

11227

20/1 3/1



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE MEDICINA

**División de Estudios de Postgrado
Instituto Mexicano del Seguro Social
Hospital de Especialidades Centro Médico
La Raza**

**EFFECTOS SOBRE LA GLUCOSA E INSULINA
SANGUINEAS DE DIFERENTES ESPECIES DE OPUNTIA
(NOPAL)**

TESIS DE POSTGRADO

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

ESPECIALISTA EN MEDICINA INTERNA

P R E S E N T A E L

DR. GUSTAVO RODRIGO MEDINA BELTRAN

MEXICO, D. F.

FEBRERO DE 1985

FALLA DE ORIGEN



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

INDICE

ANTECEDENTES CIENTIFICOS.....	6
JUSTIFICACION.....	32
PLANTEAMIENTO GENERAL DEL PROBLEMA Y MARCO --	
TEORICO DE REFERENCIA.....	33
HIPOTESIS DE TRABAJO.....	35
MATERIAL Y METODOS.....	36
RESULTADOS.....	38
FIGURAS Y CUADROS.....	39
DIBUJOS ESPECIES DE OPUNTIA (NOPAL).....	45
DISCUSION.....	47
CONCLUSIONES.....	50
RESUMEN.....	51
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	52

ANTECEDENTES CIENTIFICOS

Diversos estudios en relación a la dieta de fibras demuestran que la fibra puede modificar la fisiología gastrointestinal, endócrina y lípida; de ahí la influencia sobre el metabolismo de carbohidratos (1).

La fibra es una estructura lineal colocada en haces más o menos paralelos que dan mayor resistencia a la tracción; las de origen animal se digieren y absorben en el tubo digestivo humano, no así las fibras vegetales constituidas de celulosa y lignina (2,3,4,5). La fibra "dietética ó dietaria" son en el hombre los restos esqueléticos de células vegetales que resisten a la digestión enzimática (1.4). Se incluyen estructuras no lineales e inabsorbibles como pectina, mucílagos y lignina (2,5).

La fibra consiste primariamente en celulosa, producto ampliamente distribuido en la pared celular vegetal, polímero no ramificado de 1,4 B d-glucosa; hemicelulosa: mezcla de polímeros de polisacáridos (azúcares, pentosas y hexosa), sustancias que en su centro contienen xilosa, así como ácidos urónicos (galacturónicos, glucorónico) que se conducen como --

ácidos carboxílicos. La lignina es un tercer componente polimérico insoluble, no carbohidrato sino fenilpropano sustituido. -- Otros compuestos lo forman la pectina, gomas y mucílagos. El -- ácido fítico (hexafosfato de inositol) que acompaña a las proteínas.

Existen compuestos con propiedades fisiológicas -- aún no determinadas como sílice y lípidos en las superficies cuticulares de frutas, hojas y semillas. También la presencia de enzimas y azúcares no metabolizables como la rafinosa (1).

La "fibra cruda" se define como el residuo resultante de la extracción de ácidos, álcalis, agua y alcohol (3).- En el pasado los métodos para determinar el contenido de fibra cruda de los alimentos no fue satisfactorio. Separan 80% de hemicelulosa y 50-90 % de lignina por extracción secuencial de -- ácidos y álcali, la celulosa se recupera en 50-80 %. Existen -- varios métodos empleados como el de Southgate (1969); y el de -- Van Soest (1970). Recientemente Hellendoorn desarrolló un método mediante el uso de pepsina y pancreatina para determinar el contenido de fibra de la dieta (8).

Dentro de las propiedades físicas de la fibra dié

taria se encuentra su contenido en agua, algunos componentes -- son digeribles a nivel de intestino delgado, sus propiedades -- fisiológicas son modificadas por la fermentación, pueden producir gas, ácidos grasos irritativos, cambios en la composición acuosa y electrolítica de las evacuaciones así como la consistencia, volumen y peso de las mismas. Cambios en el tránsito intestinal, motilidad del colon y la presión en el interior del mismo (1,2,3,5,6,7,).

La celulosa tiene la capacidad de captar agua e -- hincharse y por consiguiente aumentar el peso de las heces. La hemicelulosa puede fijar iones y en menor grado agua, modifica el contenido de la luz intestinal; el aumento de volumen de las heces parece estar más en relación a los metabolitos (ácidos -- grasos de cadena corta), que a la capacidad fijadora de agua. -- En relación a la lignina se ha visto que tiene la capacidad fijadora de ácidos grasos biliares, de ésta forma su eliminación por heces. Otra propiedad fisiológica consiste en disminuir la absorción de glucosa, ácidos biliares, sustratos, ácido fólico y minerales (hierro, Ca, Zn, P, Mg) esto último debido a la presencia de ácido ftico (1-3,5,7,8). El ácido ftico se encuentra principalmente en el salvado y trigo (1).

De las características fisicoquímicas tienen importancia la viscosidad de las soluciones de polisacáridos solubles, el área superficial y el volumen de las partículas, facilidad y grado de hidratación, capacidad de cristalizar, la densidad y las propiedades de intercambio iónico (2,4,9).

Por lo tanto su utilidad en el tratamiento de padecimientos como: colon irritable, constipación, diverticulosis - del colon (1,2,4,6). Otros estudios señalan el secuestro por parte de la fibra de micelas, ácidos biliares, lecitina, colesterol, monoglicéridos y ácidos grasos (2). Se reduce el índice de aterogénesis en base a reducción de colesterol y triglicéridos libres y la relación de colesterol B y alfa así como entre colesterol total y colesterol alfa (2,5,7,10,11).

Productos específicos de la fibra dietaria agregados a la dieta humana como 15 gr. de celulosa, incrementan la excreción de ácidos biliares por las heces y el volumen de las evacuaciones (3). Por otra parte 5 gr. de hemicelulosa únicamente produce el segundo efecto (3,8).

La pectina con capacidad aumentada para contener agua, disminuye el tiempo del tránsito intestinal y solamente produce pequeño aumento del peso de las evacuaciones (1).

En relación a tipos de alimentos como el salvado-- con menor capacidad para contener agua produce cambios cuantitativos en el peso fecal. Lo anterior varía con el concepto tradicional que la mayor capacidad de las fibras para adsorber agua - reduce el tránsito intestinal e incrementa el volumen de las heces. El salvado reduce la motilidad del colon en base a número - de ondas de propulsión, la disminución de la presión intraluminal media y en pico. Lo anterior se obtiene con 30 gr. o más de salvado al día (3). Se refiere aumento en la excreción de sales biliares, reducción de los niveles de colesterol, glucosa y peso corporal en pacientes diabéticos no insulino-dependientes (8,12).

Algunos preparados farmacéuticos: mucílago psyllium incrementa el peso y volumen de las heces. Se ha reportado el incremento de la presión intraluminal durante su uso terapéutico.- Por lo que desde el punto de vista fisiológico ofrece menor beneficio que el salvado para el tratamiento de la enfermedad diverticular (3).

Florholmen y cols (1982), encontraron reducción significativa de la hiperglucemia postpradial y un efecto similar - menos pronunciado de la secreción de péptido inhibitorio gástrico con el uso del metamucil, en pacientes diabéticos insulino-dependientes (13).

Pequeñas partículas de salvado no incluyeron en el peso de las evacuaciones (8). En otro estudio en pacientes con enfermedad diverticular, el salvado no procesado no incrementó el volumen de las evacuaciones (8,14). La fibra de frutas y vegetales son menos efectivas que el salvado para corregir la constipación (8). Se observó disminución del tiempo de tránsito intestinal posterior a la ministración de salvado no procesado en jóvenes de 15-19 años (14-15), pacientes con enfermedad diverticular (14) con tránsito intestinal lento (16). También se reporta reducción del tránsito en sujetos que recibieron bagazo y en aquellos que recibieron suplemento de salvado, laxante de volumen ó tabletas de salvado (17). Estudios previos refieren que el salvado, celulosa y pectina no tienen efectos sobre el tránsito intestinal en sujetos normales (8,14). El salvado grueso disminuyó el tiempo del tránsito intestinal, no así el salvado fino. Por otra parte el vaciamiento intestinal se aceleró -- aproximadamente en 25% de los sujetos con salvado. En mujeres normales pero no en aquellas con colecistectomía el salvado redujo la degradación de las sales biliares (3).

Se reporta además en varios estudios que las dietas que contienen maíz, bagazo, vegetales y/o dietas altas en -

colesterol, adicionadas de celulosa incrementan la excreción de ácidos biliares (8). Piepmeyer (1974) reportó mejoría en pacientes con colon irritable tratados con salvado; sin embargo Solofte (1976) no encontró mejoría sintomática con dicho tratamiento (8). La pectina resultó más efectiva en la reducción del colesterol que el salvado. No se obtuvieron reducción de los niveles del mismo al emplear fibra de trigo (1,8). Algunos señalan que ni la celulosa ni el salvado tienen efecto sobre los niveles séricos de colesterol (1). Heaton y Pomare (1974), encontraron -- los niveles séricos disminuidos de triglicéridos en forma considerable al utilizar harina de trigo (8,18).

