

ACTIVIDAD HIPOGLUCEMIANTE DE LA PLANTA TUNA (*Opuntia ficus indica*) EN RATONES¹

Valle Acosta, Denis Betzabe²; Carrión Orellana Mayerly³

RESUMEN

El presente trabajo que se realizó en el Laboratorio N° 4 de la Universidad Cristiana de Bolivia durante los meses de febrero a agosto del 2007, trató de determinar el poder hipoglucemiante de la planta *Opuntia ficus-indica*. Se utilizaron 30 ratones blancos de laboratorio de la cepa Balb/c con una edad madura de cuatro semanas de nacidos de sexo machos, con un peso promedio entre los 29 a 32 g. Los ratones se repartieron en tres grupos de 10 ratones cada uno. Se determinó la glicemia normal, mediante extracción sanguínea de la vena lateral de la cola de los ratones por las mañanas durante un periodo de tres semanas.

En cada grupo se experimentó por un periodo de cinco semanas. Luego se indujo a una hiperglicemia endógena por medio de suministro de glucosa. Un grupo recibió el extracto de la Tuna, controlándose los niveles de glicemia entre la primera y quinta hora lográndose una disminución paulatina. En el grupo Control, se trató de disminuir la glicemia administrándole a cada ratón una solución en base a glibenclamida. Se comparan los resultados con los del grupo que recibe extracto de tuna, observándose efecto hipoglicemiante rápido con la glibenclamida, mientras que el extracto de tuna tuvo efectos hipoglicemiantes más prolongados.

ABSTRACT

This work was performed at the Laboratory No. 4 Christian University of Bolivia during the months of February to August 2007, sought to determine the hypoglycemic power plant *Opuntia ficus-indica*. Involved 30 laboratory white mice of the strain Balb / c to a ripe old age of four weeks old male sex, with an average weight between 29 to 32 g. The mice were divided into three groups of 10 mice each. Normal blood glucose levels were determined by drawing blood from the lateral tail vein of mice in the morning for a period of three weeks.

Each group was tested for a period of five weeks. Then endogenous hyperglycemia induced by glucose supply. One group received the extract from the Tuna, controlling blood sugar levels between the first and fifth hour achieving a steady decline. In the control group was treated to lower blood sugar by giving each mouse a solution based on glibenclamide. The results are compared with the group receiving prickly pear extract, rapid hypoglycemic effect was observed with glibenclamide, while the prickly pear extract was more prolonged hypoglycemic effects.

PALABRAS CLAVE: Tuna. Actividad hipoglicemiante. Glibenclamida. Experimentos. Ratones

KEYWORDS

1. INTRODUCCIÓN

La inmensa diversidad etnobotánica de nuestro país da

lugar a que innumerables drogas sean extraídas de la flora, tanto de la zona amazónica como la andina, que contribuyen a la elaboración de medicamentos que buscan la cura de las diversas enfermedades. En ese contexto, se investigará la planta curativa *Opuntia ficus-indica* (tuna) para determinar el efecto paliativo como hipoglucemiante en los ratones, lo cual nos permitirá ver las posibilidades de adoptarla en pruebas clínicas a seguir en la elaboración e investigación de nuevos fármacos. Otros estudios fueron realizados en otros países con resultados alentadores. En nuestro país los experimentos no han alcanzado el nivel del exterior.

En la historia se utilizaron los hipoglucemiantes orales como paliativo de la enfermedad denominada Diabetes Mellitus tipo 2 no dependientes de insulina. Esta enfermedad ya se conocía en la India y otros países. En 1889 se descubre que la enfermedad se debía al deterioro del funcionamiento del páncreas. El cirujano canadiense Frederick 1920 en una cirugía a un perro estudia una hormona secretada por el páncreas, la insulina. En 1922 se procesa la primera inyección de insulina, que se logra colocar experimentalmente en un niño de 14 años sin el éxito esperado; en ese año los bioquímicos Edmonton y James B. Collip logran extraer la insulina purificada con éxito.

