



ORIGINAL

Evaluation of the Normoglycemic Effect of Extracts (Aqueous and Hydroalcoholic) of *Sechium Edule* (Jacq.) Sw. (Chayote) in Biomodels

Evaluación del Efecto Normoglucemiante de Extractos (Acuoso e Hidroalcohólico) del *Sechium Edule* (Jacq.) Sw. (Chayote) en Biómodelos

Susana Viviana Quiñónez Mosquera¹, Ingrid Rafaela Rugel Rivera¹, Zoraida Burbano Gómez¹, Glenda Sarmiento Tomala¹

¹Universidad de Guayaquil, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia. Guayaquil, Ecuador.

Citar como: Quiñónez Mosquera SV, Rugel Rivera IR, Burbano Gómez Z, Sarmiento Tomala G. Evaluation of the Normoglycemic Effect of Extracts (Aqueous and Hydroalcoholic) of *Sechium Edule* (Jacq.) Sw. (Chayote) in Biomodels. Health Leadership and Quality of Life. 2023; 2:215. <https://doi.org/10.56294/hl2023215>

Enviado: 21-04-2023

Revisado: 06-07-2023

Aceptado: 08-10-2023

Publicado: 09-10-2023

Editor: PhD. Prof. Neela Satheesh 

ABSTRACT

The use of fruits and their derivatives in a population represents a daily practice that helps to solve problems not only of a nutritional nature but also of health. The present study has as its application the evaluation of the normoglycemic effect of extracts (aqueous and hydroalcoholic) of *Sechium edule* (Jacq.) SW. (chayote) in biomodels. "To obtain the aqueous extracts, the fresh fruits were cleaned, the seeds removed, liquefied and filtered; for the 50:50 hydroalcoholic extract; it was added to the smoothie and macerated for 48 hours. Quality control parameters were determined (ashes, moisture, fats, polysaccharides, quantification of quercetin). For the determination of normoglycemic activity, verify nine groups of five animals each: (A normal; B diabetic, C Metformin, aqueous and hydroalcoholic extract 150, 75, 37,5mg / kg). Prior to anesthesia baseline glucose values were determined, the administration of the treatments was oral / six days. On the second day after administration they were given aloxane; On the sixth day before fasting, the final glucose was determined. With the analyzes made to the fresh fruit, the main physical and chemical characteristics were obtained where the quality of the product under study could be determined (*Sechium edule*). According to the normoglycemic activity analysis it was found that *Sechium edule* (chayote) has a measured effect. The results indicated that the aqueous extract with a dose of 150 mg / kg showed a decrease in glucose values (129 mg / dl).

Keywords: *Sechium edule*; Normoglycemic; Flavonoids; Physicochemicals; Diabetes; Aloxane.

RESUMEN

El uso de frutos y sus derivados, en una población representa una práctica diaria que ayudan a la solución de problemas no solo de carácter alimenticio sino también de salud. El presente estudio tiene como finalidad la "evaluación del efecto normoglucemiante de extractos (acuoso e hidroalcohólico) del *Sechium edule* (Jacq.) SW. (chayote) en biómodelos." Para la obtención de los extractos acuosos, los frutos frescos fueron limpiados, retiradas las semillas, licuados y filtrados; para el extracto hidroalcohólico 50:50; se adicionó la mezcla agua alcohol al licuado y se maceró por 48 horas. Se determinaron parámetros de control de calidad (cenizas, humedad, grasas, polisacáridos, cuantificación de quercetina). Para la determinación de la actividad normoglucemiante, se realizaron nueve grupos de cinco animales cada uno: (A normal; B diabético, C Metformina, extracto acuoso e hidroalcohólico 150, 75, 37,5mg/kg). Previa anestesia se determinaron valores de glucosa basal, la administración de los tratamientos fue vía oral/seis días. Al segundo día post administración se les administró aloxano; al sexto día previo ayuno se realizó la determinación de la glucosa final. Con los análisis realizados al fruto fresco se obtuvieron las principales características físicas y químicas donde se pudo determinar la calidad del fruto en estudio (*Sechium edule*). De acuerdo a los análisis de la

actividad normoglucemiante evaluada se pudo comprobar que *Sechium edule* (chayote) presenta efecto medido. Los resultados obtenidos indican que el extracto acuoso con una dosis de 150 mg/Kg presentó disminución de los valores de glucosa (129mg/dl).

Palabras clave: *Sechium Edule*; Normoglucemiante; Flavonoides; Físicoquímicos; Diabetes; Aloxano.

INTRODUCCIÓN

Tradicionalmente el empleo de plantas medicinales con fines curativos es una práctica que se utiliza desde antaño. Esto ha logrado que se profundice en el estudio y conocimiento de las especies vegetales que poseen propiedades medicinales, con la finalidad de ampliar las experiencias en el uso de los productos que de ellas se extraen, como extractos, tinturas, etc.^(1,2,3,4,5,6)

Según La Organización Mundial de la Salud (OMS) por sus siglas en español, estima que más del 30 % de la población mundial no tiene acceso a medicamentos esenciales. Por ello, los habitantes recurren a las Medicinas Tradicionales para satisfacer sus necesidades medicinales.^(7,8,9,10,11,12,13)

Actualmente las industrias farmacéuticas están orientándose hacia el uso de productos naturales con el fin de hallar moléculas bioactivas para el desarrollo de nuevos fármacos o sencillamente como fototerapéuticos para la mejora, prevención o cura de muchas enfermedades puesto que estos contienen un amplio margen terapéutico gracias a los agentes de gran potencia farmacológica.^(14,15,16,17,18,19,20)

La especie objeto de estudio *Sechium edule* (Jacq) SW, es empleada en medicina tradicional y se le han demostrado algunas propiedades farmacológicas, pero existen escasos estudios que avalen su uso como medicamento vegetal.