Anderson y Ward (1978), obtuvieron en pacientes -- diabéticos reducción tanto de los niveles de glucosa sérica como de colesterol con dieta rica en fibra y carbohidratos (8,19). Resultados similares se reportan en nuestro medio con el empleo de fibra dietaria a base de *Opuntia* spp. (nopal), también con -- *Plantago psyllium* (1,8,10,12,21). Dietas bajas en fibra predisponen a padecer cáncer de colon (3,8,16).

Existen referencias en base al contenido de "fi-- bra cruda" de algunos alimentos como el caso de la manzana 100-gr. proporcionan 0.66 a 1 gr. de fibra cruda, 1.31 a 1.59 de --

hemicelulosa, celulosa, lignina y 1.15 a 2.4 gr. de residuos in distinguibles. El salvado contribuye con 9 gr. de fibra cruda, 35 gr. de hemicelulosa, celulosa, lignina y 49 % de residuos in distinguibles (8). En el Oeste el consumo de fibra es aproximadamente de 12 gr. al día. Las dietas bajas en residuos son aquellas que proporcionan de 0-4 gr de fibra cruda. Las dietas altas en fibra contienen de 12-20 gr. de fibra cruda por día.

En los países africanos el consumo de fibra cruda es en promedio de 30-40 gr por día. Para ajustar dietas terapéuticas altas en fibras debe incrementarse el contenido de fibra cruda de 10-20 gr. por día, un total de 30-60 gr. de fibra cruda por día se requiere para el manejo dietético alto en fibra (3). En los Estados Unidos la ingesta de fibra en el siglo pasado fue a base de frutas y vegetales en un 20%, y cerca de un 50% en cereales y granos (1). Los estudios en no vegetarianos de Hardinge representan 8-12 gr. de fibra cruda por día que corresponde aproximadamente 16-60 gr. del total de fibra (1).

Crowgill y Anderson (1932), Crowgill y Sullivan (1933) recomiendan la ingesta de 90-100 mg de fibra (fibra cruda) por kg de peso/día. Esto representa 6.3-7 gr de fibra cruda en un sujeto de 70 kg., Hoppert y Clark (1945), sugieren 40 ---

mg/kg/día., Williams y Olmsted (1936) 12-24 gr de fibra por día. De lo cual 10 gr debe ser en forma de hemicelulosa y lignina --- (8). En relación a la dieta alta en fibra a base de salvado, frutas y vegetales ricos en oligosacáridos y pectina; sustancias sujetas a fermentación pueden producir: retortijones y flatulencia (13).

Por lo anterior y en base a que la dieta rica en fibra no tiene una contraindicación formal, excepto en aquellos -- con padecimientos estenóticos de tubo digestivo, por el riesgo - de condicionar oclusión. Por lo tanto la dieta rica en fibra como complemento de la dieta normal puede recomendarse en sujetos sanos y tiene mejor indicación en individuos con diabetes mellitus, obesidad, hiperlipidemias y ciertos padecimientos de colon. No se debe recomendar en desnutridos en aquellos con deficien---cias de hierro o ácido fólico y por consiguiente está contraíndicada durante la gestación. Debe valorarse su empleo en pacientes con IRC por favorecer el menoscavo de la absorción digestiva de Ca (1,3,4,).

Una vez que hemos realizado una revisión general sobre la fibra dietaria, decidimos enfocar nuestra atención a un - producto de la dieta de fibra y que goza en nuestro país de am--

plia popularidad en la alimentación.

Básicamente nos referimos a la ingesta de tallos jóvenes (pencas) de opuntia spp.(nopal). Dentro de la familia de las cactáceas el género Opuntia spp. es una planta conocida en mesoamérica desde el cenolítico superior (9000 años A.C.), - varias especies de este género son comunes en la alimentación del pueblo mexicano. Con enorme significado de estos vegetales en la vida mexicana lo convierten en una de las plantas mejor conocidas en el país. Existen fuentes bibliográficas antiguas en relación a su aplicación medicinal. Hernández y Jiménez ---- (1959), señalan sus propiedades para combatir trastornos renales. Martín de la Cruz para quemaduras y como conductor del parto, Sahagún (20). En la literatura moderna Standley reporta sus propiedades analgésicas, su uso oftalmológico así como su aplicación en el tratamiento de la erisipela (20).

En forma amplia Cabrera señala la utilidad del -- nopal en medicina popular, se mencionan sus propiedades diuréticas, analgésicas, cardiotónicas, laxantes y desparasitantes, sin que por ello se hubiera validado científicamente cualquiera de los usos mencionados (20). La recopilación etnobotánica señala el predominio del uso del nopal con propiedades antidiabéticas. (20)

Se trata de plantas arbustivas o arbóreas, a veces rastreras, artículos crasos; hojas efímeras, hasta de 5 mm de largo, tubérculos terminados en aréola provista de fieltro o lana, cerdas, espinas cetosas y espinas aciculares, flores diurnas una por aréola. Fruto con paredes delgadas o anchas, - su carpo son aréola provista de lana, glóquidas, a veces cerdas y espinas (21).

En el Valle de México las especies de *Opuntia* son polimerizadas principalmente por coleópteros: *Carhopilus pallipenis* Sagy y *Captodes Morio* Er. (21). De acuerdo a Bravo en el subgénero *Opuntia* (*Platyopuntia* Engelm), hay en el Valle de México 65 especies (22). Scheinvar en el Valle de México encontró 15 especies silvestres, presentan gran variación y forman híbridos fácilmente entre sí (21). Dentro de las especies silvestres en el Valle de México se encuentran *O. heliabravoana*, *O. matudae*, *O. Lindheimeri*, *O. robusta*, *O. rzedowskii*, *O. inca* madilla, *O. cretochaeta*, *O. streptacantha*, *O. megacantha*, *O. cochínera*, etc. (21).

Algunas especies son cultivables como el caso de *Opuntia ficus indica* (22), *O. streptacantha* (21). En el presente traba

jo son empleadas tres especies de *Opuntia* (*ficus indica*, *strep-tacantha* y *cochinera*).

Opuntia ficus indica Mill. - "higo de Indias", "No pal de Castilla". Arbol de 3-5 m de alto, tronco de 60-120 cm de diámetro, uniones verdes de 30-60 cm. de largo por 20-40 de ancho, sin espinas, o pocas, blancas, 1-6 areolas, flores de -- 7.5-10 cm., pétalos amarillos o naranjas, frutos amarillos, naranja o púrpura, carnosos, comestibles de 4-10 cm. de largo por 4.8-7 de ancho. Común en México como especie cultivada (20).

Para algunos autores (20), *O. ficus indica* (sin espinas), y *O. megacantha* (con espinas), son la misma especie. -- *Opuntia cochinera* Griff, planta arbustiva, 2-3 m. de altura, --- tronco de 60-150 cm. de largo, corteza escamosa, artículos abovado a casi circular, 10-13 series de espirales de aréolas, --- 20-30 cm. de largo, de 15-20 cm. de ancho, a veces hasta 40 cm. de 3-3,5 de espesor, color verde oscuro a grisáceo con la edad, aréolas distantes de 1.5-4 cm. entre sí, lana negra, glóquidas - en la parte superior de la aréola, 2-3 mm de largo, de color -- anaranjado a rojizo con ápice negro que inclusive en ocasiones determina el color de la aréola, espinas de 1-6, blancas, pasando a gris negruzca con la edad, la inferior y más descendente -

hasta de 2.5 cm. de largo, alcanza la mayoría de veces la aréola inferior, las otras divergentes de 6-20 mm de largo, las -- dispuestas en los bordes de color rojizo, tejido subepidérmico con partes engrosadas, las fibras de los haces vasculares de los artículos forman anchos rombos \pm 3.5 cm. de largo y \pm 2 -- cm. de ancho. Los artículos jóvenes o "pencas" 10-12 series de espirales de aréolas, color verde claro grisáceo, de \pm 2.5 cm. de espesor, hoja basal subulada, con la base del mismo color y ápice rosa purpúreo de \pm 2.5 cm. de largo y \pm 1 cm. de base, lana color gris negruzco y \pm 5 espinas setosas blancas, variegadas de rojo purpúreo con base y ápice ambarinos, la inferior la más larga en ocasiones torcida hasta de 2.5 cm. de largo. Flor amarilla de \pm 6 cm. de largo. Fruto subgloboso 4 cm. de largo y 3.5 de ancho, color rojo purpúreo, generalmente no umbilicado, con \pm series de espirales de aréolas distantes entre sí 8-12 mm, pericarpo 6-7 mm de grosor, semillas abundantes, - discoides \pm 4 mm de largo y 3-3.5 mm de diámetro, fruto comestible "cochinera". Esta especie se encuentra en el Valle de México, en los municipios de Tlaxcala, Pachuca, Epazoyucan, Zempoala y Texontepec, Hidalgo y en el municipio de Axajusco Edo. de México entre 2300 y 2750 m de altitud, en matorrales xerófilos. Backeberg la señala como probable híbrida de *O. robus--*

ta y alguna otra especie de la serie streptacantha (21).