Los hipoglucemiantes se utilizaron desde el año 1955 con la Sulfonamida, pero esta fue retirada del mercado por ser hepatotóxica para los pacientes. Otros hipoglucemiantes que siguieron fueron la Biguanida y la Metformina siendo actualmente utilizadas; pero con efectos adversos que en este caso es la acidosis láctica. En cuanto a tratamientos naturales se contempla diversas plantas pero no se realizaron estudios de la *Opuntia ficus-indica* con la propiedad de hipoglucemiante oral. Según datos de la Organización Mundial de la Salud, en el continente americano existen aproximadamente 30 millones de personas que padecen de diabetes con una proyección en los años siguiente de 45 millones.

En Latinoamérica se habla de un millón previéndose que en los próximos años alcance los 4 millones. En Bolivia según la encuesta del año 1998 realizada en La Paz, el Alto, Santa Cruz y Cochabamba, se reportó que el porcentaje según género, masculino era de 6,8%, femenino un 7,6%; tomando en cuenta la edad de los encuestados la prevalencia es mayor en las personas por encima de los 20 años. En las ciudades encuestadas los niveles más altos se registraron en Santa Cruz 8,6% y los más bajos en el Alto 2% (Bautista, 2008).

Esta investigación se realizó para determinar el poder hipoglucemiante de la planta y abrir nuevos estudios no solo de la tuna sino de las diversas variedades botánicas que existen tanto en la flora andina como amazónica, y al mismo tiempo incentivar a los alumnos de Bioquímica y Farmacia de la Universidad Cristiana Boliviana a que efectúen estudios similares.

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

2 Tesista Graduada. Carrera de Bioquímica y Farmacia UCEBOL

3 Asesora de Tesis.- Magíster. Bioquímica y Farmacia

Fig. 1 Cultivo de Tuna.



2. MATERIALES Y METODOS

Localización y Duración del Estudio

El presente estudio se realizó en las instalaciones de la Universidad Cristiana de Bolivia en el Laboratorio N° 4 del Bloque 3 con una duración de seis meses desde febrero a agosto del 2007.

Población objetivo

El objetivo del presente trabajo es investigar las propiedades hipoglucemiantes de la *Opuntia ficus-indica* como paliativo y una alternativa para beneficiar a aquellas personas que padecen hiperglicemia.

Tipo de estudio

Este estudio es de tipo experimental y a corto plazo, ya que los datos fueron obtenidos de manera inédita; para comprobar el efecto de la planta *Opuntia ficus-indica* en los ratones de laboratorio.

Es de tipo descriptivo por que solo contamos con una población en la cual vamos a elegir un determinado grupo de ratones para cada experimentación; a cada grupo se le efectuó diversas pruebas para demostrar los objetivos tanto generales como específicos.

Manejo del estudio

Posteriormente a la recolección de información sobre el tema de investigación a desarrollar; se envió una carta a la dirección de carrera de la Universidad Cristiana de Bolivia UCEBOL, solicitando el permiso para la realización de la presente investigación en los ambientes del Laboratorio N° 4 del Bloque 3.

Los ratones de laboratorio albinos *Mus musculus* fueron comprados del Centro de Enfermedades Tropicales CENETROP, ya que cuenta con animales de sexo masculino 32 sanos, certificados para su utilización en experimentos, con una madurez de 2 a 4 semanas después de nacidos, con un peso aproximado de $27,7 \text{ g} \pm 8,4$.

Se tomó en cuenta las instrucciones del manual de manipulación de animales de laboratorio; en el cual aconseja la clase de alimento a proporcionar durante la investigación, siendo esta la PURINA y el agua ad-libitum. Previamente al comenzar la experimentación se procedió al alistamiento, observación y ayuno durante 24 hr.

Las pencas (hojas) de la planta *Opuntia ficus-indica* se recolectaron en el municipio de Mairana de la provincia Florida del Departamento de Santa Cruz, en el mes de enero. Se procedió a la desinfección de la penca con DG-6, se le sacó la cáscara que cubría la penca y el interior que es una materia mucilaginoso, que fue con la que se trabajó para la destilación, se pesó y guardó en contenedores en el refrigerador para su utilización.

Para el correspondiente estudio taxonómico y el análisis de la *Opuntia ficus-indica* que se recolectó de la planta (Flor, Penca (hoja), fruto), se realizó en el Museo de Botánica Noel Kempff Mercado, certificando la familia y la especie de la planta en estudio.

