

Evaluación de cápsulas de nopal en Diabetes Mellitus

ALBERTO C. FRATI MUNARI**
OLGA VERA LASTRA*
C. RAUL ARIZA ANDRACA*

Con objeto de evaluar si las cápsulas de nopal son de alguna utilidad en la diabetes se practicaron tres experimentos:¹ en diez diabéticos en ayunas se administraron 30 cápsulas de nopal y se midió la glucemia durante las tres horas siguientes, la prueba testigo fue con 30 cápsulas de placebo;² en diez individuos sanos se realizó una prueba de tolerancia a la glucosa por vía bucal, previa administración de 30 cápsulas de nopal o de placebo;³ 14 diabéticos tipo II, previa suspensión de medicamentos hipoglucemiantes, recibieron en forma cruzada y ciega simple, 10 cápsulas de nopal, tres veces al día, durante una semana o placebo en la misma forma, y se determinaron las concentraciones séricas de glucosa, colesterol y triglicéridos antes y después de cada periodo, también se estudiaron así a cinco individuos sanos.

Las cápsulas de nopal no mostraron acción hipoglucemiante aguda y no influyeron en la prueba de tolerancia a la glucosa. En los diabéticos la glucemia, el colesterol y los triglicéridos no se modificaron con nopal, pero con placebo aumentaron ($P < 0.01$ glucosa y colesterol, $P=NS$ triglicéridos). En los sanos la glucosa no cambió ($P=NS$), el colesterol y los triglicéridos disminuyeron con nopal ($P < 0.01$).

La administración de 30 cápsulas diarias de nopal tuvo un discreto efecto benéfico en la glucosa y colesterol. Sin embargo, esta dosis no es práctica por lo que en esta forma no es recomendable en el tratamiento de la diabetes mellitus.

CLAVES: Diabetes mellitus, Hipoglucemiantes, Medicina tradicional, Fibras dietarias, Colesterol, Triglicéridos, Hiperlipidemias, Hipolipemiantes

SUMMARY

To find out if commercial capsules with dried nopal (prickle-pear cactus, Opuntia ficus indica may have a role in the management of diabetes mellitus, three experiments were performed:¹ 30 capsules were given in fasting condition to 10 diabetic subjects and serum glucose was measured through out 3 hours; a control test was performed with 30 placebo capsules.² OGTT with previous intake of 30 nopal or placebo capsules was performed in ten healthy individuals.³ In a crossover and single blinded study 14 diabetic patients withdrew the oral hypoglycemic treatment and received 10 nopal or placebo capsules t.i.d. during one week; serum glucose, cholesterol and triglycerides levels were measured before and after each one-week period. Five healthy subjects were also studied in the same fashion.

Opuntia capsules did not show acute hypoglycemic effect and did not influence OGTT. In diabetic patients serum glucose, cholesterol and triglycerides levels did not change with Opuntia, but they increased with placebo ($P < 0.01$ glucose and cholesterol, $P=NS$ triglycerides).

In healthy individuals glycemia did not change with nopal, while cholesterol and triglycerides decreased ($P < 0.01$ vs. placebo).

*Departamento de Medicina Interna, Hospital de Especialidades, Centro Médico Nacional "La Raza". IMSS.

** Académico numerario

The intake of 30 Opuntia capsules daily in patients with diabetes mellitus had a discrete beneficial effect on glucose and cholesterol. However this dose is impractical and at present it is not recommended in the management of diabetes mellitus.

KEY WORDS: Diabetes mellitus, hipoglycémico, colesterol, triglicéridos.

Introducción

Los tallos (pencas) de nopal, o sus extractos, se han utilizado en la medicina tradicional mexicana como un remedio para la diabetes mellitus.¹ El nopal es un alimento rico en agua y fibras solubles y su ingestión, aun en gran cantidad, causa muy poco o nulo aumento de la concentración de glucosa sanguínea.² Administrado con los alimentos durante varios días en un grupo de diabéticos fue seguido de disminución de la glucemia en ayunas y de las cifras de triglicéridos y colesterol.³ Además, en la última década se ha demostrado en animales de experimentación y en humanos que ciertas especies de nopal tienen una acción hipoglucémica.^{4,6}

Recientemente han aparecido preparados comerciales en forma de cápsulas que contienen polvo de tallos desecados de nopal. Aunque estas cápsulas se promueven sólo como "complemento alimenticio" su uso medicinal en la diabetes mellitus es implícito. El propósito de este trabajo es investigar la posible utilidad terapéutica en la diabetes mellitus de las cápsulas de nopal, valorando: a) si éstas tienen una acción hipoglucémica aguda, b) si modifican la tolerancia a la glucosa en individuos sanos, c) si su ingestión durante varios días mejora el control de la glucemia, y d) si disminuyen los niveles séricos de colesterol y triglicéridos.

