

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE CIENCIAS FARMACÉUTICAS Y
BIOQUÍMICAS



EVALUACIÓN DE LA ACTIVIDAD HIPOGLICEMIANTE
DE FIBRA DIETÉTICA PRESENTE EN QUINUA
(*Chenopodium quinoa*), AMARANTO (*Amaranthus caudatus*)
Y TARWI (*Lupinus mutabilis*) EN MODELOS
EXPERIMENTALES

Tesis de Grado presentada para la obtención del Grado de Magister Scientiarum en Bromatología

POR: Lic. VERÓNICA PAMELA CANELAS ESPINOZA

TUTOR(ES): Ph.D. DR. EDUARDO GONZALES DÁVALOS

LA PAZ – BOLIVIA

Julio, 2018

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE CIENCIAS FARMACÉUTICAS Y
BIOQUÍMICAS



**EVALUACIÓN DE LA ACTIVIDAD HIPOGLICEMIANTE DE
FIBRA DIETÉTICA PRESENTE EN QUINUA (*Chenopodium
quinoa*), AMARANTO (*Amaranthus caudatus*) Y TARWI (*Lupinus
mutabilis*) EN MODELOS EXPERIMENTALES**
POR: Lic. VERÓNICA PAMELA CANELAS ESPINOZA

Aprobación de la tesis:

Ph.D. DR. EDUARDO GONZALES DÁVALOS

LA PAZ – BOLIVIA

Julio, 2018

DEDICACIÓN

A mi madre, la Dra. Amalia Espinoza, sin cuyo apoyo, tesón y sostén, no habría podido llegar hasta esta etapa en mi vida.

AGRADECIMIENTOS

A la Dra. Segurondo por su confianza, paciencia y apoyo incondicional en esta etapa.

Al Dr. Gonzales por su colaboración, apoyo y paciencia.

Al Instituto de Investigaciones Farmaco-bioquímicas y a todos sus componentes por abrirme las puertas y poder realizar el trabajo en sus ambientes. Al Proyecto de Investigación ASDI “Diabetes Tipo 2, Nuevas Terapias” que se realiza en el Área de Farmacología, por la oportunidad de colaborar con el mismo en la realización de este trabajo.

A todos los docentes que a lo largo de mi época Universitaria me brindaron su apoyo y colaboración, especialmente a la Dra. Amelia Guzmán por su confianza.

A mi familia, por su colaboración y apoyo constante.

TABLA DE CONTENIDOS

	Página
1. Resumen/Summary	10
2. Introducción	15
3. Objetivos	18
4. Hipótesis	19
5. Desarrollo teórico	19
6. Método y materiales	36
7. Resultados	44
8. Conclusiones	79
9. Referencias Bibliográficas	84
10. Anexos	87

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES Y CUADROS

TABLAS:

Tabla 1: Composición nutricional de alimentos. Fuente: Ministerio de Salud y Deportes (2010)

Tabla 2: Resumen de resultados de la determinación de Fibra dietaria en los alimentos estudiados

Tablas 3-7: Actividad hipoglicemiante de los diferentes alimentos, blanco y control positivo

Tabla 8: Promedios de Actividad Hipoglicemiante de los diferentes cereales, blanco y control positivo a diferentes tiempos

Tablas 9-13: Curva de tolerancia a la Glucosa de los diferentes cereales, blanco y control positivo

Tabla 14: Promedios de Curva de tolerancia a la Glucosa de los diferentes cereales, blanco y control positivo a diferentes tiempos

GRAFICAS:

Gráfica 1: Comparación de la cantidad de fibra dietaria de los productos en estudio tomando en cuenta el promedio y desviación estándar (GraphPad Instat)

Gráfica 2: Comparación a diferentes tiempos de la Actividad Hipoglicemiante de los cereales en estudio, blanco y control positivo

Gráfica 3: Comportamiento de la Actividad hipoglicemiante de los cereales en estudio, blanco y control positivo

Gráfica 4: Comparación de la Actividad Hipoglicemiante a las 0 horas (GraphPad Instat)

Gráfica 5: Comparación de la Actividad Hipoglicemiante a las 2 horas (GraphPad Instat)

Gráfica 6: Comparación de la Actividad Hipoglicemiante a las 4 horas (GraphPad Instat)

Gráfica 7: Comparación de la Actividad Hipoglicemiante a las 4 horas (GraphPad Instat)

Gráfica 8: Comparación a diferentes tiempos de la Curva de tolerancia a la Glucosa de los cereales en estudio, blanco y control positivo

Gráfica 9: Comportamiento de la Curva de tolerancia a la Glucosa de los cereales en estudio, blanco y control positivo

Gráfica 10: Comparación de la Curva de tolerancia a la Glucosa a los -210 minutos (GraphPad Instat)

Gráfica 11: Comparación de la Curva de tolerancia a la Glucosa a los 0 minutos

(GraphPad Instat)

Gráfica 12: Comparación de la Curva de tolerancia a la Glucosa a los 30 minutos

(GraphPad Instat)

Gráfica 13: Comparación de la Curva de tolerancia a la Glucosa a los 60 minutos

(GraphPad Instat)

Gráfica 14: Comparación de la Curva de tolerancia a la Glucosa a los 120 minutos

(GraphPad Instat)

FIGURAS:

Figura 1: Datos estadísticos de la comparación de la cantidad de Fibra dietaria en los productos en estudio (GraphPad Instad)

Figura 2: Datos estadísticos de la comparación de la Actividad Hipoglicemiante a las 0 horas (GraphPad Instad)

Figura 3: Datos estadísticos de la comparación de la Actividad Hipoglicemiante a las 2 horas (GraphPad Instad)

Figura 4: Datos estadísticos de la comparación de la Actividad Hipoglicemiante a las 4 horas (GraphPad Instad)

Figura 5: Datos estadísticos de la comparación de la Actividad Hipoglicemiante a las 6 horas (GraphPad Instad)

Figura 6: Datos estadísticos de la comparación de la Curva de tolerancia a la Glucosa a los 210 minutos antes (GraphPad Instad)

Figura 7: Datos estadísticos de la comparación de la Curva de tolerancia a la Glucosa a los 0 minutos (GraphPad Instad)

Figura 8: Datos estadísticos de la comparación de la Curva de tolerancia a la Glucosa a los 30 minutos (GraphPad Instad)

Figura 9: Datos estadísticos de la comparación de la Curva de tolerancia a la Glucosa a los 60 minutos (GraphPad Instad)

Figura 10: Datos estadísticos de la comparación de la Curva de tolerancia a la Glucosa a los 120 minutos (GraphPad Instad)

1. RESUMEN

En Bolivia se tiene muy pocos estudios sobre los efectos “nutracéuticos” de los alimentos, especialmente de los típicos de nuestra región y por los que somos reconocidos a nivel mundial, como la Quinoa, el Amaranto, el Tarwi. etc; éstos alimentos presentan propiedades "nutracéuticas", que de ser comprobadas científicamente podrían ser utilizadas en la prevención o como coadyuvantes en el tratamiento de algunas enfermedades crónicas, como la Diabetes.

En la actualidad se ha tomado en cuenta con mayor frecuencia éstos alimentos nativos por sus propiedades nutricionales, las cuales también son reconocidas a nivel mundial, lo que ha permitido una elevada exportación principalmente de Quinoa en sus diferentes subtipos y variedades. Sin embargo, también debemos tomar en cuenta las propiedades “nutracéuticas” que podrían aumentar el valor agregado de los mismos, permitiendo no sólo que sean considerados como Nutritivos, sino también por sus propiedades terapéuticas (medicinales), es decir, que el consumo de éstos pueda mejorar el estado de salud de pacientes con alguna enfermedad crónica, mejorar el estilo de vida de la población, y/o prevenir la aparición de éstos problemas de salud.

Para que los alimentos tengan estas propiedades medicinales (actuar como alimento funcional), deben contener en su composición algún “principio activo”, que en realidad

es un compuesto, al cual se le confiere la denominación de “nutracéutico”. Cuando se trata de la fibra dietaria presente en un alimento, el cual podría tener un efecto sobre la glicemia o sobre la absorción de carbohidratos podríamos asumir la denominación de nutracéutico, y el alimento funcional en este caso sería el alimento que contiene éste compuesto. Además, se ha demostrado en trabajos previos que el consumo de alimentos ricos en fibra, ayudan a las personas que sufren de Diabetes a mejorar su condición.

Es importante evaluar si la fibra es la responsable de éstos efectos, no solo por lo que implica contar con un alimento que pueda ser considerado como medicamento y/o "funcional" y poder utilizarlo en el tratamiento de pacientes con enfermedades como la Diabetes, sino porque nuestro país es uno de los principales productores de éstos alimentos y buscamos a su vez mejorar su valor agregado en el consumo, producción y exportación.

En el presente trabajo se determina la cantidad de fibra soluble e insoluble, es decir, fibra cruda y dietaria (respectivamente) que contienen los alimentos en estudio, siguiendo el método validado por la AOAC en el caso de la Fibra cruda, y utilizando el Kit y el método descrito por SIGMA para la determinación de Fibra dietaria, que consiste en una secuencia de tratamientos enzimáticos. Además, se evalúa el efecto Hipoglicemiante de la Fibra presente en estos alimentos, mediante modelos experimentales que consisten en ensayos de “Actividad Hipoglicemiante” y de “Curva

de tolerancia a la glucosa” realizadas con Ratones albinos de la especie *Mus musculus* de la cepa Balb/c.

Los resultados obtenidos muestran un efecto hipoglicemiante en los tres casos, analizados en modelos experimentales de cada alimento frente a grupos controles negativos y positivos, observados en la medición de concentración sanguínea de glucosa o Glicemia, para evaluar éste efecto; la cual se realiza mediante la medición con Glucómetros y tiras reactivas, con muestras tomadas de la cola del animal a los diferentes tiempos y siguiendo los métodos y procedimientos establecidos en cada uno de los casos.

Palabras clave: Diabetes, hipoglicemiante, nutracéutico, Alimento funcional, Quinoa, Amaranto, Tarwi, Fibra cruda, Fibra dietaria, Glicemia, Glucómetro.

SUMMARY

There is very little information in Bolivia about the nutraceutical effects of food that is produced in here, especially of those that are unique of these region and for those we are universal recognized, such as Quinoa, Amaranth, Tarwi, and others; these have nutraceutical properties, and if its scientifically proven could be used in prevention or like adjuvant in treatment of chronic diseases, like Diabetes.

Currently it has been taken into account with greater frequency the consumption of these native food for its nutritional properties, wich are too universally recognized, and because of these are sending a lot to other countries, especially Quinoa in different subtypes and varieties. However, we must also taken into account the nutraceutical properties that could improve its value, doing not only that these been considered like nutritive, but also by its medical properties, it means that the consumption of these food could improve the health of patients with a chronic disease, the life style of population, and to prevent the appereance of these health problems.

For that food have these properties (acting like drugs or functional food), it must have in its composition some “active principle”, wich is a component that give the denomination of nutraceutical. In case is the fiber present in food that could have the effect over the glycemia or over the abpsortion of carbohydrates, we can presume that these food is

Functional. It has been proved in previous investigations that que consumption of fiber rich food help patients that has Diabetes to improve its condition.

In this research work is determined by the amount of soluble and insoluble fiber, it means, raw an dietary (respectively) thath these food in study contains, following AOAC validated method in case of Raw Fiber, and using a SIGMA kit for determination of Dietary Fiber, that consist in a enzymatic treatments secuency. Besides, its checking the hipoglycemic effect of fiber in these food, through “Hipoglycemic activity” and “Curve of glucose tolerance” assays, developed with Mus musculos specie an Balb/c strain mice.

The results obtained has shown a possitive hipoglycemic effect in the three cases, analyzing too the positive and negative controls effect, and taken into account the different times of meditation of blood glucose, to prove this effect, wich is developed through Glucometers and reactive strips, with samples taken from the tale of animal at different times and following established procedures and methods for each one of the cases.

Keywords: Diabetes, hypoglycemiant, nutraceutical, Functional Food, Quinoa, Amaranth, Tarwi, Raw Fiber, Dietary Fiber, Glycemia, Glucometer.

2. INTRODUCCIÓN

En los últimos años se ha brindado más atención a la alimentación y a la calidad de ésta en las poblaciones, además de los efectos que pueden tener los alimentos consumidos por las personas, lo que es algo crucial en la vida de los seres vivos, ya que los alimentos que consumimos podrían tener un efecto negativo en el organismo, pero el efecto positivo que provocan va mucho más allá de una simple nutrición y mantenimiento del estado de salud, o simplemente para permitir a nuestro organismo seguir adelante cumpliendo con las funciones vitales. Estos efectos positivos, además de los nutricionales, son los que debemos conocer para tener una visión más amplia de lo que debemos consumir en mayor cantidad y el porqué, tomando en cuenta además el efecto que pueden tener en los pacientes que necesiten de éstos alimentos para mejorar su estado de salud, como parte de su tratamiento en la enfermedad, o simplemente para aquellas personas que quieran prevenir la aparición de enfermedades.

La calidad de los alimentos producidos en nuestro país es muy diversa, la mayoría de estos alimentos no han sido tomados en cuenta hasta ahora, a pesar de su valor nutritivo, así como por sus efectos nutracéuticos, en el consumo rutinario de la población, principalmente por el desconocimiento de estos efectos para los que consuman dichos alimentos. Entre éstos están los cereales, tubérculos, leguminosas, etc., que son producidos en cantidades importantes en nuestro país, y que tienen requerimientos y características ambientales específicas para su desarrollo.

La Quinoa y el Amaranto son pseudocereales utilizados en nuestro país en la preparación de muchos platos tradicionales, también en la elaboración de muchos alimentos, como suplementos alimenticios en diferentes presentaciones; son alimentos con alto valor nutricional por lo que pueden ser utilizados por la población en general, en diferentes etapas de la vida. Sin embargo, se conoce muy poco sobre estas propiedades en nuestro medio, es por eso que se necesita de investigaciones sobre la composición, y los efectos medicinales y/o funcionales.

En la composición de estos alimentos, está presente la fibra dietética, cuyas propiedades sobre la glicemia han sido reportadas en estudios realizados previamente, por ejemplo "la habilidad de las FRF's (fracciones ricas en fibra) de absorber glucosa y reducir la actividad de amilasa, lo cual implica que pueden ayudar en el control post-prandial de niveles de glucosa sérica" (Chi-faiChau y col. 2004). También se ha reportado que el tratamiento a largo plazo con cantidades aumentadas de alimentos ricos en fibra han mejorado la glucosa en sangre y reducido el número de eventos Hipoglicémicos en pacientes con diabetes tipo I.

Rohbarch y col. describieron los cambios en la estructura general y química del tejido renal como el de la membrana base glomerular. Uno de estos tipos de cambios fue la reducción y sulfatación de los glico-conjugados y glucosaminoglicanos heparan sulfatos, los cuales juegan un papel muy importante en la estructura renal y su función. (Chilkunda, 2003).

Existen ensayos preclínicos que se realizan con animales de experimentación, que incluyen métodos validados para la determinación de la actividad hipoglicémica, curva oral de tolerancia a la glucosa, y otros. Los procedimientos están descritos en revistas científicas internacionales y otras, como el reportado en un estudio realizado con drogas de Vietnam, para determinar dicha actividad. (NguyenKhanhHoa, Dao Van PHan, 2009)

3. OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL:

Evaluar la actividad hipoglicemante de la fibra dietética presente en Quinoa (*Chenopodium quinoa*), Amaranto (*Amaranthus caudatus*) y Tarwi (*Lupinus mutabilis*) en modelos experimentales.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Determinar la cantidad de Fibra total presente en Alimentos a base de Quinoa, Amaranto y Tarwi.
- Obtener la Fibra dietaria presente en Alimentos a base de Quinoa, Amaranto y Tarwi mediante procedimientos de extracción de la misma.
- Evaluar la actividad hipoglicemante de la Fibra dietética presente en Quinoa, Amaranto y Tarwi mediante Ensayos experimentales de Actividad Hipoglicemante y la prueba de Curva de tolerancia a glucosa con animales de experimentación.

4. HIPÓTESIS

Hi: Los compuestos como la Fibra dietética presentes en Quinoa, Amaranto y Tarwi tienen una actividad hipoglicemiante.

Ho: Los compuestos como la Fibra dietética presentes en Quinoa, Amaranto y Tarwi no tienen una actividad hipoglicemiante.

5. DESARROLLO TEÓRICO

5.1 NUTRACÉUTICO

Srinivasan et al. (2008) definen a los nutraceuticos como “bioactivos naturales que favorecen la salud, evitan enfermedades, poseen propiedades medicinales y ejercen algún efecto positivo en la salud humana”. En los alimentos pueden estar una gran variedad de compuestos bioactivos: en frutas, hortalizas, bebidas corrientes, semillas de cereales y legumbres, frutos secos, aceites, productos marinos, plantas medicinales y productos de herboristerías.