Se trabajó con un fármaco de referencia que es la Glibenclamida de Laboratorio Chile con una concertación 5 mg. Mientras que la glucosa en polvo cuyo recipiente contiene un peso total de 30 g que se utilizó durante la experimentación se compró en la fraccionadora perteneciente a la farmacia Telchi.

Descripción de los tratamientos para los grupos en estudio. Elaboración del destilado de la *Opuntia ficus-indica*. Para obtener la destilación de la *Opuntia ficus-indica* se trabajó con un disolvente que es el agua destilada. Por cada destilado se utilizó una cantidad de 50 g de pulpa fresca de las pencas (hojas) de la *Opuntia ficus-indica* "tuna" a la cual se le agregó 50 ml. de agua destilada en ebullición durante 25 minutos a una temperatura de 70°C, dejándose enfriar se obtuvo un total de 40 ml de extracto.

Fig. 5. Aparato para la destilación



Preparación de la glucosa.

Se preparó una solución de 15 g de glucosa en polvo disuelta en 15 ml de agua, preparándose esta sustancia todos los días de experimentación para los grupos correspondientes. Preparación de la glibenclamida.

La Glibenclamida fue preparada a partir del polvo del fármaco de 10 mg y fue disuelto en agua destilada en la cantidad de 15 ml de agua.

Procedimiento de los grupos.

En el estudio se utilizaron en total 30 ratones blancos de laboratorio de la especie *Mus musculus* de la cepa Balb/c, se trabajo con dos grupos cada grupo consta de 10 ratones escogidos al azar con los cuales se trabajó 5 días a la semana, en cuanto a su cuidado se realizó de acuerdo al manual de manipulación de animales de laboratorio.

Procedimiento para glicemia normal de los ratones. Se trabajó con dos grupos base antes de cualquier administración de fármaco o extracto vegetal. A los ratones se los aisló, manteniéndole en ayunas durante 18 horas previas a la experimentación; luego se sacó la primera muestra en la mañanas durante un periodo de tres semanas; hasta el medio día no se les dio alimento. Cada animal consumió durante este tiempo de 2,5 a 3 g de balanceado, en cuanto al consumo del agua ad-libitum bebieron una cantidad de 5-6 ml.

Procedimiento del grupo *Opuntia ficus-indica*. A los ratones de este grupo, se les tomó la glicemia basal, después fueron inducidos a un estado hiperglicémico mediante la administración de glucosa vía oral 3 ml de solución de glucosa.

Se esperó un periodo de 2 horas al término de las cuales se les saca la segunda muestra, se prosiguió enseguida a administrar extracto de *Opuntia ficus indica* en una cantidad de 2,5 ml/kg peso de los ratones.

Después de una hora se tomó la primera muestra y se esperó a la quinta hora para la extracción de la última muestra; procediendo enseguida para su canalización. Grupo de ratones Control.

En el grupo Control se empleó la anterior técnica desde la toma de la glicemia basal a la administración por vía oral de glucosa en una cantidad de 3ml de la solución. Se procedió a la toma de la muestra pasadas las dos horas para poder evidenciar la elevación de la glicemia; se dosificó con la solución de glibenclamida que se administró a cada ratón por vía oral 2,5 ml/kg peso.

Pasada la primera hora de la administración de la solución de glibenclamida se extrajo sangre a los ratones; se espero que se complete la quinta hora para la toma de la última muestra y el posterior procesamiento de las muestras. Toma y procesamiento de la muestra sanguínea. Las muestras de sangre se obtuvieron por incisión de la porción distal de la cola, con ayuda de tubos capilares con heparina, previamente identificados con un marcador de vidrio.

Los capilares se llevaron a la centrífuga a una velocidad de 2,500 rpm. Durante 5 minutos, al término del cual se rompieron los capilares para obtener el plasma, se trasvasaron a tubos de química de vidrio identificados previamente. Se procedió a colocar en tres tubos la solución de glucosa enzimática Winner la cantidad de 1 ml, uno de los cuales se utilizó de Blanco, el otro que se identificó como estándar además de colocar la solución se colocó 10 ul del estándar y al último tubo se colocó 10 ul del suero de cada ratón.