Material y métodos

Se estudiaron dos grupos de voluntarios. El grupo A se formó con 24 pacientes del sexo femenino de 30 a 70 años de edad (X 54), con diabetes mellitus no dependiente de insulina (tipo II) de 2 a 10 años de evolución, en tratamiento con tolbutamida o glibenclamida que se suspendieron 48 horas antes de las pruebas. El grupo B fueron 10 personas sanas del sexo femenino de 20 a 40 años de edad (X 35). Ninguno tenía enfermedades renales, hepáticas, gastrointestinales ni endocrinológicas (excepto la diabetes en el grupo A), no recibían otros medicamentos capaces de alterar la glucemia o los niveles de lípidos séricos.

Cápsulas de nopal. Según información proporcionada por el fabricante, cada cápsula contiene aproximadamente 335 mg de polvo de tallos de *Opuntia ficus indica*. Estas

se obtienen de la región de Milpa Alta, D. F., son de 1.5 a 2.5 años de edad y cada penca pesa alrededor de 800 g. Se preparan de la siguiente manera: los tallos se lavan con agua clorada, se limpian de espinas mecánicamente, se cortan en tiras y se secan en hornos a temperatura de 35 a 40 °C durante 12 horas, se pulverizan en molinos, se filtran por mallas finas (número 80) y se incluyen en cápsulas.

Cápsulas de placebo. En la farmacia del hospital se prepararon cápsulas de gelatina idénticas, conteniendo talco.

Se llevaron al cabo tres experimentos: I. *Acción hipoglucémica aguda.* En diez pacientes diabéticos se realizaron dos pruebas al azar, ambas después de 11-13 horas de ayuno, en una se administraron 30 cápsulas de nopal y en la otra 30 cápsulas de placebo, y se extrajeron muestras de sangre venosa para la medición de glucosa a los 0, 60, 120 y 180 minutos. II. *Prueba de tolerancia a la glucosa.* En 10 individuos sanos se practicaron dos pruebas en días diferentes, el orden de éstas fue al azar, pero en cinco casos se practicó primero la prueba con cápsulas de nopal. Para ello, en la mañana, después de 12 horas de ayuno, se administraron 30 cápsulas de nopal o de placebo junto con 75 g de glucosa por vía bucal y se midió la concentración sérica de glucosa a los 0, 30, 60, 90, 120 y 180 minutos. III. *Control de la glucemia, colesterol y triglicéridos.* En 14 pacientes diabéticos se administraron dos períodos de siete días de tratamiento en forma cruzada y al azar, en uno se ingirieron 10 cápsulas de nopal tres veces al día, antes de los alimentos, en el otro período recibieron cápsulas de placebo en la misma forma. En siete pacientes se administraron las cápsulas de nopal los primeros siete días, y placebo los siete días siguientes, la otra mitad de los pacientes inició con placebo y terminó con nopal. Al principio y al final de cada período (días 1, 8 y 15) se determinaron los niveles séricos de glucosa, colesterol y triglicéridos. Durante las dos semanas de estudio los pacientes no recibieron medicamentos hipoglucémicos y seguían con actividad física y dieta habituales. Previamente recibieron instrucción acerca de los síntomas de descontrol diabético y tuvieron acceso a atención médica continua. Cinco individuos sanos se estudiaron en forma similar.

Las determinaciones de las concentraciones séricas de glucosa, triglicéridos y colesterol se practicaron de inmediato con métodos enzimáticos (glucosa oxidasa, Nagele y Colesterol Express respectivamente). El coeficiente de variación intraensayo fue menor de 10% en las tres pruebas.