Los nutraceuticos se definen también como suplementos dietéticos, presentados en una matriz no alimenticia (píldoras, cápsulas, polvo, etc.), de una sustancia natural bioactiva concentrada, presente usualmente en los alimentos y que, tomada en dosis superior a la existente en esos alimentos tienen un efecto favorable sobre la salud mayor que el que

podría tener el alimento normal. Por tanto, la diferencia entre éstos y los medicamentos, son que los medicamentos suelen ser productos de síntesis y no tienen origen biológico natural. (Luengo F. 2007)

En el caso de las propiedades “farmacológicas”, que en realidad son “nutracéuticas”, pueden variar de acuerdo a varios aspectos, dependiendo de su procedencia y/o origen, en la cantidad de los componentes activos en el alimento. Además se debe tomar en cuenta la cantidad de compuestos tóxicos que contienen los alimentos, ya que todos contienen también este tipo de componentes, es por eso que se considera que la cantidad de compuestos nutracéuticos debe ser mayor a la de compuestos tóxicos para que éste alimento pueda ser considerado como un Alimento Funcional. Un Alimento Funcional se define como aquel que es consumido como parte de la dieta diaria, y capaz de producir efectos metabólicos o fisiológicos, útiles en el mantenimiento de una buena salud física y mental, en la reducción del riesgo de enfermedades, además de sus funciones nutricionales básicas. (Luengo, b)

Al igual que en el caso de los fármacos o principios activos que contienen los medicamentos, uno de los aspectos importantes es la biodisponibilidad, la cual es la relación que existe entre la cantidad que se consume con la cantidad del compuesto que es aprovechado por el organismo, es decir, la “cantidad de la sustancia que se absorbe y circula por el organismo” (Srinivasan et al. b).

5.2 FIBRA

5.2.1 FIBRA CRUDA

“La fibra cruda es el residuo orgánico insoluble comestible que queda después de tratar la muestra en las condiciones descritas: tratamientos consecutivos con petróleo ligero, ebullición con ácido sulfúrico diluido, ebullición con hidróxido de sodio diluido, con ácido clorhídrico diluido, con alcohol y con éter” (Ronald et.al. 1999)

La fibra cruda es un conjunto de componentes que incluyen principalmente celulosa, lignina y hemicelulosa en un alimento. Las cantidades de cada una de estas sustancias varían de acuerdo a las condiciones empleadas en el método de determinación, es por eso que es importante tomar en cuenta los datos estrictos de un método validado para ésta determinación. Además se debe tomar en cuenta la presentación del alimento, es decir, si el alimento se trata de un cereal, vegetal, etc., y la composición nutricional, ya que los tratamientos podrían degradar componentes que queremos cuantificar.

5.2.2 FIBRA DIETARIA/DIETÉTICA

Günter Vollmer et. al. (1990) ya definieron a la fibra dietaria como el residuo orgánico de los alimentos de origen vegetal, que no es hidrolizado por los jugos digestivos del tracto gastrointestinal y que puede descomponerse sólo en parte en el intestino grueso. Ya que el organismo expulsa la mayoría de éstos compuestos, sin embargo ahora se

consideran como hidratos de carbono no digeribles con una función de soporte de las paredes celulares y tejidos de las plantas.

La Fibra dietaria es la parte de los alimentos, principalmente plantas que se pueden consumir, que resiste la digestión enzimática y absorción en el intestino delgado, y que además sufren fermentación parcial o total en el intestino grueso del organismo. La composición química de este tipo de fibra es diversa, puede contener polisacáridos, oligo-sacáridos como los Fructooligosacáridos (FOS) y lignina, principalmente.

Srinivasan et al. definen a la fibra dietaria como los componentes de la pared celular de las plantas, principalmente la celulosa u otros polisacáridos distintos al almidón y la lignina. Se debe tener en cuenta, que la diferencia principal con la fibra cruda es que son polímeros no digeribles, por lo que no únicamente componentes naturales de alimentos podrían ser considerados como fibra dietaria sino también algunas gomas que se añaden para proporcionar las propiedades funcionales. La característica más importante en este caso es que sea una sustancia que no se digiera en el intestino delgado.

También se puede incluir dentro de esta fibra a los oligosacáridos no digeribles, por ejemplo rafinosa y estaquiosa. Éstos, junto con los polisacáridos pueden ser clasificados en diferentes grupos: aquellos digeribles, entre los que están incluidos la mayoría de los productos compuestos por almidón; aquellos parcialmente digeribles como la amilosa

retrogradada o almidón resistente; o aquellos que no son digeribles, esencialmente todos los demás polisacáridos.

En el metabolismo de los polisacáridos se produce la hidrólisis o rompimiento de enlaces hasta llegar a monosacáridos, que es el único material que se absorbe y aprovecha en el organismo, ya que es el que puede absorberse a través de la pared del intestino dando como resultado la D-glucosa durante la digestión de los polisacáridos. Aquellos carbohidratos que no se convierten en monosacáridos por la acción de las enzimas del intestino delgado pueden metabolizarse por microorganismos del intestino grueso dando como resultado ácidos de bajo peso molecular que pueden absorberse parcialmente y de esta manera sí podrían ser aprovechados en el organismo para la producción de energía. Por esta razón los carbohidratos de varios pesos moleculares pueden ser calóricos, parcialmente calóricos y no calóricos, tomando en cuenta su capacidad de aprovechamiento en el organismo. Los materiales que comúnmente componen los alimentos naturales y que son considerados como nutritivos son restos de células vegetales que tienen la capacidad de resistir a la acción hidrolítica de las enzimas digestivas. Entre estos materiales se incluye la celulosa, hemicelulosa, pectina y lignina.

Una de las propiedades por las que la fibra dietética es importante para el consumo es porque mantiene el funcionamiento normal del tracto gastrointestinal, al aumentar el volumen intestinal, es decir fecal, reduciendo el tiempo de tránsito intestinal y de ésta manera coadyuvando en el impedimento de una situación de estreñimiento; por esta

razón, éste componente de los alimentos ha tomado mucha importancia en nutrición, y ahora se está investigando otros efectos que podrían ampliar su valor e importancia, como su capacidad de inducir la saciedad, lo que explica que sea muy buena en pacientes que necesitan de una dieta específica para bajar de peso, o mejorar problemas de estreñimiento crónico, y en éste trabajo se busca evaluar su actividad hipoglicemiante al reducir el nivel de glicemia en el organismo.

“Cuando se consume con los alimentos, los B-glucanos reducen los niveles de glucosa postprandial y la respuesta de insulina, es decir, moderan el nivel glicémico tanto en individuos normales como en diabéticos” (Srinivasan et al., c). Este efecto está relacionado con la viscosidad que brindan a los alimentos, como característica clave para su efecto.

Aquellos alimentos que son ricos en fibra deben tener un proceso de masticación más a fondo y durante un tiempo más largo, ya que esta situación provoca una mayor secreción de saliva y favorece la digestión previa; la saliva alcalina también impide una sobreacidificación del bolo alimenticio. Debido al mayor tiempo de permanencia del bolo alimenticio en el estómago si se toma en cuenta ésta característica, la fibra dietaria da lugar a una rápida sensación de saciedad, la cual se prolonga durante más tiempo. Además, “si se consume una dieta rica en fibra, se retrasa la degradación de todos los hidratos de carbono, por lo que el contenido en azúcar en la sangre se incrementa más lentamente (Günter Vollmer et. al. 1990)

En cuanto a las necesidades diarias de la fibra dietética no se han establecido cantidades de ésta para la especie humana, pero debido a las funciones que cumple la fibra dietética desde la boca hasta el intestino grueso, se han determinado valores empíricos, entre los cuales está que debe duplicarse la ingesta media actual, que se encuentra entre 15 a 20g al día, y de la cual al menos la mitad debe provenir de cereales o de verduras y frutas. Además se considera que las hemicelulosas de los cereales favorecen a la digestión por lo que se recomienda que al menos el 50% de fibra dietaria consumida diariamente provenga de cereales y productos derivados.

Los alimentos más ricos en fibra son las legumbres, seguidos de los productos derivados de cereales y pan integral. Es importante tener una alimentación equilibrada por lo que la ingestión de fibra dietética procedente de frutas y verduras frescas, porque contienen sobre todo pectina, que capta gran cantidad de agua.

El hecho de que los alimentos contienen almidón y azúcares además de la fibra dietaria, hacen que el nivel sérico de glucosa aumente más lentamente y que la sensación de hambre demore en aparecer nuevamente, esto debería ayudar de forma significativa a las personas con sobrepeso y a aquellas conscientes de las calorías; esto es especialmente importante para los diabéticos, porque una alimentación rica en fibra puede disminuir sus necesidades de insulina. (Günter Vollmer et al., b) En las dietas que se toman en

cuenta para diabéticos es común incluir el consumo de fibra como suplemento alimenticio, es decir de forma independiente añadida a la consumida en los alimentos.

Cameán y Repetto (2006) explicaron los efectos de la fibra dietaria en el organismo, entre los cuales está el efecto protector sobre el cáncer de colon, mas consistentemente de la procedente de frutas y verduras, dado que realizan una dilución del carcinógeno en el colon; también permiten una mayor velocidad de tránsito intestinal, aumentando el volumen fecal e impidiendo la absorción de procarcinógenos intestinales en la mucosa; afectan a la producción de ácidos biliares fecales directamente o a través de la modificación de la composición y actividad metabólica de la flora intestinal y son capaces de reducir el pH del colon por aumento de la fermentación y producción de ácidos grasos de cadena corta.

5.3 QUINUA

La quinua, *Chenopodium quinoa*, es un quenopodio herbáceo, anual, de hasta 2m de alto. Sus semillas son redondas, aplastadas y ricas en almidón, por lo que es un alimento básico importante en la zona de Los Andes. Es importante conocer que antes de consumirlas, se debe eliminar las saponinas que se encuentran en la testa, es decir, hay que quitarles el amargor a las semillas con un baño de lejía, tostado y pelado (proceso de industrialización de la quinua). (Srinivasan et al., d)

Debido a la importancia que fue adquiriendo en el requerimiento de los mercados y el aumento de la demanda en mercados de EEUU y en Alemania, la producción de éste alimento nativo se incrementó considerablemente. “La composición del grano es muy parecida a la de los cereales, siendo incluso superior su contenido de sustancias nobles: almidón 55-65%, proteína 10-18%, grasa 4,5-9%. En comparación con los cereales, la quinua presenta un elevado contenido en proteínas, que son de alto valor biológico por su contenido en aminoácidos esenciales, principalmente lisina, isoleucina y treonina. Además del contenido bastante elevado de grasa, más del 50% de los ácidos grasos está en forma de ácido linoleico. En relación a los minerales, la quinua contiene cantidades considerables de calcio, magnesio, potasio y hierro. Por todo lo expuesto, los platos que contienen quinua son óptimos para una alimentación sana, principalmente para los vegetarianos. Debido a la falta de gluten, los productos molidos de quinua solo pueden emplearse en panadería junto con harinas panificables”. (Srinivasan et al., e).

La quinua es una planta alimenticia que se considera un pseudo-cereal con propiedades nutricionales importantes por la cantidad y la calidad de proteínas, lípidos y carbohidratos que tiene. “Los granos de quinua tienen un nivel promedio de proteína de 14,6% valor mucho mayor a los valores de otros cereales como la avena, arroz y cebada; además son ricos en aminoácidos esenciales como Histidina y Lisina. El nivel promedio de lípidos está en 5,6%, conteniendo ácidos grasos esenciales como el Linoleico y γ -linolénico. Su promedio de carbohidratos es de 61%, principalmente almidón, además de

minerales como Calcio, Fósforo, Hierro y vitaminas como α -tocoferol y γ -tocoferol”.

(Quiroga, 2011)

Alimento	Energía	Proteína	Grasa	C.H.	Ca	P	He	Vit. A
<i>Medida</i>	<i>Kcal</i>	<i>G</i>	<i>g</i>	<i>g</i>	<i>µg</i>	<i>mg</i>	<i>mg</i>	<i>mg</i>
Carne	140	20,21	6.26	0.82	12.3	189.7	3.70	6.09
Mantequilla	718	1.31	76.06	11.51	18.00	24.00	0.30	189.00
Huevo	132	13.52	7.50	2.49	74.00	161.00	3.40	134.00
Leche	60	60.00	2.86	4.62	195.8	96.60	0.30	15.90
Queso	365	25.16	26.7	6.03	482.41	305.96	0.7	112.7
Sésamo	598	-----	-----	-----	950.8	591.70	10.00	-----
Lenteja	357	24.06	0.87	63.26	67.00	3.56	3.76	0.00
Poroto	350	22.02	1.04	63.11	118.25	254.9	8.845	9.2
Trigo	353	12.40	1.59	72.34	55.60	237.30	3.68	0.00
Amaranto	382	13.20	7.00	76.50	249.30	459.00	6.60	0.00
Cañahua	352	14.06	3.88	65.15	128.20	361.00	12.80	0.00
Maca	372	18.10	7.59	-----	475.00	189.90	31.70	0.00
Quinoa	374	12.46	6.32	66.91	119.30	275.20	5.70	0.00

Tabla 1: Composición nutricional de alimentos
Fuente: Ministerio de Salud y Deportes (2010)

“Los granos de quinua tienen formas diferentes: cónicas, cilíndricas y elipsoidales; su tamaño está por debajo de 2,6mm de diámetro y pueden ser de diferente color: blanco, amarillo, rosado, café y negro. En este pseudo-cereal se pueden identificar el endosperma, el perisperma y el episperma”. (Quiroga, b)

“La quinua se constituye en un cultivo estratégico para contribuir a la seguridad y soberanía alimentaria debido a: su calidad nutritiva, su amplia variabilidad genética, su adaptabilidad y su bajo costo de producción. El cultivo de la quinua se constituye en una alternativa para que los países que tengan limitaciones en la producción de alimentos, y por lo tanto se ven obligados a importarlos o recibir ayuda alimentaria, puedan producir su propio alimento”. (LA QUINUA: CULTIVO MILENARIO PARA CONTRIBUIR A LA SEGURIDAD ALIMENTARIA MUNDIAL, 2011)

Es importante tener en cuenta que para las poblaciones incluir proteínas de alta calidad en sus dietas generalmente constituye un problema, especialmente en las que el consumo de éstas de tipo animal es escaso y se debe obtener proteínas de cereales, leguminosas y otros granos. “Aun cuando el aporte energético de estos alimentos es adecuado, las concentraciones insuficientes de aminoácidos esenciales (AAE) pueden contribuir a aumentar la prevalencia de la desnutrición”. (LA QUINUA: CULTIVO MILENARIO PARA CONTRIBUIR A LA SEGURIDAD ALIMENTARIA MUNDIAL, 2011)

Una característica fundamental de la quinua es que su composición es rica en los aminoácidos lisina y azufrados, mientras que las proteínas de otros cereales son deficientes en estos aminoácidos. Además los carbohidratos de las semillas de quinua contienen entre un 58 y 68% de almidón y un 5% de azúcares, lo que la convierte en una fuente óptima de energía que se libera en el organismo de forma lenta por su importante cantidad de fibra (Llorente J.R., 2008).

“Cabe destacar que la quinua contiene fibra dietaria, es libre de gluten y además contiene dos fitoestrógenos, daidzeína y genisteína, que ayudan a prevenir la osteoporosis y muchas de las alteraciones orgánicas y funcionales ocasionadas por la falta de estrógenos durante la menopausia, además de favorecer la adecuada actividad metabólica del organismo y la correcta circulación de la sangre”. (LA QUINUA: CULTIVO MILENARIO PARA CONTRIBUIR A LA SEGURIDAD ALIMENTARIA MUNDIAL, 2011)

En cuanto a la cantidad de fibra, la quinua tiene el 6% del peso total del grano y “es la que hace que la ingesta de quinua favorezca el tránsito intestinal, regule niveles de colesterol, estimule el desarrollo de flora bacteriana beneficiosa y ayude a prevenir el cáncer de colon”, la quinua tiene la propiedad de absorber agua y permanecer más tiempo en el estómago por lo que de esta forma se logra saciedad con poca cantidad de este cereal. (LA QUINUA: CULTIVO MILENARIO PARA CONTRIBUIR A LA SEGURIDAD ALIMENTARIA MUNDIAL, 2011)

5.4 AMARANTO

“El amaranto , *Amaranthus caudatus*, es una especie que alcanza gran desarrollo en suelos fértiles; en algunos casos supera los 2 metros de altura. Generalmente tiene un solo eje central, aunque también se presentan ramificaciones desde la base y a lo largo del tallo”. (Peralta, E. 2003).

