



IX CONGRESO DE CIENCIA DE LOS ALIMENTOS y V FORO DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS



Evaluación del Efecto Antihiper glucémico del Bagazo de Naranja (*Citrus sinensis* var. Valencia) en Estudios *in vivo*.

Hernández-González, Gilda⁽¹⁾, Camacho-Reynoso, Rosalía⁽²⁾, Castro-Rosas, Javier⁽¹⁾, Gómez-Aldapa, Carlos Alberto^{(1)*}. ⁽¹⁾ Centro de Investigaciones Químicas, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. ⁽²⁾ Unidad de posgrado de Ciencia y Tecnología (PROPAC), Universidad Autónoma de Querétaro. *Autor de correspondencia: cgomeza@uaeh.edu.mx

Resumen.

En los estudios *in vivo* se trabajó con ratas Wistar, a las cuales se les indujo diabetes, estas fueron tratadas con diferentes dosis de harina de bagazo deshidratado de naranja, se cuantificaron los niveles de glucosa en plasma. El grupo que recibió la harina de bagazo deshidratado de naranja total *ad libitum* a lo largo de todo el día en el agua de consumo, tiene una disminución estadísticamente significativa ($P=0.0027$) a partir del cuarto día y hasta finalizar el experimento. Los datos se analizaron mediante una comparación de medias aplicando la prueba de Tukey-Kramer.

Abstract.

In the studies *in vivo*, Wistar rats were used, diabetes was induced to them, these rat were dealt with different doses of flour of orange bagasse dehydrated, the levels of glucose in plasma was quantified. The group that received the flour of orange bagasse dehydrated *ad libitum* throughout all the day in the water consumption, has a statistically significant diminution ($P=0.0027$) of glucose in plasma from the fourth day and until finalizing the experiment. The data were analyzed by comparison of means applying the test of Tukey-Kramer.

Palabras clave: Bagazo de naranja, fibra dietética, efecto antihiper glucémico, diabetes.

Introducción.

La diabetes es una enfermedad caracterizada por niveles elevados de glucosa en la sangre, debido a la falta de secreción de insulina o a una alteración en la respuesta a esta hormona. Por años, en México se han utilizado un sin número de plantas y frutas como apoyo en el tratamiento del control de la diabetes, tal es el caso del nopal. Asimismo se ha empleado a la naranja, la cual además de que contribuye a regular los niveles de glucosa en el plasma, es una fruta de amplio consumo en México y la podemos adquirir a lo largo de todo el año. La mayor parte de la población sólo consume los gajos y/o el jugo de esta fruta, y el bagazo es



IX CONGRESO DE CIENCIA DE LOS ALIMENTOS y V FORO DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS



desechado sin darle una mayor utilidad, provocando un problema de contaminación. Debido a la cantidad de personas afectadas por la diabetes, la preocupación de encontrar alternativas es cada vez más grande. En las últimas dos décadas se ha sugerido que la deficiencia de fibra en la dieta está relacionada con ciertos padecimientos como hemorroides, diverticulitis, y podría contribuir a padecer obesidad y diabetes, entre otras enfermedades crónicas. Al aumentar la ingestión de fibras dietéticas, se ha obtenido una disminución de la glucemia y de los lípidos séricos, por lo que se ha propuesto usarlas para evitar dichas enfermedades.

Materiales y Métodos.

Material biológico: Naranja Var. Valencia adquirida en el mercado municipal de Pachuca de Soto, Hidalgo; en el mes de enero de 2006, las harinas de bagazo de naranja deshidratado se prepararon de acuerdo a lo reportado por Hernández-González et al. (2007). Ratas machos Wistar de 250-300 g donadas por el bioterio CINVSTAV de la ciudad de México.

Inducción de diabetes: A 58 ratas, las cuáles presentaron el peso requerido para la inducción, (280 a 330 g), se les indujo diabetes empleando EZT (SO130, Sigma-Aldrich) con 45 mg/kg de peso corporal, inyectada en el área intraperitoneal. Tres días después de la inyección se cuantificó la glucosa en sangre. Las ratas que presentaron niveles de glucosa en sangre mayores a 180 mg/dL, se consideraron como animales con diabetes. La EZT se preparó en buffer de citratos 0.1 M con pH 4.5.

