

Evaluación del potencial hipoglucemiante de infusiones vegetales de plantas empleadas en medicina tradicional mexicana

Evaluation of the hypoglycaemic potential of plant infusions of plants used in traditional Mexican medicine

Dr. Roberto Arredondo Valdés^{1, 2}, Dr. José Luis Martínez Hernández¹, Dra. Sonia Yesenia Silva Belmares¹, Dra. Elda Patricia Segura¹, Dra. Crystel Aleyvick Sierra Rivera¹, Dra. Alma Rosa Paredes Ramírez³, Dra. Anna Iliná¹

¹Facultad de Ciencias Químicas y ³Facultad de Medicina – Unidad Saltillo de la Universidad Autónoma de Coahuila, ² Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Saltillo, Coah.

Bld. V. Carranza e Ing. José Cárdenas V., CP 25290, Saltillo, Coahuila, México.

Tel./Fax: 844-4159534. E-mail: anna_ilina@hotmail.com; annailina@uadec.edu.mx

Resumen

Esta investigación se enfoca en la búsqueda y caracterización de extractos de las plantas medicinales útiles para el diseño de productos que conduzcan al control de glucosa postprandial, para lograr el máximo bienestar y calidad de vida de pacientes con diabetes o prediabetes. Los objetivos consistieron en un estudio etnofarmacológico de plantas medicinales disponibles en Saltillo, Coahuila y un *screening* para la evaluación de la actividad inhibitoria de α -amilasa de los extractos. Once de las 22 plantas sometidas en el estudio mostraron efecto inhibitorio de α -amilasa arriba del 10% de actividad inicial a una concentración de 666.7 ppm. El valor de CI_{50} para la suspensión acuosa del extracto etanólico de *Bidens odorata* fue de 851 ppm similar al detectado con el fármaco acarbose. Los hallazgos de este trabajo revelaron las especies de plantas medicinales, que no fueron consideradas previamente como portadores de inhibidores de α -amilasa lo que puede ser aprovechado en la elaboración de bebidas funcionales hipoglucemiantes.

Palabras clave: *inhibidores de alfa-amilasa, plantas medicinales, extractos acuosos y etanólicos.*

Abstract

This research focuses on the search and characterization of extracts of medicinal plants useful for the design of products that lead to postprandial glucose control, to achieve the maximum well-being and quality of life of patients with diabetes or prediabetes. The objectives consisted in an ethnopharmacological study of medicinal plants available in Saltillo, Coahuila and a screening for the evaluation of the α -amylase inhibitory activity of the extracts. Eleven of the 22 plants submitted

to the study showed an α -amylase inhibitory effect above 10% of initial activity at a concentration of 666.7 ppm. The IC₅₀ value for the aqueous suspension of the ethanolic extract of *Bidens odorata* was 851 ppm similar to that detected with the drug acarbose. The findings of this work revealed the species of medicinal plants, which were not previously considered as carriers of α -amylase inhibitors, which can be exploited in the elaboration of functional hypoglycemic drinks.

Keywords: *alpha-amylase inhibitors, medicinal plants, aqueous and ethanolic extracts.*

Introducción

La población mundial enfrenta una “epidemia” de sobrepeso y obesidad con complicaciones metabólicas como la diabetes tipo 2 y las enfermedades cardiovasculares. En países en desarrollo esto se debe al uso de las dietas mal balanceadas junto con la disminución de la actividad física (Yeh, 2003).