Orozco en base al análisis de epidermis señaló -- que se trata de especie distinta pero cercana a *O. robusta* y - a *O. hyptiacantha* (21).

Opuntia streptacantha Lem.

Planta arbustiva de 2-5 m. de altura, troncos de finido de largo y ancho, corteza liza, raíces a una profundidad de 15-45 cm, artículos (pencas) adultos angostamente abovados, de 20-30 cm. de largo, 12-23 cm. de ancho y de 3.4 cm de espesor, de color verde oscuro grisáceo recubiertos de espesaca de cera, aréola dispuesta en serie de + dos espirales, -- distantes entre sí a + 3 cm, lana de color castaño a negruzco en la base de la aréola, glóquidas de color castaño amarillento algo rojizo, espinas de 1-4 rígidas, diferente grosor, ausentes en algunas y el resto encorvadas, hasta de 3 cm de largo, la de los bordes aplanadas, de color blanco con base grisácea amarillenta y el ápice ambarino. Las fibras vasculares en haces en forma de rombos de 2.9 a 5.3 cm de largo y 2.3 a 2.7 cm. de ancho; los artículos juveniles (pencas) de color verde claro, aréola con lana rojiza, hojas inconspicuas del mismo co-

lor que el artículo, con el ápice rojo. Flores de 5-6 cm de largo y ancho. El fruto elipsoidal con cicatriz floral profunda, de color carmesí, de \pm 6 cm de largo y \pm 4 cm. de diámetro, aréola dispuesta en \pm 6 series de espirales, sin espinas lana roja, mesocarpo delgado; comestible, dulce, semillas discoide a triangular envueltas de jugosos funículos que ocupan casi todo el fruto, tasa de hilo ancha, poco hundida, testa irregular, reticulada, arilo lateral ancho. Florece de marzo a junio y fructifica de mayo a septiembre. Frutos apreciados como comestibles en las poblaciones rurales, popularmente se conocen como "tuna cardona", "nopal cardón", nopal de tuna colorada (21).

En el Valle de México se encuentra silvestre en los municipios de Zempoala y Tezontepec, Hidalgo; Tepoztlán, Morelos, Distrito Federal: Delegación Villa Gustavo A. Madero entre 2300 y 2400 m. de altura, en suelos derivados de rocas volcánicas, en vegetación de matorrales xerófilos con *Opuntia* y *Zaluzania*. También fue observada en Pachuca Tequixquiac y en la Sierra de Santa Catarina, cerca de Iztapalapa (21).

Especie muy protegida por el campesino del Valle de México por sus frutos dulces y jugosos, se le encuen-

tra cultivada en huertos familiares (21).

Bravo señala que *O. Stretacantha* es una de las especies más importantes de *Opuntia* principalmente en el Estado de San Luis Potosí, común en el altiplano mexicano en los estados de San Luis Potosí, Zacatecas, Durango, Aguascalientes y Querétaro. Habita en suelos de migajón arcilloso arenoso, migajón arenoso (21-22).

Backeberg encontró en la parte central de Perú Ayacucho y rfo Huantla inicialmente cultivados, actualmente asilvestrados (21).

La especie según Marroquín (1974), se encuentra distribuida en una superficie de más o menos 3 800 000 ha - (21). En relación al análisis bromatológico López consigna - (1977), que los renuevos del primer año, es decir, los nopales en lo que respecta a proteínas alcanzan el mayor porcentaje hasta de 9.4 % en materia seca. Los tallos contienen porcentaje de grasa cruda, que alcanza 1.67 % en materia se ca.

Los componentes de la tuna obtenidos por los au tores son: corteza 46.8%, pulpa y jugo 39.8% y semilla 3.4%.

El análisis bromatológico de la pulpa y jugo: -
proteína cruda 0.88%, cenizas 0.41%, sólidos totales: 14.2% -
y agua 84.5%.

Químicamente la semilla se compone de: proteínas
crudas: 9.5%, grasa 10.9 %, fibra cruda: 43.2%, cenizas 2.0 %
y extracto libre de nitrógeno: 34.2% (21).

Popularmente en nuestro país el género *Opuntia* -
goza de amplia difusión en el tratamiento de la diabetes melli
tus. Por lo anterior y con objeto de validar científicamente-
éste conocimiento Ibáñez (1978), (20); realizó curvas de toler
rancia a la glucosa en ratas macho de las cepas Winster y ---
Long Evans que recibieron glucosa por vfa subcutánea y extract
to de nopal por sonda. Se observó incremento inicial de la gluc
cemia a los 15-30 min; posteriormente se redujeron los nivel
les de glucosa; con valores dentro de lo normal a las 3 horas.
Con dicho estudio se concluyó que el nopal tiene efecto simil
lar al de un hipoglucemiante oral (20).

Posteriormente Ibáñez y Román 1979 (53); reportan
que en los conejos existe una acción hipoglucemiante del nol
pal, el autor propone la participación de la enzima isomerasa

de glucosa 6 fosfato hecho aún no determinado (53). Ibañez y Meckes 1983, reportan efecto similar al utilizar, una fracción semipurificada que en polvo se ha obtenido de *Opuntia streptacantha*, así como reducción de los niveles séricos de triglicéridos en una grupo de conejos pancreatetectomizados a quienes se indujo hiperglucemia I.V., el hecho anterior denota la posible participación intrínseca del nopal (25).

Frati y cols 1983, demostraron reducción significativa de la glucemia en un grupo de pacientes diabéticos del tipo II que recibieron por breve tiempo tallos de nopal (23). Este mismo autor 1983, reporta reducción del colesterol B, triglicéridos, peso corporal y glucemia en pacientes obesos y diabéticos. Con reducción de la glucemia en promedio de 64.3 mg/dl y 3.86 mg/dl en diabéticos y obesos respectivamente (10). Han continuado las investigaciones a nivel clínico con objeto de establecer el mecanismo de la acción hipoglucemiante del nopal. En un reciente estudio aún no publicado Frati y Yever 1984, señalan que la *Opuntia* sp. (nopal), no tiene efecto hipoglucemiante intrínseco, no altera los niveles de glucosa cuando ésta se ministra por vía intravenosa; con elevación menor de los niveles de glucemia si se

ministra simultáneamente nopal y glucosa. Por lo anterior es posible que el nopal actúe como fibra dietética disminuyendo la absorción de la glucosa (24).

Se observó que en pobladores del sur de África - con dietas a base de carbohidratos, baja ingesta de grasas y con gran cantidad de fibra la incidencia de diabetes mellitus y cardiopatía isquémica es baja. Esto dio origen a la "hipótesis de la fibra dietética sobre el origen de la diabetes sa carina" (1,28). Wapnick reporta que los niveles de glucemia - en ayuno así como las curvas de tolerancia a la glucosa son - significativamente mejores en africanos que en europeos. Lo - anterior en base a menor consumo de carbohidratos no refina- dos; debido a que una absorción más rápida de carbohidratos - refinados cause secreción excesiva de insulina como represen- tante de "lesión inicial de la diabetes" (8,29). Kiehm en un estudio de pacientes diabéticos que recibían carbohidratos -- (75-100% de las calorías) y fibra cruda en promedio 14.2 gr, - así mismo hipoglucemiantes (sulfonilureas) ó menos de 30 U de insulina al día. Observó reducción de los niveles de glucemia en todos los pacientes e inclusive pudo reducirse la dosis de insulina e hipoglucemiante (1,30).

Miranda y Horwitz 1978, efectuaron un estudio -

comparativo de dieta alta en fibra 20 gr/dfa en relación a dieta baja en fibra 3 gr/dfa, se mantuvo constante el ingreso de calorías, carbohidratos, grasas y proteínas en los pacientes diabéticos insulino-dependientes que participaron en dicho estudio. Hubo reducción de la glucemia en pacientes con dieta alta en fibra comparativamente con aquellos con dieta baja en fibra (1), no hubo cambios en los niveles de insulina por lo que se consideró, no se presentó secreción endógena (1,31,32). Sin embargo los niveles de glucagon son más bajos con dieta rica en fibra (1,31,32,34). No específica tipo de fibra, no obstante hay predominio de celulosa (1,31). Tanto en los estudios de Kiehm (30) y Miranda (31), existen resultados diferentes en relación a los niveles de glucemia. Lo que puede explicarse de acuerdo a revisión de Kelsay 1978, que tanto la edad y sexo pueden influir en los resultados obtenidos con la fibra dietética -- (8).

Se encuentran varios reportes, que demuestran la reducción de la insulina en pacientes diabéticos (23,32, 35,36), y en no diabéticos (34,39,41), posterior al uso de fibra dietética.

Es importante señalar el tipo de fibra utilizada en todo tipo de investigación sobre el metabolismo hidrocarbonado (1).