Variables a estudiar

- Niveles de glucosa en ratones *Mus musculos*.
- Grupo de ratones *Opuntia ficus-indica*.
- Grupo de ratones Control (glibenclamida).
- Peso
- Dosis

Análisis estadístico.

Para el análisis estadístico se tabularon los datos en el paquete Excel 2003 de plataforma Windows XP; los datos procesados se demuestran en cuadros, gráficos de forma lineal y barras.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Determinación de la glicemia basal.

Glicemia Basal del grupo de ratones *Opuntia ficus-indica*. En el presente cuadro se puede evidenciar la glicemia basal de los ratones del grupo durante un periodo de tres semanas antes de la administración del extracto de la planta *Opuntia ficus-indica*, esto con el fin de obtener los valores normales de la glicemia en los ratones.

Cuadro 2. Glicemia basal del grupo de ratones *Opuntia ficus-indica*.

Ratón N°	GLICEMIA BASAL			% de variación
	medición por semanas de la glucosa mg/dl			
	1 semana	2 semana	3 semana	
1	137,10	132,80	131,04	2,59
2	134,15	133,09	128,91	1,57
3	135,79	120,24	132,40	4,73
4	150,10	141,21	130,36	7,15
5	123,00	136,96	135,89	-6,70
6	135,03	134,66	132,92	0,62
7	126,14	127,89	133,64	-2,31
8	129,71	136,91	135,97	-3,36
9	142,52	142,37	143,00	-0,08
10	127,02	127,19	126,50	0,09
TOTAL	134,06	133,33	133,06	0,43

Fuente: Propia

Los resultados obtenidos de este cuadro en cuanto a la primera semana fue de un promedio de 134,06 mg/dl, en la segunda semana la variación promedio fue de 133,33 mg/dl y en la tercera semana el resultado fue de 133,06 mg/dl, con un porcentaje de variación total del 0,43%.

5.1.2. Glicemia Basal del grupo de ratones Control

En el cuadro 3 se realizó el mismo procedimiento que en el anterior, se obtuvo las muestras durante un periodo de tres semanas a primeras horas de la mañana. En este grupo se observa una variación muy leve con respecto al anterior cuadro como se detalla a continuación.

Cuadro 3. Glicemia Basal del grupo Control a ser tratado con Glibenclamida.

Ratón No	GLICEMIA BASAL			% de variación
	Medición por semana de glucosa mg/dl			
	1 semana	2 semana	3 semana	
1	125,57	130,27	128,09	-1,80
2	132,57	121,61	145,87	-0,58
3	161,96	159,01	147,5	4,35
4	142,39	138,69	136,16	2,48
5	135,29	135,56	132,09	0,73
6	131,03	136,61	124,63	0,20
7	145	139,41	129,51	5,27
8	114,73	122,57	121,43	-3,63
9	116,05	123,71	125,24	-4,21
10	131,73	125,87	142,46	-1,22
TOTAL	133,63	133,33	133,30	0,16

Fuente: Propia

En el cuadro se observa que la variación en la primera semana su promedio fue de 133,63 mg/dl, mientras que en la segunda semana el valor de promedio fue de 133,33 mg/dl y en la tercera semana el promedio fue de 133,30 mg/dl; la variación de la glicemia total fue de un 0,16%.

5.2. Variación de glicemia del grupo de ratones *Opuntia ficus-indica*.

En el cuadro No 4 se encuentran los resultados del "Grupo de ratones *Opuntia ficus-indica*" los que fueron inducidos a un estado de hiperglicemia, se procedió a tomar la primera muestra en ayunas y después de un tiempo determinado se dosificó con una solución de glucosa para la elevación de la glicemia sanguínea después de 2 hr. se tomó la segunda muestra, una vez alcanzada la elevación del nivel de glucosa sanguínea se dosificó a cada ratón con el extracto de *Opuntia ficus-indica*, se espero 2 hr. y se tomó la primera muestra y posteriormente la última muestra después de 5 horas.

Cuadro 4. Variación de glicemia del grupo de ratones con Hiperglicemia (endógena) tratados con *Opuntia ficus-indica*.