El mercado naturista se ha impulsado por interés de consumidores a asegurar el máximo bienestar y calidad de vida (Van Trijp y Van Der Lans, 2007). Actualmente dentro de la terapia para el control de glucosa en pacientes diabéticos se aplican medicamentos que inhiben las hidrolasas involucradas en la hidrólisis de almidón, en particular, α -amilasa (Scheen, 1998). Por ejemplo, la acarbosa (oligosacárido) utilizado para tratar la diabetes mellitus tipo 2 y la prediabetes, se obtiene del *Actinoplanes utahensis* (Scheen, 1998). Phaseolamina (glicoproteína de 45 kDa) que inhibe en forma no competitiva la amilasa, es obtenida de la planta *Phaseolus vulgaris* y muestra efectos en control de obesidad (Díaz et al., 2004; Wiedeman et al., 2011). La importancia de nuevas fuentes de inhibidores de α -amilasa se evidencia con los datos que se muestran en varios países, incluyendo a México, el consumo entre 200 y 400 g de carbohidratos por día, de los cuales aproximadamente 60% en forma de almidón; el consumo excesivo de éste se ha asociado al sobrepeso y obesidad (Merchant et al., 2009). El uso de inhibidores de amilasa se basa en el hecho de que el almidón no digerido por la amilasa no proporciona glucosa y calorías debido a que se pierde en las deposiciones, resultando en una disminución del peso y un menor nivel de glucosa postprandial en pacientes con diabetes (Yeh, 2003; Eddouks y Phlorizin, 2004). La etnofarmacología hoy en día reporta más de 1,200 plantas empleadas por la medicina tradicional para el tratamiento y regulación de la actividad hipoglucemiante (Kesari et al., 2007). Es de importancia definir los mecanismos

que están atrás de estos efectos para proponer su uso apropiado como tratamiento o fuente de principios activos.

Los objetivos del presente estudio son: 1) Evaluar *in vitro* el efecto de los extractos de plantas medicinales, seleccionadas en base a un estudio de datos de literatura nacional e internacional, así como su disponibilidad en el mercado naturista de Saltillo, sobre la actividad de la enzima α -amilasa, comparándolo con la de estándar farmacéutico (acarbosa); 2) definir la concentración inhibitoria media (CI₅₀) de extractos con mayor actividad de inhibición.

Materiales y Métodos

Selección de plantas y su identificación. Se realizó una búsqueda por Internet y en libros mexicanos de etnomedicina (Huerta, 1997; Nahar et al., 2000; Yeh, 2003; Eddouks y Phlorizin, 2004; Elizondo et al., 2004; Rojas, 2006; Kesari et al., 2007; Monroy-Ortiz y Castillo-España, 2007; Alonso-Castro y Salazar-Olivo, 2008; Andrade-Cetto et al., 2008; Hasani-Ranjbar et al., 2009; Pereira et al., 2012), en relación con actividad hipoglucemiante tanto en ensayos *in vivo* e *in vitro* con la finalidad de encontrar las familias de plantas semejantes a las presentes en el mercado naturista mexicano, que se encontraran disponibles en Saltillo y así llevar a cabo la elección de las especies vegetales con similitudes jerárquicas de la taxonomía vegetal de acuerdo a lo reportado para otras especies en diferentes países del mundo, tales como extractos con efectos en el control de niveles de glucosa.

Las especies de plantas con aplicaciones antidiabéticas fueron compradas en una casa comercializadora denominada *Sayneli*, en la ciudad de Saltillo. La identificación para asignar el nombre científico fue realizada en el herbario del Departamento de Taxonomía de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.

Obtención de extractos (etanólico y acuoso). La extracción de los compuestos se realizó a partir del polvo obtenido de la desecación, en una relación de 1:10 (g muestra de planta / mL solvente), usando agua y etanol a 70% como solventes, éstos fueron seleccionados por las expectativas de manejar una bebida de consumo humano. Las mezclas se mantuvieron en agitación a 400 rpm durante 5 h a temperatura ambiente, posteriormente fueron centrifugadas a 1,500 rpm por 3 min y filtradas para eliminar residuos sólidos. Los extractos obtenidos con etanol se concentraron en un evaporador rotatorio, mientras que los extractos acuosos

fueron liofilizados (Ojeda et al., 2011). Se prepararon suspensiones acuosas para realizar el análisis sensorial de color, aroma y sabor (agradable o desagradable).