Jeffrys comprobó que los niveles de glucemia disminuyen hasta en 60%, cuando se ministra glucosa y salvado - no procesado (1). Así mismo mejora en la tolerancia a la glucosa cuando se empleó salvado de maíz con (92.1% de fibra), - vainas de soya (86.7% de fibra), mientras que el trigo rojo - (50.8% de fibra), produjo una mejora moderada; el salvado de trigo blanco, blando (44.1% de fibra), y la proteína vegetal - no reportaron mejora (1).

Jenkins y Wolever en sus numerosos estudios con pacientes diabéticos y en no diabéticos, en los que utilizan guar (polisacáridos de almacenamiento), se observó que al hidrolizar ésta fibra de tal forma que pierda su capacidad para formar una solución viscosa, pierde su efecto sobre la glucemia post prandial y la insulina (39). La viscosidad es importante para retardar el vaciamiento gástrico así como la absorción a nivel intestinal (9,40). Concluyen que los alimentos viscosos se aproximan al tratamiento de la diabetes mellitus (9,40).

Haber y colaboradores estudiaron la disrupción de la fibra en sujetos normales, mediante el empleo de manzana íntegra, puré de manzana (con fibra rota físicamente), y jugo de manzana (sin fibra); la elevación de la glucosa, la reacción de la insulina y la magnitud de la hipoglucemia son menores con la manzana intacta que con el puré y con éste me nores que con el jugo (41,42). Lo que sugiere que el jugo y el puré estimulan más el eje entero-insular que las manzanas íntegras (con mayor contenido de fibra). Posiblemente lo pr mero se debe a mayor absorción proximal de glucosa y secunda riamente liberación de polipéptido inhibitorio gástrico ---- (GIP), hormona que promueve la liberación de insulina (43); principalmente cuando se perfunde glucosa a nivel de duodeno o yeyuno proximal. De acuerdo a los estudios efectuados por Fred (43), sugieren que el intestino delgado proximal es el sitio primario de la liberación en dógena de polipéptido inhi bitorio gástrico (GIP) en el hombre, y que pequeñas cantidades también son liberadas en el intestino delgado distal. Por otra parte el metamucil produce una reducción similar de polipéptido inhibitorio gástrico (GIP), y que lo anterior depende más de la absorción que de la presencia de nutrimentos

en el lumen intestinal (13). Una medida subjetiva indicó que la manzana íntegra produjo mayor saciedad que el puré y éste mayor saciedad que el jugo (41). Monier en 1978, empleó varias fibras no absorbibles; con lo cual al usar pectina y fosfato de celulosa, obtuvo niveles más bajos de glucemia en relación a la utilización de celulosa. Ninguno de los tipos de fibras mostró acción sobre los niveles plasmáticos de insulina (1,45).

Estudios en los cuales se dieron leguminosas -- (habas), señalan la disminución de glucemia postprandial en sujetos sanos; proponen que las legumbres pueden incorporarse a la dieta de diabéticos con aumento en la ingesta de carbohidratos y reducción en el consumo de grasas (37,47).

La ingestión concomitante de fibras y glucosa - produce menor elevación de la glucemia y de los niveles de insulina sérica, y menor hipoglucemia reactiva que cuando no se agregan las fibras; ésto en base a investigaciones en individuos sanos y en pacientes diabéticos no insulino dependientes (23,24,33,36). Sin embargo se reporta mejoría en la curva de tolerancia a la glucosa aún cuando la fibra no se -

ministró concomitantemente con la glucosa (27).

Se postula que la fibra dietética puede mejorar la sensibilidad a la insulina (16,30,35,36,48), lo que está básicamente en relación de los niveles de glucosa. Otras investigaciones (49) consignan que las dietas ricas en carbohidrato disminuyen la unión de la insulina al bajar la afinidad por el receptor (49), a corto plazo. Y una fraca reducción de los receptores a largo plazo, como respuesta paradójica a la hiperinsulinemia inicial (49).

Existen informes que apoyan el uso de dietas ricas en carbohidratos y fibras para corregir la disminución de receptores a la insulina, establecida en pacientes no insulino dependientes. (16)50,51), por ser éste tipo de diabetes un estado asociado con reducción de sitios de unión celular para la insulina (11).

Así mismo hay reportes sobre la acción de la dieta de fibras en la elevación postprandial de algunas hormonas: glucagón, polipéptido inhibitorio gástrico (GIP), y gastrina (33); No obstante la revisión de Kelsay menciona disminución del glucagón con la dieta de fibras (1). Se ha repor-

tado baja en los niveles de polipéptido inhibitorio gástrico (GIP) (9,13,30,32,34,43). El salvado no mostró cambios en los niveles de GIP (36). En éste último reporte Hall 1980, eomenta la posibilidad de incremento de flujo portal, posterior al uso de salvado secundariamente mayor extracción hepática de insulina lo cual explicaría los niveles bajos de ésta hormona a nivel sérico (36). Kiehm (28), y Jenkins sugieren que la mejora en las curvas de tolerancia a la glucosa se deben a un incremento inicial en las cifras de insulina; de acuerdo al análisis efectuado por Hall (36).

Asp (33) y Philipson (52), recomiendan consumo de carbohidratos en proporción de 50-60%, a base de alimentos ricos en fibra, con ello han logrado reducir los requerimientos de insulina y de hipoglucemiantes bucales en pacientes con diabetes.

Además de los múltiples estudios que apoyan el uso de fibra dietética en el tratamiento de pacientes diabéticos (10,11-13,23,24,33,34,36,39,52). Recientemente Sartor informa reducción de la glucemia postprandial en pacientes diabéticos no insulino dependientes tratados con laxantes de volúmen (Lunelax) (48); al igual que en estudio previo (17).

Hubo reducción de peso concomitante con los niveles de glucemia y el uso de fibra (10-13). Lo anterior explicable por saciedad, por aumento de volumen gástrico, ---- Krotkiewski y Smith (11).

También en relación a la función gástrica, para explicar la disminución de los niveles de glucosa, se reporta retardo en el vaciamiento gástrico y probablemente regulación hormonal, por el consumo de legumbres (lentejas, soya, habas, etc.), (8,47,34,46).

Con mecanismo semejante se explica la reducción de glucosa e hiperlipidemia por medio de una pasta enriquecida con guar. Lo que ofrece utilidad en diversos desórdenes metabólicos.

Por su gran variedad la dieta de fibras es útil.

Debemos continuar el trabajo de investigación y establecer sus mecanismos de acción para aprovechar sus propiedades en la terapéutica médica.

JUSTIFICACION

Contribuir a precisar el mecanismo hipoglucemiante de la - -
Opuntia (nopal). Comparando la acción de tres especies.

- 1.- O. ficus-indica Mill. Nopal cultivable y de los más utilizados en la alimentación mexicana (22).
- 2.- O. cochinera Griff. Crece en forma silvestre. Sin tener completamente establecidos sus componentes, se refiere a un alto contenido en fibra (21).
- 3.- O. streptacantha Lem. Nopal silvestre también cultivable distribuido ampliamente en la República Mexicana, principalmente en el Valle de México y el altiplano (San Luis Potosí, Zacatecas, Durango, Aguascalientes y Querétaro). En base a un estudio bromatológico (21,22), y por haber demostrado propiedades hipoglucemiantes en animales de experimentación (25,53). Es consumida por la población - y en especial son muy apreciados sus frutos (21).

PLANTEAMIENTO GENERAL DEL PROBLEMA
MARCO TEORICO DE REFERENCIA.

Con todo lo anterior podemos establecer que la fibra dietética tiene gran variedad de aplicaciones clínicas en cuanto a tratamiento. No obstante su mecanismo de acción aún no logra establecerse. El campo de investigación permanece abierto.

En lo que respecta a nuestro medio, se ha investigado el consumo de una fibra muy difundida en la alimentación de México, se trata del nopal (*Opuntia*). Vegetal con -- efectos hipoglucemiantes demostrados (10,12,20, 23-25). Sin embargo, los diferentes resultados en los estudios previos - sugieren distinto mecanismo en su acción "hipoglucemieante", mientras que con *O. streptacantha* Lem. ha demostrado una acción hipoglucemiante intrínseca (53), con nopal no clasificado (*Opuntia* spp.), ésta acción no se ha demostrado (24) si no sólo la acción de sus fibras dietarias. Pero las especies del género *Opuntia* (nopal) pueden tener distinta proporción en sus componentes, por lo que deben estudiarse varias especies en humanos con objeto de establecer sus propiedades hipoglucemiantes y compararlas. Por otra parte comprobar si el mecanismo de acción es el de una fibra dietaria.

Ademas de los múltiples efectos de la dieta de fibras, tenemos como objetivo aprovechar sus propiedades hipoglucemiantes, en el manejo de pacientes con diabetes mellitus.

HIPOTESIS DE TRABAJO

HIPOTESIS DE NULIDAD (H₀)

Diferentes especies de Opuntia (nopal), No tienen distinta magnitud en su efecto hipoglucemiante.