Los datos se expresaron en mg/dL como media $\pm$ error estándar (ES). Los métodos estadísticos fueron análisis de varianza y prueba T de Student. Se consideró significativa $P < 0.05$ (dos colas).

Todos los sujetos de estudio aceptaron voluntaria y formalmente su participación. El proyecto fue aprobado por el comité local de investigación.

Resultados

I. Acción hipoglucemiante aguda

En los pacientes con diabetes mellitus, la ingestión de 30 cápsulas de nopal en ayunas no causó disminución significativa de la glucemia durante las tres horas siguientes ($P > 0.05$) (Cuadro I). No se observaron diferencias entre la prueba con nopal y la prueba con placebo ($P > 0.05$).

Cuadro I. INFLUENCIA DE LA INGESTIÓN DE 30 CÁPSULAS DE NOPAL O DE PLACEBO EN LA GLUCEMIA EN AYUNAS EN 10 DIABÉTICOS NO DEPENDIENTES DE INSULINA.

Horas	0	1	2	3	P
Nopal	140 $\pm$ 14	137 $\pm$ 13	139 $\pm$ 16	139 $\pm$ 16	NS
Placebo	129 $\pm$ 13	136 $\pm$ 10	124 $\pm$ 11	115 $\pm$ 10	NS
P	NS	NS	NS	NS	

Cifras expresadas en mg/dL como media $\pm$ ES.
NS = no significativa ($P > 0.05$).

Cuadro II. PRUEBA DE TOLERANCIA A LA GLUCOSA (75 G) POR VÍA BUCAL EN 10 INDIVIDUOS SANOS CON LA INGESTION DE 30 CÁPSULAS DE NOPAL O 30 CÁPSULAS DE PLACEBO.

Minutos	0	30	60	90	120	180	ABC
Nopal	88 $\pm$ 4	110 $\pm$ 7	112 $\pm$ 9	108 $\pm$ 8	98 $\pm$ 8	86 $\pm$ 3	98 $\pm$ 6
Placebo	82 $\pm$ 3	105 $\pm$ 5	107 $\pm$ 5	111 $\pm$ 6	96 $\pm$ 4	95 $\pm$ 3	101 $\pm$ 3
P	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS

Glucosa sérica en mg/L, como media $\pm$ ES.
NS = no significativa ($P > 0.05$).
ABC = área bajo la curva de glucosa en mg/dL/hora.

II. Tolerancia a la glucosa

La tolerancia a la glucosa por vía bucal en los individuos sanos fue similar en las pruebas con nopal y con placebo (Cuadro II). Aunque la glucemia basal fue ligeramente superior en la prueba con nopal, al ajustar el área bajo la curva de la glucosa (ABC) restando el área correspondiente a la glucemia inicial, la diferencia entre ambas pruebas fue poco importante: ABC nopal 9.9 ± 6.3 , ABC placebo 18.8 ± 3.1 mg/dL/hora ($P > 0.05$).

III. a) Control de la glucemia

En los pacientes que iniciaron con cápsulas de nopal la glucemia en ayunas al principio de 219 ± 23 mg/dL, disminuyó a 189 ± 16 mg/dL una semana después (diferencia -29.7 ± 16 mg/dL), y se mantuvo similar con placebo (192 ± 28 mg/dL). En quienes se administró primero el placebo la glucemia inicial de 195 ± 9.8 mg/dL, aumentó a 239 ± 16 mg/dL en la primera semana (diferencia $+44.7 \pm 13$ mg/dL), pero aumentó otro poco después de las cápsulas de nopal (269 ± 20 mg/dL) (Figura 1). Aunque después de la primera semana parecía que había una clara divergencia entre nopal y placebo ($P < 0.001$, T de Student), al término del estudio los resultados no fueron estadísticamente distintos ($P > 0.05$, ANOVA).

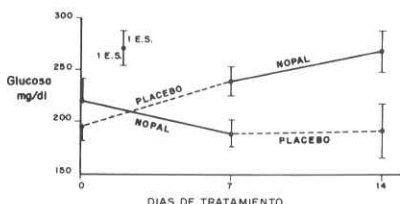


Fig. 1 Concentraciones séricas de glucosa al principio y al final de cada tratamiento en los dos subgrupos de pacientes con diabetes mellitus.

