect of a fibre enriched dietary milk product in coronary primary idiopathic constipation. *Nutr Hosp* 2008;23:12-9.
- Abellán- Ruiz MS, Barnuevo-Espinosa MD, Contreras-Fernández CJ, Luque-Rubia AJ, Sánchez Ayllón F, Aldeguer-García M, et al. Digestion-resistant maltodextrin effects on colonic transit time and stool weight: A randomized controlled clinical study. *Eur J Nutr* 2015;1-9.
- Anselmino M, Ohrvik J, Malmberg K, Standl E, Rydén L. Glucose lowering treatment in patients with coronary artery disease is prognostically important not only in established but also in newly detected diabetes mellitus: A report from the EuroHeart Survey on Diabetes and the Heart. *Eur Heart J* 2008;29:177-84.
- Terrés-Speziale A. Evaluación de tres estudios internacionales multicéntricos prospectivos en el estudio y manejo de la diabetes mellitus. *Rev Mex Patol Clin* 2006;53(2):104-13.
- Jenkins DJA, Kendall CWC, McKeown-Eyssen G, Josse RG, Silverberg J, Booth GL, et al. Effect of a low-glycemic index or a high-cereal fiber diet on type 2 diabetes: A randomized trial. *JAMA* 2008;300(23):2742-53.
- Repo-Carrasco-Valencia R, Serna LA. Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) as a source of dietary fiber and other functional components. *Ciencia Tecnología Alimentos* 2011;19(1):225-30.
- Farinazzi-Machado FMV, Barbalho SM, Oshiiwa M, Goulart R, Pessan O. Use of cereal bars with quinoa (*Chenopodium quinoa* W.) to reduce risk factors related to cardiovascular diseases. *Food Sci Technol (Campinas)* 2012;32(2):239-44.
- Berti C, Riso P, Monti LD, Porrini M. En la digestibilidad del almidón *in vitro* y la respuesta de la glucosa *in vivo* de los alimentos sin gluten y sus homólogos en gluten. *Eur J Nutr* 2004;43(4):198-204.