HIPOTESIS ALTERNA (H₁)

Diferentes especies de Opuntia (nopal), tienen distinta magnitud en su efecto hipoglucemiante.

Se estudiaron 6 voluntarios sanos, 4 del sexo masculino y 2 del femenino, de 26 a 33 años de edad. Se les practicó 4 curvas de tolerancia a la glucosa oral, con doce horas de ayuno, sin dieta previa, separadas entre sí más de 48 horas. En todas se administraron 75 gr. de glucosa por vía bucal, la primera sin ingestión previa de nopal (*Opuntia*), las otras tres seguidas de 100 gr (peso en crudo) de artículos ó tallos (pencas) jóvenes de nopal asado; cada una con diferente especie, que fue seleccionada al azar (*O. ficus-indica* Mill.; *O. cochinera* Griff.; *O. streptacantha* Lem.), ingeridas 20 minutos antes de la glucosa. Se tomaron muestras de sangre venosa a los 0, 60, 120 y 180 minutos en las que se determinaron glucosa con método automatizado de neocuprefina (55) e insulina sérica con radioinmunoanálisis (56) con equipo C.I. S. La medición de glucosa se realizó inmediatamente después de obtenida la muestra de sangre. El error entre las determinaciones de glucosa durante la época del estudio fue de 3.1 por ciento. Para la medición de la insulina el suero se mantuvo congelado a -20°C , y todas las determinaciones se realizaron simultáneamente. En la época de estudio el error interensayo fue de 2.2 a 4.6 por ciento, el error intraensayo para valores bajos de 13.7, valores medios de 3.18 y para valo

res altos de 4.69 por ciento.

El método estadístico aplicado fue el análisis de -
varianza.

RESULTADOS

La glucemia basal no mostró cambios después de la ingesta de nopal (*Opuntia*). En las curvas con nopal la glucosa presentó tendencia a menores niveles posterior a la administración de glucosa, la diferencia fue significativa únicamente a los 60 minutos. Las tres especies de nopal no mostraron resultados diferentes entre sí (figura 1, cuadros 1 y 4). En éste estudio no hubo diferencias significativas en los valores de insulina entre la prueba testigo y las pruebas con nopal (figura 2, cuadros 2 y 3).

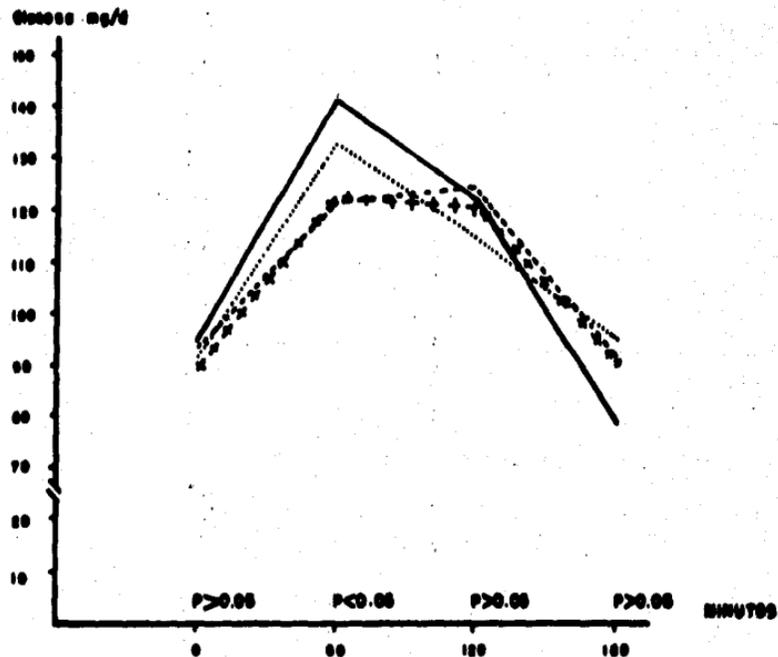


FIGURA 1. GRÁFICA DE VALORES PROMEDIO DE GLUCOSA SÉRICA EN CURVAS DE TOLERANCIA A LA GLUCOSA PRACTICADAS EN SEIS INDIVIDUOS SANOS SIN NEPAL (línea continua) Y CON INGESTIÓN DE NEPAL 20 MINUTOS ANTES DE INICIAR LA PRUEBA CON G. Novo-Indeo 50H (línea interrumpida); ○. cebolleta (línea punteada); ×. eleproscotta Lem. (línea en cruces) SE ENCUENTRA ANOTADO EL VALOR DE P.

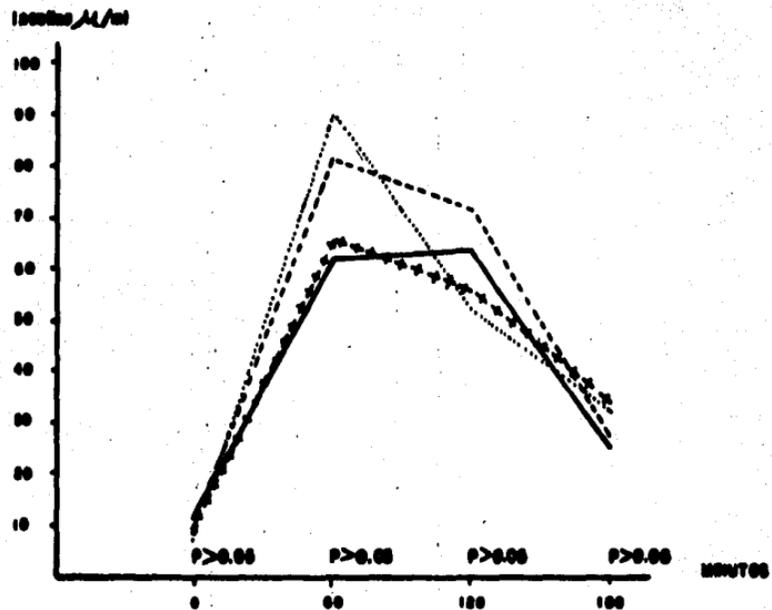


FIGURA 2. GRÁFICA DE VALORES PROMEDIO DE INSULINA SERICA EN CURVAS DE TOLERANCIA A LA GLUCOSA PRACTICADAS EN DOS INDIVIDUOS SANO SIN NEPAL (línea continua), Y CON INGESTION DE NEPAL 30 MINUTOS ANTES DE INICIAR LA PRUEBA CON G. flexilis (línea interrumpida); G. cochlear (línea punteada); G. streptocaulis Lem. (línea en cruces). SE ENCUENTRA ANOTADO EL VALOR DE P.

0 MIN

PACIENTES	1	2	3	4	5	6
CONTROL (sin nopal)	0.34	0.0	0.0	0.00	17.02	30.27
O. fl	0.0	0.0	3.01	0.76	10.5	16.00
O. c	0.0	0.0	1.00	0.00	2.00	30.70
O. s	1.01	0.0	3.30	0.0	7.00	30.14

60 MIN

PACIENTES	1	2	3	4	5	6
CONTROL (sin nopal)	50.00	70.5	80.00	80.00	80.00	70.00
O. fl	30.30	80.70	82.10	80.00	80.10	80.00
O. c	0.12	80.41	70.70	70.70	70.00	80.00
O. s	80.30	44.0	40.04	80.00	40.00	80.00

120 MIN

PACIENTES	1	2	3	4	5	6
CONTROL (sin nopal)	10.70	00.40	04.20	70.70	04.07	112.00
O. fl	34.41	30.00	00.21	00.00	02.0	00.00
O. c	24.00	17.01	00.11	70.57	20.0	120
O. s	1.30	34.07	40.00	00.70	022	00.70

180 MIN

PACIENTES	1	2	3	4	5	6
CONTROL (sin nopal)	0.22	4.77	40.37	0.40	20.0	00.0
O. fl	0.20	1.00	04.42	00.30	00.00	20.07
O. c	0.00	00.70	14.40	40.30	20.0	00.0
O. s	0.0	0.70	02.0	40.12	20.17	04.07

CUADRO 2. VALORES DE HEMALINA SÉRICA EN PRUEBAS DE TOLERANCIA A LA GLUCOSA SIN INGESTION PREVIA DE NOPAL (Opuntia), Y CON TRES ESPECIES DIFERENTES: O. ficus-indica MIL (O. fl); O. cochinota Griseb. (O. c); O. strictocaulis Lam. (O. s).