Sin embargo, al sumar ambos periodos, en los diabéticos fue evidente que la glucemia previa a los tratamientos con nopal permaneció sin cambios con el tratamiento (antes 229 ± 13.8 , después 229 ± 16.8 mg/dL), mientras que con placebo los niveles séricos de glucosa aumentaron de (antes 192 ± 9 , después 216 ± 16.5 mg/dL). La

diferencia entre los tratamientos fue estadísticamente significativa ($P < 0.01$) (Figura 2). En los individuos sanos la glucemia inicial (100 ± 5.3 , 102 ± 3.5 mg/dL, nopal y placebo respectivamente) se modificó poco ($P > 0.05$).

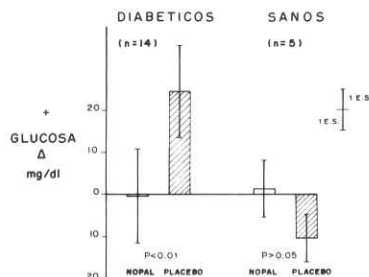


Fig. 2 Cambio de los niveles séricos de glucosa por la ingestión de 30 cápsulas diarias de nopal o placebo durante días, expresados como la diferencia entre los niveles iniciales y finales de cada periodo terapéutico, sumando los datos de ambos periodos de estudio. Los valores de P son de la comparación entre ambos tratamientos

b) Colesterol y triglicéridos

Durante los periodos de estudio se observó una tendencia a la disminución del colesterol sérico con las cápsulas de nopal y a su elevación con las cápsulas de placebo, que no fueron significativas estadísticamente debido a una varianza amplia ($P > 0.05$). Los cambios que sufrieron los triglicéridos séricos fueron aún menos definidos (Figura 3).

Sumando ambos periodos de tratamiento, en los diabéticos se confirmó que con las cápsulas de nopal las cifras de colesterol no se modificaron o mostraron una mínima disminución (-5.2 ± 8.2 mg/dL), mientras que con placebo aumentaron ligeramente ($+17.2 \pm 9.8$ mg/dL). La diferencia entre ambos tratamientos fue significativa ($P < 0.01$). En cambio los niveles de triglicéridos no variaron significativamente (Figura 4).

En todos los individuos sanos las concentraciones séricas de colesterol disminuyeron con las cápsulas de nopal (-70 ± 16.5 mg/dL) y aumentaron con placebo ($+70.4 \pm 13$ mg/dL) a cifras similares a las basales. La diferencia entre los tratamientos fue significativa ($P < 0.001$). Los niveles de triglicéridos también disminuyeron después de las cápsulas de nopal (-18.4 ± 5.8 mg/dL) y aumentaron con placebo ($+36 \pm 13.4$ mg/dL), la diferencia entre los tratamientos también fue significativa ($P < 0.005$).

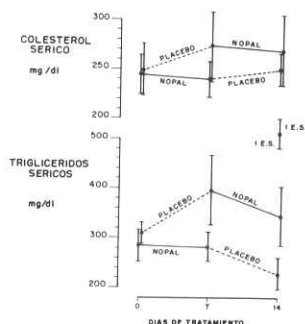


Fig. 3. Concentraciones séricas de colesterol (gráfica superior) o de triglicéridos (gráfica inferior) al principio y al final de cada periodo de tratamiento con cápsulas de nopal o de placebo en 14 individuos con diabetes tipo II. Los puntos expresan las medias y las líneas verticales equivalen a $\pm$ un error estándar.

No hay diferencias significativas entre las determinaciones ($p > 0.05$, ANOVA).

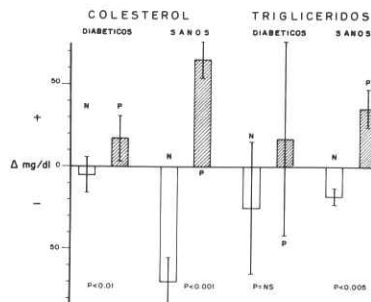


Fig. 4. Cambio de las concentraciones séricas de colesterol y triglicéridos por la ingestión de 30 cápsulas diarias de nopal o de placebo durante 7 días, expresados como la diferencia entre las cifras iniciales y las finales de cada periodo de tratamiento, sumando los datos de los dos periodos de estudio. La línea vertical indica $\pm$ un error estándar. Los valores de P son de la comparación entre los tratamientos.