Es una planta muy eficiente en la fijación de Dióxido de carbono, además se caracteriza por no presentar foto-respiración y tener un bajo empleo de agua para producir la misma cantidad de follaje que los cereales. (FAO, 1992), (Nieto, 1990).

El rango de adaptación que tiene el amaranto va desde el nivel del mar hasta los 2.800 m de altitud, sin embargo, las especies que mejor comportamiento presentan a altitudes superiores a los 1.000 m. son *A. caudatus* y *A. quitensis*. “el cultivo no tolera bajas de temperatura, peor las heladas”. (Nieto, b).

Es un cultivo que necesita la humedad adecuada en el suelo durante la germinación de las semillas y el crecimiento inicial. Estas especies productoras de grano pueden dar cosechas aceptables en ambientes con 300 o 400 mm de precipitación anual. (Nieto, c).

“Cuando la época es muy lluviosa, es preferible colocar las semillas a un costado del surco para evitar el arrastre de estas o un tapado excesivo por acción de las lluvias.

También se puede hacer siembras mecánicas, utilizando las sembradoras de hortalizas o de pastos como alfalfa o trébol. La densidad de siembra varía entre 2 y 6 Kg/ha, cuando la siembra es mecanizada y hasta 10 Kg/ha, cuando es manual”. (Monteros et al., 1994).

5.5 TARWI

El tarwi, *Lupinus mutabilis*, tiene una gran diversidad genética con una amplia variabilidad en la arquitectura de la planta, adaptación a suelos, precipitación, temperatura, altitud y periodo vegetativo. Se produce en las regiones de Bolivia, Ecuador y Perú. Hasta el momento se han identificado 83 especies del género *Lupinus*. Desde el punto de vista alimenticio, medicinal, ritual, cultural. (Jacobsen, 2016).

“Es susceptible al exceso de humedad y moderadamente susceptible a la sequía durante la floración y envainado. No tolera las heladas en las fase iniciales y en la formación de vainas, aunque algunos ecotipos cultivados en el Altiplano y a orillas del Lago Titicaca tienen mayor resistencia al frío” (Jacobsen, 2016).

Las semillas son excepcionalmente nutritivas. Las proteínas y aceites constituyen más de la mitad de su peso, algunos estudios muestran que la cantidad de proteína varía de 41-51% y el aceite de 14-24% (Gross et al. 1988). Los resultados del análisis bromatológico dieron a conocer que el tarwi posee 7.65% de fibra cruda. (Jacobsen, 2016)

5.6 DIABETES

La diabetes es una enfermedad metabólica grave, que se presenta cuando el cuerpo no produce cantidades suficientes de insulina o no puede utilizar la insulina que produce. La insulina es una hormona que controla la cantidad de azúcar (denominada *glucosa*) en la sangre. Un nivel alto de azúcar en la sangre puede ocasionar problemas en muchas partes del cuerpo.

Diabetes tipo 1

En este tipo de diabetes, el cuerpo no produce insulina. Generalmente comienza durante la niñez o juventud tardía, aunque puede presentarse a cualquier edad. El tratamiento consiste en la aplicación diaria de inyecciones de insulina o en el uso de una bomba de insulina, más el seguimiento de un plan de alimentación especial.

Diabetes tipo 2

En este tipo de diabetes, el cuerpo produce insulina pero no puede utilizarla de manera adecuada. El tipo 2 puede prevenirse en forma parcial y por lo general se debe a una mala alimentación y a la falta de ejercicio físico, aunque, también, la herencia es determinante. Generalmente comienza después de los 40 años de edad, pero puede presentarse antes. El tratamiento incluye actividad física, régimen de reducción de peso y una planificación especial de las comidas. Las personas con diabetes tipo 2 pueden necesitar insulina, pero si la dieta y el ejercicio no son suficientes para controlar la

enfermedad, en la mayoría de los casos se les receta medicamentos en distintas formas farmacéuticas de (*hipoglucémicos*). La diabetes tipo 2 es la más habitual.

Cuando la diabetes no está bien controlada, el nivel de azúcar en la sangre aumenta, fenómeno conocido como *hiperglucemia*. Un nivel alto de azúcar en la sangre puede provocar problemas en muchas partes del cuerpo, especialmente: riñones, corazón, vasos sanguíneos, ojos, pies, nervios. La diabetes también puede provocar presión arterial alta y endurecimiento de las arterias (proceso denominado *arteriosclerosis*). Dichos factores pueden originar enfermedades cardíacas y vasculares. (National Kidney Foundation, 2007).

Las concentraciones de glucosa en sangre se mantienen normalmente dentro de un rango debido a la acción de la insulina, una hormona que estimula la utilización de glucosa por los tejidos. La intolerancia a la glucosa resulta de la incapacidad de regular la glucosa en sangre, con el resultado de que las concentraciones de glucosa tienden a ser demasiado altas. Se llama diabetes mellitus al estado en que la regulación de glucosa en sangres se altera hasta el punto de que aparecen síntomas clínicos. Hay dos tipos principales, la diabetes insulino-dependiente, que se origina por un fallo en la producción de insulina y la diabetes no-insulino-dependiente, en la cual se produce insulina pero los tejidos son resistentes a ella y tienen alterada su capacidad para hacer uso de la insulina disponible. Esto conduce a una mayor producción de insulina por parte del páncreas en un intento de salvar este obstáculo, y en el desarrollo de hiperinsulinemia. Esta condición está

asociada con la obesidad, altas concentraciones de triacilgliceroles como VLDL, hipertensión, y un incremento a la tendencia a desarrollar arteriosclerosis. Mientras que antes la diabetes se consideraba como una enfermedad del metabolismo de los carbohidratos, actualmente se sabe que un metabolismo graso defectuoso es igualmente importante. La principal implicación práctica ha sido un cambio radical en el tipo de dietas para la diabetes. Las dietas extremadamente bajas en carbohidratos no son tan aconsejadas como lo fueron, aunque se enfatiza que cualquier aumento en el contenido de carbohidratos debería contener altas proporciones de carbohidratos complejos (almidón) y polisacáridos no digeribles (fibra dietética). Las principales medidas son reducir la ingesta de energía total para evitar la obesidad y aumentarlas proporciones de ácidos grasos poliinsaturados para controlar la hiperlipoproteinemia. (Günter Vollmer et al., c)

Además de los casos citados, hay estudios que relacionan la presencia de determinados tipos de grasa en la dieta con otras enfermedades tales como el cáncer, enfermedades inflamatorias y alergias, y desordenes del comportamiento. Los resultados en la mayoría de los casos no son del todo concluyentes y se continúa trabajando en ellos. (Günter Vollmer et al., d)

6. MÉTODO Y MATERIALES

6.1 DETERMINACIÓN DE LA COMPOSICIÓN DE QUINUA, AMARANTO Y TARWI EN FIBRA DIETARIA

MATERIALES

- Crisoles o cápsulas de porcelana
- Vasos de precipitado de 100 o 150 ml (altos)
- Pipetas 1 ml, 5 ml y 10 ml
- Propipeta
- Matraz aforado 50 ml
- Matraz aforado 1 L
- Lámina de aluminio
- Embudo
- Papel filtro

REACTIVOS

- Buffer fosfato pH 6
- NaOH 0,275N
- HCl 0,325M
- Etanol 95%
- Etanol 78%
- Acetona p.a.

- Kit Fibra dietaria SIGMA (el cual contiene las enzimas necesarias: alfa amilasa, proteasa, amiloglucosidasa)

EQUIPOS

- Mufla
- Estufa
- Desecador
- pHmetro
- Desecador
- Baño de agua (Baño Maria)

MÉTODO

- 1) Tratamiento de los crisoles: se lavó a fondo los crisoles, se colocó 1 hora a 525°C y se enfrió. Se remojó y enjuagó con agua y luego se secó al aire. Se añadió 0,5g de célite a cada crisol y se secó a 130°C hasta peso constante (una hora o más). Se enfrió en desecador y se pesó con precisión de 0,1mg. Se registró este peso como “crisol+célite” o W1. Se conservó en desecador hasta que se necesite.
- 2) Se pesaron 4 muestras de 1g cada una en Vasos de precipitado de 100ml altos
- 3) Se añadió 50 ml de solución Buffer fosfatos (pH 6)
- 4) Se añadió 0,1 ml de alfa amilasa a cada muestra
- 5) Se colocó una lámina de aluminio a cada vaso y llevar a Baño de agua hirviendo, se agitó a intervalos de 5 minutos e incubar 15 minutos después que alcance una temperatura de 95°C
- 6) Se enfrió al ambiente

- 7) Se ajustó el pH a $7,5 \pm 0,2$ con aproximadamente 10 ml de NaOH 0,275N. Se verificó el pH y ajustar con HCl 0,325M si es necesario
- 8) Se preparó la proteasa a 50 μ g/ml en buffer fosfato. Se añadió 0,1ml a cada vaso
- 9) Se cubrió con lámina de aluminio y se colocó a baño de agua a 60°C con agitación continua por 30 minutos luego que llegue a esa temperatura
- 10) Se enfrió al ambiente
- 11) Se ajustó el pH entre 4-4,6 con aproximadamente 10 ml de HCl 0,325M
- 12) Se añadió 0,1 ml de amiloglucosidasa
- 13) Se cubrió con lámina de aluminio y colocar a baño de agua a 60°C por 30 minutos
- 14) Se añadió 4ml de etanol 95%
- 15) Se dejó las muestras toda la noche para permitir la precipitación
- 16) Se realizó la filtración húmeda y redistribuir el célite en cada crisol utilizando alcohol al 78%. Se aplicó succión suave para dibujar en el célite frito como una colchoneta. Se mantuvo la succión suave y transferir el precipitado y la suspensión de cada vaso a su crisol respectivo. Se lavó el residuo con 3 porciones de 20 ml de etanol al 78%, 2 porciones de 10 ml de etanol al 95% y 2 porciones de 10 ml de acetona.
- 17) Se secó los crisoles que contienen residuos de noche en un horno de 105°C o en el horno a 70°C
- 18) Se enfrió todos los crisoles en un desecador, pesar con precisión de 0,1mg y registrar este peso como “residuo+ célite + crisol” o W2

19) Se analizó los residuos de 2 muestras y 2 especies en blanco para determinar la cantidad de proteínas mediante el análisis de Nitrógeno por el método Kjeldaljh, tal como el procedimiento que determina la AOAC. Usar 6,25 como factor de conversión, excepto cuando se conoce el contenido de Nitrógeno en la muestra de proteína.

20) Se incineró el residuo en el crisol de las otras 2 muestras y 2 blancos durante 5 horas a 525°C, se enfrió en desecador, pesar con precisión de 0,1mg y registrar este peso como “cenizas + crisol+célite” o W3

Para determinar la cantidad de Fibra dietaria se utilizaron los datos obtenidos y la siguiente fórmula:

Peso del residuo (R): $W2 - W1$

Peso cenizas (A): $W3 - W1$

$B = R_{\text{blanco}} - P_{\text{blanco}} - A_{\text{blanco}}$

$$\% \text{TDF} = \frac{R_m - P_m - A_m - B}{SW} \times 100$$

Donde: TDF: Fibra dietética total

R: Peso promedio de residuo (mg)

P: Peso promedio de proteína (mg)

A: Peso promedio de cenizas (mg)

SW: Peso promedio cantidad de muestra (mg)

6.2 VERIFICACIÓN DE LA ACTIVIDAD HIPOGLICEMIANTE Y LA CURVA DE TOLERANCIA A LA GLUCOSA

MATERIAL

- Jeringas de insulina
- Cánulas con extremo de plástico (fabricadas con mangueras de sueros)
- Viales
- Tiras reactivas para medición de glucosa

REACTIVOS

- Agua embotellada
- Fibra de quinua extraída
- Fibra de Tarwi extraída
- Fibra de Amaranto extraída
- Glibenclamida 5mg

EQUIPOS

- Balanza analítica
- Glucómetro marca

MÉTODO

Los animales fueron proporcionados por el Bioterio de la Facultad de Ciencias Farmacéuticas y Bioquímicas, y divididos en 5 grupos de 10 animales cada uno. Los extractos serán disueltos en un vehículo que contiene agua embotellada. El vehículo solo

servirá como control negativo, el extracto de fibra extraída de los cereales estará en una concentración de 200 mg/ml.

El grupo I son ratones normales tratados con el vehículo, como control negativo

El grupo II son ratones tratados con el extracto de fibra de Quinoa

El grupo III son ratones tratados con extracto de fibra de Tarwi

El grupo IV son ratones tratados con Glibenclamida (5mg/Kg), como control positivo

El grupo V son ratones tratados con extracto de fibra de Amaranto

La medición de valores de glicemia será realizada mediante el uso de tiras reactivas, tomando la muestra de sangre de la cola del animal de experimentación. Todos los tratamientos se administraron oralmente, mediante cánulas fabricadas para evitar el taponamiento de las mismas y el desgarre de tejido faríngeo en los animales de experimentación.

Se realizará el ensayo de “Actividad Hipoglicemiante” con cada uno de los grupos en la primera semana de tratamiento, y en la segunda y última semana del tratamiento se realizará un ensayo de “Curva de tolerancia a la Glucosa” utilizando los mismos grupos de ratones.

PROCEDIMIENTO

ACTIVIDAD HIPOGLICEMIANTE

Para determinar la Actividad Hipoglicemiante de los extractos de fibra extraídos mediante la extracción de fibra total con el método validado por la AOAC (Asociación Oficial de Químicos Agrícolas) (ya que la extracción de la Fibra dietaria es un método que resulta con la extracción de cantidades muy pequeñas de ésta y además que ésta resulta o calcinada o utilizada en la determinación de Proteínas totales en la muestra, es decir, no se podría utilizar para la aplicación en un ensayo con animales de experimentación); se clasifican los 5 grupos determinados de 10 animales cada uno y se programa el procedimiento.

Se inicia el procedimiento temprano en la mañana, ya que los tiempos en los que se realiza la extracción de las muestras sanguíneas para la determinación de glucosa son: 0, 2, 4 y 6 horas después de administrado el extracto, el blanco o el control positivo.

NOTA: en este caso no se necesita que el animal esté en ayunas y tampoco se le priva de la alimentación; es decir, el animal continúa con su alimentación a base de pellets (alimentación exclusiva de los ratones utilizados).

CURVA DE TOLERANCIA A LA GLUCOSA

Para determinar la Curva de tolerancia a la glucosa y el efecto que tienen los extractos de fibra se programa el procedimiento en un día diferente al de la anterior prueba, utilizando los mismos grupos de animales.

Se inicia el procedimiento temprano en la mañana, sin embargo, en este caso es necesario que los animales estén en una situación de ayuno por lo menos de 8 horas antes. Se inicia la primera toma de muestra 210 minutos antes de la administración de la Glucosa (3g/Kg peso) y del extracto, blanco o control positivo. Posteriormente se realiza la toma de muestras a los siguientes tiempos: 0, 30, 60 y 120 minutos, siguiendo el procedimiento establecido.

NOTA: luego de realizada esta prueba se sigue con la eutanasia de los animales, siguiendo los protocolos de ética y Manejo correcto de animales de experimentación en cualquier investigación científica. En este caso se utilizó cámaras de gas.