0 MIN

PACIENTES	1	2	3	4	5	6
CONTROL (sin nopal)	91	93	90	88	92	110
O. fi	92	94	86	93	91	119
O. c	94	83	71	87	86	124
O. s	82	97	70	89	87	100

60 MIN

PACIENTES	1	2	3	4	5	6
CONTROL (sin nopal)	107	109	125	101	100	103
O. fi	99	113	111	101	100	107
O. c	88	124	100	110	121	230
O. s	100	100	100	90	101	100

120 MIN

PACIENTES	1	2	3	4	5	6
CONTROL (sin nopal)	90	130	80	120	122	174
O. fi	170	90	123	110	130	117
O. c	100	70	97	130	70	142
O. s	100	80	101	110	100	171

180 MIN

PACIENTES	1	2	3	4	5	6
CONTROL (sin nopal)	90	91	80	90	107	111
O. fi	92	89	89	102	92	90
O. c	83	95	88	101	70	130
O. s	90	80	112	104	71	120

CUADRO I. VALORES DE GLUCOSA SERICA EN PRUEBAS DE TOLERANCIA A LA GLUCOSA CON INGESTION PREVIA DE NOPAL (Opuntia), Y CON TRES ESPECIES DIFERENTES: O. Non-Indica MIN.(O.fi); O. cochinera GRUY. (O.c); O. streptocarpa Lam.(O.s).

0 MIN

	\bar{X}	\pm SD
CONTROL (sin nopal)	10.43	15.52
O. H	7.88	8.14
O. c	7.15	13.18
O. s	9.33	11.12

60 MIN

	\bar{X}	\pm SD
CONTROL (sin nopal)	62.37	16.01
O. H	80.40	37.74
O. c	89.12	55.88
O. s	65.66	43.93

120 MIN

	\bar{X}	\pm SD
CONTROL (sin nopal)	64.19	30.48
O. H	70.42	39.91
O. c	53.31	42.08
O. s	58.48	37.65

180 MIN

	\bar{X}	\pm SD
CONTROL (sin nopal)	24.85	27.38
O. H	26.92	27.18
O. c	32.80	29.98
O. s	32.59	27.43

CUADRO 3. VALORES PROMEDIO Y DESVIACION ESTANDAR DE INSULINA SERICA EN PRUEBAS DE TOLERANCIA A LA GLUCOSA SIN INGESTION PREVIA DE NOPAL (Opuntia), Y CON TRES ESPECIES DIFERENTES: O. ficus-indica MN. (O. H); O. cochinero Griff. (O. c); O. stratiocotyledon-Loe. (O. s).

0 MIN

	\bar{x}	\pm SD
CONTROL (sin nopal)	94.83	10.02
O. fi	94.16	13.25
O. c	90.83	17.90
O. s	87.66	12.16

60 MIN

	\bar{x}	\pm SD
CONTROL (sin nopal)	140.9	31.90
O. fi	121.83	47.16
O. c	132.83	53.61
O. s	122.66	38.17

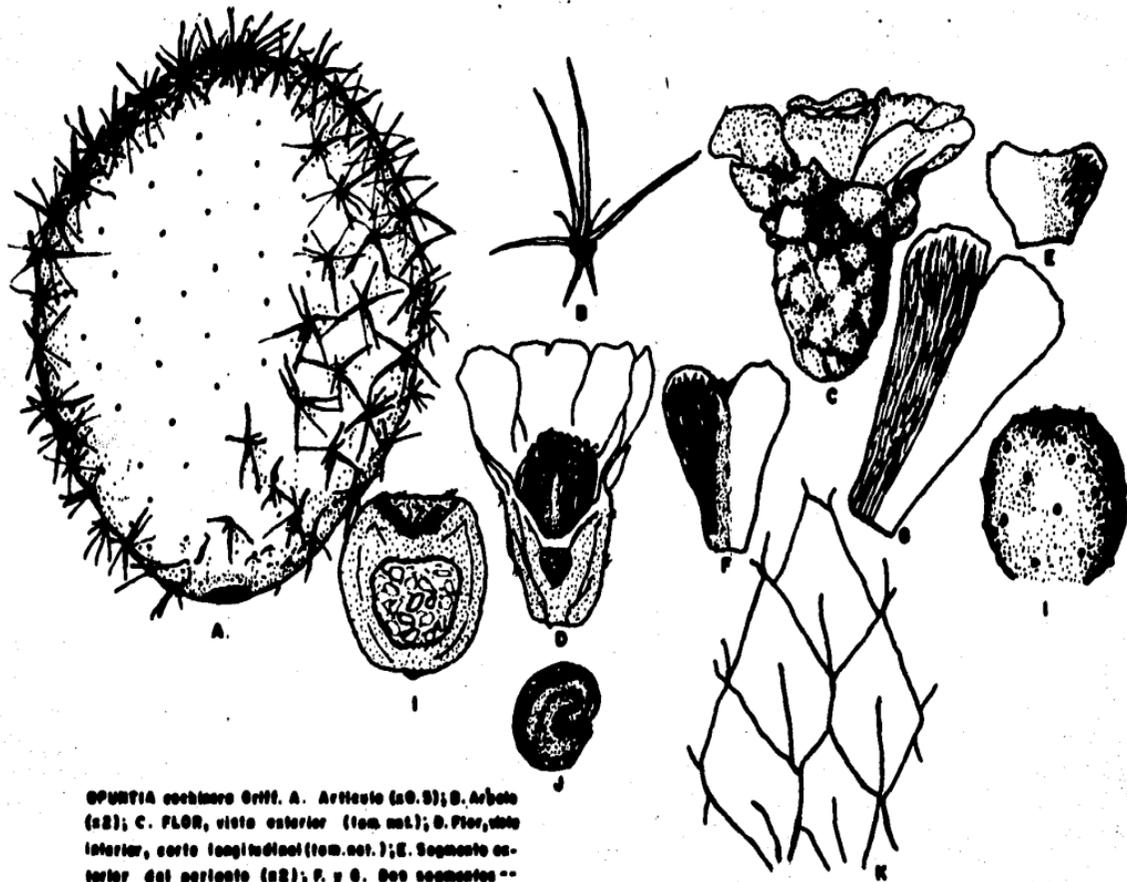
120 MIN

	\bar{x}	\pm SD
CONTROL (sin nopal)	123.33	31.12
O. fi	126.9	26.38
O. c	114.16	36.31
O. s	120.83	33.36

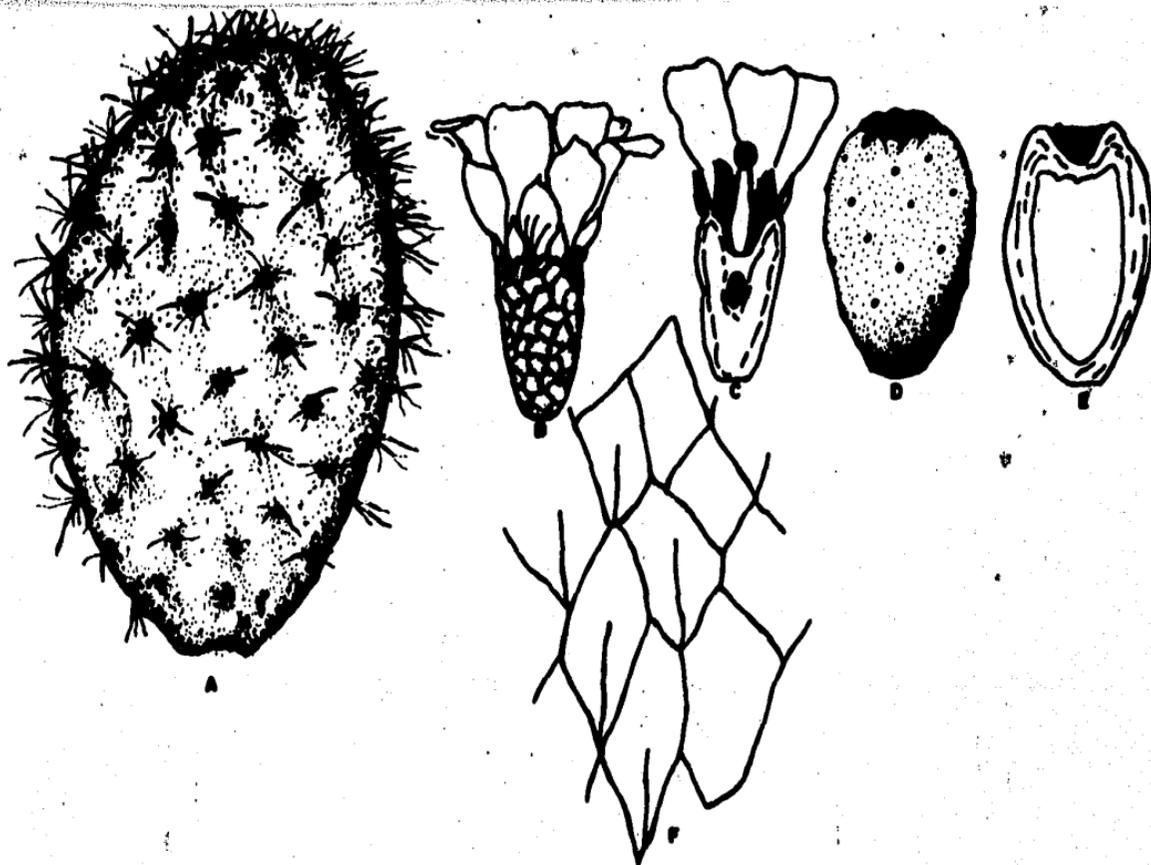
180 MIN

	\bar{x}	\pm SD
CONTROL (sin nopal)	78.16	26.85
O. fi	90.5	11.6
O. c	94.83	19.30
O. s	93.83	24.64

CUADRO 4. VALORES PROMEDIO Y DESVIACION ESTANDAR DE LA GLUCOSA SERICA EN PRUEBAS DE TOLERANCIA A LA GLUCOSA SIN INGESTION PREVIA DE NOPAL (Opuntia), Y TRES ESPECIES DIFERENTES: O. ficus-indica Mill. (O. fi); O. cochinera Griff. (O. c); O. wrightii Lem. (O. s).