Screening de las muestras y evaluación de la concentración inhibitoria media (CI₅₀) para suspensiones acuosas de los extractos seleccionados y acarbosa. En los ensayos se utilizaron suspensiones acuosas preparadas a partir de los extractos acuoso y etanólico secos. El método de evaluación de actividad inhibitoria de extractos fue estandarizado utilizando acarbosa como control positivo. La composición en la mezcla del ensayo fue: 500 µL de la solución de almidón al 1% en buffer 0.02 M de fosfato de sodio (pH 6.9, con 2 M de cloruro de sodio), 500 µL de la solución de muestra en estudio a una concentración de sólidos definida (Sigma, 2003). La mezcla de ambas soluciones fue pre-incubada a 20°C por 10 min. La reacción fue iniciada al adicionar 500 µL de una solución enzimática de α-amilasa con una concentración de 102 µg mL⁻¹ (a 20°C). La reacción se llevó a cabo durante 3 min a 20°C y se determinó contenido de azúcares reductores por el método de ADNS (3,5 - ácido dinitrosalícilico). El % de actividad remanente de la enzima fue calculado con la siguiente fórmula (Sudha et al., 2011):

$$\% \text{ Actividad} = \frac{B - D}{A - C} * 100$$

En donde: B= Absorbancia en presencia de la muestra de inhibidor, D= Absorbancia del blanco con inhibidor (sin enzima), A=Absorbancia de control 1 (sin inhibidor), C=Absorbancia de control 2 (sin inhibidos y sin enzima). El % de inhibición se calculó restando actividad remanente de 100% de actividad inicial.

Con una solución acuosa a 666.7 µg/mL de sólido suspendido, se realizó un tamizaje (*screening*) de los extractos obtenidos y mediante la prueba de comparación múltiple (Tukey) con un intervalo de confianza del 95% se seleccionaron las muestras para realizar las evaluaciones posteriores. Los valores de CI₅₀ de inhibición de α-amilasa se evaluaron variando la concentración de muestra problema con inhibidor en presencia de la concentración constante de sustrato (almidón al 1%).

Resultados y discusión

En base a los resultados de la literatura se distinguieron 22 plantas (Marles y Farnsworth, 1995). En la Tabla 1 se presentan los nombres científicos de las plantas seleccionadas y características de los extractos obtenidos. Por ejemplo, *Bidens odorata* (aceitilla) destaca su actividad desinflamante, antidiarreico,

antiemético, antiespasmódico, antidisentérico, tónico, diurético, antidiabético (Ballard, 1986). Así mismo, Hsu et al. (2009) reportan que *Bidens pilosa*, la planta de mismo género, se usa como tratamiento antidiabético. Se destaca que los mecanismos de esta acción y otros beneficios de esta planta no están definidos, así como los posibles compuestos fitoquímicos con el efecto terapéutico deseado. Todos los extractos obtenidos se caracterizan por tener un color definido, no todos los extractos tenían sabores agradables (Tabla 1). En la Tabla 1 se presentan los valores del porcentaje de inhibición de α -amilasa en presencia de suspensiones acuosas obtenidas a partir de extractos (acuosos y etanólicos) después de evaporación de solvente. Se demuestra que para 7 plantas el efecto inhibitorio fue mayor de 10% en ambas suspensiones (extractos etanólico y acuoso). Mientras que en 4 plantas se observó el efecto solo en la suspensión acuosa obtenida a partir del extracto etanólico. La mayor capacidad inhibitoria fue obtenida con los extractos de *Cinchona succirubra*: el porcentaje de inhibición corresponde a 59.4% para el extracto acuoso y de 42.1% para el extracto etanólico (Tabla 1). Estos valores fueron comparables con medicamento acarbossa. La mayor inhibición se observó con extractos etanólicos al comparar con acuosos, aunque no es una tendencia general. Así, se destaca el extracto etanólico de *Cnidocolus chayamansa* con el cual el porcentaje de inhibición fue de 34.72%.