7. RESULTADOS

7.1 DETERMINACIÓN DE LA CANTIDAD DE FIBRA DIETARIA EN LOS ALIMENTOS UTILIZADOS EN EL TRABAJO

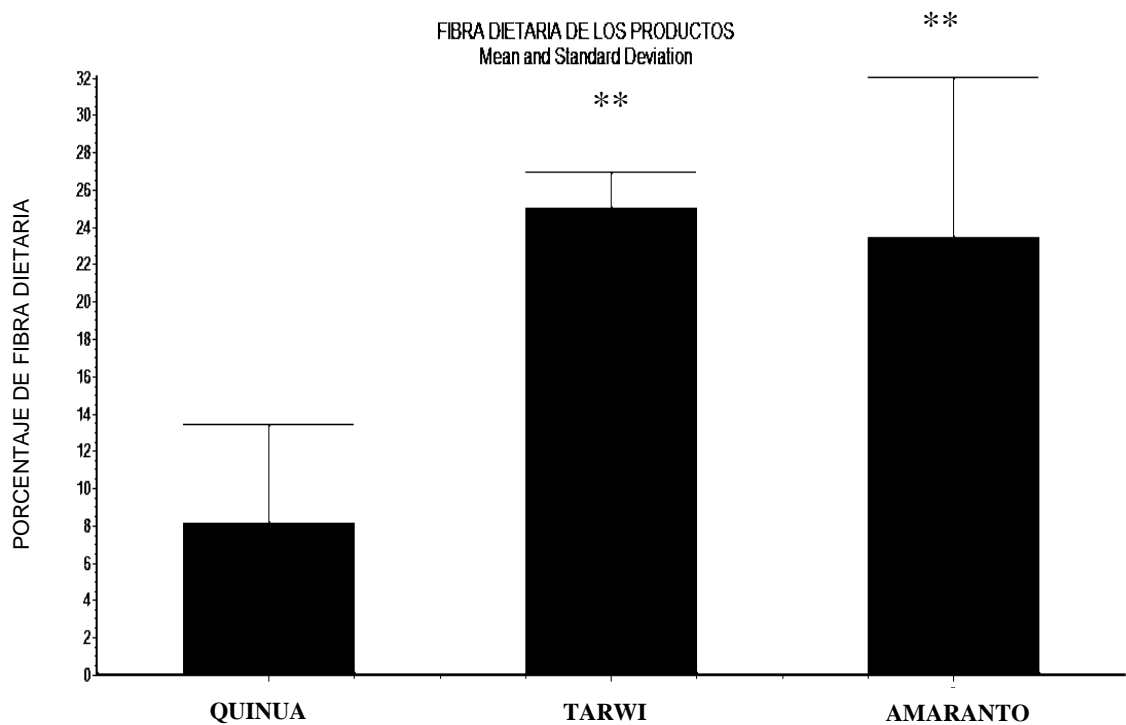
# EXP.	DATO	QUINUA		AMARANTO		TARWI		BLANCO	
1	W1 (g)	38,3361	40,5819	36,2620	38,3373	38,3640	35,1267	36,2614	40,8082
	W2 (g)	38,6207	40,8148	36,4105	38,4768	38,6715	35,4165	36,3022	40,8546
	W3 (g)	38,3102	40,5500	36,2642	38,3399	38,3381	35,1053	36,2260	40,78115
	R (mg)	284,6	233	148,5	139,5	1310,5	289,8	40,8	46,4
	P (mg)							0	0
	A (mg)	-25,9,g	-31,8mg	2,2	2,6	977,1	-21,4	-35,4	-26,7
	SW (mg)	1004,025	1005,6	1009,2	1000,1	1005,4		0	0
	%TDF							-----	-----
2	W1 (g)	43,2266	37,7802	43,3764	41,1683	41,2060	34,9698		
	W2 (g)	43,3520	37,9112	43,7735	41,4793	41,5078	35,2723		
	W3 (g)	43,2274	37,7812	43,2329	41,2081	41,2170	34,9790		
	R (mg)	125,4	131	358,6	311	301,8	302,5		
	P (mg)	300,73	278,65	103,84	103,59	56,65	57,21		
	A (mg)	0,8	1	-143,5	39,8	11	9,2		
	SW (mg)	1005,9	1007,7	1004,6	1024,2	1008,2	1009		
	%TDF	-18,05	-14,75	39,64	16,36	23,22	23,4		
3	W1 (g)	34,9707	41,2009	35,0456	37,7790	37,7848	43,2278		
	W2 (g)	35,1109	41,3328	35,4189	38,1266	38,1862	43,5296		
	W3 (g)	34,9715	41,2016	35,0862	37,7256	37,7959	43,2343		
	R (mg)	140,2	131,9	373,3	347,6	301,4	301,8		
	P (mg)	307,81	298,36	85,55	108,67	45,74	59,27		
	A (mg)	0,8	0,7	40,6	-56,4	11,1	6,5		
	SW (mg)	1006,1	1004,4	1016,9	1027,2	1004,1	1003,7		
	%TDF	-16,74	-16,64	24,3	17,77	24,36	23,52		
X	%TDF	-16,54		20,33		23,62		-----	

Tabla 2: Resumen de resultados de la determinación de Fibra dietaria en los alimentos estudiados

MÉTODO ESTADÍSTICO: Anova de una vía:

El valor de P es 0.0013, considerado *muy significativo*

Comparison	Difference	q	P value
QUINUA vs TARWI	-16.853	6.319	** P<0.01
QUINUA vs AMARANTO	-15.268	5.725	** P<0.01
TARWI vs AMARANTO	1.584	0.5941	ns P>0.05



Gráfica 1: Comparación de la cantidad de fibra dietaria de los productos en estudio tomando en cuenta el promedio y desviación estándar (GraphPad Instat)

GraphPad InStat - [G:\resultados estadísticos finales\fibra dietaria.ISD]

File Edit Data Steps Window Help

Title FIBRA DIETARIA DE LOS PRODUCTOS

	Group A	Group B	Group C	Group D	Group
Col. title	QUINUA	TARWI	AMARANTO		
Mean	8.1512	25.004	23.4196		
Standard deviation (SD)	5.322	1.989	8.626		
Sample size (N)	5	5	5		
Std. error of mean(SEM)	2.380	0.8894	3.858		
Lower 95% conf. limit	1.544	22.535	12.711		
Upper 95% conf. limit	14.758	27.473	34.128		
Minimum	5.076	23.880	9.198		
Median (50th percentile)	5.820	24.150	27.570		
Maximum	17.630	28.550	30.340		
Normality test KS	0.4240	0.4327	0.2848		
Normality test P value	0,0036	0,0026	>0.10		
Passed normality test?	No	No	Yes		

Figura 1: Datos estadísticos de la comparación de la cantidad de Fibra dietaria en los productos en estudio (GraphPad Instad)

INTERPRETACIÓN:

Los resultados obtenidos nos muestran que en el caso de la cantidad de Fibra dietaria presente en los cereales estudiados, el Tarwi es el con mayor porcentaje, al tener en promedio 25,004%; le sigue el Amaranto con 23,42% y finalmente está la Quinoa con 8,15%. En este caso el Tarwi es el que presentaría mejor Actividad Nutracéutica (Hipoglicemiante) que los demás cereales, lo que se observará más adelante.

Además, según el análisis estadístico se puede observar que la diferencia entre la cantidad de Fibra dietaria entre los tres cereales en estudio, principalmente entre la quinoa y los otros dos es *Muy significativo*.

7.2 DETERMINACIÓN DEL EFECTO HIPOGLICEMIANTE DE LOS EXTRACTOS DE FIBRA DE QUINUA, AMARANTO Y TARWI; UTILIZANDO ANIMALES DE EXPERIMENTACIÓN

ACTIVIDAD HIPOGLICEMIANTE

TABLA 3: ACTIVIDAD HIPOGLICEMIANTE GRUPO 1 (CONTROL NEGATIVO)				
RATON	GLICEMIA (mg/dL)			
	0h	2h	4h	6h
1	148	125	138	62
2	133	143	143	180
3	152	133	159	124
4	54	226	152	140
5	199	181	233	223
6	229	179	173	241
7	154	129	237	197
8	218	181	187	162
9	133	194	225	146
10	223	206	254	162
X	164	170	190	164

TABLA 5: ACTIVIDAD HIPOGLICEMIANTE GRUPO 3 (EXTRACTO TARWI)				
RATON	GLICEMIA (mg/dL)			
	0h	2h	4h	6h
1	182	167	153	158
2	116	136	142	111
3	180	196	66	80
4	90	108	47	119
5	219	92	53	89
6	146	209	213	219
7	234	171	151	181
8	202	117	174	163
9	146	155	196	185
10	142	181	78	71
X	166	153	127	138

TABLA 4: ACTIVIDAD HIPOGLICEMIANTE GRUPO 2 (EXTRACTO QUINUA)				
RATO N	GLICEMIA (mg/dL)			
	0h	2h	4h	6h
1	170	114	94	137
2	179	143	164	141
3	209	119	167	123
4	258	179	187	181
5	118	108	127	96
6	135	83	85	50
7	139	129	122	193
8	165	154	179	170
9	148	139	115	198
10	181	133	197	218
X	170	130	144	151

TABLA 6: ACTIVIDAD HIPOGLICEMIANTE GRUPO 5 (EXTRACTO AMARANTO)				
RATON	GLICEMIA (mg/dL)			
	0h	2h	4h	6h
1	86	70	60	133
2	102	95	42	48
3	79	112	168	67
4	90	111	151	72
5	105	53	31	30
6	188	44	149	120
7	105	196	57	214
8	70	105	54	39
9	115	203	59	71
10	169	201	54	89
X	111	119	83	88

TABLA 7: ACTIVIDAD HIPOGLICEMIANTE GRUPO 4 (CONTROL POSITIVO)				
RATON	GLICEMIA (mg/dL)			
	0h	2h	4h	6h
1	151,0	48,0	36,0	54,0
2	154,0			
3	213,0	121,0	92,0	66,0
4	128,0	77,0	46,0	60,0
5	175,0			
6	163,0	125,0	90,0	111,0
7	180,0	97,0	83,0	88,0
8	136,0	123,0	105,0	39,0
9	224,0	90,0	52,0	122,0
10	169,0	137,0	54,0	86,0
11	67,0	100,0	27,0	148,0
X	161	109	69	90

Tablas 3-7: Resumen de la actividad hipoglicemiante determinada en los ensayos experimentales por grupos de los diferentes alimentos, blanco y control positivo

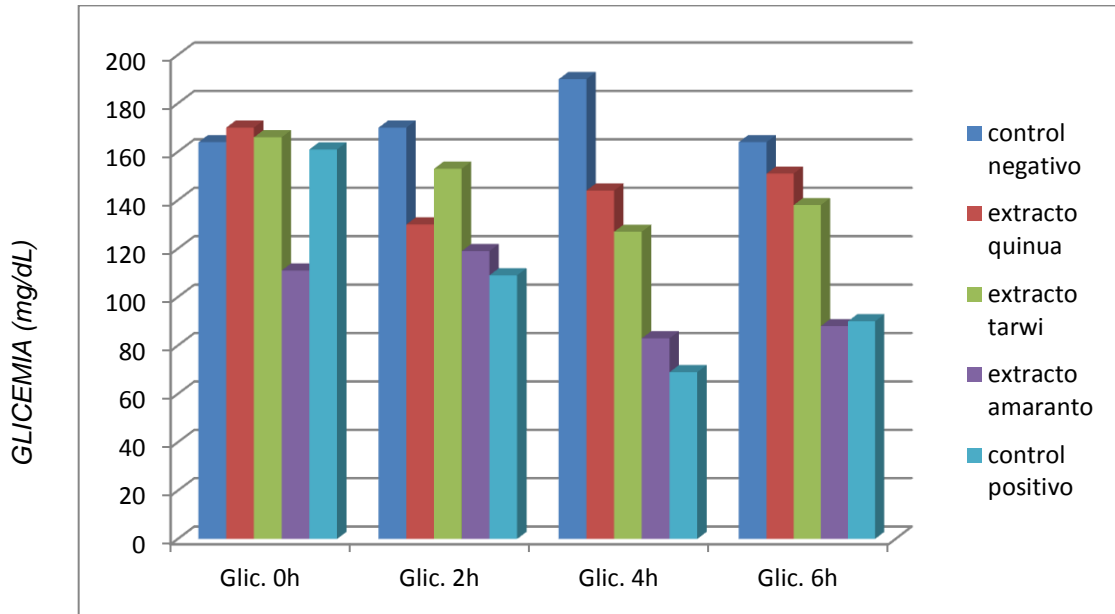
PROMEDIOS				
GRUPO	GLICEMIA (mg/dL)			
	0h	2h	4h	6h
Control negativo	164	170	190	164
Extracto quinua	170	130	144	151
Extracto tarwi	166	153	127	138
Extracto amaranto	111	119	83	88
Control positivo	161	109	69	90

Tabla 8: Promedios de Actividad Hipoglicemiante de los diferentes cereales, blanco y control positivo a diferentes tiempos

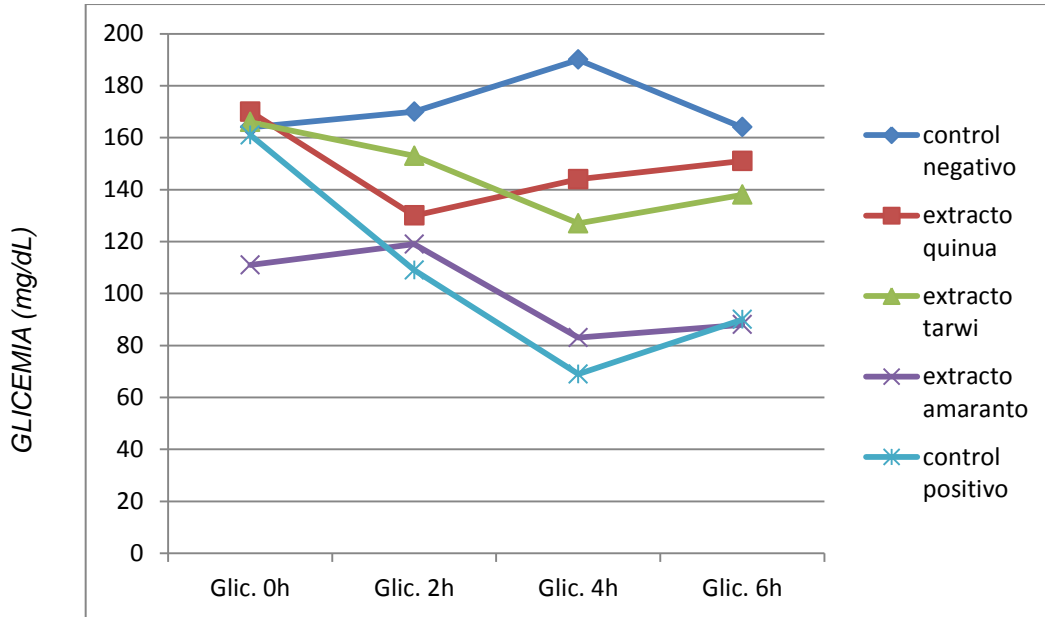
INTERPRETACIÓN: De acuerdo a los resultados obtenidos podemos observar que:

- A las 0 horas, los resultados obtenidos de glicemia son parecidos, a excepción del grupo tratado con el extracto de amaranto.
- A las 2 horas el grupo tratado con el extracto de amaranto se acerca más a los resultados obtenidos con el control positivo (tratado con la medicación utilizada para ésta enfermedad).
- A las 4 horas el grupo tratado con el extracto de amaranto se acerca más a los resultados obtenidos con el control positivo (tratado con la medicación utilizada para ésta enfermedad).
- A las 6 horas el grupo tratado con el extracto de amaranto se acerca más a los resultados obtenidos con el control positivo (tratado con la medicación utilizada para ésta enfermedad)

Con estos resultados podemos observar que en éste caso el amaranto tiene un efecto hipoglicemiante mayor a los otros dos cereales en estudio, lo que se comprobará con el análisis estadístico para verificar que los resultados hayan sido realmente significativos comparados con el control negativo y con el control positivo.



Gráfica 2: Comparación a diferentes tiempos de la Actividad Hipoglicemiante de los alimentos en estudio, blanco y control positivo

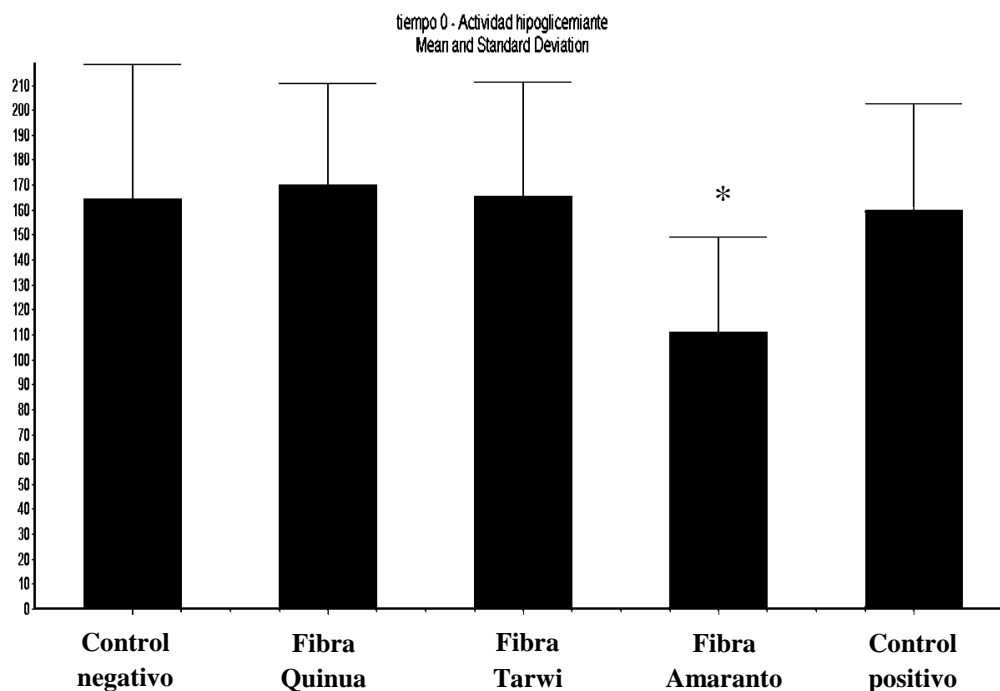


Gráfica 3: Comportamiento de la Actividad hipoglicemiante de los alimentos en estudio, blanco y control positivo

ACTIVIDAD HIPOGLICEMIANTE 0 HORAS:
MÉTODO ESTADÍSTICO: ANOVA de una vía:

El valor de P es 0.0269, *considerado significativo*.