Fase uno: Para la elección de la dosis de harina de bagazo de naranja con mayor capacidad hipoglucémica en animales con diabetes, se efectuó mediante la toma de glucosa en ayuno a 16 ratas, repartidas aleatoriamente en 4 grupos de cuatro animales cada uno. El grupo control (0 g/kg) y tres grupos experimentales con diferentes dosis de fibra total 0.35, 0.21 y 0.07 g de fibra total/Kg de peso corporal (García, 2006; Hernández, 2006).

Fase dos: Se realizó una curva de tolerancia a la glucosa a 8 ratas en dos grupos. Un grupo control y otro denominado fibra 1, al que se le administró una dosis de 0.21 g/kg de la mezcla denominada fibra total y a ambos grupos se les suministró una carga de glucosa de 3 g/kg de peso para simular la ingesta de alimento. Después de suministrar la dosis de fibra total, se les midió la glucosa en sangre por amputación de la punta de la cola a los 0, 15, 30, 60 y 120 minutos (García, 2006; Hernández, 2006).



IX CONGRESO DE CIENCIA DE LOS ALIMENTOS y V FORO DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS



Fase tres: Se midió la glucosa en ayuno, la fibra total se incorporo según el consumo de fibra de la siguiente manera: 0.21 g de harina de bagazo/kg de peso con las siguientes indicaciones: para el grupo fibra 1, la harina fue administrada a libre demanda (*ad libitum*) y para el grupo fibra 2 por vía intragástrica, con un grupo control al cuál solo se le administró agua esterilizada por vía intragástrica. La glucosa en ayuno se midió por medio de la amputación de la punta de la cola a los 0, 4 y 11 días.

Fase cuatro: Para la elección de la dosis de fibra tamiz con mayor capacidad antihiperoglucémica en ratas normoglucémicas, se realizó una curva de tolerancia a la glucosa a 16 ratas repartidas aleatoriamente en 4 grupos. Al grupo control se le administró agua esterilizada, y a los tres restantes se les administraron dosis de la fibra tamiz de 0.28, 0.42 y 0.57 g/kg de peso corporal. En el segundo experimento se realizó una curva de tolerancia a la glucosa a 16 ratas con diabetes repartidas aleatoriamente en 4 grupos. Un grupo control y tres restantes, a cada uno se le administró una de las tres harinas de bagazo deshidratado de naranja (fibra total, tamiz y residual) a dosis de 0.57 g/Kg. A cada grupo se le midió la glucosa por amputación de la punta de la cola a los 0, 15, 30, 60 y 120 min posterior a la administración de la fibra por vía intragástrica y una carga de glucosa de 3 g/kg.

Fase cinco: Se realizó una curva de tolerancia a la glucosa a 8 ratas con diabetes repartidas aleatoriamente en 2 grupos. Al grupo denominado fibra 1, se le administró por vía intragástrica una dosis de 0.57 g/Kg de fibra tamiz y un grupo control al que solo se le administró agua esterilizada. Y a ambos grupos se le administró una carga de glucosa de 3 g/kg de peso corporal posterior a la administración de la fibra tamiz. Se midió la glucosa en ayuno a los 2 grupos a los 0, 15, 30, 60 y 120 min.

Se midió la glucosa en ayuno a 8 ratas con diabetes repartidas aleatoriamente en dos grupos a los 0, 60, 120 y 180 min después de administrar por intubación la dosis de harina de bagazo de naranja correspondiente y una carga de glucosa. Al grupo control se le administró agua esterilizada y al grupo denominado fibra 1 se le administró por vía intragástrica fibra tamiz a dosis de 0.57 g/kg.

Resultados y Discusión.

Fase uno: Se midió la glucosa en ayuno a los 4 grupos por amputación de la punta de la cola a los 0, 60, 120, 180 y 240 min, y se observó una disminución estadísticamente significativa ($P > 0.00$) de los niveles de glucosa en los animales experimentales con diabetes, de alrededor de 150 unidades de glucosa en sangre en el minuto 240 (figura 1). No se



IX CONGRESO DE CIENCIA DE LOS ALIMENTOS y V FORO DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS



encontró diferencias significativas entre el grupo control y las dosis de 0.07 y 0.35 g/kg de peso corporal.