N° ratón	Glicemia Inicial mg/dl	Extracto <i>Opuntia ficus-indica</i>		
		Elevación desp. 2Hrs Glicemia	2da horas Glicemia	5ta horas Glicemia
1	141,5	334,7	279,2	167,3
2	135,9	343,7	275,1	176,0
3	139,9	334,1	274,3	183,3
4	135,4	333,0	263,4	167,3
5	126,0	315,9	250,3	160,7
6	131,9	321,2	254,2	170,4
7	130,7	337,3	258,3	182,1
8	128,1	344,4	267,0	174,8
9	130,5	327,0	263,7	162,0
10	132,8	318,5	258,8	167,5
TOTAL	133,3	331,0	261,3	171,2

Fuente: Propia

En el cuadro No 4 se observa los valores de la glicemia inicial que fue de 133,26 mg/dl, se administró glucosa y vitaminas para su elevación aumentando a 331,0 mg/dl con un porcentaje de 100%; se trató a los diez ratones de este grupo con el extracto de Tuna midiendo la glucosa después de dos horas que fue de 261,3 mg/dl el porcentaje de disminución fue de - 22,4%, pasado un periodo de cinco horas disminuye la glucosa a 171,2mg/dl.

5.3. Variación de la glicemia del grupo de ratones de Control (Glibenclamida)

En cuadro No 5 se realizó el anterior procedimiento induciendo al grupo de ratones a ser tratados con Glibenclamida a un estado de hiperglicemia administrándoles por vía oral glucosa, siguiendo el experimento se tomó una muestra después de dos horas, al obtener una elevación de la glicemia; se les administró la glibenclamida a los ratones y se espero un lapso de 2 horas para la toma de la muestra y después de cinco horas se extrajo la segunda muestra. Cuadro 5. Variación de glicemia del grupo de ratones con Hiperglicemia (endógena) tratados con Glibenclamida

GRUPO DE RATONES CONTROL (GLIBENCLAMIDA)				
N° ratón	GLICEMIA INICIAL mg/dl	Elevación Glibenclamida		
		Glicemia	2da Horas Glicemia	5ta Horas Glicemia
1	125,77	348,87	222,94	171,04
2	126,70	342,93	219,69	170,79
3	121,16	366,68	232,17	178,06
4	121,23	365,51	231,08	177,75
5	121,29	345,70	218,64	166,30
6	115,79	372,41	235,50	178,24
7	119,37	373,97	229,71	173,73
8	117,70	376,59	223,30	167,22
9	116,28	383,29	232,66	173,07
10	119,35	391,99	235,12	175,91
TOTAL	120,46	366,80	228,08	173,21

Fuente: Propia

En el cuadro 5 se evidencia la glicemia inicial con un promedio total de 120,46mg/dl, posteriormente se elevó la glicemia de forma endógena cuyo promedio fue de 366,80 mg/dl el porcentaje fue de 100%, se procedió a dar a los diez ratones el hipoglucemiante de referencia, se esperó una hora para su medición, habiendo descendido el nivel a 228,08 mg/dl siendo el porcentaje de - 46,64%, posteriormente después de cinco horas del tratamiento dio como resultado 173,21 mg/dl de glicemia.

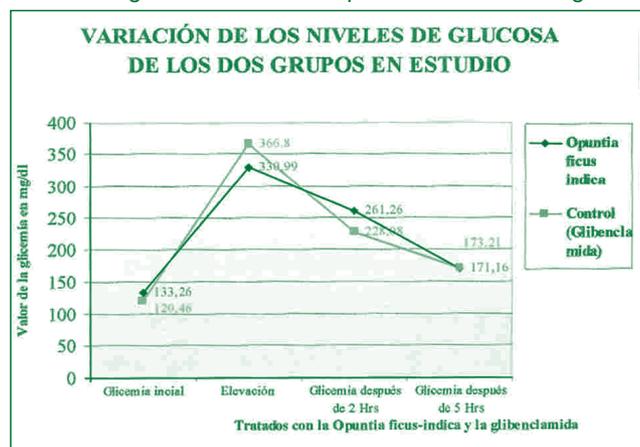
5.4. Control de calidad del grupo *Opuntia ficus-indica*. En el cuadro 6 se observa los valores obtenidos del grupo *Opuntia ficus-indica* durante la experimentación al cual se le determinará la desviación estándar y el margen de error.