Comparison	Difference	q	P value
control neg vs fibra quinua	-5.900	0.4188	ns P>0.05
control neg vs fibra tarwi	-1.400	0.09938	ns P>0.05
control neg vs fibra amaranto	53.400	3.791	ns P>0.05
control neg vs control posit	4.300	0.3124	ns P>0.05
fibra quinua vs fibra tarwi	4.500	0.3194	ns P>0.05
fibra quinua vs fibra amaranto	59.300	4.210	* P<0.05
fibra quinua vs control posit	10.200	0.7411	ns P>0.05
fibra tarwi vs fibra amaranto	54.800	3.890	ns P>0.05
fibra tarwi vs control posit	5.700	0.4141	ns P>0.05
fibra amaranto vs control posit	-49.100	3.567	ns P>0.05



Gráfica 4: Comparación de la Actividad Hipoglicemiante a las 0 horas de los productos en estudio tomando en cuenta el promedio y desviación estándar (GraphPad Instat)

GraphPad InStat - [G:\resultados estadísticos finales\total actividad hipoglicemiante tiempo 0 tukey.ISD]

File Edit Data Steps Window Help

Title tiempo 0 - Actividad hipoglicemiante

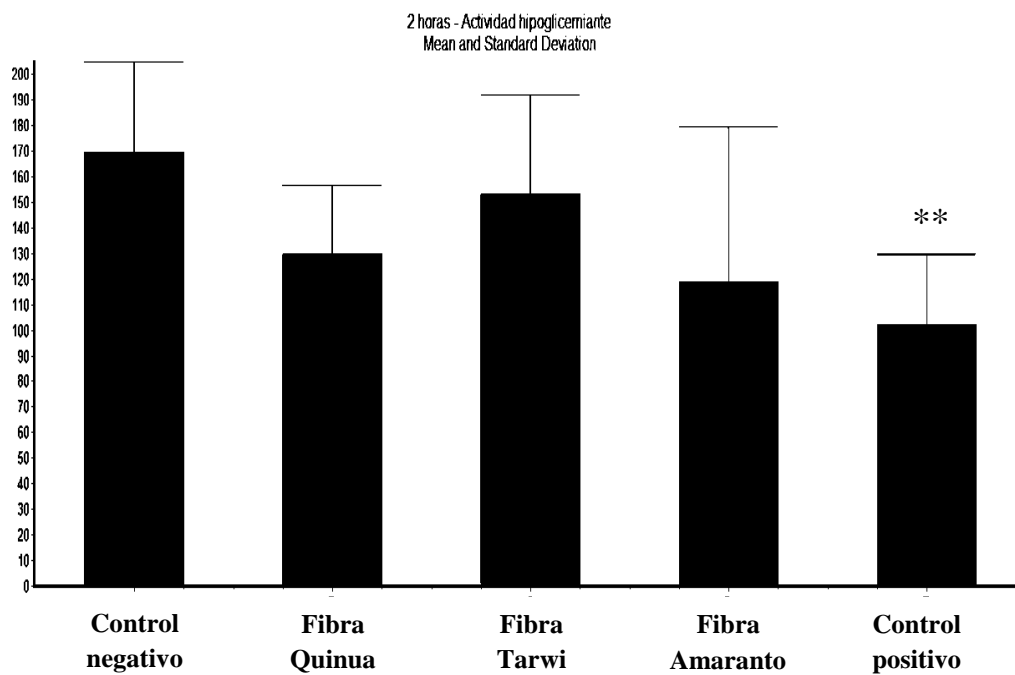
	Group A	Group B	Group C	Group D	Group E	Group F	Group
Col. title	control neg	fibra quinua	fibra tarwi	fibra amaranto	control posit		
Mean	164.3	170.2	165.7	110.9	160		
Standard deviation (SD)	54.128	40.642	45.743	38.345	42.410		
Sample size (N)	10	10	10	10	11		
Std. error of mean(SEM)	17.117	12.852	14.465	12.126	12.787		
Lower 95% conf. limit	125.58	141.13	132.98	83.472	131.51		
Upper 95% conf. limit	203.02	199.27	198.42	138.33	188.49		
Minimum	54.000	118.00	90.000	70.000	67.000		
Median (50th percentile)	153.00	167.50	163.00	103.50	163.00		
Maximum	229.00	258.00	234.00	188.00	224.00		
Normality test KS	0.1816	0.1952	0.1666	0.2611	0.1432		
Normality test P value	>0.10	>0.10	>0.10	0,0518	>0.10		
Passed normality test?	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes		

Figura 2: Datos estadísticos de la comparación de la Actividad Hipoglicemiante a las 0 horas (GraphPad Instad)

ACTIVIDAD HIPOGLICEMIANTE 2 HORAS:
MÉTODO ESTADÍSTICO: ANOVA de una vía:

El valor de P es 0.0046, *considerado muy significativo*.

Comparison	Difference	q	P value
control neg vs fibra quinua	39.600	3.133	ns P>0.05
control neg vs fibra tarwi	16.500	1.305	ns P>0.05
control neg vs fibra amaranto	50.700	4.011	ns P>0.05
control neg vs control posit	67.700	5.213	** P<0.01
fibra quinua vs fibra tarwi	-23.100	1.827	ns P>0.05
fibra quinua vs fibra amaranto	11.100	0.8781	ns P>0.05
fibra quinua vs control posit	28.100	2.164	ns P>0.05
fibra tarwi vs fibra amaranto	34.200	2.705	ns P>0.05
fibra tarwi vs control posit	51.200	3.942	ns P>0.05
fibra amaranto vs control posit	17.000	1.309	ns P>0.05



Gráfica 5: Comparación de la Actividad Hipoglicemiante a las 2 horas de los productos en estudio tomando en cuenta el promedio y desviación estándar (GraphPad Instat)

GraphPad InStat - [G:\resultados estadísticos finales\total actividad hipoglicemiante 2hrs.tukey.ISD]

File Edit Data Steps Window Help

Title 2 horas - Actividad hipoglicemiante

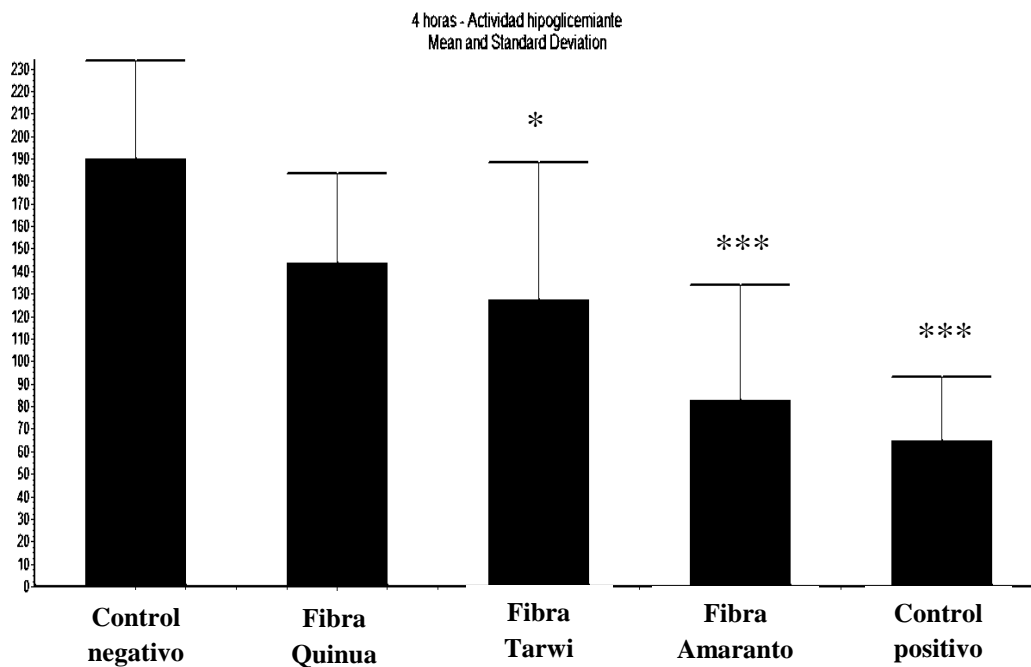
	Group A	Group B	Group C	Group D	Group E	Group F	Gr
Col. title	control neg	fibra quinua	fibra tarwi	fibra amaranto	control posit		
Mean	169.7	130.1	153.2	119	102		
Standard deviation (SD)	35.173	26.472	38.907	60.531	27.996		
Sample size (N)	10	10	10	10	9		
Std. error of mean(SEM)	11.123	8.371	12.303	19.142	9.332		
Lower 95% conf. limit	144.54	111.16	125.37	75.702	80.481		
Upper 95% conf. limit	194.86	149.04	181.03	162.30	123.52		
Minimum	125.00	83.000	92.000	44.000	48.000		
Median (50th percentile)	180.00	131.00	161.00	108.00	100.00		
Maximum	226.00	179.00	209.00	203.00	137.00		
Normality test KS	0.2043	0.1130	0.1386	0.2460	0.1958		
Normality test P value	>0.10	>0.10	>0.10	0,0875	>0.10		
Passed normality test?	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes		

Figura 3: Datos estadísticos de la comparación de la Actividad Hipoglicemiante a las 2 horas (GraphPad Instad)

ACTIVIDAD HIPOGLICEMIANTE 4 HORAS:
MÉTODO ESTADÍSTICO: ANOVA de una vía:

The P value is < 0.0001 , *considerado extremadamente significativo*.

Comparison	Difference	q	P value
control neg vs fibra quinua	46.400	3.149	ns $P>0.05$
control neg vs fibra tarwi	62.800	4.263	* $P<0.05$
control neg vs fibra amaranto	107.60	7.303	*** $P<0.001$
control neg vs control posit	125.10	8.265	*** $P<0.001$
fibra quinua vs fibra tarwi	16.400	1.113	ns $P>0.05$
fibra quinua vs fibra amaranto	61.200	4.154	* $P<0.05$
fibra quinua vs control posit	78.700	5.199	** $P<0.01$
fibra tarwi vs fibra amaranto	44.800	3.041	ns $P>0.05$
fibra tarwi vs control posit	62.300	4.116	* $P<0.05$
fibra amaranto vs control posit	17.500	1.156	ns $P>0.05$



Gráfica 6: Comparación de la Actividad Hipoglicemiante a las 4 horas de los productos en estudio tomando en cuenta el promedio y desviación estándar (GraphPad Instat)

GraphPad InStat - [G:\resultados estadisticos finales\total actividad hipoglicemiante 4hrs tukey.ISD]

File Edit Data Steps Window Help

Title 4 horas - Actividad hipoglicemiante

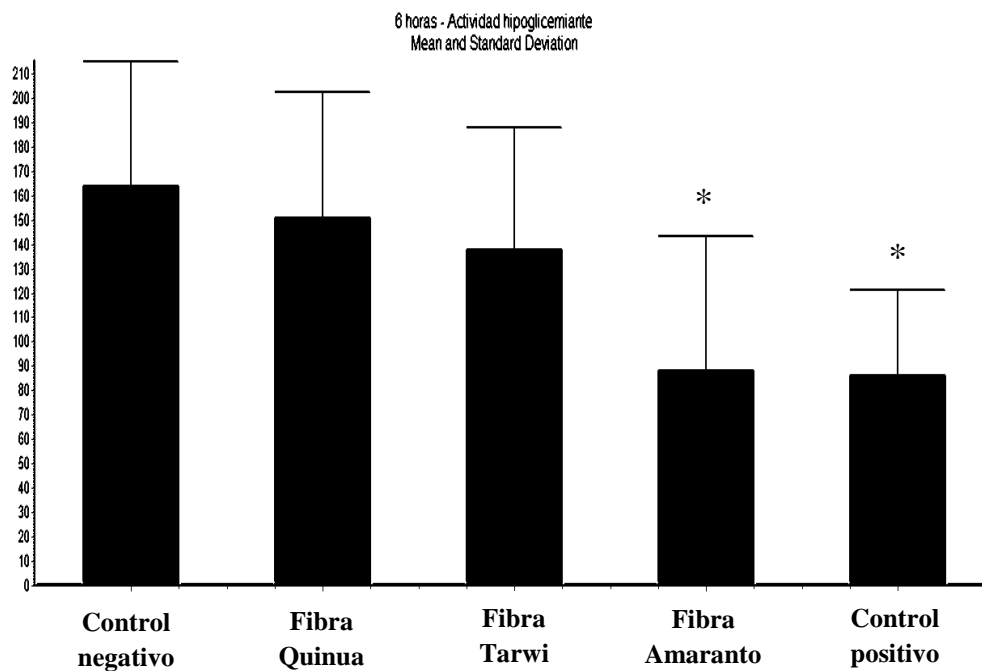
	Group A	Group B	Group C	Group D	Group E	Group F	Group
Col. title	control neg	fibra quinua	fibra tarwi	fibra amaranto	control posit		
Mean	190.1	143.7	127.3	82.5	65		
Standard deviation (SD)	43.455	40.008	61.319	51.694	27.870		
Sample size (N)	10	10	10	10	9		
Std. error of mean(SEM)	13.742	12.652	19.391	16.347	9.290		
Lower 95% conf. limit	159.02	115.08	83.438	45.523	43.577		
Upper 95% conf. limit	221.18	172.32	171.16	119.48	86.423		
Minimum	138.00	85.000	47.000	31.000	27.000		
Median (50th percentile)	180.00	145.50	146.50	58.000	54.000		
Maximum	254.00	197.00	213.00	168.00	105.00		
Normality test KS	0.1890	0.1940	0.1947	0.3683	0.2090		
Normality test P value	>0.10	>0.10	>0.10	0,0004	>0.10		
Passed normality test?	Yes	Yes	Yes	No	Yes		

Figura 4: Datos estadísticos de la comparación de la Actividad Hipoglicemiante a las 4 horas (GraphPad Instad)

ACTIVIDAD HIPOGLICEMIANTE 6 HORAS:
MÉTODO ESTADÍSTICO: ANOVA de una vía:

El valor de P es 0.0018, *considerado muy significativo*.

Comparison	Difference	q	P value
control neg vs fibra quinua	13.000	0.8296	ns P>0.05
control neg vs fibra tarwi	26.100	1.666	ns P>0.05
control neg vs fibra amaranto	75.400	4.812	* P<0.05
control neg vs control posit	77.700	4.826	* P<0.05
fibra quinua vs fibra tarwi	13.100	0.8360	ns P>0.05
fibra quinua vs fibra amaranto	62.400	3.982	ns P>0.05
fibra quinua vs control posit	64.700	4.019	ns P>0.05
fibra tarwi vs fibra amaranto	49.300	3.146	ns P>0.05
fibra tarwi vs control posit	51.600	3.205	ns P>0.05
fibra amaranto vs control posit	2.300	0.1429	ns P>0.05



Gráfica 7: Comparación de la Actividad Hipoglicemiante a las 4 horas de los productos en estudio tomando en cuenta el promedio y desviación estándar (GraphPad Instat)

GraphPad InStat - [G:\resultados estadísticos finales\total actividad hipoglicemiante 6hrs tukey.JSD]

File Edit Data Steps Window Help

Title 6 horas - Actividad hipoglicemiante

	Group A	Group B	Group C	Group D	Group E	Group F	Gr
Col. title	control neg	fibra quinua	fibra tarwi	fibra amaranto	control posit		
Mean	163.7	150.7	137.6	88.3	86		
Standard deviation (SD)	51.279	51.670	50.538	55.052	35.493		
Sample size (N)	10	10	10	10	9		
Std. error of mean(SEM)	16.216	16.339	15.981	17.409	11.831		
Lower 95% conf. limit	127.02	113.74	101.45	48.921	58.718		
Upper 95% conf. limit	200.38	187.66	173.75	127.68	113.28		
Minimum	62.000	50.000	71.000	30.000	39.000		
Median (50th percentile)	162.00	155.50	138.50	71.500	86.000		
Maximum	241.00	218.00	219.00	214.00	148.00		
Normality test KS	0.1220	0.1456	0.1568	0.2164	0.1579		
Normality test P value	>0.10	>0.10	>0.10	>0.10	>0.10		
Passed normality test?	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes		

Figura 5: Datos estadísticos de la comparación de la Actividad Hipoglicemiante a las 6 horas (GraphPad Instad)

INTERPRETACIÓN ACTIVIDAD HIPOGLICEMIANTE:

Con el análisis estadístico podemos observar que:

- A las 0 horas existe una diferencia considerada significativa entre el grupo tratado con el extracto de amaranto y el grupo tratado con el control positivo.
- A las 2 horas existe una diferencia considerada muy significativa entre el grupo control negativo y el grupo control positivo, es decir, a éste tiempo no existe efecto en la actividad hipoglicemiante de ninguno de los extractos estudiados.
- A las 4 horas existe una diferencia considerada extremadamente significativa entre el grupo control negativo y el grupo tratado con el extracto de amaranto y el grupo control positivo, además se observa una diferencia menor entre el grupo tratado con el extracto de quinua y el grupo tratado con el extracto de amaranto, como con el grupo control positivo. Finalmente se encontró una diferencia menor entre el grupo tratado con extracto de tarwi y el grupo control positivo.
- A las 6 horas también se observa una diferencia muy significativa entre el control negativo y el grupo tratado con el extracto de amaranto y además con el grupo control positivo.