Fase dos: Los resultados obtenidos indican que la fibra total presenta un efecto hipoglucemiante en los animales de laboratorio. En los resultados (figura 2) obtenidos, se encontró que el grupo denominado fibra 1, durante todo el experimento, presenta una disminución en los niveles de glucosa en sangre, comparado con el grupo control, pero en el minuto 120, esta disminución se vuelve más evidente, y representa alrededor de 80 unidades de glucosa por debajo del grupo control. Cabe señalar que aunque se presentaron diferencias entre el grupo de fibra 1 y el grupo control, estas no fueron estadísticamente significativas a un nivel de confianza del 95%.

Fase tres: Se puede observar que en el grupo control los niveles de glucosa en sangre permanecieron estables (figura 3), presentando un ligero aumento al término del experimento, esta respuesta esta de acuerdo a lo observado en pacientes con diabetes que no llevan un control adecuado de este padecimiento. En el grupo denominado fibra 1 se observo que los niveles de glucosa en sangre empezaron a disminuir a partir del cuarto día, presentándose una diferencia estadísticamente significativa al final del experimento ($P=0.0027$). En el grupo denominado Fibra 2 se presento un comportamiento similar al observado en el grupo control. Las diferencias encontradas entre los dos grupos experimentales puede ser explicada en función de que al grupo fibra 1 se le administro la harina de manera continua en el agua de consumo, mientras que al grupo denominado fibra 2 se le administro la harina del bagazo en una sola toma de manera intragástrica, motivo por el cual los niveles de glucosa en plasma en estos animales fue similar a los presentes en los animales del grupo control, ya que la fibra actúa solo por la mañana y no estaba disponible durante todo el día para actuar cuando la glucosa se encuentra en el organismo.

Fase cuatro: De acuerdo a los resultados obtenidos en este experimento (figura 4), la mejor dosis de fibra tamiz fue de 0.57 g de harina / kg de peso corporal. Las otras dos dosis (0.28 y 0.42 g/kg de peso corporal) probadas presentaron una mayor variación que la observada en la dosis de 0.57 g/kg, estos resultados nos indican que la mejor dosis es la 0.57 g/kg, pues ésta presenta la mayor disminución de los niveles de glucosa en el minuto 30, reduciendo cerca de 30 unidades de glucosa en plasma ($p=0.0015$), también presentó mejor respuesta sostenida de reducción de los niveles de glucosa; tomando en cuenta como se mencionó anteriormente que los animales utilizados en este experimento fueron ratas normoglucémicas.

En la figura 5 se presentan los resultados, una comparación de las 3 diferentes harinas de bagazo deshidratado de naranja y el grupo control, utilizando una dosis única de 0.57 g/kg, observando que la mejor harina para administrar en animales normoglucémicos es la fibra tamiz a dosis de 0.57 g/kg.

Fase cinco: Los resultados (figura 6) obtenidos con fibra tamiz indican que al minuto 60 disminuye alrededor de 80 unidades de glucosa, teniendo un nivel estadísticamente significativo en los tiempos de 30 ($p=0.024$) y 60 min ($p=0.0017$). Una vez obtenida la curva de tolerancia a la glucosa se determinó la glucosa en ayuno en ratas con diabetes. Los resultados (figura 7) obtenidos muestran que la fibra tamiz a los 30 y 60 minutos presentan una diferencia estadísticamente significativa ($p=0.024$ y $p=0.0017$, respectivamente) con respecto al grupo control. A los 120 y 180 también se observaron niveles de glucosa en plasma menores que los presentes en el grupo control aunque estos no fueron estadísticamente significativos al 95 % de confianza, este experimento confirma que la fibra tamiz es una buena opción para el control de los niveles de glucosa en plasma, pudiéndose emplear esta conjuntamente con el tratamiento farmacológico para obtener un mejor control de esta enfermedad en personas con niveles de glucosa elevados.