Discusión

Aunque la ingestión de estas cápsulas de nopal no fue seguida de disminución rápida de la glucemia, la acción hipoglucemiante aguda se demostró previamente en humanos con tallos enteros de *Opuntia streptacantha* Lem⁶ y *Opuntia ficus indica* Mill.⁷ Esta acción se logra demostrar con 100 g de nopal, pero para observar claramente un efecto hipoglucemiante se requieren dosis mayores.⁸ Los

sólidos de 100 g de tallos de nopal están contenidos en aproximadamente 8 a 10 cápsulas, así que las 30 cápsulas administradas en este estudio deberían ser una dosis suficiente para demostrar la acción hipoglucemiante aguda, sin embargo no se produjo disminución de las concentraciones séricas de glucosas. La pérdida del efecto hipoglucemiante también se encontró previamente al evaluar preparados ultrahomogeneizados de *O. streptacantha*,⁹ así como con otro extracto deshidratado y encapsulado de *Opuntia ficus indica*,¹⁰ aunque diversos preparados frescos conservan la propiedad hipoglucemiante.⁷

En un estudio previo con cápsulas conteniendo extracto de nopal se supuso que la pérdida de la acción hipoglucemiante podía ser debida a la temperatura a la que se sometían los tallos para secarlos, que alcanzaba hasta 80° C.¹⁰ Sin embargo, el calor no parece ser decisivo por tres razones: (a) la temperatura aplicada en la preparación del extracto empleado en el presente estudio fue de apenas 35-40° C y tampoco se demostró acción hipoglucemiante, (b) el calentamiento no pareció influir en el efecto hipoglucémico de diversas preparaciones de *O. ficus indica*, en fresco y húmedas,⁷ y (c) el efecto se observa al ingerir tallos asados, seguramente a temperatura muy superior.⁶ Es posible que al secarse se modifique la estructura de alguna(s) substancia(s), tal como podría ocurrir rompiéndolas físicamente.⁹

En individuos sanos la ingestión de tallos de nopal (*Opuntia sp.*, *streptacantha* y *ficus indica*) reduce la hiperglucemia que sigue a una dosis de dextrosa por vía bucal.^{11,12} Esta propiedad también se observa con fibras dietarias purificadas,^{13,14} es dependiente de la dosis,¹⁵ al igual que con las fibras dietarias¹⁶ y puede atribuirse a las últimas, sin necesidad de invocar otros mecanismos. Aunque no se ha informado un análisis completo de las fibras dietarias del nopal, los tallos contienen aproximadamente 7.9 % de fibra.¹⁷

En un estudio previo con otro extracto deshidratado de *O. ficus indica*, también se perdió la acción hipoglucemiante aguda, pero se conservó la capacidad atenuante de la hiperglucemia en la prueba de tolerancia a la glucosa.¹⁰ Llamó la atención que en el presente estudio no se comprobó este efecto, aunque se observó cierta tendencia a un comportamiento similar. No hay una explicación clara de los distintos resultados, pero es posible que la proporción y tipo de fibras dietarias en los dos preparados sea diferente. La cantidad de fibras dietarias y la proporción de los diversos componentes de los tallos de nopal puede variar con la especie, la edad de la planta y aún con la época del año en la que se obtiene.

Las fibras dietarias solubles (pectina, mucilagos, hemicelulosas), más no las insolubles (celulosa), actúan

probablemente retardando la absorción de la glucosa.^{18,19} Con dietas ricas en fibras, ya sea agregando fibras purificadas, o modificando los componentes de la dieta, se ha logrado mejorar el control de la diabetes y disminuir las concentraciones séricas de colesterol y triglicéridos.²⁰⁻²² Además, con dietas preparadas con alimentos de bajo índice glucémico mejora el control de la glucemia y de la hiperlipidemia a largo plazo;^{23,24} una característica de este tipo de alimentos es su riqueza en fibras.²

Previamente se había demostrado que la administración de tallos asados de nopal (*Opuntia sp.*), 100 g tres veces al día antes de las comidas, contribuía al control de la diabetes, ya que después de 10 días la glucemia en ayuno fue significativamente menor que al principio.⁷ En la investigación actual no se observó disminución de la glucemia. Sin embargo, en el estudio anterior el tratamiento hipoglucemiante se mantuvo sin modificar a lo largo del estudio, mientras que en el actual se suspendieron los medicamentos hipoglucemiantes y se substituyeron por las cápsulas en investigación (placebo o nopal). Al comparar los resultados de los tratamientos el nopal mantuvo la glucemia de ayuno sin cambios importantes, mientras que con placebo las concentraciones séricas de glucosa aumentaron como consecuencia de la suspensión de medicamentos.