En base a estos resultados, se observa que el Amaranto tiene un efecto mucho más marcado en cuanto a su Actividad Hipoglicemiante, principalmente a las 4 horas y a las 6 horas.

CURVA DE TOLERANCIA A LA GLUCOSA

TABLA 9: CURVA GRUPO 1' (CONTROL NEGATIVO)					
RATON	GLICEMIA (mg/dL)				
	ayunas (-210')	To (0')	30'	60'	120'
1	123	59	231	217	94
2	171	47	417	191	122
3	45	138	369	156	68
4	134	131	304	167	78
5	223	138	245	210	139
6	123	165	290	130	61
7	109	78	185	140	76
8	81	92	345	197	101
9	119	94	227	211	97
10	86	104	341	216	97
X	121	105	295	184	93

TABLA 10: CURVA GRUPO 2 (EXTRACTO QUINUA)					
RATON	GLICEMIA (mg/dL)				
	ayunas (-210')	To (0')	30'	60'	120'
1	51	95	193	94	68
2	68	94	311	168	89
3	63	81	176	145	77
4	65	102	266	175	137
5	72	84	225	112	76
6	104	71	118	75	89
7	127	109	314	155	95
8	81	82	191	102	80
9	108	94	120	80	84
10	180	106	319	187	116
X	92	92	223	129	91

TABLA 11: CURVA GRUPO 3 (EXTRACTO TARWI)					
RATON	GLICEMIA (mg/dL)				
	ayunas (-210')	To (0')	30'	60'	120'
1	61	60	124	81	105
2	81	54	145	148	92
3	98	75	254	102	78
4	75	50	168	83	32
5	97	65	149	106	79
6	54	73	222	102	110
7	55	85	145	152	114
8	91	54	144	95	107
9	54	52	268	184	159
10	63	54	254	198	86
X	73	62	187	125	96

TABLA 12: CURVA GRUPO 5 (EXTRACTO AMARANTO)					
RATON	GLICEMIA (mg/dL)				
	Ayunas (- 210')	To (0')	30'	60'	120'
1	53	81	176	50	102
2	62	47	136	101	138
3	31	24	121	45	127
4	70	47	107	83	78
5	83	70	105	66	76
6	97	66	147	36	93
7	97	38	154	61	90
8	106	76	184	113	99
9	80	102	266	173	152
10	42	58	443	95	163
X	72	61	184	82	112

TABLA 13: CURVA GRUPO 4 (CONTROL POSITIVO)					
RATON	GLICEMIA (mg/dL)				
	ayunas (-210')	To (0')	30'	60'	120'
1	66	56	121	42	46
2					
3	41	58	239	84	42
4	68	75	167	82	65
5					
6	64	77	101	91	66
7	68	52	142	105	67
8	61	65	102	158	51
9	88	68	160	85	48
10	46	83	185	175	55
11	83	74	220	92	37
X	65	68	160	102	53

Tablas 9-13: Curva de tolerancia a la Glucosa de los diferentes cereales, blanco y control positivo

PROMEDIOS					
	TIEMPO				
	ayunas (-210')	To (0')	30'	60'	120'
Control negativo	121	105	295	184	93
Extracto quinua	92	92	223	129	91
Extracto tarwi	73	62	187	125	96
Extracto amaranto	72	61	184	82	112
Control positivo	65	68	160	102	53

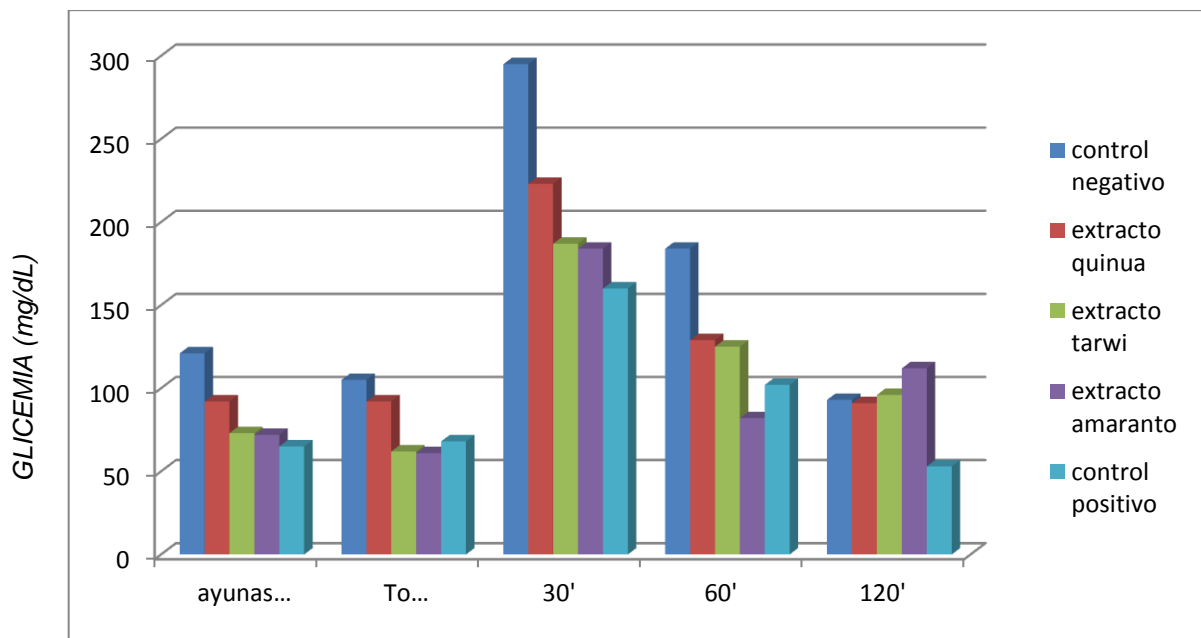
Tabla 14: Promedios de Curva de tolerancia a la glucosa de los diferentes alimentos, blanco y control positivo a diferentes tiempos

INTERPRETACIÓN: De acuerdo a los resultados obtenidos podemos observar que:

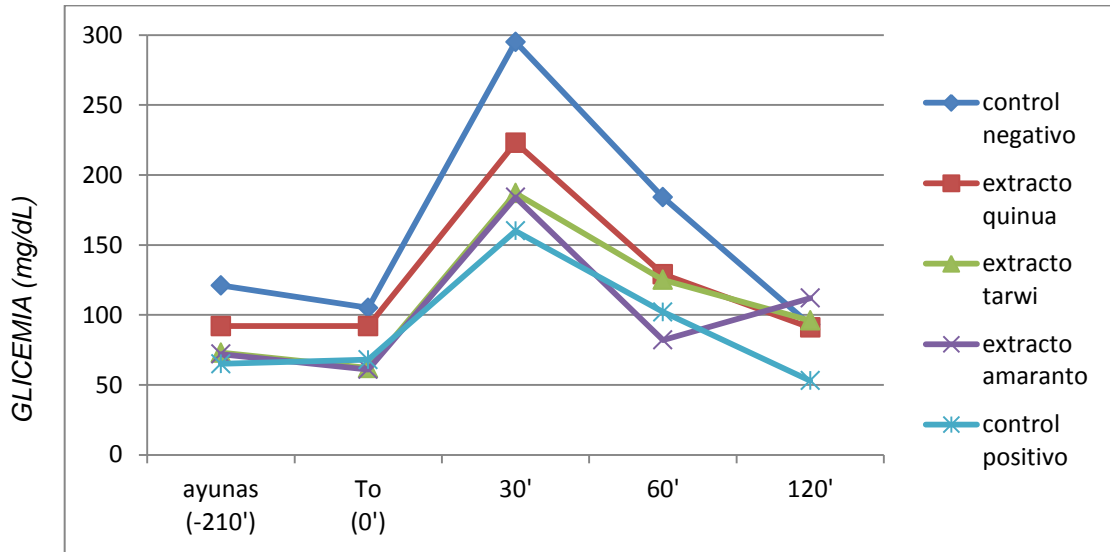
- A los 210 minutos antes de la administración del extracto o del control, los resultados obtenidos de glicemia son parecidos, a excepción del grupo control negativo y el grupo control positivo.
- A tiempo 0, después de la administración de los extractos y los controles, la reducción en la medida de Glucosa se observa en el grupo control negativo, en el grupo tratado con el extracto de tarwi y en el grupo tratado con extracto de amaranto. Verificando que con el grupo tratado con el extracto de amaranto existe una mayor diferencia
- A los 30 minutos después de la administración de los extractos y controles, se observa en todos los casos un aumento en la medida de glucosa.
- A los 60 minutos después de la administración de los extractos y controles, se vuelve a observar una reducción en la medida de la Glicemia, y en comparación con la medida a los 30 minutos, se observa una reducción mayor en el grupo tratado con el extracto de amaranto.
- A los 120 minutos después de la administración de los extractos y controles, se observa una reducción mayor en la Glicemia en todos los grupos, a excepción

del grupo tratado con el extracto de amaranto, y la mayor reducción se observa en el grupo control positivo.

Con estos resultados podemos observar el amaranto tiene un efecto hipoglicemiante a tiempo 0 y a los 60 minutos después de administrados los extractos y controles, cuando se realiza una curva de tolerancia a la glucosa, lo que se comprobará con el análisis estadístico para verificar que los resultados hayan sido realmente significativos comparados con el control negativo y con el control positivo.



Gráfica 8: Comparación a diferentes tiempos de la Curva de tolerancia a la Glucosa de los alimentos en estudio, blanco y control positivo

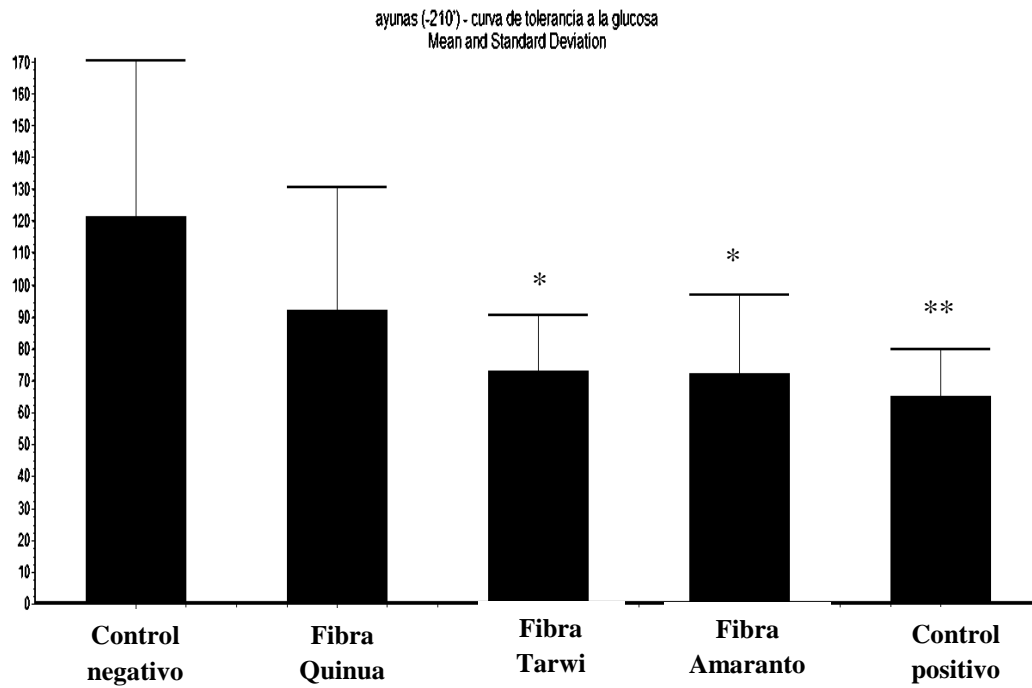


Gráfica 9: Comportamiento de la Curva de tolerancia a la Glucosa de los alimentos en estudio, blanco y control positivo

CURVA DE TOLERANCIA A LA GLUCOSA A -210 MINUTOS:
MÉTODO ESTADÍSTICO: ANOVA de una vía:

El valor de P es 0.0023, *considerado muy significativo*.

Comparison	Difference	q	P value
control neg vs fibra quinua	29.500	2.889	ns P>0.05
control neg vs fibra tarwi	48.500	4.749	* P<0.05
control neg vs fibra amaranto	49.300	4.827	* P<0.05
control neg vs control posit	56.400	5.375	** P<0.01
fibra quinua vs fibra tarwi	19.000	1.860	ns P>0.05
fibra quinua vs fibra amaranto	19.800	1.939	ns P>0.05
fibra quinua vs control posit	26.900	2.564	ns P>0.05
fibra tarwi vs fibra amaranto	0.8000	0.07833	ns P>0.05
fibra tarwi vs control posit	7.900	0.7529	ns P>0.05
fibra amaranto vs control posit	7.100	0.6767	ns P>0.05



Gráfica 10: Comparación de la Curva de tolerancia a la Glucosa a los -210 minutos tomando en cuenta el promedio y desviación estándar (GraphPad Instat)

GraphPad InStat - [G:\resultados estadísticos finales\total curva ayunas tukey.ISD]

File Edit Data Steps Window Help

Title ayunas (-210') - curva de tolerancia a la glucosa

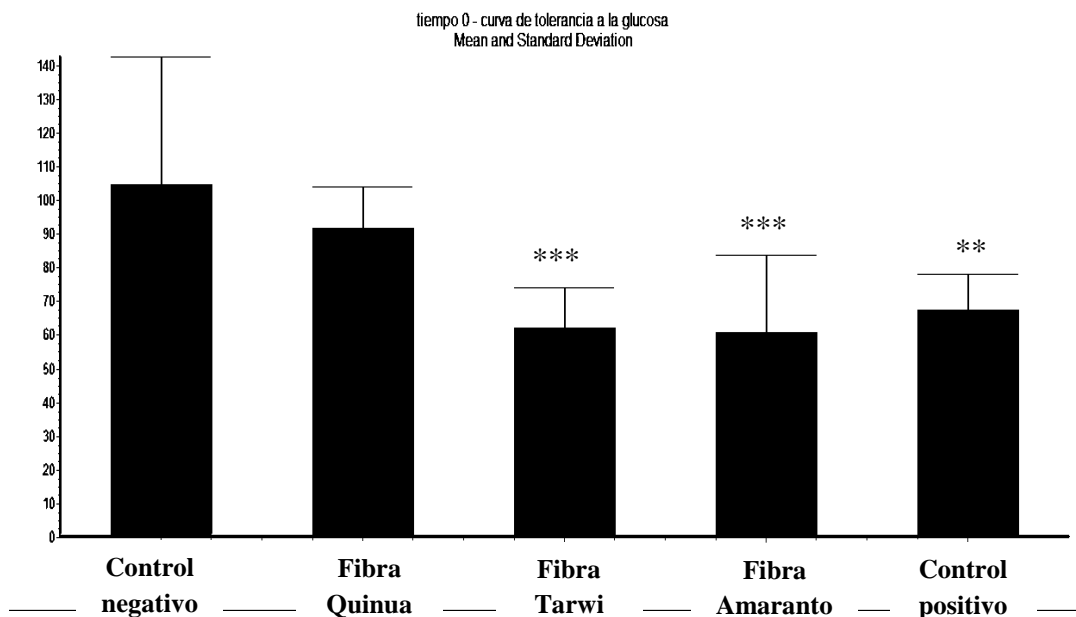
	Group A	Group B	Group C	Group D	Group E	Group F	Group G
Col. title	control neg	fibra quinua	fibra tarwi	fibra amaranto	control posit		
Mean	121.4	91.9	72.9	72.1	65		
Standard deviation (SD)	49.248	39.040	17.898	25.026	15.108		
Sample size (N)	10	10	10	10	9		
Std. error of mean(SEM)	15.574	12.345	5.660	7.914	5.036		
Lower 95% conf. limit	86.172	63.975	60.098	54.198	53.387		
Upper 95% conf. limit	156.63	119.83	85.702	90.002	76.613		
Minimum	45.000	51.000	54.000	31.000	41.000		
Median (50th percentile)	121.00	76.500	69.000	75.000	66.000		
Maximum	223.00	180.00	98.000	106.00	88.000		
Normality test KS	0.1990	0.2099	0.2099	0.1401	0.1991		
Normality test P value	>0.10	>0.10	>0.10	>0.10	>0.10		
Passed normality test?	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes		

Figura 6: Datos estadísticos de la comparación de la Curva de tolerancia a la Glucosa a los -210 minutos (GraphPad Instad)

CURVA DE TOLERANCIA A LA GLUCOSA A LOS 0 MINUTOS:
MÉTODO ESTADÍSTICO: ANOVA de una vía

El valor de P es < 0.0001 , *considerado extremadamente significativo*.