La comparación de resultados obtenidos con los de la literatura se dificulta debido a que a menudo se aplican solventes distintos a los utilizados en el presente trabajo, así como las concentraciones a menudo no especificadas. Ali et al. (2006) reportaron un porcentaje de inhibición de 24.3% con extracto obtenido con hexano a partir de la planta *Phyllanthus amarus*.

Por otro lado, Bhat et al. (2011) reportaron un porcentaje de inhibición de 24.57% utilizando extractos de la planta *Acimum tenuiflorum L.* de la familia *Laminaceae* obtenidos con cloroformo. Prashanth et al. (2001) reportó un 68.2% de inhibición con los extractos etanólicos de la planta *Punica granatum L.* de la familia *Punicaceae*.

La comparación de medias realizada dentro de análisis estadístico comprobó que la mayoría de los tratamientos poseen diferencias significativas entre sí. En base a estas pruebas estadísticas, al porciento de inhibición de la α -amilasa, a los antecedentes de efectos tóxicos y la disponibilidad de las plantas se seleccionaron las muestras de los extractos acuoso y etanólico de *Bidens odorata*, *Cnidocolus chayamansa*, *Cinchona succirubra* *Opuntia ficus-indicata*, para ensayos posteriores.

Tabla 1. Efecto inhibitorio y propiedades organolépticas de las suspensiones de los extractos obtenidos a partir de las plantas seleccionadas con el uso de etanol (EtOH) y agua (H₂O) y, después de evaporación del solvente, resuspendidos en fase acuosa a una concentración de 666.7 µg/mL (*S* - representa valor de desviación estándar para n=3).

Nombre científico de la fuente	Materia prima utilizada	% de inhibición				Color de suspensión	Olor de suspensión	Sabor de suspensión
		H ₂ O	S	EtOH	S			
<i>Acarbosa</i>	ESTANDAR	40.9	0.09	55.6	0.40			
<i>Agave lechuguilla</i>	Raíz	4.6	0.17	6.7	0.21	Café oscuro	Sin aroma	Desagradable
<i>Arceuthobium phoradendron</i>	Tallos y hojas	1.9	0.06	0.3	0.23	Verde olivo	Desagradable	Desagradable
<i>Bidens odorata</i>	Tallos, hojas, corteza y frutos	12.3	0.22	19.7	0.46	Verde olivo mostaza	Agradable	Agradable
<i>Celba acuminata</i>	Tallos	0.3	0.46	0.4	0.14	Café oscuro	Sin aroma	Agradable
<i>Cnidoscolus chayamansa</i>	Tallos, hojas y corteza	27.9	0.05	34.7	0.08	Entre verde, café y amarillo	Sin aroma	Agradable
<i>Equisetum hyemale</i>	Tallos	2.8	0.08	0.5	0.13	Verde	Sin aroma	Agradable
<i>Equisetum laevigatum</i>	Tallos	8.9	0.03	12.2	0.04	Verde	Sin aroma	Agradable
<i>Eupatorium aschemborniaum</i>	Tallos, hojas, corteza y frutos	5.6	0.23	9.3	0.10	Verde, café y rojo	Sin aroma	Desagradable
<i>Guazuma ulmifolia</i>	Fruto	7.9	0.06	0.4	0.32	Café oscuro	Sin aroma	Agradable
<i>Cinchona succirubra</i>	Tallos	59.4	0.12	42.1	0.09	Rojo	Sin aroma	Desagradable
<i>Larrea tridentata</i>	Tallos, hojas y flores	15.5	0.42	17.3	0.22	Verde y café claro	Desagradable	Desagradable
<i>M. piperita var officinalis</i>	Tallos y hojas	0.8	0.21	0.6	0.28	Verde	Agradable	Agradable
<i>Mangnolia officinalis</i>	Tallos y corteza	0.5	0.07	0.3	0.18	Rojo y anaranjado	Agradable	Agradable
<i>Melissa officinalis</i>	Tallos, hojas, corteza y semillas	0.6	0.25	0.7	0.58	Verde y café	Agradable	Agradable
<i>Odontotrichum sinauntum</i>	Corteza y raíz	0.3	0.24	23.5	0.34	Café claro	Sin aroma	Desagradable
<i>Opuntia ficus-indicata</i>	Raíz	18.8	0.45	21.1	0.63	Crema claro	Sin aroma	Agradable
<i>Salvia officianalis</i>	Tallo y hojas	8.8	0.01	11.6	0.45	Verde	Agradable	Agradable
<i>Tagetes filifolia</i>	Semillas	0.3	0.23	0.5	0.14	Verde claro	Agradable	Agradable
<i>Tecoma stans</i>	Tallos	16.2	0.19	17.4	0.27	Café claro	Sin aroma	Agradable
<i>Tilia mexicana</i>	Tallos	11.7	0.06	15.9	0.04	Café y anaranjado	Agradable	Agradable
<i>Valeriana edulis</i>	Tallos y hojas	6.3	0.42	10.5	0.32	Verde	Agradable	Desagradable
<i>Vervena officinalis</i>	Tallos y hojas	0.4	0.21	5.0	0.24	Verde	Agradable	Agradable