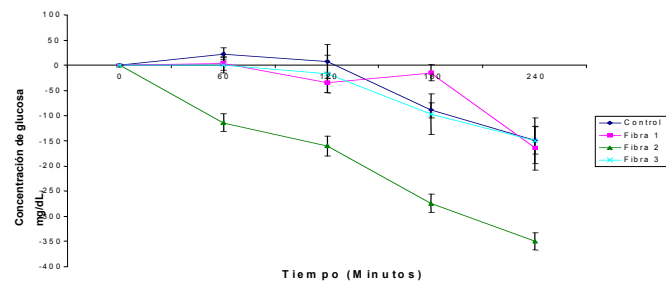


Figura 1: Diferencia de glucosa en ayuno al tiempo 0 con respecto a los diferentes tiempos en ratas hiperglucémicas con tratamiento de harina de bagazo de naranja deshidratado a diferentes dosis (fibra total).

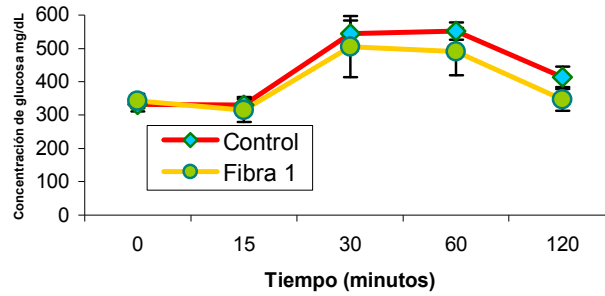


Figura 2. Curva de tolerancia a la glucosa en ratas hiperglucémicas con tratamiento de harina de bagazo de naranja deshidratado a dosis de 0.21 g/kg (fibra total).

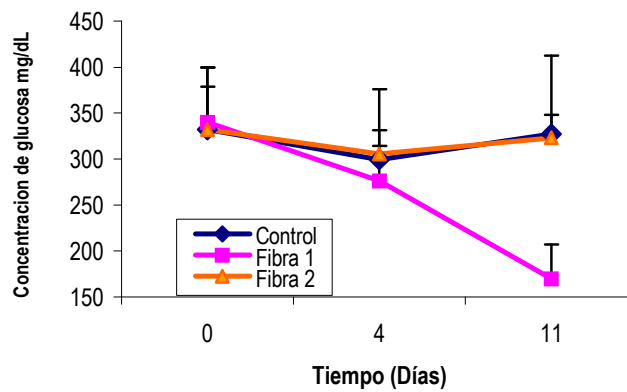


Figura 3.- Glucosa en ayuno en ratas hiperglucémicas con tratamiento de harina de bagazo de naranja deshidratado a 0.21 g/kg durante 11 días (fibra total).

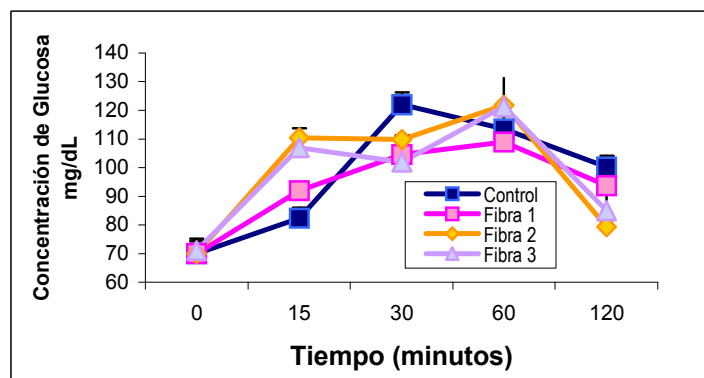


Figura 4: Curva de tolerancia a la glucosa en ratas normoglucémicas con tratamiento de harina de bagazo de naranja deshidratado a diferentes dosis (fibra tamiz).

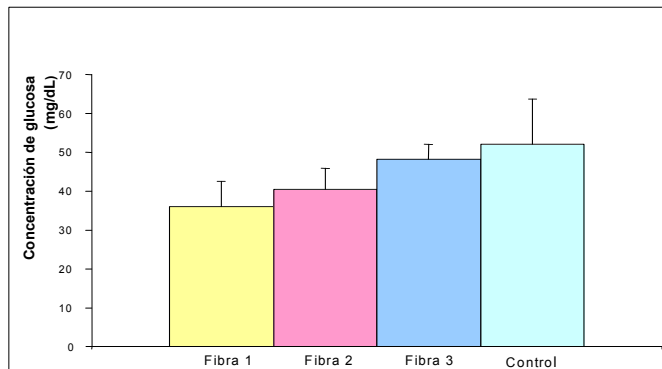


Figura 5: Curva de tolerancia a la glucosa en ratas normoglucémicas con tratamiento de 3 harinas de bagazo de naranja deshidratado a dosis 0.57 g/kg (Diferencia).