Comparison	Difference	q	P value
control neg vs fibra quinua	12.800	1.846	ns P>0.05
control neg vs fibra tarwi	42.400	6.115	*** P<0.001
control neg vs fibra amaranto	43.700	6.302	*** P<0.001
control neg vs control posit	37.044	5.200	** P<0.01
fibra quinua vs fibra tarwi	29.600	4.269	* P<0.05
fibra quinua vs fibra amaranto	30.900	4.456	* P<0.05
fibra quinua vs control posit	24.244	3.403	ns P>0.05
fibra tarwi vs fibra amaranto	1.300	0.1875	ns P>0.05
fibra tarwi vs control posit	-5.356	0.7517	ns P>0.05
fibra amaranto vs control posit	-6.656	0.9342	ns P>0.05



Gráfica 11: Comparación de la Curva de tolerancia a la Glucosa a los 0 minutos tomando en cuenta el promedio y desviación estándar (GraphPad Instat)

GraphPad InStat - [G:\resultados estadísticos finales\total curva tiempo 0 tukey.ISD]

File Edit Data Steps Window Help

Title tiempo 0 - curva de tolerancia a la glucosa

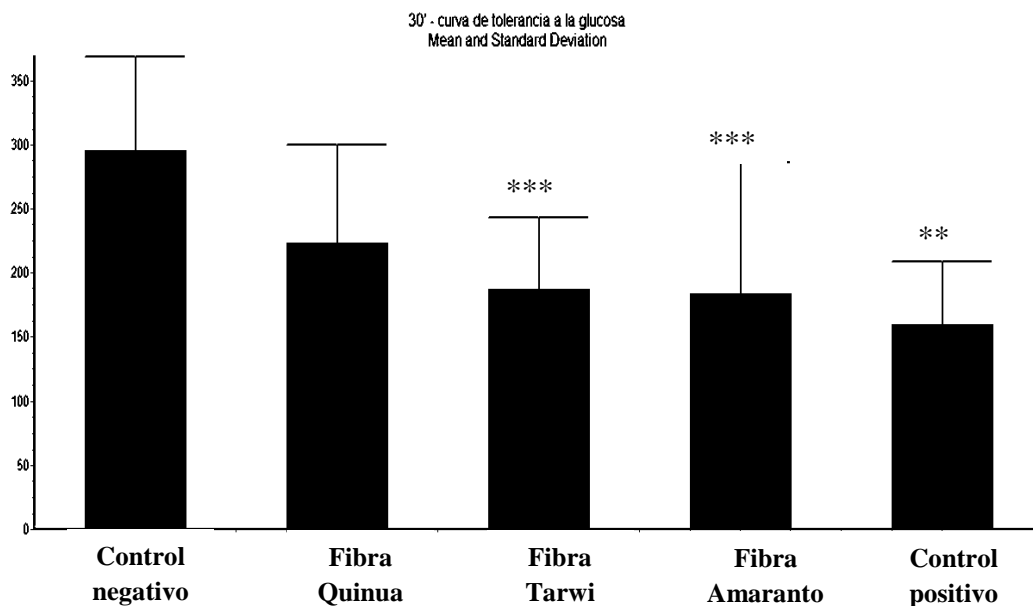
	Group A	Group B	Group C	Group D	Group E	Group F	Group G
Col. title	control neg	fibra quinua	fibra tarwi	fibra amaranto	control posit		
Mean	104.6	91.8	62.2	60.9	67.5555555556		
Standard deviation (SD)	37.936	12.145	11.868	22.879	10.596		
Sample size (N)	10	10	10	10	9		
Std. error of mean(SEM)	11.996	3.841	3.753	7.235	3.532		
Lower 95% conf. limit	77.464	83.112	53.711	44.535	59.411		
Upper 95% conf. limit	131.74	100.49	70.689	77.265	75.700		
Minimum	47.000	71.000	50.000	24.000	52.000		
Median (50th percentile)	99.000	94.000	57.000	62.000	68.000		
Maximum	165.00	109.00	85.000	102.00	83.000		
Normality test KS	0.1567	0.1719	0.2552	0.1282	0.1729		
Normality test P value	>0.10	>0.10	0,0640	>0.10	>0.10		
Passed normality test?	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes		

Figura 7: Datos estadísticos de la comparación de la Curva de tolerancia a la Glucosa a los 0 minutos (GraphPad Instad)

**CURVA DE TOLERANCIA A LA GLUCOSA A LOS 30 MINUTOS:
MÉTODO ESTADÍSTICO: ANOVA de una vía:**

El valor de P value es < 0.0001 , *considerado extremadamente significativo*.

Comparison	Difference	q	P value
control neg vs fibra quinua	12.800	1.846	ns P>0.05
control neg vs fibra tarwi	42.400	6.115	*** P<0.001
control neg vs fibra amaranto	43.700	6.302	*** P<0.001
control neg vs control posit	37.044	5.200	** P<0.01
fibra quinua vs fibra tarwi	29.600	4.269	* P<0.05
fibra quinua vs fibra amaranto	30.900	4.456	* P<0.05
fibra quinua vs control posit	24.244	3.403	ns P>0.05
fibra tarwi vs fibra amaranto	1.300	0.1875	ns P>0.05
fibra tarwi vs control posit	-5.356	0.7517	ns P>0.05
fibra amaranto vs control posit	-6.656	0.9342	ns P>0.05



Gráfica 12: Comparación de la Curva de tolerancia a la Glucosa a los 30 minutos tomando en cuenta el promedio y desviación estándar (GraphPad Instat)

Documento22 - Microsoft Word

GraphPad InStat - [G:\resultados estadísticos finales\total curva 30' tukey.JSD]

File Edit Data Steps Window Help

Title 30' - curva de tolerancia a la glucosa

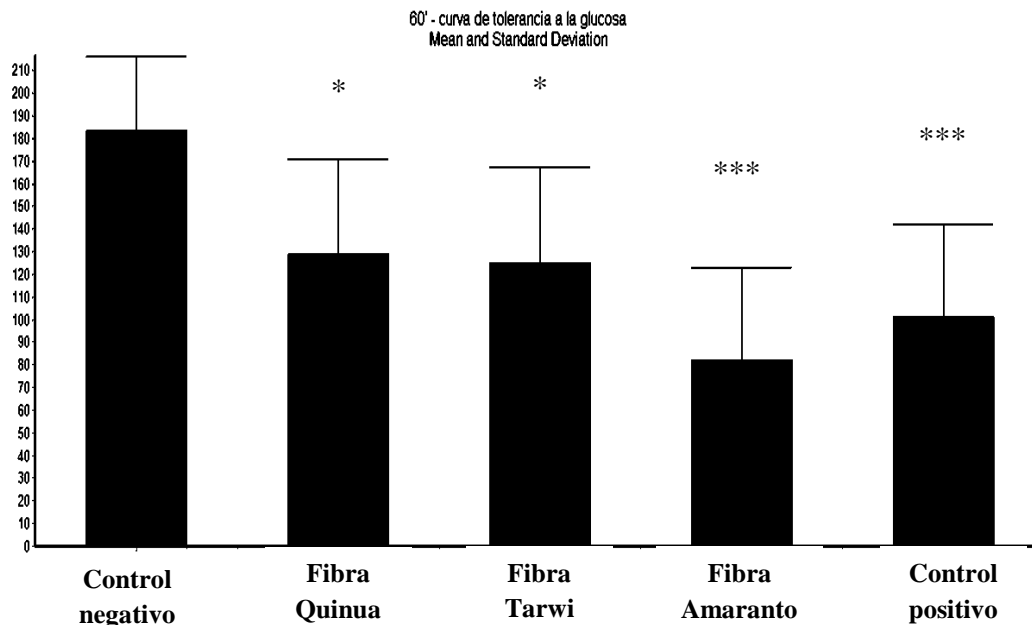
	Group A	Group B	Group C	Group D	Group E	Group F	Group G
Col. title	control neg	fibra quinua	fibra tarwi	fibra amaranto	control posit		
Mean	295.4	223.3	187.3	183.9	159.66666666667		
Standard deviation (SD)	73.334	76.638	55.692	102.51	48.995		
Sample size (N)	10	10	10	10	9		
Std. error of mean(SEM)	23.190	24.235	17.611	32.418	16.332		
Lower 95% conf. limit	242.94	168.48	147.46	110.57	122.01		
Upper 95% conf. limit	347.86	278.12	227.14	257.23	197.33		
Minimum	185.00	118.00	124.00	105.00	101.00		
Median (50th percentile)	297.00	209.00	158.50	150.50	160.00		
Maximum	417.00	319.00	268.00	443.00	239.00		
Normality test KS	0.1540	0.1737	0.2542	0.2996	0.1183		
Normality test P value	>0.10	>0.10	0,0663	0,0113	>0.10		
Passed normality test?	Yes	Yes	Yes	No	Yes		

Figura 8: Datos estadísticos de la comparación de la Curva de tolerancia a la Glucosa a los 30 minutos (GraphPad Instad)

**CURVA DE TOLERANCIA A LA GLUCOSA A LOS 60 MINUTOS:
MÉTODO ESTADÍSTICO: ANOVA de una vía:**

El valor de P es < 0.0001, *considerado extremadamente significativo.*

Comparison	Difference	q	P value
control neg vs fibra quinua	54.200	4.312	* P<0.05
control neg vs fibra tarwi	58.400	4.646	* P<0.05
control neg vs fibra amaranto	101.20	8.051	*** P<0.001
control neg vs control posit	81.944	6.345	*** P<0.001
fibra quinua vs fibra tarwi	4.200	0.3341	ns P>0.05
fibra quinua vs fibra amaranto	47.000	3.739	ns P>0.05
fibra quinua vs control posit	27.744	2.148	ns P>0.05
fibra tarwi vs fibra amaranto	42.800	3.405	ns P>0.05
fibra tarwi vs control posit	23.544	1.823	ns P>0.05
fibra amaranto vs control posit	-19.256	1.491	ns P>0.05



Gráfica 13: Comparación de la Curva de tolerancia a la Glucosa a los 60 minutos tomando en cuenta el promedio y desviación estándar (GraphPad Instat)

Documento21 - Microsoft Word

GraphPad InStat - [G:\resultados estadísticos finales\total curva 60' tukey.ISD]

File Edit Data Steps Window Help

Title 60' - curva de tolerancia a la glucosa

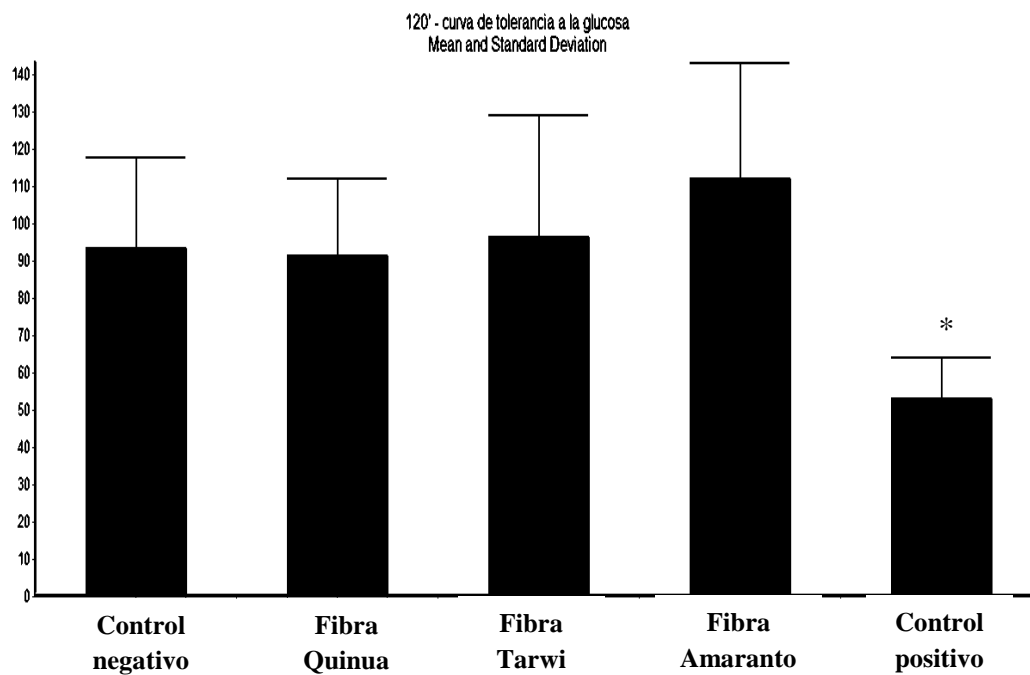
	Group A	Group B	Group C	Group D	Group E	Group F	Group G
Col. title	control neg	fibra quinua	fibra tarwi	fibra amaranto	control posit		
Mean	183.5	129.3	125.1	82.3	101.55555555556		
Standard deviation (SD)	32.759	41.489	42.278	40.795	40.783		
Sample size (N)	10	10	10	10	9		
Std. error of mean(SEM)	10.359	13.120	13.369	12.901	13.594		
Lower 95% conf. limit	160.07	99.623	94.858	53.119	70.207		
Upper 95% conf. limit	206.93	158.98	155.34	111.48	132.90		
Minimum	130.00	75.000	81.000	36.000	42.000		
Median (50th percentile)	194.00	128.50	104.00	74.500	91.000		
Maximum	217.00	187.00	198.00	173.00	175.00		
Normality test KS	0.1907	0.1616	0.2743	0.1553	0.2593		
Normality test P value	>0.10	>0.10	0,0317	>0.10	0,0822		
Passed normality test?	Yes	Yes	No	Yes	Yes		

Figura 9: Datos estadísticos de la comparación de la Curva de tolerancia a la Glucosa a los 60 minutos (GraphPad Instad)

CURVA DE TOLERANCIA A LA GLUCOSA A LOS 120 MINUTOS:
MÉTODO ESTADÍSTICO: ANOVA de una vía:

El valor de P es 0.0002, *considerado extremadamente significativo.*

Comparison	Difference	q	P value
control neg vs fibra quinua	2.200	0.2746	ns P>0.05
control neg vs fibra tarwi	-2.900	0.3619	ns P>0.05
control neg vs fibra amaranto	-18.500	2.309	ns P>0.05
control neg vs control posit	40.300	4.895	* P<0.05
fibra quinua vs fibra tarwi	-5.100	0.6365	ns P>0.05
fibra quinua vs fibra amaranto	-20.700	2.583	ns P>0.05
fibra quinua vs control posit	38.100	4.628	* P<0.05
fibra tarwi vs fibra amaranto	-15.600	1.947	ns P>0.05
fibra tarwi vs control posit	43.200	5.247	** P<0.01
fibra amaranto vs control posit	58.800	7.142	*** P<0.001



Gráfica 14: Comparación de la Curva de tolerancia a la Glucosa a los 120 minutos tomando en cuenta el promedio y desviación estándar (GraphPad Instat)

GraphPad InStat - [G:\resultados estadísticos finales\total curva 120' tukey.ISD]

File Edit Data Steps Window Help

Title 120' - curva de tolerancia a la glucosa

	Group A	Group B	Group C	Group D	Group E	Group F	Group G
Col. title	control neg	fibra quinua	fibra tarwi	fibra amaranto	control posit		
Mean	93.3	91.1	96.2	111.8	53		
Standard deviation (SD)	24.074	20.776	32.516	31.033	11.000		
Sample size (N)	10	10	10	10	9		
Std. error of mean(SEM)	7.613	6.570	10.282	9.814	3.667		
Lower 95% conf. limit	76.080	76.239	72.941	89.602	44.545		
Upper 95% conf. limit	110.52	105.96	119.46	134.00	61.455		
Minimum	61.000	68.000	32.000	76.000	37.000		
Median (50th percentile)	95.500	86.500	98.500	100.50	51.000		
Maximum	139.00	137.00	159.00	163.00	67.000		
Normality test KS	0.1745	0.2403	0.1921	0.2239	0.1957		
Normality test P value	>0.10	>0.10	>0.10	>0.10	>0.10		
Passed normality test?	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes		

Figura 10: Datos estadísticos de la comparación de la Curva de tolerancia a la Glucosa a los 120 minutos (GraphPad InStat)

INTERPRETACIÓN CURVA DE TOLERANCIA A LA GLUCOSA:

Con el análisis estadístico podemos observar que:

- A los 210 minutos antes de la administración de los extractos y los controles, existe una diferencia considerada muy significativa entre el grupo control negativo y los grupos tratados con el extracto de tarwi y con amaranto, la cual es menor a la diferencia entre el grupo control negativo y el grupo control positivo.
- A tiempo 0 después de la administración de los extractos y controles, existe una diferencia considerada extremadamente significativa entre el grupo control negativo y los grupos tratados con extracto de tarwi y amaranto, mayor que la diferencia con el grupo control positivo. Además existe una diferencia menor entre el grupo tratado con extracto de quinua y los grupos tratados con extracto de tarwi y con amaranto.
- A los 30 minutos después de administrados los extractos y los controles, existe una diferencia considerada extremadamente significativa entre el grupo control negativo y los grupos tratados con el extracto de tarwi y con amaranto mayor que la que existe con el grupo control positivo. Además existe una diferencia menor entre el grupo tratado con extracto de quinua y los grupos tratados con extracto de tarwi y con amaranto. Sin embargo esta diferencia se debe al incremento de la medida de la Glicemia.