En la Tabla 2 se enlistan valores de CI_{50} para los extractos de plantas seleccionadas y su comparación con CI_{50} de acarbosa utilizada como estándar.

Para el extracto etanólico de *Bidens odorata* se cuantificó CI_{50} = 852 $\mu\text{g/mL}$ muy cercanos al presentado por el control acarbosa (CI_{50} = 800 $\mu\text{g/mL}$). Con los extractos acuosos de esta planta y *Cinchona succirubra* se detectaron (Tabla 2) valores de CI_{50} mayores pero comparables entre sí (CI_{50} = 2250 $\mu\text{g/mL}$ y CI_{50} = 1743.58 $\mu\text{g/mL}$, respectivamente), así como con extracto etanólico de *Cinchona succirubra* (CI_{50} = 1925 $\mu\text{g/mL}$) y el extracto acuoso de *Opuntia ficus-indicata* (CI_{50} = 1875 $\mu\text{g/mL}$). Otros extractos probados se caracterizaron por valores de CI_{50} significativamente mayores.

Tabla 2. CI_{50} ($\mu\text{g/ml}$) de las muestras seleccionadas para el estudio de inhibición de la enzima α -amilasa y comparación de porcentaje de inhibición de los preparados almacenados por tiempos diferentes. (Desviaciones estándar en todos casos fueron menores que 0.5-1%).

Extracto ensayado: H ₂ O- acuoso; EtOH- etanólico	CI_{50} ($\mu\text{g/mL}$)	% de inhibición a 666.7 $\mu\text{g/mL}$ (recién preparado)	% de inhibición a 666.7 $\mu\text{g/mL}$ (almacenado por 1 mes)
Acarbosa	800	-	-
<i>Bidens odorata</i> H₂O	2250	12	30
<i>Bidens odorata</i> EtOH	852	20	43
<i>Cnidoscolus chayamansa</i> H₂O	4062	28	3
<i>Cnidoscolus chayamansa</i> EtOH	3029	35	3
<i>Cinchona succirubra</i> H₂O	1744	59	22
<i>Cinchona succirubra</i> EtOH	1925	42	4
<i>Opuntia ficus-indicata</i> H₂O	1875	19	21
<i>Opuntia ficus-indicata</i> EtOH	3029	21	4

La mejor actividad de inhibición enzimática es expresada en valores menores de CI_{50} . Se demuestra que el cambio de solvente se refleja en la capacidad

inhibitoria, debiéndose esto a la diferencia en polaridad de los compuestos aplicados para el proceso de extracción y por ende extracción de diferentes compuestos según el caso.