La disminución de las concentraciones séricas de colesterol y triglicéridos que se observó en los individuos sanos, también se había demostrado previamente con la ingestión de tallos enteros de nopal,⁷ y con otras fibras dietarias,²⁰⁻²² así como con alimentos de bajo índice glucémico.²⁴ En animales de experimentación alimentados con dieta rica en colesterol se ha demostrado que la pectina obtenida del nopal (*Opuntia sp.*) disminuye las lipoproteínas de baja densidad, a través de un incremento en los receptores hepáticos de estas lipoproteínas, en forma similar a las resinas que se unen a los ácidos biliares.²⁵

Aunque en el grupo de diabéticos no se demostró disminución de los niveles de colesterol con las cápsulas de nopal, la diferencia con las cápsulas de placebo fue notable, lo que traduce cierta acción sobre el colesterol, en forma similar a la observada en los individuos sanos.

En este estudio no se comprobó que las cápsulas de nopal tengan una acción hipoglucemiante aguda, pero se demostró que la administración diaria de 30 cápsulas de nopal puede contribuir al control de la diabetes mellitus y puede modificar favorablemente las concentraciones séricas de lípidos, probablemente por su contenido en fibras dietarias. Aunque no se pueden extrapolar estos resultados a los que podrían obtenerse con dosis 5 ó 10 veces menores (6 ó 3 cápsulas diarias), es difícil que las últimas ejerzan una acción de magnitud similar.

En la práctica médica es incómoda la ingestión de 30 cápsulas diarias, por lo que la utilidad clínica en esta cantidad es pobre; las dosis menores tampoco serían recomendables por ser probablemente poco eficaces. Además hay otras fuentes de fibras dietéticas más accesibles o más cómodas. En resumen, aunque se demuestra algún efecto benéfico en la glucemia y en los lípidos séricos, actualmente la administración de estas cápsulas de nopal no parece tener lugar en la terapéutica de la diabetes mellitus.