- A los 60 minutos después de la administración de los extractos y los controles, se observa una diferencia considerada extremadamente significativa entre el grupo control negativo y los grupos tratados con el extracto de quinua y con tarwi menor a la que existe con el grupo tratado con extracto de amaranto y con el grupo control positivo.
- A los 120 minutos después de la administración de los extractos y los controles, se observa una diferencia considerada extremadamente significativa entre el grupo control negativo y el grupo control positivo, igual a la que existe entre el grupo tratado con el extracto de quinua y el grupo control positivo; pero menor a la que existe entre el grupo tratado con el extracto de tarwi y el grupo control positivo; y mucho menor a la que hay entre el grupo control positivo y el grupo tratado con extracto de amaranto (esto por el incremento de la glicemia en este grupo).

En base a estos resultados, se observa que el Amaranto tiene un efecto mayor cuando se realiza una curva de tolerancia a la glucosa, la cual se realiza para determinar el metabolismo de ésta en el organismo ya que se realiza una sobrecarga de glucosa al inicio. El efecto del amaranto se observa a los 60 minutos después de administrado el extracto.

8. CONCLUSIONES

Se logró extraer la fibra total de los alimentos utilizados en el estudio, los cuales eran alimentos procesados a base de cereales como Quinoa, Amaranto y Tarwi. Estos productos están en forma de suplementos alimenticios en polvo, que son utilizados por la población, y en especial son la materia prima para suplementos alimenticios en polvo comercializados por la marca boliviana Agronat S.A.

También se logró cuantificar la Fibra dietaria, para lo cual se realizó la determinación de la cantidad de ésta utilizando el Kit comercializado por la marca internacional SIGMA, que determina la cantidad de Fibra dietaria total a base de proporcionar las enzimas necesarias para realizar este procedimiento.

Principalmente, se pudo demostrar el efecto hipoglicemiante especialmente en el caso de la fibra del Amaranto, y su efecto hipoglicemiante fue mayor de acuerdo a los resultados obtenidos del ensayo experimental realizado con animales de laboratorio (ratones albinos de la especie Balb/c)

Por lo tanto, y de acuerdo con los resultados obtenidos se acepta la hipótesis del estudio, la cual indica que los compuestos alimenticios como la Fibra dietaria presentes en los cereales de Quinoa, Amaranto y Tarwi tienen una actividad nutracéutica, la cual es la de ser Hipoglicemiantes, es decir, ayudan con la disminución de la concentración de Glucosa en el organismo, cuyo efecto es muy beneficioso, no sólo para las personas que sufren de la enfermedad de Diabetes en cualquiera de sus tipos, sino también para aquellas personas que quisieran prevenir la aparición de ésta enfermedad, ya que el consumo de estos cereales podría disminuir la concentración de glucosa sanguínea, principalmente para aquellas personas con antecedentes familiares y/o con riesgo de sufrirla.

DISCUSIÓN

En el trabajo realizado por NguyenKhanhHoa y colaboradores en 2009 se realizan las metodologías para la determinación de la Actividad Hipoglicemiante y la determinación de la glicemia en una Curva de tolerancia a la glucosa en un Screening con 8 drogas herbales vietnamitas, la mayoría de las cuales presentan efecto hipoglicemiante, diferente al efecto de la fibra dietaria de los cereales en estudio del presente trabajo.

Además, en el presente trabajo se diferencia a los dos tipos de Fibra existentes en un alimento poniendo énfasis en la composición de cada tipo, podemos observar que algunos de estos componentes son iguales, específicamente los polisacáridos como los oligosacáridos, los cuales, se ha demostrado en trabajos anteriores, tienen diferentes efectos nutraceuticos. En este caso en particular se utilizaron y cuantificaron los dos tipos de fibra, a pesar de establecer que la fibra dietaria es la que tiene el efecto en el organismo, ya que el proceso de metabolismo (hidrólisis) que se lleva a cabo en éste, dentro del ser humano, es el enzimático.

Es importante además enfatizar en las definiciones de nutraceutico y alimento funcional, las cuales, en los últimos años, han tomado una gran importancia, es por eso que es necesario establecer exactamente las diferencias entre éstas:

- Un nutraceutico es un compuesto que está dentro de un alimento, que tiene la capacidad de causar un efecto benéfico en el organismo del ser que consume éste alimento que no es solamente el de la nutrición, es más un efecto más parecido a un fármaco, es decir, es como el principio activo de éste alimento que tiene el efecto nutraceutico; éste puede ser consumido en la matriz del alimento, o ser extraído y utilizado como principio activo para la fabricación de una forma farmacéutica, y utilizarlo como suplemento o como base de un tratamiento para alguna enfermedad.

- Un alimento funcional es aquel alimento que puede ser en bruto o ya industrializado, que dentro de su composición tiene nutraceutico(s) que tengan efectos benéficos para la salud del ser que lo consume.

Finalmente, en este trabajo se utilizó específicamente un preparado en polvo a base de los cereales estudiados, ya que éstos son parte de un estudio clínico mayor con pacientes sanos y diabéticos, perteneciente al Proyecto de Investigación ASDI “Diabetes Tipo 2, Nuevas Terapias” que se viene realizando en el Área de Farmacología del Instituto de Investigaciones de la Facultad de Ciencias Farmacéuticas y Bioquímicas de la Universidad Mayor de San Andrés.

RECOMENDACIONES

En el caso de enfermedades crónicas como la Diabetes, se necesita contar con alternativas que puedan coadyuvar con el tratamiento farmacológico (en el caso de que la enfermedad ya esté diagnosticada y esté siendo tratada), y también es necesario contar con procedimientos de prevención de éstas, y es una excelente alternativa contar con productos alimenticios que puedan coadyuvar con éste proceso, ya que los alimentos son productos que no causan un rechazo natural al consumo, como son los medicamentos (especialmente en estos tiempos en el que la humanidad está en busca de alternativas “naturales” para mejorar su estado de salud y estilo de vida).

También, se puede ampliar este tipo de estudio no solo a estos cereales, sino también a otros que presenten características como: antecedentes de actividad hipoglicemiante, cantidad importante de Fibra, especialmente que tengan una concentración significativa de Fibra dietaria.

También se puede ampliar otros estudios sobre efectos nutracéuticos paralelos con estos cereales, como es la de colaborar con problemas de estreñimiento, reducción de colesterol en la sangre, etc., principalmente por la presencia de compuestos activos como la Fibra dietaria.

9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

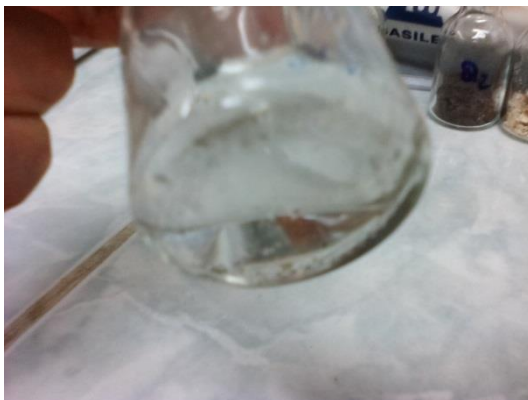
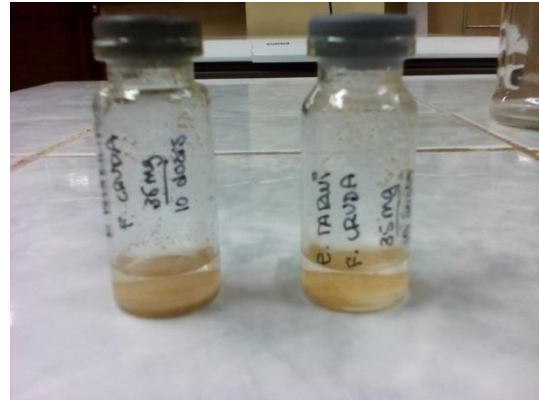
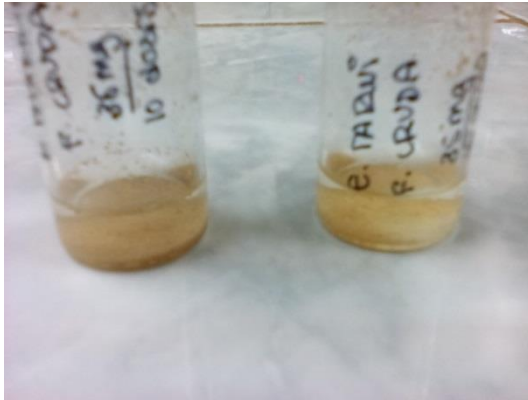
- 1) Chilkunda, D. N. et al. 2003. Dietary fibres ameliorate decreased synthesis of heparansulphato in Streptozotocin induced diabetic rats. *Journal of NutritionalBiochemistry*, No 14. p.203-210.doi: 10.1016/S0955-2863(03)00007-x
- 2) NguyenKhanhHoa, Dao Van PHan, NguyenDuyThuan, Claes-GöranÖstenson. 2009. Screening of hipoglycemic effect of eight Vietnamese herbal drugs. *Methods Find ExpClinPharmacol* 31(3), 165-169. Stockholm. doi: 10.1358/mf.2009.31.3.1362514. Consulta el 09 de septiembre, 2014, de <https://openarchive.ki.se/xmlui/bitstream/handle/10616/39365/thesis.pdf?sequence=1>
- 3) QUÍMICA DE LOS ALIMENTOS. 2008. Por Damodaran Srinivasan et.al. Editorial Acribia S.A. 3ra Edición. Zaragoza-España. 149, 150, 747, 765, 1005, 1080.
- 4) COMPOSICIÓN Y ANÁLISIS DE ALIMENTOS DE PEARSON. 1999. Por Kirk Ronald et.al. Compañía Editorial Continental S.A. Primera reimpresión. C. V. México. 29, 30, 322p.
- 5) ELEMENTOS DE BROMATOLOGÍA DESCRIPTIVA. 1990. Por Gûnter Vollmer et. al. Zaragoza – España. Acribia S.A.10, 37-44, 166p.
- 6) TOXICOLOGÍA ALIMENTARIA. 2006. Cameán, A.M. y Repetto M. 2006. Ediciones Díaz de Santos. 522, 597p.

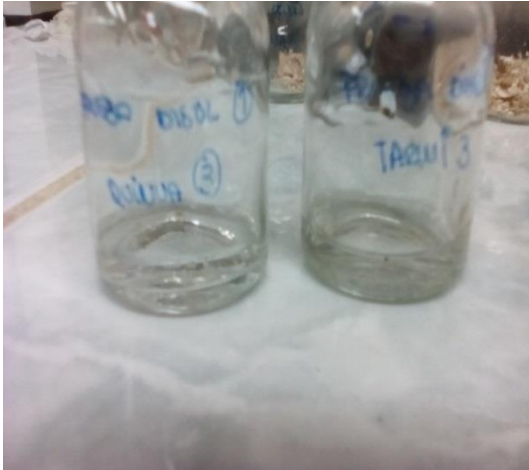
- 7) BENEFICIADO EN SECO DE LA QUINUA. 2011. Quiroga L. Carmen C. y col. Ed: Mónica Navia. La Paz: Plural Editores.
- 8) LA QUINUA: CULTIVO MILENARIO PARA CONTRIBUIR A LA SEGURIDAD ALIMENTARIA MUNDIAL. 2011. PROINPA. (Este documento fue presentado por el Estado Plurinacional de Bolivia en la 37ava Conferencia de la FAO para proponer la declaración del “ Año internacional de la quinua” la misma que fue aprobada, declarándose el 2013 el Año internacional de la quinua). 7-14p
- 9) Llorente, José Ramón. 2008. Quinoa: Un auténtico superalimento. Discovery DSalud. Consulta del 12 de agosto, 2014, de <http://www.dsalud.com/index.php?pagina=articulo&c=218>
- 10) Peralta, E. 2011. Conceptos y Parámetros de Calidad para el grano de Amaranto. Boletín técnico Nro 154. Consulta del 12 de agosto, 2014, de [http://www.iniap.gob.ec/nsite/images/documentos/PAR%C3%81METROS%20DE%20CALIDAD%20AMARANTO%20\(1\).pdf](http://www.iniap.gob.ec/nsite/images/documentos/PAR%C3%81METROS%20DE%20CALIDAD%20AMARANTO%20(1).pdf)
- 11) Nieto, C. 1990. El cultivo de amaranto (*Amaranthus spp*) una alternativa agronómica para Ecuador. INIAP, EE. Santa Catalina. Publicación Miscelánea N°52. Quito, Ecuador. Consulta del 12 de agosto, 2014, de <http://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/2688>
- 12) Peralta, E. 2009. Amaranto y Ataco. Boletín Divulgativo No. 359. Quito-Ecuador. Consulta del 12 de agosto, 2014, de <http://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/306>

- 13) Jacobsen, S. 2006. El Tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet) y sus parientes silvestres. Revista: Botánica Económica de los Andes Centrales. Universidad Mayor de San Andrés. La Paz. P. 458-482. Consulta del 12 de agosto, 2014 de <http://www.beisa.dk/Publications/BEISA%20Book%20pdfer/Capitulo%2028.pdf>
- 14) Rojas, V. 2016. El cultivo de Tarwi (*Lupinus mutabilis* Sweet) en el Estado Plurinacional de Bolivia. *Info INIAF* [online]. 2016, vol.1, n.7, pp. 88-100. ISSN 2308-250X.
- 15) NationalKidneyFoundation. (2007). La diabetes y la insuficiencia renal crónica (Falla crónica del riñón). Consulta el 12 de agosto, 2014 de https://www.kidney.org/sites/default/files/docs/diabckd-stg5_span.pdf
- 16) Luengo F, Emilio. Alimentos funcionales y nutracéuticos. Sociedad Española de Cardiología. Publicación patrocinada por Danone. 2007. p.3-5. ISBN-13: 978-84-690-3758-4

10. ANEXOS

EXTRACTOS DE FIBRA TOTAL DE LOS DIFERENTES CEREALES EN ESTUDIO





EQUIPOS



Equipo Baño María para la determinación de Fibra Dietaria



Equipo Kjeldalh para determinación de Proteínas (parte del método de determinación de Fibra dietaria)

EXTRACCIÓN DE FIBRA TOTAL



Filtración y lavado de la fibra total para el extracto



Fibra total para utilizar en el extracto

DETERMINACIÓN DE PROTEÍNAS



Digestión de las muestras para la determinación de proteínas



Destilador de Kjeldaljh para la determinación de Proteínas

ENSAYO CON ANIMALES DE EXPERIMENTACIÓN