En el ensayo de evaluación de CI_{50} se utilizaron los mismos preparados que en el ensayo de *screening*, es decir extraídos del mismo lote de materia prima, pero almacenados durante 1 mes a temperatura ambiente bajo control de humedad y sin exposición a la luz. Al comparar los valores de porcentaje de inhibición de α -amilasa correspondiente a 666.7 $\mu\text{g/mL}$, se observó que, en todos los casos, excepto para la aceitilla y el extracto acuoso de la raíz de nopal, los valores se redujeron significativamente (Tabla 2). En caso de aceitilla el valor se incrementó y en caso de nopal se mantuvo constante. Esta observación condujo a la conclusión que durante el almacenamiento se llevan a cabo procesos químicos que conducen al cambio en la actividad inhibitoria (Tabla 2). La estabilidad de los preparados es un factor importante para ser considerado en la elaboración de alimentos y bebidas funcionales. Por lo tanto, los resultados obtenidos destacaron una ventaja evidente, al emplear los extractos de *Bidens odorata* (aceitilla).

Conclusiones

Se demostró que varias plantas medicinales seleccionadas para el estudio por antecedentes de uso en tratamiento de diabetes mellitus y disponibilidad en mercado naturista en México contienen los inhibidores de la enzima α -amilasa extraíbles con agua y etanol. Entre éstas se destaca *Bidens odorata* (aceitilla), así como *Cnidoscolus chayamansa* (chaya), *Cinchona succirubra* (quina) y raíz de *Opuntia ficus-indicata* (nopal). La presencia de inhibidores puede ser uno de los mecanismos de sus conocidos efectos etnomedicinales sobre control de niveles de glucosa. Estos efectos inhibitorios fueron mostrados para las plantas medicinales previamente no consideradas como portadores de inhibidores de α -amilasa.

Bibliografía

Ali, H., Houghton, P.J., & Soumyanath, A. (2006) Alpha amylase inhibitory activity of some Malaysian plants used to treat diabetes; with particular reference to *Phyllanthus amarus*. *J. Ethnopharmacol.*, 107: 449-455.

Alonso-Castro, A.J., & Salazar-Olivo, L.A. (2008) The anti-diabetic properties of *Guazuma ulmifolia* Lam. are mediated by the stimulation of glucose uptake in normal and diabetic adipocytes without inducing adipogenesis. *J. Ethnopharmacol.*, 118: 252-256.

Andrade-Cetto, A., Becerra, J.J., & Cárdenas, V.R. (2008) Alfa-glucosidase-inhibiting activity of some Mexican plants used in the treatment of type 2 diabetes. *J. Ethnopharmacol.*, 116: 27-32.

Ballard, R. (1986) The *Bidens pilosa* complex (Asteraceae) in North and Central America. *Amer. J. Botany.*, 73: 1452-1465.

Bhat, M., Zinjarde, S.S., Bhargava, S.Y., Kumar, A.R., & Joshi, B.N. (2011) Antidiabetic Indian plants: a good source of potent amylase inhibitors. *Evid. Based Complement Alternat. Med.*, 2011: 6.

Díaz, B.E., Aguirre, P.C., & Gotteland, R.M. (2004) Effect of an (-amylase inhibitor on body weight reduction in obese women. *Rev. Chil. Nutr.*, 31(3): 306-317.

Eddouks, M., & Phlorizin, M.M. 2004. Effect of *Fraxinus excelsior* in normal and diabetic rats. *J. Ethnopharmacol.*, 9: 149-154.

Elizondo, M.G., Enriquez, L.L.L., Elizondo, M.S.G., & Flores, T.J.A. (2004) Plantas medicinales del estado de Durango y zonas aledañas, 1era Ed. ED. CIDIR Durango.

Hasani-Ranjbar, S., Nayebi, N., Larijani, B., & Abdollahi, M. (2009) A systematic review of the efficacy and safety of herbal medicines used in the treatment of obesity. *World J. Gastroenterol.*, 15(25): 3073-3085.

Hsu, Y.J., Lee, T.H., Chang, C.L., Huang, Y.T., & Yang, W.C. (2009) Anti-hyperglycemic effects and mechanism of *Bidens pilosa* water extract. *J. Ethnopharmacol.*, 122: 379-383.