Referencias

- Ibáñez-Camacho R. Nopal (*Opuntia sp.*). Med Tradicional (Méx) 1978;4:1-4.
- Frati-Munari AC, Roca-Vides RA, López-Pérez RJ, De Vivero I, Ruiz-Velazco M. Índice glucémico de algunos alimentos comunes en México. Gac Méd Méx 1991;127:163-70.
- Frati-Munari AC, Fernández-Harp JA, De la Riva-Pinal H, Ariza-Andraca R, Torres MC. Efecto del nopal (*Opuntia sp.*) sobre los lípidos séricos, la glucemia y el peso corporal. Arch Invest Méd (Méx) 1983;14:117-25.
- Ibáñez-Camacho R, Román-Ramos R. Efecto hipoglucemiante del nopal. Arch Invest Méd (Méx) 1979;10:223-30.
- Ibáñez-Camacho R, Meckes-Lozoya M, Mellado Campos V. The hypoglycemic effect of *Opuntia streptacantha* studied in different animal experimental models. J Ethnophar 1983;7:175-81.
- Frati-Munari AC, Gordillo BE, Altamirano P, Ariza CR. Hypoglycemic effect of *Opuntia streptacantha* Lemaire in NIDDM. Diabetes Care 1988;11:63-66.
- Frati AC, Jiménez E, Ariza CR. Hypoglycemic effect of *Opuntia ficus indica* in Non-Insulin dependent Diabetes Mellitus Patients. Phytother. Res. 1990;4:195-7.
- Frati-Munari AC, Del Valle-Martínez LM, Ariza-Andraca CR, Islas-Andrade S, Chávez-Negrete A. Acción hipoglucemiante de diferentes dosis de nopal (*Opuntia streptacantha* Lemaire) en pacientes con diabetes mellitus tipo II. Arch Invest Méd (Méx) 1989;20:197-201.
- Frati-Munari AC, Altamirano E, Rodríguez-Bárceñas N, Ariza-Andraca R, López-Ledesma R. Acción hipoglucemiante de *Opuntia streptacantha* Lemaire: investigación con extractos crudos. Arch Invest Méd (Méx) 1989;20:321-5.
- Frati-Munari AC, De León C, Ariza-Andraca CR, Bañales Ham MB, López-Ledesma R, Lozoya X. Influencia de un extracto deshidratado de nopal (*Opuntia ficus indica* Mill.) en la glucemia. Arch Invest Méd (Méx) 1989;20:211-6.
- Frati-Munari AC, Fernández-Harp JA, Bañales-Ham M, Ariza-Andraca R. Disminución de glucosa e insulina sanguínea por nopal (*Opuntia sp.*). Arch Invest Méd (Méx) 1983;14:269-73.
- Frati-Munari AC, Medina-Beltrán GR, Chávez-Negrete A, Bañales-Ham M, De la Riva-Pinal H. Efecto de diferentes especies de nopal en la prueba de tolerancia a la glucosa. Rev Asoc Med Int Méx 1986;2:24-6.
- Frati-Munari AC, Castillo-Insunza MR, De la Riva-Pinal H, Ariza-Andraca CR, Bañales-Ham M. Efecto del mucilago de *Plantago psyllium* en la prueba de tolerancia a la glucosa. Arch Invest Méd (Méx) 1985;16:191-7.
- Jenkins DJA, Leeds AR, Gassull MA, Cochet B, Alberti KGMM. Decrease in postprandial insulin and glucose concentration by guar and pectin. Ann Intern Med 1977;86:20-3.
- Frati-Munari AC, Quiroz JL, Altamirano P, Ariza CR et al. Efecto de diferentes dosis de nopal (*Opuntia streptacantha* Lemaire) en la prueba de tolerancia a la glucosa en individuos sanos. Arch Invest Méd (Méx) 1989;20.
- Frati-Munari AC, Flores-Garduño MA, Ariza-Andraca R, Islas-Andrade S, Chávez-Negrete A. Efecto de diferentes dosis de mucilago de *Plantago psyllium* en la prueba de tolerancia a la glucosa. Arch Invest Méd (Méx) 1989;20:147-52.
- Fernández-Harp JA, Frati-Munari A. Relación entre las fibras dietéticas y el contenido energético de los alimentos. Rev Méd IMSS. (Méx.) 1986;24:71-6.
- Frati AC, Fernández-Harp JA. Las fibras dietéticas. Rev Méd Inst Méx Seg Soc 1984;22:75-7.
- Bijlani RL. Dietary fibre: consensus and controversy. Progr Food Nutr Sci 1985;9:343.
- Frati-Munari AC, Fernández-Harp JA, Becerril M, Chávez-Negrete A, Bañales-Ham M. Disminución de lípidos séricos, glucemia y peso corporal por *Plantago psyllium* en obesos y diabéticos. Arch Invest Méd (Méx) 1983;14:259-68.
- Kiehlm TG, Anderson JW, Ward K. Beneficial effects of a high-carbohydrate, high-fiber diet on hyperglycemic diabetic men. Am J Clin Nutr 1976;29:895-99.
- Story L, Anderson JW, Chen WL et al. Adherence to high-carbohydrate, high-fiber diets: long term studies of non obese diabetic men. Am J Diet Assoc 1985;85:1105-10.
- Brand JC, Colagiuri S, Crossman S et al. Low glycemic index foods improve long-term glycemic control in NIDDM. Diabetes Care 1991;14:95-101.
- Jenkins DJA, Wolever TMS, Kalnusky J et al. Low glycemic index carbohydrate foods in the management of hyperlipidemia. Am J Clin Nutr 1985;42:604-17.
- Fernández ML, Trejo A, Mc Namara DJ. Pectin isolated from prickly pear (*Opuntia sp.*) modifies low density lipoprotein metabolism in cholesterol fed guinea pigs. J Nutr 1990;20:128-90.