Cuadro 6. Control de calidad

GRUPO DE RATONES <i>OPUNTIA FICUS-INDICA</i>						
CONTROL DE CALIDAD						
N° RATON	GLICEMIA INICIAL mg/dl	Elevación 2da Hora Glicemia	Extracto <i>Opuntia ficus-indica</i>		PROM TOTAL	XI-XM
			2da Hora Glicemia	5ta Hora Glicemia		
1	141,47	334,69	279,23	167,32	230,68	5,72
2	135,94	343,72	275,08	176,05	232,70	7,73
3	139,90	334,14	274,34	183,32	232,93	7,96
4	135,36	332,98	263,44	167,34	224,78	-0,18
5	125,96	315,92	250,30	160,74	213,23	-11,73
6	131,85	321,22	254,24	170,43	219,44	-5,53
7	130,67	337,31	258,28	182,08	227,08	2,12
8	128,09	344,39	266,96	174,80	228,56	3,60
9	130,53	327,02	263,73	161,99	220,82	-4,14
10	132,84	318,49	258,81	167,51	219,41	-5,55
TOTAL	133,26	330,99	261,26	171,16	224,96	0,00

Fuente: Propia

Fig. 6. Variación de los promedios de glucosa de los dos grupos de ratones durante la Experimentación. En este gráfico se puede observar las variaciones de los niveles de glucosa durante el proceso, en el grupo de ratones *Opuntia ficus-indica* y el grupo de ratones control glibenclamida; se efectúa la toma de las 4 muestras cuyos valores de glicemia se hallan representados en este gráfico.



Fuente: Propia

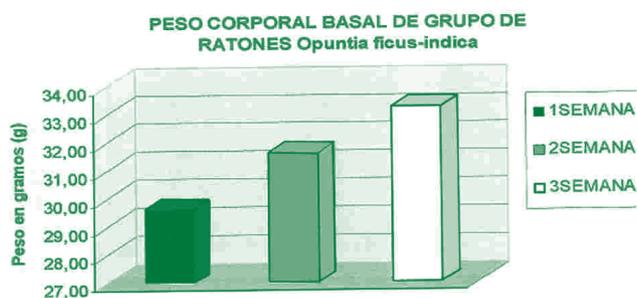
En el caso del grupo Control la disminución de la glicemia de los ratones de laboratorio fue mayor con un total de 73,98% a diferencia del grupo *Opuntia ficus-indica* con un porcentaje total de disminución de 65,18%; siendo estos resultados positivos en la investigación.

Fig. 7 Evaluación del peso corporal basal del grupo de ratones *Opuntia ficus-indica*

En la presente investigación participaron los 10 ratones correspondientes a este grupo; antes de proceder a la administración del extracto, y tomar la glicemia basal se peso a los ratones en una balanza analítica, en un recipiente previamente tarado.

Este proceso se llevó a cabo todas las mañanas durante un periodo de tres meses.

Se observó que en la primer semana el promedio del peso de los ratones es de 29,60 g, en la segunda semana aumento este peso a 31,60 g siendo un porcentaje de elevación de



Fuente: Propia

6.55%, mientras que en la última semana el peso fue de 33,23 g cuyo porcentaje de elevación entre la segunda y tercera semana fue de 5,02%.

Fig. 8 Evaluación del peso corporal basal del grupo de ratones control (glibenclamida).



Fuente: Propia

En la presente gráfica se representa las tres semanas de experimentación de los ratones, previamente se pesó a los ratones antes de la extracción sanguínea.

En este grupo se puede ver que la diferencia del grupo *Opuntia ficus-indica* el peso de los ratones fue menor de 25,14 g, en cuanto a la segunda semana aumento su peso a 29,7g, el porcentaje de estas dos semanas es de 14,85% en la tercera semana este peso se regularizó a los de otros grupos con un 33,1g con un porcentaje de elevación de un 12,65 %.