Huerta, C. (1997) La herbolaria: mito o realidad. CONABIO. *Biodiversitas*, 12:1-7.

Kesari, A.N., Kesari, S., Santosh, K.S., Rajesh, K.G., & Geeta, W. (2007) Studies on the glycemic and lipidemic effect of *Murraya koenigii* in experimental animals. *J. Ethnopharmacol.*, 112(2): 305-311.

Marles, R.J., & Farnsworth, R. (1995) Antidiabetic plants and their active constituents. *Phytomed.*, 2: 137-189.

Merchant, A., Vatanparast, H., Barlas, S., Dehghan, M., Ali Shah, S., & De Koning, L. (2009) Carbohydrate intake and overweight and obesity among healthy adults. *J Am. Diet. Assoc.*, 109: 1165-1172.

Monroy-Ortiz, C., & Castillo-España, M. (2007) Plantas medicinales utilizadas en el estado de Morelos. 2da Ed., ED. CONABIO.

Nahar, N., Rokeya, B., Ali, L., Hassan, Z., Nure Alam, M., Chowdhury, N.S., Azad Khan, A.K., & Mosihuzzaman, M. (2000) Effects of three medicinal plants on blood glucose levels of non-diabetic and diabetic model rats. *Diab. Res.*, 35: 41-49.

Ojeda, R.S., Guerrero, O.T., & Jaramillo, F.X. (2011) Inhibición de la actividad de α -amilasa y α -glucosidasa a partir de los extractos de plantas de *Justicia colorata* (Nees) Wassh (insulina), *Artocarpus altilis* (parkinson) Fosberg (Fruto del pan) y *Adiantum poiretti* (culantrillo). Planta de productos Naturales. Universidad Técnica de Loja.

Pereira, A.C., Arruda, M.S.P., Da Silva, E.A.S., Da Silva, M.N., Lemos, V.S., & Cortes, S.F. (2012) Inhibition of α -glucosidase and hypoglycemic effect of stilbenes from the Amazonian plant *Degueliarufescens* var. Uruçu (Ducke) (Leguminosae). *Planta Med.*, 78(1): 36-38.

Prashanth, D., Padmaja, R., & Samiulla, D.S. (2001) Effect of certain plant extracts on $[\alpha]$ -amylase activity. *Fitoterapia*, 72: 179-181.

Rojas, A.M. (2006) Tratado de medicina tradicional Mexicana. Bases históricas, teoría y práctica clínica terapéutica. Ed. Tlahui. pp. 1-451 ISBN: 970-94401-2-8.

Scheen, A.J. (1998) Clinical efficacy of acarbose in diabetes mellitus: a critical review of controlled trials. *Diabetes Metab.*, 24(4): 311-320.

Sigma. (2003) Sigma quality control test procedure. Enzymatic assay of α -amylase inhibitor. Saint Louis, Missouri. SSSTAR07. https://www.sigmaaldrich.com/content/dam/sigmaaldrich/docs/Sigma/Enzyme_Assay/a3535enz.pdf

Sudha, P., Smita, S.Z., Shobha, Y.B., & Ameeta, R.K. (2011) Potent α -amylase inhibitory activity of Indian Ayurvedic medicinal plants. P et al. *BMC Complement Altern. Med.*, 11: 5.

Van Trijp, H.C.M., & Van Der Lans, I.A. (2007) Consumer perceptions of nutrition and health claims. *Appetite*, 48(3): 305-324.

Wiedeman, M.A., Ochoa, O.E., Maury, S.E., & Gotteland, M. (2011) Use of dietary supplements for the management of overweight and obesity: a review of the evidence. *Rev. Chil. Nutr.*, 38(2): 234-242.

Yeh, G. (2003) Systematic review of herbs and dietary supplements for glycemic control in diabetes. *Diabetes Care*, 26: 1277-1294