OPUNTIA cochiana Griff. A. Areole (x0.5); B. Arbole (x2); C. FLOR, vista exterior (tam. nat.); D. Flor, vista interior, corte longitudinal (tam. nat.); E. Segmento anterior del perianto (x2); F. y G. Dos segmentos interiores del perianto, vista anterior (tam. nat.); H. Proto, vista interior, corte longitudinal, paredes gruesas (tam. nat.); J. Semilla (x7); K. Distribucion de las fibras de los haces vasculares mas prominentes de un areole (tam. nat.); Tomado (21)



OPUNTIA streptocantha Lam. A. Artículo (x20.0); B. Flor, vista exterior (tam. nat.); C. Flor, vista interior, corte longitudinal (tam. nat.); D. Fruto, vista exterior (tam. nat.); E. Fruto, vista interior, corte longitudinal (tam. nat.); F. Disposición de las fibras de los haces vasculares más prominentes de un artículo (tam. nat.). Dibujos de C. Meléndez (Schotter 1957). Tomado [21]

DISCUSION

Aún no sabemos que sustancia del nopal (opuntia) produce efecto hipoglucemiante.

Cada 100 gr de tallo de nopal (penca), contiene 2.86 gr. de hidratos de carbono (absorbible), 1.65 gr. de proteínas, 0.21 gr. de grasa y pequeñas cantidades de Ca, hierro ácido ascórbico, tiamina, riboflavina, niacina y 3.77 gr. de celulosa (10.22). Es probable que dicha acción se deba a una o varias fibras dietéticas, ya que contiene celulosa y tal vez pectina o un mucílago en la sabia viscosa (10). La pectina retarda la absorción de glucosa y por consecuencia disminuye la elevación máxima de la glucemia después de la ingesta de glucosa (12).

Se propone la participación de la enzima isomerasa de glucosa 6 fosfato encontrada por Sisani (1972,(53) y -- que probablemente se encuentre en *Opuntia streptacantha* Lem. -- la cual mostró efecto hipoglucemiante en conejos pancreatomizados a los que se indujo hiperglicemia intravenosa; con lo anterior se propone un mecanismo ajeno a la acción del pán---creas (53). Sin embargo en sujetos normales el nopal no mos--tró acción intrínseca y se le atribuye un efecto de fibra dié

tética (24).

Muchas fibras vegetales producen disminución de la glucosa sérica (8,11,19,27,30,31,33,34,35,37,39,40,41,42,45,47,48,52,54,55).

Su acción hipoglucemiante puede estar en relación a la viscosidad (9); que retarda el vaciamiento gástrico y la absorción de glucosa; también por saciedad (11,13,21,41,42).

La ingesta de fibras en pruebas de tolerancia a la glucosa reduce la glucemia, disminuyendo los niveles de insulina sérica y menor hipoglucemia tardía, cuando se ingieren juntas (23,24,33,36). El efecto hipoglucemiante puede explicarse por efecto hormonal al reducir los niveles de polipéptido inhibitorio gástrico (9,30,32,34), que estimula la liberación de insulina por el páncreas principalmente al absorberse glucosa a nivel de duodeno y yeyuno proximal (43). Sin embargo hay reporte de mejora en los niveles de glucosa aún sin la ingesta concomitante con la fibra (27), esto favorece la idea de pensar en incremento de la sensibilidad a la insulina (16,50,51).

Por otra parte se registran bajos niveles de glu-

cagon durante la ingesta de dietas ricas en fibras y carbohidratos (1). Favorece la capacidad funcional de los receptores en pacientes diabéticos (16), se desconoce el mecanismo y puede ser tan rápido como acontece durante el ejercicio -- (51).

El presente trabajo logró demostrar nuevamente los efectos hipoglucemiantes del nopal como fibra dietaria - al disminuir los niveles de glucosa, cuando se ministraron - simultáneamente. Los niveles de glucosa no mejoraron cuando el nopal se ingirió sin carga de glucosa, sin poder validar su efecto intrínseco.

Tenemos que establecer con claridad los componentes de éste alimento ya que es posible que no únicamente la fibra sino también la presencia de sustancias viscosas o mucílago influyan en su efecto hipoglucemiante. Por lo anterior consideramos que el nopal ejerce efecto hipoglucemiante como fibra dietaria sin lograr establecer su mecanismo de -- acción. Así mismo el empleo de una u otra especie de nopal - en éste trabajo no ofreció diferencia. No hubo diferencia -- significativa en los resultados de insulina. Para explicar - este hecho debemos considerar el error interensayo e intraensayo durante la época del estudio, como fue señalado anteriormente.

CONCLUSIONES

- 1.- Después de la ingestión de tallos ó artículos jóvenes de nopal (Opuntia), observamos tendencia a menores niveles de glucosa que en la prueba testigo, aunque la diferencia fue significativa únicamente a los 60 minutos.
- 2.- La glucosa basal no mostró cambios significativos entre la prueba testigo y las pruebas con nopal, en el presente estudio.
- 3.- En ésta prueba no se encontraron diferencias significativas en los valores de insulina.
- 4.- Las tres especies de nopal no produjeron resultados diferentes entre sí.

RESUMEN

Con objeto de comparar el efecto hipoglucemiante del nopal - (Opuntia). Se practicó en 6 individuos sanos, entre 26 y 33-años de edad, 4 curvas de tolerancia a la glucosa oral, Con tres especies de Opuntia (*O. ficus-indica* Mill.; *O. cochine-ra* Griff.; *O. Streptacantha* Lem.), la primera curva sin in-gesta previa de nopal, únicamente la glucosa bucal de 75 gs. Las tres siguientes con ingesta de 100 gr (peso en curdo) de tallos (pencas) jóvenes de nopal asado, cada una con diferen-te especie que se tomó al azar 20 minutos antes de la gluco-sa, y separadas entre sí por más de 48 horas. Se encontró --tendencia a menores niveles de glucosa sérica, que fue signi-ficativa únicamente a los 60 minutos en relación a la prueba testigo. No observamos diferencias significativas en los va-lores de insulina entre la prueba testigo y las pruebas con-nopal. Los resultados apoyan que el nopal actúa como fibra -dietética y que alguno de sus componentes (pectina, celulosa o quizá mucílago), interfiere con la absorción de glucosa. - Las tres especies de nopal mostraron resultados similares en-tre sí.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- 1.- Levin, B.; Horwitz, D.; Dietary Fiber. Med. Clin. North Amer., 1979; 63: 1043.
- 2.- Frati Munari, A.C.; Fernández Harp, J.A.: Las fibras -- dietéticas. Rev. Méd. IMSS, (Méx), 1978; 22:75.
- 3.- Mc Phee, S.M.: Dietary fiber and intestinal disorder En Harrison's.: Principles of Internal Medicine Update II. Mc Graw. Hill Book company, United States of America, - 1982. Pág. 25.
- 4.- Mendeloff, A.I.; A.I.; Dietary fiber human health. New-Engl. J. Med., 1977; 297: 811.
- 5.- Holloway, D.W.; Tasman-Jones, C.: Digestion of certain-fractions of dietary fiber in humans. Am. J. Clin. Nutr., 1978; 31:927.
- 6.- Burkitt, P.D.; Walker, P.R.A.; Painter, S.N.: Effect of dietary fiber on stools and transit times, and its role in the causation of disease. Lancet, 1972; II: 1408.
- 7.- Harvey, R.F.; Pomare, E.W.; Heaton, K.W.: Effect of increased dietary fiber on intestinal transit. Lancet; -- 1973; I: 1278.
- 8.- Kelsay, J.L.: A review of research on effects of fiber - intake on man. Am. J. Clin. Nutr., 1978; 31:142.