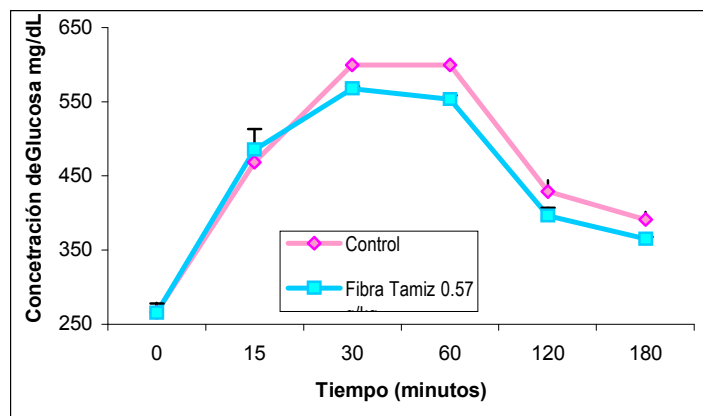


Figura 6: Curva de tolerancia a la glucosa en ratas hiperglucémicas con tratamiento de harina de bagazo de naranja a dosis de 0.57 g/kg (fibra tamiz).

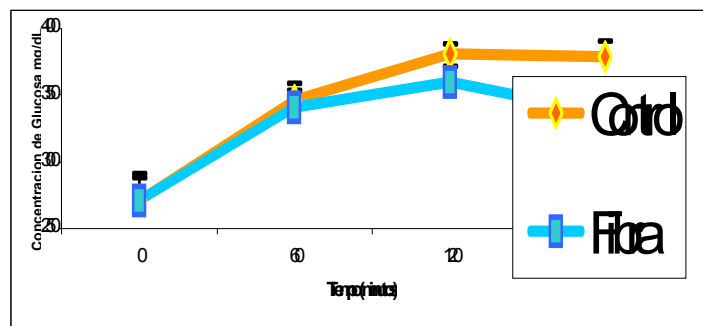


Figura 7: Glucosa en ayuno de ratas hiperglucémicas con tratamiento de harina de bagazo de naranja a dosis de 0.57 g/kg (fibra tamiz).



IX CONGRESO DE CIENCIA DE LOS ALIMENTOS y V FORO DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS



Conclusiones.

La harina de bagazo deshidratado de naranja, puede controlar con eficacia la absorción de glucosa en sangre, permitiendo mantener la concentración de la glucosa posprandial en suero en ratas con diabetes.

La dosis encontrada con mayor efecto antihiper glucémico, fue para fibra total de 0.21 g/kg correspondiente a una dosis de 15 g para un individuo adulto sano y con diabetes, esta dosis presento mejores características para disminución de los niveles de glucosa en plasma.

Por otro lado, la dosis más eficaz para controlar los niveles de glucosa en animales de experimentación con diabetes que recibieron tratamiento con fibra tamiz fue de 0.57 g/kg equivalente a 40 g de esta fibra la cuál tuvo excelentes resultados en la disminución de la concentración de glucosa en ayuno y posprandial en ratas con diabetes.

Bibliografía

- Hernández-González, G, Camacho-Reynoso, R, Castro-Rosas, J y Gómez-Aldapa, C.A. 2007.** Evaluación del Efecto Antihiper glucémico del Bagazo de Naranja (*Citrus sinensis* var. Valencia) en Estudios *in vitro*. Enviado para su publicación en el IX Congreso de Ciencia de los Alimentos y V Foro de Ciencia y Tecnología de Alimentos, Guanajuato.
- García G. 2006.** Capacidad hipoglucemiante de diferentes variedades de harinas de frijol cocido (*Phaseolus vulgaris*) y su posible mecanismo de acción en ratas diabéticas con estreptozotocina. *Tesis de Maestría*. UAQ, Querétaro, QRO.
- Hernández E. 2006.** Evaluación del efecto hipoglucémico de la fibra de nopal *Opuntia Ficus Indica* Cultivar Redonda en dos etapas de madurez y sus posibles mecanismos de acción. *Tesis de Maestría*. UAQ, Querétaro, QRO.