6. CONCLUSIONES.

- Gracias al laboratorio del museo Noel Kempff Mercado determinó que las muestras que llevamos para su examen pertenecían a la familia Cactácea y su especie era *Opuntia ficus-indica*.
- Los niveles de Glicemia basal de los ratones en experimentación fueron de una media de 133 mg/dl con un valor máximo de 193 mg/dl en cuanto al mínimo fue de 73 mg/dl; esto fue resultante de los datos aportados por los grupos *Opuntia ficus-indica* y el grupo control. La media obtenida guarda relación con el promedio que se observa en el cuadro N° 2 que fue 133,48mg/dl con un porcentaje de 0.43% y en el cuadro N° 3 de 133, 42mg/dl el porcentaje es de 0.16%.
- En el grupo *Opuntia ficus-indica* se tuvo un efecto hipoglucemiante dando como resultado en la segunda hora un porcentaje de -22,35%, mientras que en la quinta hora se observó una descenso de -42,83%.
- Por el contrario en el grupo de ratones que fueron tratados con glibenclamida la disminución después de la segunda hora de su administración fue de un -46,64% esta disminución fue más pronunciada que en el anterior grupo, en la quinta hora esta disminución fue del -27,35%.

• En cuanto al peso de los ratones, en el grupo *Opuntia ficus-indica*, el peso de cada ratón durante el tiempo de la experimentación que fue de cinco semanas dio un porcentaje total de los ratones de 14,95% con un peso promedio de 30,89 g mientras que en el grupo control de la glibenclamida el peso promedio fue de 29,63 g con un porcentaje de pesaje mayor en 16,89%.

• De acuerdo al trabajo realizado en base a los diferentes grupos, se pudo comprobar que: La glibenclamida durante la experimentación tuvo una acción rápida y efecto medio en los ratones en cuestión, mientras que en el grupo el extracto de la *Opuntia ficus-indica* su acción fue retardada, pero el efecto fue prolongado.

• Las dosis empleadas en los diferentes grupos fue de la siguiente manera:

- Al grupo glibenclamida se les administró 2,5 ml por día en una sola vez.

- Al grupo *Opuntia ficus-indica* se les administró una dosis diaria de 2,5 ml.

7. RECOMENDACIONES.

- Sugerir a la Universidad Cristiana de Bolivia la implementación de un bioterio para que los estudiantes puedan llevar a cabo las tareas de investigación experimental.
- Capacitar al personal adecuado para el funcionamiento del bioterio.
- Estudiar la acción de la *Opuntia ficus-indica* en otros preparados magistrales como la desecación de la penca o pala para su administración por vía oral.
- Promover la investigación de las plantas medicinales en forma in vivo no sólo en ratones, sino en otros animales para favorecer a los estudiantes en cuanto a la experiencia en bioterios.
- Impulsar al conocimiento de la *Opuntia ficus-indica* como hipoglucemiante natural, además de otros beneficios que pueda resultar de dicho estudio.
- Promocionar la investigación de las plantas medicinales que pueden ser industrializados para que los pacientes diabéticos tengan más opciones de mejorar su estilo de vida.
- Recomendar la realización de un segundo estudio para determinar los verdaderos componentes del extracto de *Opuntia ficus-indica*.
- Estudiar en función a su composición, las posibles reacciones adversas o tóxicas que podría ocasionar el uso del extracto de *Opuntia ficus-indica*.

8. BIBLIOGRAFÍA

- BAUTISTA, R. 2008. Situación de Salud en Bolivia, fuente: <http://www.sns.gov.bo/asis/ASIS%202004%20v62.pdf>
- CORREA, J; OCHOA, H y PRIETO, P. 2000. Especie Vegetales Promisorias de los Países del Convenio Andrés Bello, 1er edición, Tomo III, Colombia-Bogota, pág. 950.
- DAWSON J, TAYLOR M y REIDE P., 2001, Lo esencial en Farmacología, 2da. Edición de la obra original en ingles Pharmacology, Madrid-España, pág. 186.
- DE LUCCA, M.2004, Plantas Medicinales del trópico Boliviano, 1er edición, Editorial PAEDC, Cochabamba-Bolivia, pág. 355.