- 9.- Jenkins, D.J.A.; Wollever, T.M.S.; Leeds, A.R.: Dietary fibres, fibre analogues, and glucose tolerance: importance of viscosity. *Br. Med. J.*, 1978; 1:1392.
- 10.- Frati Munari, A.C.; Fernández Harp, J.A.; De la Riva H.: Efecto del nopal (*Opuntia* sp.) sobre los lípidos séricos y la glucemia y el peso corporal. *Arch. Invest. Méd. (Méx)*, 1983; 14:117.
- 11.- Smith, U.: Effect of different fibres on glucose and lipid levels in diabetic subjects. *Act. Med. Scand.*, suppl 1983; 671:87.
- 12.- Frati Munari, A.C.; Becerril, M.; Chávez, A.; Bañales, M.; Disminución de lípidos séricos, glucemia y peso corporal por plántago psyllium en obesos y en diabéticos.- *Arch. Invest. Méd. (Méx.)*, 1983; 14:259.
- 13.- Florhøhmen, J.; Arvidsson-Lenner, R.: The effect of metamucil on postprandial blood glucose and plasma gastrin-inhibitory peptide in indulin-dependent diabetics. *Acta. Med. Scand.* 1982; 212:237.
- 14.- Findlay, J.M.; Smith, A.N.; Mitchell, W.D.: Effects of unprocessed bran on colon function in normal subjects and in diverticular disease. *Lancet*, 1974; 1:146

- 15.- Payler, D.K.: Food fiber and bowel behavior, Lancet, - 1973; 1:1394.
- 16.- Ward, H.M.G.; Simpson, W.R.; Naylor, A.B.: Insulin receptor binding increased by high carbohydrate low fat diet in non-insulin dependent diabetics. Europ. J. --- Clin. Invest., 1982; 12:93.
- 17.- Taylor I.; Duthie, H.L.; Bran tablets and diverticular disease: three studies. Br. Med. J., 1976; I. 988
- 18.- Heaton, K.W.; Pomare, E.W.: Effect of bran on blood lipids and calcium. Lancet, 1974; 1:49.
- 19.- Anderson, J.W., Ward, K.: Long term effects of high -- carbohydrate, high fiber diets on glucoma and lipids - metabolism: A preliminary report on patients with diabetes., Diabetes Care, 1978; 1:77.
- 20.- Ibáñez Camacho, R.: Nopal (Opuntia sp.). Medicina Tradicional (Méx.), 1978; 1(4):1.
- 21.- Scheinvar, L.: La familia de las cactáceas en el Valle de México. UNAM, Méx., 1982; Pág. 431,561.
- 22.- Bravo Hollis, H.: Las cactáceas de México. En: Dirección general de publicaciones U.N.A.M. 2da. Ed. México, D.F., Pág. 320,327,331, 1978.

- 23.- Frati Munari, A.C.; Fernández Harpo, J.A.; Bañales Ham, M.: Disminución de glucosa e insulina sanguíneas por nopal (*Opuntia* sp.). Arch. Invest. Méd. (Méx.), 1983; 14: 117.
- 24.- Yeber, G.A.; Frati Munari, A.C.; De la Riva Pinal, H.: - Estudios sobre la acción "hipoglucemiante del nopal" en publicación 1984.
- 25.- Ibáñez Camacho, R.; Meckes Lozoya, M.: Efecto de un producto semipurificado de *Opuntia streptacantha* L. (nopal) sobre la glucemia y la trigliceridemia del conejo. Arch. Invest. Méd. (Méx.), 1983; 14:437.
- 26.- Lewis, B.A.: Physical and biological properties of structural and other nondigestible carbohydrates. Amer. J. - Clin. Nutr., 1978; 31: S82.
- 27.- Muñoz, J.M.; Sanstead, H.H.; Jacob, R.A.: Effects of -- dietary fiber on oral glucose tolerance, serum cholesterol and triglicéridos. Am. J. Clin. Nutr., 1977; 30:635.
- 28.- Trowell, H.C.: Dietary-fiber hypothesis of the etiology - of diabetes mellitus. Diabetes, 1975; 24:762.
- 29.- Wapnick, S.; Wicks, A.C.B.; Kanengoni, E.: Can diet be - responsible for the initial lesion in diabetes. Lancet - 1972; II:300.

- 30.- Kiehm, T.G.; Anderson, J.W.; Ward, K.: Beneficial effects of high carbohydrate, high fiber on hyperglycemic diabetic men. *Am. J. Clin. Nutr.*, 1976; 19:895.
- 31.- Miranda, M.P.; Horwitz, L.D.: High fiber diets in the treatment of diabetes mellitus. *Ann. Intern. Med.*, -- 1978; 88:482.
- 32.- Ray, T.; Mansell, M.K.; Knight, C.L.: Long term effects of dietary fiber on glucose and gastric emptying in non insulin-dependent diabetic patients. *Am. J. Nutr.*, 1983; 37:376.
- 33.- Asp., G.N.; Agardh, D.C.; Ahren, B.: Dietary fibre in type II diabetes. *Acta. Med. Scand.*, 1981; 656:47.
- 34.- Gatti, E.; Catenazzo, G.; Camisasca, E.: Effects of Guar Enriched Pasta in the treatment of diabetes and hyperlipidemia. *Ann. Nutr. Metab.*, 1984; 28:1.
- 35.- Jenkins, D.J.A. Goff, D.V.; Leeds, A.R.: Unabsorbable carbohydrates and diabetes: decreased post-prandial hyperglycaemia. *Lancet*, 1976; II:172.
- 36.- Hall, S.; Botton, M.T.: The effect of bran on Glucose-kinetics and plasma insulin in non-insulin dependent diabetes mellitus. *Diabetes Care*, 1980; 3:520.

- 37.- Jenkins, D.J.A.; Wolever, T.M.S.; Taylor, R.: Exceptionally low blood glucose response to dried beans: comparison with other carbohydrate foods. *Br. Med. J.* 1980; 30 August: 578.
- 38.- Holoway, D.W.; Tasman-Jones, C.: Digestion of certain fractions of dietary fiber in humans. *Am. J. Clin. Nutr.* 1978; 31:927.
- 39.- Jenkins, D.J.A.; Leeds, R.A.; Gassull, A.M.: Decrease in postprandial insulin and glucose concentrations by guar and pectin. *Ann. Intern. Med.*, 1977; 86:20.
- 40.- Jenkins, D.J.A.; Wolever, T.M.S.; Hineham, R.: Guar-crisp bread in the diabetic diet. *Br. Med. J.* 1978; 2:1744.
- 41.- Haber, G.B.; Heaton, K.W.: Depletion and disruption of dietary fibre. Effects on satiety, plasma-glucose and serum-insulin. *Lancet*, 1977; II:779.
- 42.- Botton, R.P.; Heaton, K.W.; Burrougha, L.F.: The role of dietary in satiety, glucose, and insulin: studies with fruit and fruit juice. *AM. J. Clin. Nutr.* 1981;34:211.
- 43.- Thomas, B.F.; Shook, F.D.; O'Dorosiu, M.T.: Localization of gastric inhibitory polypeptide release by intestinal-glucose perfusion in man. *Gastroenterology*, 1977;72:49.

- 44.- High-Fibre diets and diabetes. *Lancet*, 1981; February 21: 423.
- 45.- Monnier, L.; Pham, T.C.; Aguirre, L.: Influence of indigestible fibres on glucose tolerance, *Diabetes Care*, 1978;1: 83.
- 46.- Simpson, H.C.R.; Simpson, R.W.; Lousley, S.: a High Carbohydrate leguminous fibre diet improves all aspects of diabetic control. *Lancet*, 1981; II:1.
- 47.- Madar, Z.: Effect of brown rice and soybean dietary fiber on the control of glucose and lipid metabolism in diabetic rats. *Am. J. Clin. Nutr.*, 1983; 38: 388.
- 48.- Sartor, G.; Carlstrom, S.; Schersten, B.: Dietary Supplementation of fibre (Lunelax) as a means to reduce post prandial glucose in diabetics. *Acta. Med. Scand. Suppl.* - 1983; 656:51.
- 49.- Wltermann, O.G.; Greenfield, M.; Reaven, G.M.: Effect of high carbohydrate diet on insulin binding to adipocytes and insulin action in vivo in man. *Diabetes*, 1979; 28:731.
- 50.- Olefsky, J.: The insulin receptor: Its role in insulin resistance of obesity and diabetes. *Diabetes*. 1976;25:1154.
- 51.- Pederson, O.; Beck-Nielsen, H.; Heding, L.: Increased Insulin receptors after exercise in patients with insulin-dependent diabetes mellitus. *New. Engl. J. Med.*, 1980; 302: 886.

- 52.- Philipson, G.: Dietary fibre in the diabetic diet. Acta -
Med. Scand. suppl: 1983; 671:91.
- 53.- Ibáñez Camacho, R.; Román Ramos, R.: Efecto hipoglucemiante
del nopal. Arch. Invest. Méd. (Méx.), 1979; 10:223.
- 54.- Albrink, M.J.: Dietary fiber, plasma insulin and obesity.
Am. J. Clin. Nutr., 1978; 31 S 277.
- 55.- Henry, J.B.: Todd-Samford-Davidson clinical diagnosis and-
management by laboratory methods. 16 th ed., W. B. Saun-
ders, Philadelphia, London, Toronto, 1979. Página 158.
- 56.- Wilson, M.A. Miles, L.E.M.: Radioinmunoassey of insulin.
En: Abraham, G.E. (ed.): Handbook of Radioinmunoassay. N.
York, M. Dekker Inc., 1977. Pág. 275.

**ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA**