

"ESTUDIO "IN VIVO" DE LA ACTIVIDAD HIPOLIPEMICA DE LA OPUNTIA FICUS INDICA (Tuna) EN RATONES¹

ESCOBAR MENDEZ, MARIA INÉS²; CARRION MAYERLY³

RESUMEN

Se demostró de manera experimental el efecto hipolipemiente de la *Opuntia ficus indica* "in vivo" en ratones durante los meses de enero a junio del 2009. De los ratones en estudio se obtuvo el valor promedio de colesterol en la primera semana 92 mg/dl, la segunda semana 106 mg/dl, la tercera semana 105 mg/dl, y la cuarta semana 102 mg/dl, obteniéndose así un rango de colesterol entre 92mg/dl y 106mg/dl. Se elevó el colesterol de forma endógena cuyo promedio fue de 111,78mg/dl. Con el hipolipemiente atorvastatina, descendió el nivel a 76,86 mg/dl, con el extracto de tuna, descendió el nivel a 57,34mg/dl. El triglicérido durante la primera semana fue de 104 mg/dl, la segunda semana 100 mg/dl, la tercera semana 97 mg/dl, y finalmente la cuarta semana fue de 99 mg/dl, obteniendo un rango de triglicéridos en los ratones entre 97mg/dl y 104 mg/dl. El triglicérido elevado de forma endógena tuvo un valor final de 103,24 mg/dl. Con el hipolipemiente de referencia se descendió el nivel de triglicérido a 75,52 mg/dl. Con el extracto de tuna, descendió el nivel a 54,96 mg/dl. Del peso de los ratones se obtuvo un promedio de 39,3gr; la primera semana después de ser sobrealimentados su peso promedio fue de 42,5gr; la segunda semana con 45,3gr. Con la atorvastatina la reducción del peso de los ratones fue de estar en 40,4gr; la primera semana 38,4gr y la segunda semana quedo en 36,6gr; con el extracto de la tuna la disminución del peso fue de estar 48,6gr; la primera semana bajo a 41,2gr y finalmente la segunda semana quedó con 33gr.

ABSTRACT:

The cholesterol-lowering effect of *Opuntia ficus indica* was experimentally demonstrated in vivo in mice during the months of January to June 2009. The average value of cholesterol of 92 mg / dl was obtained from mice under study in the first week, the second week 106 mg / dl, the third week 105 mg / dl, and the fourth week 102 mg / dl, thus providing a range cholesterol between 92mg/dl and 106mg/dl. Cholesterol was raised endogenously reaching an average of 111.78 mg / dl. With Lovastatin Lipitor, the level fell to 76.86 mg / dl, with the extract of prickly pear; the level fell to 57.34 mg / dl. The triglyceride during the first week was 104 mg / dl, the second week 100 mg / dl, the third week 97 mg / dl, and finally the fourth week was 99 mg / dl, giving a range of triglycerides in mice between 97mg/dl and 104 mg / dl. The endogenously elevated triglyceride had a final value of 103.24 mg / dl. With reference Lovastatin triglyceride levels decreased to 75.52 mg / dl. With the extract of prickly pear, the level fell to 54.96 mg / dl. The weight of the mice had an average of 39.3 grams; the first week after being overfed their average weight was 42.5 grams, the second week with 45.3 gr. With atorvastatin the weight of the mice was reduced from 40.4 gr, to 38.4 gr the first week and 36.6 grams second week, with the prickly pear extract the weight loss was from 48.6 gr, to 41.2 gr the first week and finally 33gr the second week.

PALABRAS CLAVE: Tuna. *Opuntia Ficus Indica*. Efecto hipolipemiente.- Ratones

KEY WORDS: Tuna. *Opuntia Ficus Indica*. Lipid-lowering effect .- Mice

INTRODUCCION Y ANTECEDENTES

El aumento en sangre de cualquier tipo de grasa (colesterol – triglicéridos) se denomina hiperlipemia o hiperlipidemia, si lo que está aumentado es solo un tipo de grasa, recibe el nombre de la grasa que aumente, hipercolesterolemia o hipertrigliceridemia, y si están aumentados los dos recibe el nombre de hiperlipemia mixta, esto conlleva a que las personas sean firmes candidatas a sufrir un infarto o una embolia.

La hipertrigliceridemia familiar es causada por un defecto genético que se transmite de manera autosómica dominante. Esto significa que si la persona recibe una copia mala del gen por parte de uno de sus padres, tendrá la enfermedad.

Algunas personas con esta afección también presentan niveles altos de lipoproteína de muy baja densidad (VLDL). La

razón por la cual se presenta este aumento en los niveles de triglicéridos y VLDL aún no está comprendida.

Nuestra sociedad, especialmente los jóvenes y adultos, por la condición alimentaria que tienen continuamente día a día, y donde predomina el consumo excesivo de alimentos ricos en grasas saturadas son la población más afectada con respecto a la elevación de su colesterol, triglicérido, además del sobrepeso, convirtiéndolos en futuras víctimas de sufrir alguna patología cardio-circulatoria.

En individuos sanos, obesos e hiperlipémicos la ingestión de nopal antes de cada alimento durante diez días causó una disminución del peso corporal y de las concentraciones séricas de colesterol total, triglicéridos y del índice aterogénico.

1 Tesis de grado presentada para optar al Título de Licenciatura en Bioquímica y Farmacia.

2 Tesista graduante. Carrera de Bioquímica y Farmacia UCEBOL

3 Docente Asesora.- Magíster. Licenciada en Bioquímica y Farmacia UCEBOL

El presente trabajo se justifica por el aumento que significan las afecciones de tipo cardio-circulatorio que han ido en aumento en nuestra sociedad, y que puede producir hasta embolia en personas tanto adultas como jóvenes producto de la obesidad en la que muchas personas se encuentran actualmente.

Por esta razón es la importancia de llevar adelante esta investigación con el fin de permitir a las personas una alternativa natural de poder disminuir el valor de sus triglicéridos, colesterol y a la vez bajar de peso con la ayuda de una dieta convencional que deben llevar, para lograr con éxito mejorar su salud y calidad de vida.

Opuntia Ficus Indica

La *Opuntia ficus indica* dentro de la familia de las cactáceas, es la de mayor importancia agronómica, tanto por sus sabrosos frutos, como por sus tallos que sirven de forraje o pueden ser consumidos como verdura. El nombre tuna es de origen caribeño, tomado por los primeros españoles que conocieron estas plantas, más exactamente, es un vocablo Taíno. Con éste término se designa mayormente a los frutos, aunque también se utiliza para la parte vegetativa de las especies de *Opuntia* (Aranda, 2002).

Según Correa *et al*; (1990), los frutos se destinan al consumo humano, tanto en forma fresca, como elaborado. Las pencas son utilizadas como forraje, siendo un recurso muy valioso en épocas de sequía y de baja disponibilidad forrajera para el ganado.

El Nopal es originario de América, fue llevado por los españoles a Europa y desde allí distribuida hacia otros países del mundo. Esta gran dispersión geográfica dio origen a muchos ecotipos con características locales propias. Los principales productores mundiales son México, Italia, España, el norte de África Chile y Brasil. En Bolivia se lo conocen como tunas.

Clasificación taxonómica de la Opuntia Ficus Indica

La *Opuntia ficus indica* "tuna" se clasifica, de la siguiente manera: **Reino:** Vegetal; **Subreino:** Embryophyta; **División:** Angiosperma; **Clase:** Dicotyledonea; **Subclase:** Dialipetala;

Orden: Opuntiales; **Familia:** Cactaceae; **Tribu:** Opuntiae; **Subfamilia:** Opuntioideae; **Géneros:** *Opuntia*; **Especie:** *Opuntia ficus indica* Millar (tuna anaranjada); *Opuntia Arcei Cárđ* (tuna blanca); *Opuntia sulphurea* (tuna morada) (Borrego *et al*; 1986).

Sinonimia de la Opuntia ficus indica (tuna)

En Argentina, Chile, Bolivia y Perú se da nombre de Tuna, Nopal, en España se lo denomina Chumbera, higos de la India o higo chumbo y en EE.UU se les dice Prickly – pear (pera espinosa), higuera chumba. (Sosa, 1997)

Características botánicas de la Opuntia ficus indica (tuna)

El tallo y las ramas están constituidos por pencas con apariencia de cojines ovoides y aplanados, unidos unos a otros,

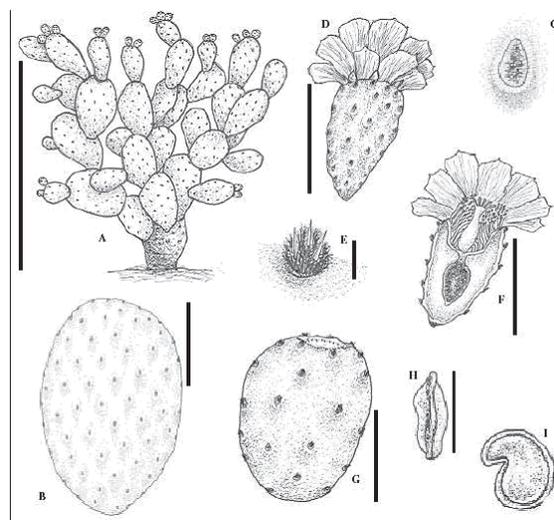
pudiendo en conjunto alcanzar hasta 5 m de altura y 4cm de diámetro. El tallo, a diferencia de otras especies de cactáceas, está conformado por tronco y ramas aplanadas que posee cutícula gruesa de color verde de función fotosintética y de almacenamiento de agua en los tejidos.

Las hojas caducas sólo se observan sobre tallos tiernos, cuando se produce la renovación de pencas, en cuyas axilas se hallan las aérolas de las cuales brotan las espinas, de aproximadamente 4 a 5 mm de longitud. Las hojas desaparecen cuando las pencas han alcanzado un grado de desarrollo y en cuyo lugar quedan las espinas.

Las flores son solitarias, localizadas en la parte superior de la penca, de 6 a 7 cm de longitud. Cada aérola produce por lo general una flor, aunque no en una misma época de floración, unas pueden brotar el primer año, otras el segundo y tercero.

Las flores se abren a los 35 a 45 días de su brotación. Sus pétalos son de colores vivos: amarillo, anaranjado, rojo, rosa.

El fruto es una baya polisperma, carnosa, de forma ovoide esférica, sus dimensiones y coloración varían según la especie; presentan espinas finas y frágiles de 2 a 3 mm de longitud. Son comestibles, agradables y dulces (Torrez, 2005)



Característica botánica de la Opuntia ficus Indica.

Opuntia ficus-indica. A) hábito; B) cladodio; C) aréola del cladodio; D) flor; E) aréola de la flor; F) sección longitudinal de la flor; G) fruta; H) vista dorsal de la semilla; I) vista ventral de la semilla.

Fuente: Reyes. *et al*; (2005).

Distribución Geográfica de la Opuntia ficus indica (tuna) en Bolivia.

Font (1978), señala que en Bolivia la *Opuntia ficus indica* (L.) ha sido registrada como planta de cultivo en los departamentos de Chuquisaca, Cochabamba, Potosí, Santa Cruz y Tarija. Otro lugar de esta misma especie en Bolivia, es en los Yungas a 1700 metros sobre nivel del mar, e igualmente en los valles Altos y en los valles mesotérmicos entre 200 y 300m.s.n.m. y una pluviosidad de 400 a 700 mm anuales.

Composición general de la *Opuntia ficus indica* (tuna)

La tuna es una fuente rica de fibra soluble e insoluble incluido; entre los demás componentes mencionaremos a la lignina, celulosa, pectina, mucílago y la goma.

Esta planta posee diversas vitaminas presente como la vitamina A, B2, B6, E y C, en cuanto a los minerales tendremos al potasio, calcio, magnesio y hierro (Borrego. *et al*, 1986).

Aminoácidos presentes en la *Opuntia ficus indica* (tuna)

Entre la composición química tenemos los aminoácidos presentes en las semillas:

Cuadro 1: Aminoácidos presente en la *Opuntia ficus Indica*.

AMINOACIDO	CONTENIDO
Lisina	4.00 %
Isoleucina	4.00 %
Treonina	4.80 %
Valina	3.80 %
Leucina	5.20 %
Triptófano	0.80 %
Metionina	0,7 %
Fenilalanina	5.40 %

Se observa el porcentaje de aminoácidos en 100 gr. de peso neto de *Opuntia ficus indica*.

Fuente: Reinaga, N. (2004).

Estudio fitoquímico, de las composición aislada de cada parte de la *Opuntia ficus indica* (Tuna).

• En las flores se tiene:

Glucosa Isoramnetina
Narcissina Ramnosa
Acido Ascórbico Niacina
Riboflavina Tiamina
Acido vanílico Aglicona, Floroglucinol.

• En el Tallo se tiene:

- Sitosterol Celulosa
- Glucosa Acido Cítrico

• Frutos se tiene:

Acido piridino-2,4,6-tricarboxílico *Opuntia xantina*
Acido 4-metilpiridina-2,6 dicarboxílico Acido L-aspártico
Indicaxantina, L-prolina
Prolina, Betanina Isobetanina
Acido cítrico Dietilpiscidato
Monetilpiscidato Arabinosa
Galactosa Ramnosa
Xilosa.

• Clorofila del parénquima se tiene:

Fructuosa 1,6 difosfato 1-fosfohidrolasa.

• Semilla tenemos:

Linoleoildioleín Palmitoildilinoleín

• Mucílago del tallo se tiene:

Á- furanosilurónico

Á- galactopiranosilurónico

Á- galactopiranosilurónico

Ácido galacturónico

Ácido D-galacturónico

Ácido D-ramnopiranosilurónico

Arabinosa, L-Arabinosa, D-galactosa

L-Ramnosa, Xilosa, D-Xilosa, Ácido Ascórbico

Caroteno Niacina Riboflavina

Tiamina.

• Semilla se tiene:

Ácido urónico

Ácido aspártico

Ácido glutámico.

(Correa *et al.*, 1990).

El mucílago del Nopal

Este compuesto se presenta tanto en los cladodios como en la piel y pulpa de la fruta, aunque en muy diversas proporciones. El mucílago es un carbohidrato complejo. Entre los monómeros contenidos en la cadena se encuentran: L-arabinosa, D-galactosa, L-ramnosa, D-Xilosa y ácido galacturónico. La proporción de estos monómeros en la molécula varía de acuerdo a diversos factores como: variedad, edad, condiciones ambientales y estructura empleada para la extracción (fruto, cáscara, cladodio), entre otros factores (Abraján, 2008).

Cuadro 2. Composición química del mucílago de *Opuntia ficus indica* (g/100 g muestra).

Solvente	Humedad	Proteínas	Cenizas	Nitrógeno	Ca	K
Etanol	4,9 ± 0,6	7,9 ± 1,5	36,2 ± 2,3	1,3 ± 0,2	10,9 ± 0,7	1,6 ± 0,2
Isopropanol	5,5 ± 1,1	6,1 ± 0,7	39,1 ± 2,4	1,0 ± 0,1	12,7 ± 1,6	2,0 ± 0,3

Fuente: Abraján, M. (2008)

Este mucílago constituye un hidrocoloide que podría integrar la oferta de una gran gama de agentes espesantes de amplio uso en la industria de alimentos y farmacéutica, además de que tiene una gran capacidad de absorción de agua.

Su poder espesante está siendo actualmente estudiado, también se atribuyen a los mucílagos propiedades como reemplazantes de grasas en diversos alimentos y también como un ligante del sabor (Abraján, 2008).

Teorías del poder hipolipémico de la *Opuntia ficus indica* (tuna).

Actualmente se conoce que la fibra disminuye el nivel de lipoproteínas de baja densidad (que son las que se acumulan en las arterias causando problemas de arterioesclerosis). También disminuye el colesterol en la sangre al interferir en la absorción de grasas que realizan los intestinos (Martínez, 2007).

Los aminoácidos, la fibra y la niacina previenen que el exceso de azúcar en la sangre se convierta en grasa; por otro lado, metabolizan la grasa y los ácidos grasos reduciendo así los niveles de colesterol. Disminuye los niveles de glucosa sanguínea, de colesterol total y triglicéridos (ácidos grasos) y también es utilizado como auxiliar en el control del peso (Martínez, 2007)

Tras investigaciones por parte del Departamento de Graduados e Investigación en Alimentos de la Escuela Nacional de las Ciencias Biológicas del Instituto Politécnico Nacional de la ciudad de México, después de obtener buenos resultados en animales del poder hipoglucemiante de Tuna, se procedió a realizar ensayos clínicos con pacientes sanos y diabéticos dando los siguientes resultados:

1. En individuos sanos la ingestión de nopal disminuye la elevación de las concentraciones séricas de glucosa e insulina que ocurre después de una carga de glucosa administrada vía bucal.
2. En individuos con diabetes mellitus no dependientes de insulina la ingestión de nopal causa una disminución aguda de las concentraciones séricas de glucosa e insulina en ayunas.
3. En individuos sanos, obesos y diabéticos la ingestión de nopal antes de cada alimento durante diez días causó una disminución del peso corporal y de las concentraciones séricas de colesterol total, colesterol beta, triglicéridos y del índice aterogénico (Reinaga, 2004).

Sustancia control Atorvastatina

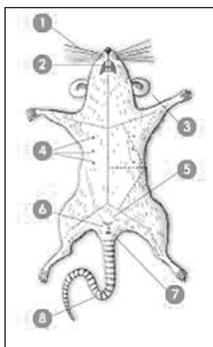
Atorvastatina está indicada como tratamiento adjunto a una dieta en la reducción del colesterol total elevado, el colesterol LDL, la apolipoproteína B y los triglicéridos en pacientes con hipercolesterolemia primaria, hiperlipidemia combinada (mixta), e hipercolesterolemia familiar homocogótica donde una respuesta a la dieta u otras medidas no farmacológicas son inadecuadas. (Schneider *et al.*, 2005).

La atorvastatina es un inhibidor selectivo y competitivo de la hidroximetilglutaril-coenzima A (HMG-CoA) reductasa. La HMG-CoA reductasa es la enzima responsable de la conversión de la HMG-CoA a mevalonato, el precursor de los esteroides incluyendo el colesterol. La inhibición de la HMG-CoA reductasa reduce las cantidades de mevalonato y por consiguiente los niveles hepáticos de colesterol. Esto redundará en la regulación de los receptores a las LDLs y a una captación de estas lipoproteínas de la circulación. La consecuencia final es la reducción del colesterol asociado a las LDLs. (Schneider *et al.*, 2005).

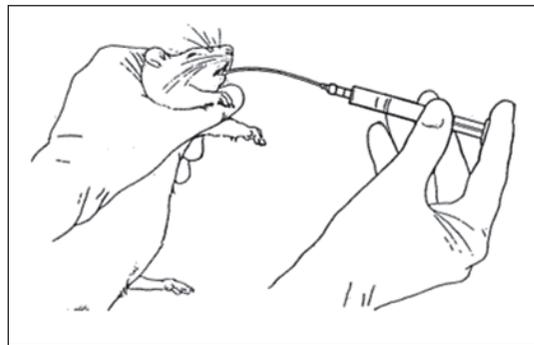
Características de los animales en estudio

Las principales características de los ratones son:

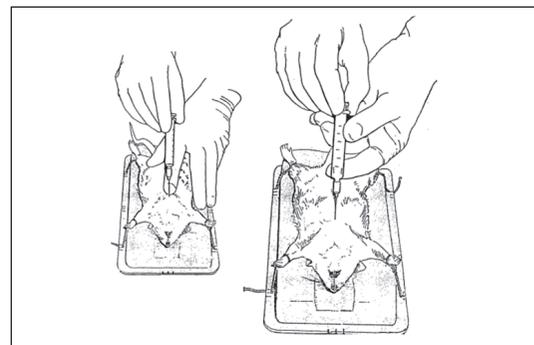
- a. Su nombre científico es *Mus musculus*, su cepa es BALB/c.
- b. El ambiente que prefieren es seco, son de hábitos nocturnos, su comportamiento está influenciado por las feromonas.
- c. Posee un sentido de la audición, su olfato está muy desarrollado, en cuanto a su visión es muy pobre, generalmente son dóciles.
- d. En cuanto al tamaño del ratón adulto mide de 12 a 15 cm y su peso corporal es 30gr; su vida útil de los ratones es de 10 a 12 meses, en cuanto a su procreación de los ratones es de 10 a 12 camadas.



Vista general del *Mus Musculus*



Dosificación de fluidos en el estómago del ratón



Método de extracción de sangre del corazón

MATERIALES Y METODOS

La presente investigación de tipo experimental se llevó a cabo en las instalaciones de la Universidad Cristiana de Bolivia de la Ciudad de Santa Cruz de la Sierra Bolivia, en el Bloque N°3, el laboratorio N° 4, la duración del estudio fue de 6 meses, de Enero a Junio del 2009. Las personas beneficiadas directamente con este estudio son aquellas que sufren de hiperlipemia y obesidad.

La población fueron 10 ratones de experimentación obtenidos de CENETROP de la cepa BALB/C.

Muestra: suero.

Conducción del Estudio

- Se mandó una carta a la Universidad Cristiana de Bolivia para instalar el bioterio en el laboratorio, donde se ubicaron los ratones durante el tiempo de prueba.
- Se obtuvieron los ratones de CENETROP.
- Se los clasificó en dos grupos iniciales.
- Se extrajo sangre venosa sin anticoagulante de la cola de los ratones con microcapilares.
- Luego se procedió a la separación del suero a través de la microcentrifugación.
- La centrifugación se realizó por 5 minutos a 2500 r.p.m.
- Una vez obtenido el suero se colocó a -2°C para su posterior procesamiento.

Variables Estudiadas

- Valores de referencia obtenidos de colesterol en los ratones:
Mínimo de 92,11 mg/dl
Máximo 106,24 mg/dl

- Valores de referencia obtenidos de triglicérido en los ratones:
Mínimo 97,28 mg/dl
Máximo 104,40 mg/dl
- Valores obtenidos de triglicérido (reducción a 54,96 mg/dl) y colesterol (reducción a 57,34 mg/dl) en los ratones del grupo *Opuntia ficus indica*
- Valores obtenidos de triglicérido (reducción a 75,52 mg/dl) y colesterol (reducción a 76,86 mg/dl) en los ratones del grupo *Atorvastatina*.
- Peso de los ratones: Expresado en gr
Antes de la experimentación: 39,3 gr.
Durante la experimentación: 45,3 gr.
Al finalizar la experimentación: Grupo Atorvastatina (36,60 gr), Grupo *Opuntia ficus indica* (33 gr)

RESULTADOS Y DISCUSION

Como se puede observar en el cuadro 4. durante el lapso de 4 semanas se les hizo la medición del colesterol a los ratones en estudio para obtener de esta manera los valores normales de dicha prueba, esto con el fin de administrarle posteriormente tanto Atorvastatina como el extracto de la *Opuntia ficus indica* (tuna).

Cuadro 4. Colesterol basal del grupo de ratones en estudio

COLESTEROL BASAL

N°	Medición por semanas de colesterol (mg/dl)				
	RATON	1	2	3	4
1	100,0	100,3	104,6	94,4	
2	80,0	93,7	94,3	96,5	
3	89,5	86,0	113,5	99,0	
4	96,8	114,0	118,0	103,8	
5	92,9	98,0	100,3	100,2	
6	95,3	85,4	102,6	105,0	
7	91,0	129,5	107,8	104,7	
8	90,0	113,0	102,4	95,6	
9	91,0	124,0	96,0	100,0	
10	94,6	118,5	109,6	117,0	
TOTAL	92,11	106,24	104,91	101,62	

Fuente: Elaboración propia

Según los resultados obtenidos se puede notar que el promedio del colesterol durante la primera semana fue de 92 mg/dl, la segunda semana presento una variación promedio de 106 mg/dl, la tercera semana 105 mg/dl, y en la cuarta semana en estudio fue de 102 mg/dl, obteniendo así un rango de colesterol en los ratones entre un mínimo de 92 y un máximo de 106. Dando un promedio general de 101.25 mg/dl.

Variación del colesterol del grupo de ratones de Control (Atorvastatina)

En el cuadro 5 se tiene la variación de colesterol del grupo de ratones Control en estudio que fueron previamente inducidos a un estado de hipercolesterolemia (endógena), para luego proceder a suministrarles la atorvastatina todos los días. Para

que posteriormente realizar la medición del colesterol semanalmente, (4 semanas en total).

Cuadro 5. Variación de colesterol del grupo de ratones con Hipercolesterolemia (endógena) tratados con Atorvastatina.

GRUPO ATORVASTATINA

N°	Medición por semanas de colesterol (mg/dl)				
	RATON	Inicial (*)	1	2	3
1	99,7	90,0	68,1	65,0	64,5
2	101,8	89,6	67,9	65,2	62,3
3	118,6	98,0	82,0	78,2	76,8
4	115,0	97,0	85,0	80,5	76,4
5	123,8	114,0	110,0	107,6	104,3
TOTAL	111,78	97,72	82,60	79,30	76,86

(*) Valor de colesterol elevado en forma endógena.

Fuente: Elaboración propia

En el cuadro 5, se puede evidenciar que el colesterol inicial tuvo un promedio de 101.25 mg/dl, posteriormente se elevó el colesterol de forma endógena cuyo promedio final de elevación fue de 111,78 mg/dl. Se procedió a darle el hipolipemiente de referencia por el lapso de 4 semanas, habiendo descendido el nivel de colesterol a 76,86 mg/dl.

De La Maza *et al*; (2000) en el caso de una hipercolesterolemia aislada, las drogas de 1ª línea son las estatinas; sin embargo, en pacientes jóvenes y en mujeres pre menopáusicas con elevaciones moderadas de colesterol, debe preferirse el uso de resinas durante algunos años, debido a que no se ha comprobado la seguridad en el largo plazo de estos fármacos.

Variación del colesterol del grupo de ratones de Control (*Opuntia ficus indica*)

En el cuadro 6. Se puede indicar la variación de colesterol del grupo de ratones Control en estudio a quienes una vez inducidos a un estado de hipercolesterolemia (endógena), se les suministró el extracto de la *Opuntia ficus indica* todos los días. De la misma manera se les hizo la medición del colesterol semanalmente (4 semanas en total).

Cuadro 6. Variación de colesterol del grupo de ratones con Hipercolesterolemia (endógena) tratados con *Opuntia ficus indica* (Tuna).

GRUPO OPUNTIA FICUS INDICA

N°	Medición por semanas de colesterol (mg/dl)				
	RATON	Inicial (*)	1	2	3
1	89,0	75,3	69,7	59,6	52,4
2	101,2	91,0	76,8	61,7	57,3
3	99,9	90,0	84,0	78,2	68,9
4	98,5	90,0	79,8	63,7	56,4
5	70,8	68,2	65,4	62,2	51,7
TOTAL	90,23	82,90	75,14	61,80	57,34

(*) Valor de colesterol elevado en forma endógena.

Fuente: Elaboración propia

Se puede observar que a diferencia de la atorvastatina, con el extracto de la *Opuntia ficus indica*, la reducción del colesterol es mayor dando un resultado de colesterol final de 57,34 mg/dl.

Como planta medicinal se ha probado que los nopalitos y las cáscaras de la tuna ácida (*Opuntia ficus indica*) abate los niveles de azúcar y colesterol en la sangre, por lo que su consumo en fresco, cocinado y procesado industrialmente se ha acrecentado en México (Abraján, 2008). García; *et al* (2008), ha demostrado que la *Opuntia ficus indica* posee actividad antioxidante, hipolipemiente, hipoglicemiante, gastroprotectora, neuroprotectora, hepatoprotectora y cicatrizante. Dichas virtudes nutraceuticas y nutriceuticas, han sido confirmadas científicamente mediante estudios conducidos en varios países; por sus propiedades diuréticas, antibióticas, antidiabéticas y antiinflamatorias, entre otras son capaces de prevenir diversas enfermedades y por su alto contenido de pectinas y fibras pueden auxiliar a reducir el colesterol, el estreñimiento y el peso corporal (Martínez, 2007).

Determinación del triglicérido basal

Se puede evidenciar que durante el lapso de 4 semanas se hizo la medición del triglicérido a los ratones, para obtener los valores normales de dicha prueba, esto con el fin de administrarle posteriormente tanto la Atorvastatina como el extracto de la *Opuntia ficus-indica*.

Cuadro 7. Triglicérido basal del grupo de ratones en estudio

TRIGLICERIDO BASAL

N°	Medición por semanas de Triglicérido (mg/dl)				
	RATON	1	2	3	4
1	100,0	101,6	90,8	97,8	
2	117,5	100,6	90,8	100,0	
3	81,5	102,6	101,5	102,2	
4	93,0	100,5	97,0	90,7	
5	97,8	96,6	95,7	98,6	
6	95,0	94,0	97,3	106,6	
7	95,1	101,7	99,1	98,5	
8	123,0	108,5	100,6	97,5	
9	128,8	98,7	104,8	102,2	
10	112,4	95,7	95,4	100,5	
TOTAL	104,40	100,05	97,28	99,46	

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a los resultados obtenidos se puede observar que el promedio del triglicérido durante la primera semana fue de 104 mg/dl, la segunda semana fue de 100 mg/dl, la tercera semana 97 mg/dl, y en la cuarta semana en estudio fue de 99 mg/dl, obteniendo así un rango de triglicéridos en los ratones entre un mínimo de 97mg/dl y un máximo de 104 mg/dl. Dando un promedio general de 100,30 mg/dl.

Variación del triglicérido del grupo de ratones de Control (Atorvastatina)

Se puede observar en el cuadro 8, la variación de triglicérido del grupo de ratones Control en estudio que fueron previamente inducidos a un estado de hipertrigliceridemia (endógena), para luego proceder a suministrarles la atorvastatina.

Posteriormente se realizó la medición del triglicérido una sola toma cada semana (4 semanas).

Cuadro 8. Variación del triglicérido del grupo de ratones con Hipertrigliceridemia (endógena) tratados con Atorvastatina.

GRUPO ATORVASTATINA

N°	Medición por semanas de triglicérido (mg/dl)					
	RATON	Inicial (*)	1	2	3	4
1		100,0	97,9	87,6	79,4	75,5
2		105,0	94,6	81,1	80,0	74,9
3		99,5	96,5	80,9	78,5	75,4
4		105,7	101,8	89,6	80,9	78,9
5		106,0	98,9	78,5	75,5	72,9
TOTAL		103,24	97,94	83,54	78,86	75,52

(*) Valor de triglicérido elevado en forma endógena

Fuente: Elaboración propia

En el cuadro 8 se puede evidenciar que el triglicérido inicial tuvo un promedio de elevación de 100 mg/dl posteriormente se elevó el triglicérido de forma endógena cuyo promedio final de elevación fue de 103,24 mg/dl. Se procedió a darle el hipolipemiente de referencia por el lapso de 4 semanas, habiendo descendido el nivel de triglicerido a 75,52 mg/dl. En la hipertrigliceridemia aislada Greenspan y Strewler, (1998) la droga de elección son los fibratos, existiendo la alternativa del acipimox en caso de contraindicación o efectos adversos de ellos. Los ácidos grasos omega-3 están indicados específicamente en la hiperquilomiconemia.

Variación del triglicérido del grupo de ratones de Control (*Opuntia ficus indica*)

Se puede observar que la variación del triglicérido del grupo de ratones Control en estudio a quienes una vez inducidos a un estado de hipertrigliceridemia (endógena), se les suministró el extracto de la *Opuntia ficus indica* todos los días. De igual forma se les hizo la medición del triglicérido una sola toma cada semana (4 semanas).

Cuadro 9. Variación de colesterol del grupo de ratones con Hipercolesterolemia (endógena) tratados con *Opuntia ficus indica* (Tuna).

GRUPO OPUNTIA FICUS INDICA

N°	Medición por semanas de triglicérido (mg/dl)					
	RATON	Inicial (*)	1	2	3	4
1		109,0	89,0	79,5	68,2	52,6
2		104,0	81,4	75,4	62,8	57,3
3		114,2	100,5	88,4	69,8	54,8
4		107,2	91,6	77,3	61,5	51,7
5		112,0	95,0	81,2	69,7	58,4
TOTAL		109,28	91,50	80,36	66,40	54,96

(*) Valor de triglicérido elevado en forma endógena

Fuente: Elaboración propia

Como se observa en el cuadro 9, al iniciarse el tratamiento con el extracto de la *Opuntia ficus indica*, los ratones en estudio tuvieron un promedio inicial de triglicérido de 109,28 mg/dl; en la primera semana fue de 91,58 mg/dl, posteriormente el valor de la segunda semana fue de 80,36 mg/dl, la reducción del triglicérido es mayor en la cuarta semana con un valor de 54,96 mg/dl.

Por otro lado, Cárdenas; *et al* (1998) aclara que el nopal puede ejercer una acción similar a la insulina y regular el almacén de triglicéridos al incorporar más glucosa al interior de los adipositos, lo que a su vez provoca reesterificación de ácidos grasos provenientes de triglicéridos sanguíneos por lo tanto, disminución de estos en circulación.

En las últimas dos décadas se ha sugerido que la deficiencia de fibra en la dieta está relacionada con ciertos padecimientos como la obesidad y la diabetes, las cuales tienen una frecuencia mayor en las sociedades urbanizadas. Al aumentar la ingestión de fibras dietéticas como las del nopal, se ha obtenido una disminución de la glucemia y de los lípidos séricos, por lo que se ha propuesto usarlas para tratar dichas enfermedades (García, *et al*; 2008).

El Programa Panamericano de Defensa y Desarrollo de la Diversidad biológica, cultural y social (2005), indica que el nopal es muy utilizado en Perú, sobre todo por lograr la reducción de los niveles de colesterol, triglicéridos y glucosa resultante del consumo de nopal fresco o deshidratado en polvo, cápsulas, tabletas, trociscos o té. Parte de esas propiedades medicinales se deben al mucílago, pectina o "baba", que es un polisacárido complejo compuesto por arabinosa y xilosa.

Evaluación del peso corporal de los ratones en estudio

Se evaluó el peso corporal del grupo de ratones en estudio. Inicialmente se los pesó para ser posteriormente inducidos a un estado de sobrepeso para iniciar la experimentación.

Cuadro 10. Evaluación del peso corporal de los ratones antes del tratamiento

N° RATON	Medición de peso en (gr)		
	Peso Inicial	1 Semana	2 Semana
1	40	42	43
2	42	44	45
3	41	43	48
4	40	46	49
5	39	42	48
6	42	46	49
7	38	40	42
8	40	45	47
9	36	39	41
10	35	38	41
TOTAL	39,30	42,50	45,30

Fuente: Elaboración Propia

A los ratones en estudio se les realizó un control de su peso tanto inicial que tuvo un promedio de 39,3gr; a la primera semana después de ser inducidos a una sobrealimentación se

obtuvo un peso promedio de 42,5gr; seguido de la segunda semana con 45,3gr finalmente.

Evaluación del peso corporal de los ratones en estudio del grupo atorvastatina

El peso corporal del grupo de ratones estudio y a los cuales se les administró la atorvastatina, fueron previamente inducidos a un sobrepeso (endógeno), para comparar la disminución del mismo con el medicamento.

Cuadro 11. Evaluación del peso corporal de los ratones en estudio del grupo atorvastatina

GRUPO ATORVASTATINA

N° RATON	Peso Inicial	Medición de peso en (gr)	
		1 Semana	2 Semana
1	40	40	39
2	42	41	39
3	41	38	36
4	40	37	35
5	39	36	34
TOTAL	40,40	38,40	36,60

Fuente: Elaboración Propia

Como se puede observar en el cuadro 11, una vez administrada la atorvastatina la disminución del peso de los ratones fue inicial de 40,4gr; bajo primera semana a 38,4gr y finalmente la segunda semana queda con un peso de 36,6 gr.

Evaluación del peso corporal de los ratones en estudio del grupo *opuntia ficus indica*

Del grupo de ratones en estudio y a los cuales se les administró el extracto de la tuna, y que igualmente fueron inducidos previamente a un sobrepeso (endógeno).

GRUPO OPUNTIA FICUS INDICA

N° RATON	Medición de peso en (gr)		
	Peso Inicial	1 Semana	2 Semana
1	50	44	37
2	49	41	30
3	48	44	36
4	47	37	30
5	49	40	32
TOTAL	48,60	41,20	33,00

Fuente: Elaboración Propia

Se puede observar en el cuadro 12, una vez administrada el extracto de la tuna la disminución del peso de los ratones inicial de 48,9gr; bajo primera semana a 41,2gr y finalmente la segunda semana queda con un peso de 33gr.

CONCLUSIONES

- El promedio del colesterol durante la primera semana fue de 92 mg/dl, la segunda semana fue de 106 mg/dl, la tercera semana 105 mg/dl, y en la cuarta semana se obtuvo un valor de 102 mg/dl, obteniendo así un rango de colesterol en los ratones entre un mínimo de 92 y un máximo de 106.
- Se elevó el colesterol de forma endógena cuyo promedio

final de elevación fue de 111,78. Al darle el hipolipemiente de referencia (atorvastatina) por el lapso de 4 semanas, descendió el nivel de colesterol a 76,86 mg/dl.

- Se elevó el colesterol de forma endógena cuyo promedio final de elevación fue de 90,23. Al darle el tratamiento con la *Opuntia ficus indica* por el lapso de 4 semanas, descendió el nivel de colesterol a 57,34 mg/dl
- El promedio del triglicérido durante la primera semana fue de 104 mg/dl, la segunda semana 100 mg/dl, la tercera semana 97 mg/dl, y la cuarta semana en estudio fue de 99 mg/dl, obteniendo así un rango de triglicéridos en los ratones entre un mínimo de 97mg/dl y un máximo de 104 mg/dl.
- Se elevó el triglicérido de forma endógena cuyo promedio final de elevación fue de 103,24 mg/dl. Al darle el hipolipemiente de referencia (atorvastatina) por el lapso de 4 semanas, se logró descender el nivel de triglicérido a 75,52 mg/dl
- Se elevó el triglicérido en forma endógena cuyo promedio final de elevación fue de 109,28 mg/dl. Al darle el tratamiento con la *Opuntia ficus indica* por el lapso de 4 semanas, descendió el nivel de triglicérido a 54,96 mg/dl.
- A los ratones se les realizó un control de su peso inicial con un promedio de 39,3gr; a la primera semana después de ser sobrealimentados su peso promedio fue de 42,5gr; la segunda semana con 45,3gr.
- Una vez administrada la atorvastatina la disminución del peso de los ratones fue de estar en 40,4gr; la primera se-

mana bajo a 38,4gr y finalmente la segunda semana quedo con un peso de 36,6gr.

- Al administrar el extracto de la tuna la disminución del peso fue de estar en 48,6gr; la primera semana bajo a 41,2gr y finalmente la segunda semana quedo con un peso de 33gr.

RECOMENDACIONES

1. Realizar otras investigaciones acerca de otras variedades de la familia cactácea que puedan tener la actividad hipolipémica.
2. Investigar otras plantas alternativas de la zona para comprobar su actividad hipolipémica.
3. Estudio de la composición de la *Opuntia ficus Indica* presente en Bolivia.
4. Promover la investigación de plantas medicinales en forma in vivo, no solo en ratones, sino en otros animales para favorecer al alumnado en cuanto a experiencia en bioterios.
5. Después de un tiempo determinado de nuevas investigaciones realizar los exámenes pre clínico.
6. Teniendo todos los resultados de largos estudios promocionar el material para la industrialización
7. Instalar un bioterio en la universidad para promover la investigación del alumnado.
8. Dar a conocer los beneficios de la *Opuntia ficus indica* como hipolipemiente natural.

BIBLIOGRAFIA (Resumen)

1. **ABRAJÁN, M.** 2008. Efecto del método de extracción en las características químicas y físicas del mucílago del nopal (*opuntia ficus indica*) y estudio de su aplicación como recubrimiento comestible. Revisado: 23/06/09.
Disponible en: (<http://dspace.upv.es/manakin/bitstream/handle/10251/3794/tesisUPV2920.pdf?sequence=1>)
2. **ALVAREZ, J., ROMERO, A.** 2005. Morfología de roedores. Revisado 25/09/08.
Disponible en: (<http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/exoticas/fichaexoticas/Musmusculus00.pdf>)
3. **ANGEL, G., ATAHUACHI, M., GUTIERREZ, J., HUAYLLA, H., MENDEZA, M.,** 2006. Interpretación Clínica y Laboratorio. 7º edición. Bogotá-Colombia. Editorial Médica Panamericana. 522p.
4. **ARANDA, R.** 2002. *Opuntia ficus indica*. Revisado 23/06/09.
Disponible en: (<http://bdigital.eafit.edu.co/bdigital/PROYECTO/P660.62CDD259/capitulo.1.pdf>)
5. **ASOCIACIÓN DE CARDIÓLOGOS DEL ISSSTE.** 2005. Colesterol y Triglicéridos altos. Revisado 24/04/08.
Disponible en: (<http://www.issste.gob.mx/aconseja/colesterol.html#arriba>)

6. **BOREL V., RANDOUX N., MAQUART B., LE PEUCH, VALEYRE A.** 1989. Bioquímica Dinámica. Buenos Aires-Argentina. Editorial Panamericana. 800p.
7. **BORREGO E., F., BURGOS V. N.** 1986. Instituto Nacional de Ecología. Revisado 30/04/08.
Disponible en: (<http://www.ine.gob.mx/ueajei/publicaciones/libros/71/nverdura.html>)
8. **BLANCO ANTONIO.** 2006. Química Biológica. Buenos Aires-Argentina. Editorial El Ateneo. 605p.
9. **BRITO M.** 2003. Metabolismo Triglicérido. Revisado 15/08/08.
Disponible en: (<http://www.trigliceridos.net>)
10. **CALLEJAS, R.** 2000. Revisado 03/05/08.
Disponible en: (<http://www.botanical-online.com/medicinalscolesterol.htm>)
11. **CÁRDENAS, J.C.** 1998. Utilidades del Nopal. 1º Edición. Bogotá – Colombia. 138p.
12. **CINVESTAV.** 2009. Programa interno para el cuidado y uso de los animales de laboratorio. Revisado: 26/06/09.
Disponible en: (<http://www.cinvestav.mx/Administraci%C3%B3n/Secretar%C3%ADa%20dePlaneaci%C3%B3n/CoordinacionesdeServiciodeApoyo/Coordinaci%C3%B3nGeneraldeServiciosExperimentales/UPEAL/ProcedimientosInternos/PI1102/tabid/974/language/es-MX/Default.aspx>)