En la medicina tradicional el chayote es ampliamente reconocido y utilizado en diferentes partes del mundo para el tratamiento de varias enfermedades tales como: hipertensión, diabetes, cálculos renales, inflamación y cáncer, estas enfermedades representan un alto impacto en la mortalidad a nivel mundial.^(21,22,23,24,25,26,27)

La diabetes es un padecimiento habitual en nuestra sociedad, lo pueden padecer personas de cualquier edad ya que se involucran factores genéticos, edad, sexo, factores metabólicos y socioeconómicos.^(28,29,30,31,32,33,34) Según datos del Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC) en el año 2017 se dieron 4 906 muertes por diabetes registrando un aumento del 51 % con respecto al 2007 donde el número de fallecidos fue de 3292, considerando a esta enfermedad como la segunda causa de muerte después de enfermedades isquémicas del corazón y según el Ministerio de salud pública la hospitalización por este padecimiento fue de 16 370 en el año 2016.^(35,36,37,38)

De acuerdo a lo expuesto es necesario realizar nuevas investigaciones que sustenten el uso de nuevas alternativas de tratamiento de la diabetes que ayuden a disminuir los daños causados por esta enfermedad por lo que es importante evaluar el efecto normoglucemiante del fruto *Sechium edule* (chayote) en extractos, acuoso e hidroalcohólico en biómodelos aportando con importantes datos que ayudarán a conocer los beneficios de este fruto para su posterior uso como coadyuvante en tratamientos para esta enfermedad.^(39,40)

¿Cuáles serán los valores de glucosa que presentan los ratones a los que se les ha inducido diabetes y que fueron tratados con extracto acuoso y hidroalcohólico del *Sechium edule* (Jacq) SW (chayote)?

Objetivo

Evaluar el efecto normoglucemiante de extractos (acuoso e hidroalcohólico) del *Sechium edule* (Jacq.) SW. (chayote) en biómodelos.

MÉTODO

Se realizó un estudio de tipo experimental, con el fin de conocer la capacidad normoglucemiante de los extractos acuoso e hidroalcohólico del fruto del *Sechium edule* (Jacq) Sw. (chayote) definiendo las concentraciones necesarias para lograr este efecto y permitiendo el obtener una nueva alternativa medicamentosa para este padecimiento.

A partir de los resultados detallados en el proceso de titulación de Arboleda y Torres en el año 2018. Se procedió a realizar otros parámetros, como la cuantificación de flavonoides, proteínas y vitamina B3 que fueron usados para evidenciar cuál de estos ejerce la actividad biológica en el estudio.

Preparación de la muestra

Se obtuvieron frutos de *Sechium edule* (Jacq) Sw. en la ciudad de Santo Domingo de los Tsáchilas “mercado municipal Unión y progreso”; el fruto fue lavado, luego troceado y posteriormente licuados hasta una mezcla homogénea, la muestra incluyó todo el contenido del fruto a excepción de la semilla.

Determinación de los parámetros de calidad de la fruta fresca

El experimento se realizó en los laboratorios de PROGECA de la Universidad de Guayaquil, a una temperatura promedio de 22°C. Para la caracterización del chayote se realizaron los siguientes análisis: porcentaje de humedad (%), flavonoides, grasas, cenizas, proteínas, vitamina B3 (Niacina), sólidos totales, polisacáridos; todas estas determinaciones fueron realizadas por triplicado sobre muestra fresca, con un CV de < al 10 %; vale mencionar que estos análisis fueron realizados al contenido total del fruto excepto la semilla. Los análisis preliminares fueron determinados de acuerdo a la normativa AOAC por triplicado y dichos valores se analizaron estadísticamente.

Determinación de grasas

Esta técnica está basada en el método de Folch (modificado). Se pesaron un aproximado de 5 gramos de muestra en 3 tubos de Eppendorf y se añadieron 20 ml de Hexano y dejó reposar durante un lapso de 90 minutos aproximadamente, luego se sometió a baño maría por 5 minutos a 40°C; se dejó en reposo por 30 minutos, se depositó en 3 cápsulas todo el sobrenadante posible y se dejó evaporar todo el líquido, una vez evaporado se procedió a pesar las cápsulas para mediante diferencia de pesos obtener la cantidad de grasa total.

Determinación de cenizas totales

Se pesaron las cápsulas de porcelana vacías rotuladas, se añadieron 3 gramos de muestra (se procedió a evaporar la mayor cantidad de agua de líquido posible con el fin de evitar que salpique la muestra dentro de la mufla) se introdujo en la mufla de calcinación a temperatura de 600°C por 4 horas.

Cenizas insolubles en ácido clorhídrico

A la ceniza obtenida se añadió 5 ml de HCl al 10 % a cada cápsula y se sometieron a calor controlado hasta completa evaporación y se procedió a pesar cada cápsula.

Cenizas solubles en agua

Se añadieron 5 ml de agua destilada y se puso a calentar en la estufa hasta que esta se evaporó totalmente y se procedió a pesar cada capsula.

Determinación de humedad

Se pesaron tres capsulas vacías posteriormente se pesaron alrededor de 2 gramos de muestra y se llevó a la estufa por tres horas y se pesó el contenido final de las cápsulas.

Determinación de polisacáridos

En 3 balones de cuello largo de 500 ml se introdujeron 10 g de muestra y se añadieron 50 ml de alcohol de 80 grados y se sometieron a reflujo por 90 minutos controlando que el calentamiento sea uniforme se dejó en reposo hasta que se enfrió totalmente y se sometió a reflujo nuevamente por 30 minutos y se procedió a filtrar, el sólido obtenido se introdujo nuevamente en los balones y se le añadió 50 ml de agua destilada y se llevó a reflujo por 2 horas una vez enfriado se filtró nuevamente.

Se llevó a volumen de 200 ml en un matraz aforado, se tomó una alícuota de 0,300 ml en tubos de Eppendorf y se completó a volumen de 1 ml con agua destilada, se añadió 1ml de fenol al 5 % mas 4 ml de H₂SO₄ concentrado se dejó reposar por 10 minutos y se llevó a baño maría a 40°C por 15 minutos.

Para la preparación del estándar se pesaron 51 mg de glucosa y se llevó a volumen de 50 ml, se tomó una alícuota de 1ml en un tubo de Eppendorf y se añadió 1 ml de fenol al 5 % mas 4 ml de H₂SO₄ concentrado se dejó reposar por 10 minutos y se llevó a baño maría de 40°C por 15 minutos, se prepararon 5 diluciones con concentraciones de 1, 0,75, 0,50, 0,375, 0,250, y 0,125 ul y se leyó a 420 nm para obtener la curva de calibración al mismo tiempo se leyeron las muestras por triplicado.

Determinación de proteínas, vitamina B3 y flavonoides

Tabla 1. Análisis realizados en el "Laboratorio Analítico UBA"

Parámetros	Método
Proteína	POE-UBA-01 Basado en: AOAC 17th 984,13 (Volumetría)
Flavonoides Expresado como: Quercetina	Olga Lock et al 2006 (Espectrofotometría)
Vitamina B3 (Niacina)	Ekinci and Kedakel 2005 (Cromatografía)

Las siguientes pruebas fueron realizadas en laboratorios analíticos uva.

Evaluación del efecto normoglucemiante

Para el experimento se usaron 45 ratones machos con una edad aproximada de tres meses “cepa CD1”, peso promedio de 40 gramos obtenidos del bioterio del (INSPI) Instituto Nacional de Investigación en Salud Pública, el periodo de adaptación fue de tres semanas en el bioterio de la Facultad de Ciencias Químicas.

Preparación de los extractos

Se prepararon extractos tanto acuosos como hidroalcohólicos al 40 % de concentración (40 g de muestra en 100 ml de solución). Para la preparación del extracto hidroalcohólico se usaron 50 ml de agua destilada y 50 ml de alcohol etílico. Posteriormente se procedió a evaporar el alcohol.

Determinación de la glucosa basal

Los valores de glucosa basal se determinaron utilizando un glucómetro marca Accu-Chek Active, estas fueron realizadas en estado de ayuno de 18 horas, se realizó extracción de sangre previa anestesia; a través de una punción en el ojo con tubos capilares, y se los animales fueron previamente anestesiados en mg/dL.

Administración de Tratamientos

Se administraron los diferentes tratamientos con una cánula intragástrica por vía oral depositando directamente en el estómago del animal en el orden que se menciona a continuación.

Grupos control A y B; no recibieron ningún tipo de tratamiento durante los días de prueba.

Grupo C control positivo: fueron tratados con Metformina 24 horas previas a la inducción con Aloxano.

Grupos D, E, F, G, H, I: tratados Con los extractos acuosos e hidroalcohólicos respectivamente antes y después de la inducción.

Grupos	Identificación	Tratamiento/ Dosis	Inductor (Aloxano 100mg/Kg)
A.	Grupo control	-----	
B.	Control negativo	-----	ü
C.	Control positivo Metformina	0,3ml/kg	ü
D.	Extractos acuosos	150 mg/kg	ü
E.	Extractos acuosos	75 mg/kg	ü
F.	Extractos acuosos	37,5 mg/kg	ü
G.	Extractos hidroalcohólicos	150 mg/kg	ü
H.	Extractos hidroalcohólicos	75 mg/kg	ü
I.	Extractos hidroalcohólicos	37,5 mg/kg	ü

Inducción de DM2 con Aloxano

Para la inducción a la diabetes mellitus tipo 2 se administró Aloxano vía intraperitoneal a 40 ratones en dosis de 100 mg/Kg el mismo que fue disuelto en buffer fosfato, luego de 24 horas se realizó la medición de la glucosa para verificar los valores de glucosa una vez administrado el tratamiento con aloxano. Este método fue diseñado por Szkudelski en el año 2001.

Determinación de glicemia final

Los valores de glicemia final fueron analizados luego de 8 días de tratamiento continuo con cada uno de los extractos usando el mismo método que se utilizó para la determinación de glucosa basal.

RESULTADOS

Resultados de los parámetros de calidad de la fruta fresca

Se realizó la evaluación de los parámetros de calidad de la fruta fresca como un análisis complementario para garantizar la posible capacidad normoglucemiante de los extractos en el ensayo, estos estudios fueron realizados con tres réplicas para garantizar la reproducibilidad de los resultados.

Determinación de humedad

El contenido de humedad se observa en la siguiente tabla VI donde se aprecia que el contenido de agua es en promedio de un 95,6 %.

Tabla 3. Promedio del porcentaje de humedad del fruto *Sechium edule* (chayote) fresco

Promedio	Desv. Est.	CV%
95,66388	0,170022	0,177728

El porcentaje de humedad según la farmacopea indica que, dependiendo del órgano vegetal este debe estar entre 86 y 92 % es decir con una humedad residual entre 8 y 14 %. En los resultados se obtuvo un 95,6 % de humedad los cuales están dentro del rango considerando que este está en dependencia del órgano vegetal las referencias están basadas en el peso seco del fruto, en el presente estudio se evaluó el peso del fruto fresco.

Determinación de cenizas totales, insolubles en HCl y solubles en agua

En la tabla 3 se muestran los porcentajes de cenizas donde se obtuvo un total de 0,22 % de cenizas totales; las cenizas totales según la farmacopea deben de ser hasta un 5 % los cuales pueden variar de acuerdo al lugar y fecha de recolección del fruto; para cenizas insolubles en ácido clorhídrico se obtuvo un valor de 0,14 % y las cenizas solubles en agua obtenidas fueron de 0,16 % estos no deben superar el 0,5 % de acuerdo a los límites planteados por la farmacopea por lo tanto los resultados obtenidos se encuentran dentro del rango establecido.

Tabla 4. Promedio del Porcentaje de cenizas totales y residuales del fruto *Sechium edule* (chayote) fresco

	% C Totales	% C. insolubles en HCl	C. Solubles en agua
Promedio	0,22604	0,14764	0,16985
Des. Est.	0,009268	0,005562	0,003717
CV%	0,21948	3,767474	2,188644

Determinación de grasas

En la tabla a continuación se presenta el porcentaje de grasa el cual bajo, alrededor de 0,024 % contenida en el fruto fresco. Caballero Adriana refiere que el contenido de grasas totales del fruto seco es de 0,30 g %, los valores obtenidos están dentro del rango establecido.

Tabla 5. Porcentaje de grasa del fruto fresco *Sechium edule* (chayote)

Promedio %G	SD	CV%
0,02440	0,001022	4,18954

Determinación de polisacáridos del fruto fresco

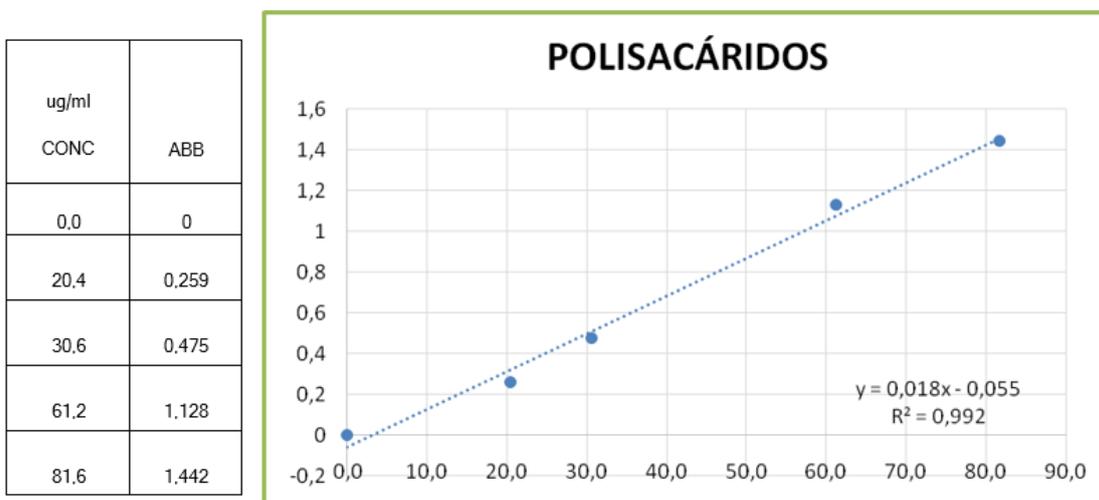


Figura 1. Curva de calibrado de polisacáridos (estándar glucosa)

Se realizó una curva de calibración con el estándar de glucosa que se lo llevó a una concentración de 81,6 mg/ml a una solución de 50 ml para tomar alícuotas de 1 ml, 0,75 ml, 0,50 ml, 0,375 ml, 0,250 ml, y 0,125ml para obtener diferentes concentraciones como se indica a continuación:

A partir de esta curva se determinó la concentración de polisacáridos expresados como glucosa en el fruto. Las concentraciones de polisacáridos expresados como glucosa en el fruto fresco se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 6. Porcentaje de polisacáridos en el fruto <i>Sechium edule</i> (chayote) fresco		
Promedio% Polisacáridos	SD	CV%
27,49	1,10	3,9

En estudios previos realizados refieren un porcentaje de polisacáridos totales entre 26 y 28 % del peso seco del fruto; en el estudio presentado se obtuvo un promedio de 27,5 % de polisacáridos.

Determinación de flavonoides, proteínas y vitamina B3

Los resultados que se presentaran a continuación fueron proporcionados por el Laboratorio Analítico UBA los mismos que se usaron como referencia para las respectivas dosificaciones y posterior tratamiento para los biómodelos.

El contenido de proteínas reportados es de 1,50 g por cada 100 g de peso Del Ángel Coronel, refiere un contenido de proteína de (0,82 a 1,74 g / 100 g peso seco).

Para el caso de los flavonoides equivalente a quercetina otros autores describen un contenido de 11,61 mg/kg mientras que Viera en el año 2018 refiere un total de 1,92 mg/100g del peso del fruto fresco, los valores obtenidos en los análisis de laboratorios UBA fueron de 120,05 mg/Kg o 12, 5 mg/g de fruta fresca. En el caso de la vitamina B3 o Niacina se obtuvo una cantidad de 5,74 mg/Kg de fruto fresco el mismo Viera, 2018 reporta una concentración de 0,47 mg por cada 100 gramos de peso seco del fruto.

Tabla 7. Resultados reportados por laboratorios UBA		
Parámetros	Método	Resultados
Proteína	POE-UBA-01 Basado en: AOAC 17th 984,13 (Volumetría)	1,50 %
Flavonoides Expresado como: Quercetina	Olga Lock et al 2006 (Espectrofotometría)	120,05 mg/Kg
Vitamina B3 (Niacina)	Ekinci and Kedakel 2005 HPLC (Cromatografía)	5,74 mg/Kg

Resultados del efecto normoglucemiante del fruto *Sechium edule* (Chayote)

A continuación, se muestran los resultados de los promedios obtenidos en los análisis estadísticos de las glucosas basal o inicial previos al tratamiento, donde se puede observar que los valores están dentro del rango normal establecido. De acuerdo al análisis estadístico se obtuvo que los valores de glucosa inicial no presentan diferencias estadísticas entre los grupos.

Tabla 8. Promedio de valores de glucosa basal en los animales de experimentación en el estudio normoglucemiante de <i>Sechium edule</i> (chayote)	
Grupos	Promedio de glucosas basales
A - Grupo Normal	80,5 ± 6,6 a
B - Diabetes	89,3 ± 6,2 a
C - Metformina 0,3 ml	106,25 ± 11,3a
D - Extracto acuoso 150 mg/kg	69,2 ± 7,7a
E - Extracto acuoso 75 mg/kg	81,2 ± 27,1a
F - Extracto acuoso 37,5 mg/kg	91,6 ± 15,9a
G - Extracto hidroalcohólico 150 mg/kg	93,4 ± 17,4a
H - Extracto hidroalcohólico 75 mg/kg	87,75 ± 26,6a
I - Extracto hidroalcohólico 37,5 mg/kg	85,4 ± 23,9a

En este gráfico se pueden observar los valores de glucosa basal de cada grupo de animales. De acuerdo al análisis estadístico se obtuvo que los valores de glucosa inicial no presentan diferencias estadísticas entre los grupos. Así tenemos que para el grupo A los valores de glucosa basal el promedio es de 80,5±6,6; para el grupo B

es de $89,3 \pm 6,2$; en el grupo C fue de $106,25 \pm 11,3$ para los grupos D, E, F correspondientes al extracto acuoso los valores obtenidos $69,2 \pm 7,7$, $81,2 \pm 27,1$, $91,6 \pm 15,9$ respectivamente; para los grupos G, H, I los valores iniciales están entre $93,4 \pm 17,4$, $87,75 \pm 26,6$, $85,4 \pm 23,9$.

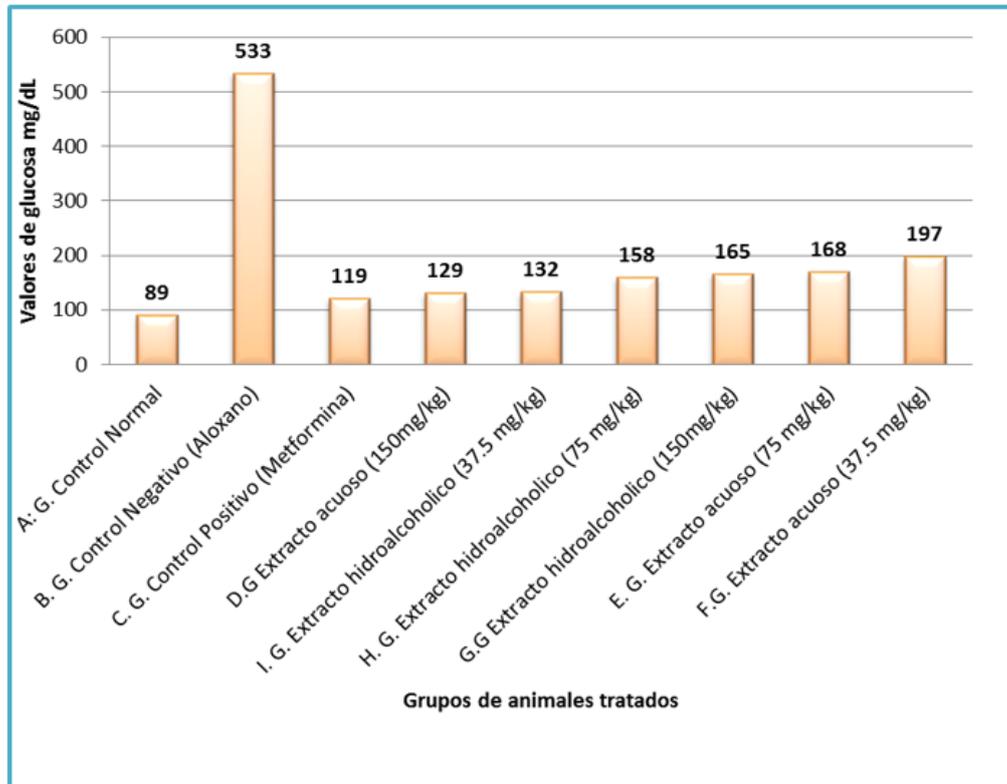


Figura 2. Promedio de los valores de glucosa final en los animales tratados con los extractos acuosos e hidroalcohólicos de *Sechium edule* (chayote)

En esta figura se muestran los valores de glucosa final de los grupos tratados con los extractos acuosos e hidroalcohólicos de *Sechium edule* (chayote) donde se puede evidenciar un incremento de los valores de glucosa con respecto a los valores iniciales previo a la inducción con aloxano y post- tratamiento con los extractos.

Según las referencias indican que el fruto y en particular las semillas, son ricos en aminoácidos, como ácido glutámico, alanina, leucina, prolina, serina, tirosina, treonina, valina y metionina (sólo en frutos). El chayote contiene fitoesteroles (β -sitosterol, estigmasterol), compuestos terpénicos, flavonoides (kaempferol-3-O-rutinósido y flavonol-3-O-glucósido), almidón, vitamina C, β - caroteno, Calcio y aceite fijo.

Como se pueden observar, los niveles de glucosa entre los diferentes tratamientos presentan valores incrementados en relación a los valores iniciales, en cuanto a los grupos tratados tanto con los extractos (tanto el acuoso como el hidroalcohólico) como el control positivo y el grupo control negativo, presentan diferencias estadísticas. El B control negativo presenta promedio de 533 mg/dL y difiere con el resto de los demás grupos. El grupo C control positivo (Metformina) 119mg/dL; es el que se aproxima en sus valores y en su significancia al grupo A control normal 89mg/dL, seguido del grupo D (extracto acuoso 150 mg/kg) con 129mg/dL de glucosa.

En tanto, que los demás grupos continúan con sus diferencias estadísticas en relación al siguientes orden: grupo I (extracto hidroalcohólico 37,5 mg/Kg) con 132,80mg/dL; grupo H (extracto hidroalcohólico 75 mg/Kg) con 157,5 mg/dL; grupo G (extracto hidroalcohólico 150 mg/Kg) con 165 mg/dL; grupo E (extracto acuoso 75 mg/Kg) con 168 mg/dL y finalmente el grupo F (extracto acuoso 75mg/kg) con 197 mg/dL.

En relación a las respuestas de los valores de glucosa obtenidos se puede indicar que el incremento en las determinaciones finales aun con el fármaco de síntesis (Metformina), se deba a que la diabetes en los animales de experimentación fueron inducidos con aloxano, cuyo mecanismo de acción se ha estudiado experimentalmente, en la que se ha demostrado que esta sustancia química produce un repentino aumento en la secreción de insulina en presencia o ausencia de glucosa que aparece justo después de la administración.

Esta liberación de insulina es de corta duración seguida de una supresión completa de respuesta de los islotes a la glucosa, aun cuando las concentraciones altas de glucosa son usadas. Además, la acción del aloxano en el páncreas está precedida por su captación rápida de las células beta pancreática. Así como también, pueden estar involucrados en el desarrollo de la diabetes, varios mecanismos patógenos, que destruyen las células β del páncreas con la consiguiente deficiencia de insulina, y otros que resultan en la resistencia a la acción de la

insulina. Las perturbaciones en los metabolismos glucídico, lipídico y proteico se deben a la deficiente acción de la insulina en los tejidos diana que resulta de la insensibilidad o falta de insulina.

El mecanismo de regulación de los valores de glucosa probablemente se deba a los compuestos bioactivos presentes en la composición del chayote. También se han descrito actividad antibacteriana, antioxidante, antihipertensivo y antiepiléptico.

La composición fenólica, especialmente los flavonoides y la fracción de polisacáridos, tienen mayor atención en relación con sus efectos hipoglucemiantes; estos fitoquímicos pueden actuar a través de diferentes mecanismos de acción, incluyendo (a) inhibición de la α -amilasa y la α -glucosidasa, (b) prevención de la apoptosis de las células β , (c) la proliferación y secreción de insulina y la actividad normoglucemiante.

En un estudio experimental con ratas Wistar inducidas con diabetes, el extracto de piel de chayote induce a la protección de las células contra citotóxicos, probablemente debido a la presencia de compuestos antioxidantes, tales como flavonoides y proteinasas. El mismo estudio describe adicionalmente que el extracto de chayote era capaz de reducir el nivel en plasma de glucosa y globulina. Además, la administración vía oral de zumo de fruta chayote se reportó un aceleramiento en la disminución de la glucosa capacidad de tolerancia y disminución del estrés oxidativo. Con la administración oral de extracto etanólico de fruta chayote en ratas diabéticas (100 mg / kg de peso corporal y 200 mg / kg de peso corporal) promovió la pérdida de peso corporal.

CONCLUSIONES

Con los análisis realizados al fruto fresco se obtuvieron las principales características físicas y químicas, donde se pudo determinar la calidad del fruto en estudio (*Sechium edule*) entre ellos el porcentaje de humedad, porcentaje de cenizas, cuantificación de flavonoides expresado como la quercetina, polisacáridos, vitamina B3 y proteínas; los resultados obtenidos estuvieron dentro de los rangos establecidos con coeficientes de variación menor al 5 % en todos los análisis garantizando la reproducibilidad de los mismos.

1. De acuerdo a los análisis de la actividad normoglucemiante evaluada se pudo comprobar que el *Sechium edule* (chayote) presenta el efecto medido.
2. Los resultados obtenidos indican que el extracto acuoso con una dosis de 150 mg/Kg presentó disminución de los valores de glucosa (129mg/dl), en los animales de experimentación con diabetes inducida, bajo las condiciones de ensayo requeridas.

RECOMENDACIONES

Con los resultados favorables obtenidos de los extractos del fruto en estudio como normoglucemiante se recomienda continuar este proyecto realizando otros ensayos pre clínico como: toxicidad aguda oral, determinación toxicidad subaguda y crónica.

La determinación y cuantificación de la presencia de otros principios activos que tengan actividad sobre diferentes patologías que puedan estar presentes en el extracto se puede efectuar en futuras investigaciones.

Si se desea llevar la investigación a una fase clínica y su uso en humanos se puede proponer la administración con una forma farmacéutica conveniente, realizar pruebas necesarias tales como biodisponibilidad, ensayos microbiológicos y de estabilidad que garanticen la calidad del extracto en la forma farmacéutica dada.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Arboleda K, Torres J. Estudio fitoquímico de los metabolitos secundarios presentes en el fruto del *Sechium edule* (Jacq.) Sw. (chayote) y su relación con la actividad terapéutica. [Tesis de grado]. Guayaquil, Ecuador: Universidad Estatal de Guayaquil; 2018.

2. Organización Mundial de la Salud. Nuevas directrices de la OMS para fomentar el uso adecuado de las medicinas tradicionales [Internet]. 2004 [citado 2023 Oct 19]. Disponible en: <https://www.who.int/mediacentre/news/releases/2004/pr44/es/>

3. Gómez García G. Valoración de parámetros bioquímicos y hematológicos en ratones sanos tratados con extractos de *Sechium spp.* [Tesis de grado]. Zaragoza, México: Universidad Nacional Autónoma de México; 2013.

4. Instituto Nacional de Estadística y Censos. Diabetes e hipertensión, dos males silenciosos que afectan la salud. El Universo [Internet]. 2014 [citado 2023 Oct 19]. Disponible en: <http://www.eluniverso.com/noticias/2014/01/19/nota/2049516/hay-dos-males-silenciosos-que-afectan-salud>

5. Organización Panamericana de la Salud. La diabetes: un problema prioritario de salud pública en el Ecuador y la región de las Américas [Internet]. 2017 [citado 2023 Oct 19]. Disponible en: https://www.paho.org/ecu/index.php?option=com_content&view=article&id=1400

6. Loizzo M. Antioxidant and carbohydrate-hydrolysing enzymes potential of *Sechium edule* (Jacq.) Swartz (Cucurbitaceae) peel, leaves and pulp fresh and processed. *Plant Foods for Human Nutrition*. 2016;71:381-7.
7. Torres Nolorbe D, Saldaña Reátegui G. Actividad hipoglicemiante de hojas de *Pseudelephantopus spiralis* (Lessing) “mata pasto” en ratas albinas diabéticas. Iquitos, Perú: Universidad Nacional de la Amazonía Peruana; 2016.
8. Temas de Farmacognosia. Plantas medicinales [Internet]. 2018 [citado 2023 Oct 19]. Disponible en: <https://www.plantas-medicinal-farmacognosia.com/temas/extractos/>
9. Rodríguez Montessoro J. El chayote (*Sechium edule* (Jacq.) Sw): importante recurso fitogenético mesoamericano. *Agroproductividad* [Internet]. 2010 [citado 2023 Oct 19]. Disponible en: <http://.org/index.php/agroproductividad/article/view/589/458>
10. Moreno Valladares A. Medigraphic.org [Internet]. 2010 [citado 2023 Oct 19]. Disponible en: <http://www.medigraphic.org.mx>
11. Marcano J. El chayote: una hortaliza con futuro [Internet]. El Chayote Blogspot. 2008 [citado 2023 Oct 19]. Disponible en: <http://isabel-elchayote.blogspot.com/2008/06/chayote-una-hortaliza-con-futuro.html>
12. Serra M. Huerta y jardinería [Internet]. 2013 [citado 2023 Oct 19]. Disponible en: <http://www.huertayjardineria.com.ar/papa%20del%20aire.htm>
13. Vieira EF, Ferreira IM. Chayote (*Sechium edule*): a review of nutritional composition, bioactivities and potential applications. *Journal of Food Composition and Analysis*. 2018;6-20.
14. Pumaguale Cando O. Evaluación de la actividad hipocolesterolémica del néctar de guatila (*Sechium edule*) en ratas (*Rattus norvegicus*) con hipercolesterolemia inducida [Tesis de grado]. Riobamba, Ecuador: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo; 2014.
15. Jiménez-Hernández J, Salazar-Montoya JA, Ramos-Ramírez EG. Física, química y caracterización microscópica de un nuevo almidón de chayote (*Sechium edule*) tubérculo y su comparación con la patata y el maíz. *Carbohydrate Polymers*. 2007;68:679-80.
16. Siciliano T, De Tommasi N, Morelli I. Study of flavonoids of *Sechium edule* (Jacq.) Swartz (Cucurbitaceae) by liquid chromatography photodiode array mass spectrometry. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2004;52:6510-5.
17. Pazmiño Vinuesa K. Comparación del efecto normoglucemiante de la infusión vs extracto etanólico de las hojas de guayaba (*Psidium guajava* L.) en ratas con diabetes inducida [Tesis de grado]. Guayaquil, Ecuador: Universidad de Guayaquil, Facultad de Ciencias Químicas; 2015.
18. Shiga TM, Ferreira SC. Polysaccharide composition of raw and cooked chayote (*Sechium edule* Sw.) fruits and tuberous roots. *Food Chemistry*. 2015;130:155-60.
19. Mateos SE, López AM. Purificación y caracterización parcial de beta-glucosidasa en chayote (*Sechium edule*). *Molecules*. 2015;20:19372-92.
20. Organización Mundial de la Salud. Diabetes [Internet]. 2017 [citado 2023 Oct 19]. Disponible en: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/diabetes>
21. Perel C. Insuficiencia cardíaca y diabetes: nuevos tratamientos para la diabetes. *Insuficiencia cardíaca*. Buenos Aires: Federación Argentina de Cardiología; 2018;13(4):155-69.
22. Piedrahita A. Obesidad como factor de riesgo para diabetes mellitus tipo 2 [Internet]. ISSUU. 2014 [citado 2023 Oct 19]. Disponible en: https://issuu.com/aurorina/docs/la_obesidad_como_factor_de_riesgo_pa
23. SD, PUCE. Titulación de grado [Internet]. ISSUU. 2016 [citado 2023 Oct 19]. Disponible en: https://issuu.com/pucesd/docs/titulacion_de_grado_25-02-16_

24. Muñoz Giraldo U. Evaluación de la actividad normoglucemiante del *Nasutitermes corniger* en ratas inducidas para diabetes tipo II [Tesis de grado]. Guayaquil, Ecuador: Universidad de Guayaquil; 2017.
25. Muñoz A. Diabetes y riesgo cardiovascular [Internet]. Fundación del Corazón. 2019 [citado 2023 Oct 19]. Disponible en: <https://fundaciondelcorazon.com/prevencion/riesgo-cardiovascular/diabetes.html>
26. National Institute of Diabetes and Digestive and Kidney Diseases. ¿Qué es la diabetes? [Internet]. 2016 Nov [citado 2023 Oct 19]. Disponible en: <https://www.niddk.nih.gov/health-information/informacion-de-la-salud/diabetes/informacion-general/que-es>
27. Muñoz A. Fundación del corazón. Diabetes y riesgo cardiovascular [Internet]. 2019 [citado 2019 May 14]. Disponible en: <https://fundaciondelcorazon.com/prevencion/riesgo-cardiovascular/diabetes.html>
28. Quisiguiña D. Factores que inciden en el crecimiento de las complicaciones crónicas de la diabetes mellitus tipo 2 en el servicio de medicina interna del hospital Alfredo Noboa Montenegro Guaranda [Tesis de grado]. Riobamba, Ecuador: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo; 2010.
29. Flores J, Freijanes J. Insulina e hipoglicemiantes orales. Glucagón. En: Flores J, editor. *Farmacología Humana*. 3ª ed. Barcelona: Editorial Masson; 1996.
30. San Martín-Herrasti JM, Juárez F, González O, et al. Metformina y diabetes gestacional. *Rev Especialidades Médico-Quirúrgicas*. 2014 Sep;19(3):347-55.
31. Comité de Medicamentos de la Asociación Española de Pediatría. Glibenclamida. Asociación Española de Pediatría [Internet]. 2016 Jul 19 [citado 2023 Oct 19]. Disponible en: <https://www.aeped.es/comite-medicamentos/pediamecum/glibenclamida>
32. Szkudelski T. The mechanism of alloxan and streptozotocin action in B cells of the rat pancreas. *Physiol Res*. 2001;50:536-46.
33. Association of Official Analytical Chemist. *Official Methods of Analysis*. 15ª ed. Washington (USA): AOAC; 1990.
34. World Health Organization. *Quality control methods for medicinal plant materials*. Ginebra: WHO/PHARM; 2011.
35. Caballero Roque A, Cruz Moreno L, López Hernández A. Chayote (*Sechium edule* L.) y calabaza (*Cucurbita pepo* Jacq.): opción de botanas saludables. *Lacandonia*. 2015 Jun;9(1):32.
36. Del Ángel Coronel OA. Determinación de la actividad de la lipoxigenasa y evaluación de eficiencias de transformación mediada por *Rhizobium* spp. en chayote (*Sechium edule* Jacq. SO. var. *vireens levis*) [Tesis Doctoral]. Veracruz, México: Instituto Tecnológico de Veracruz; 2015.
37. Peña Galván M, Sosa Morales M, Cerón García A. Determinación de fenoles, flavonoides y parámetros fisicoquímicos en chayote (*Sechium edule*) procesado térmicamente. *Jóvenes en la Ciencia*. 2017;3:101-6.
38. Dire G, Oliveira A, de Souza D. Effects of a chayote (*Sechium edule*) extract (macerated) on the biochemistry of blood of Wistar rats and on the action against the stannous chloride effect. *Pak J Biol Sci*. 2004;10:823.
39. Arango Acosta J. *Alcaloides y compuestos nitrogenados* [Tesis de grado]. Medellín, Colombia: Facultad de Química Farmacéutica; 2008.
40. Moreno A. *Sechium edule* (Jacq.) Swartz y los fitoesteroles como agentes antihiperlipidémicos y antihipertensivos. *Medigraphic*. 2010 Sep;22(9).

FINANCIACIÓN

Ninguna.

CONFLICTO DE INTERÉS

Los autores declaran que no existe conflicto de interés.

CONTRIBUCIÓN DE AUTORÍA

Conceptualización: Susana Viviana Quiñónez Mosquera, Ingrid Rafaela Rugel Rivera, Zoraida Burbano Gómez, Glenda Sarmiento Tomala.

Curación de datos: Susana Viviana Quiñónez Mosquera, Ingrid Rafaela Rugel Rivera, Zoraida Burbano Gómez, Glenda Sarmiento Tomala.

Análisis formal: Susana Viviana Quiñónez Mosquera, Ingrid Rafaela Rugel Rivera, Zoraida Burbano Gómez, Glenda Sarmiento Tomala.

Redacción - borrador original: Susana Viviana Quiñónez Mosquera, Ingrid Rafaela Rugel Rivera, Zoraida Burbano Gómez, Glenda Sarmiento Tomala.

Redacción - revisión y edición: Susana Viviana Quiñónez Mosquera, Ingrid Rafaela Rugel Rivera, Zoraida Burbano Gómez, Glenda Sarmiento Tomala.