



FACULTAD DE MEDICINA HUMANA Y CIENCIAS DE LA SALUD
ESCUELA PROFESIONAL DE FARMACIA Y BIOQUÍMICA

TESIS:

“EFECTO HIPOGLUCÉMICO DE LA *Salvia hispánica* L. “Chía” EN RATAS
HIPERGLUCÉMICAS INDUCIDAS”

PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
QUÍMICO FARMACÉUTICO

BACHILLER: LEÓN ARIAS, Jeniffer

ASESOR : Mg. SÁNCHEZ DURAND, Eduardo Mauricio

LIMA – PERÚ

2015

El trabajo de investigación está dedicado a mis padres: René León y Reyna Arias, por su apoyo, consejos, comprensión y amor; me brindaron la mejor herencia, una carrera profesional llena de principios y valores.

A mis hermanos por estar siempre presentes, acompañándome para seguir adelante.

A mi hija Alexia, quien ha sido y es mi motivación, inspiración y felicidad.

Dirijo mi agradecimiento a mi asesor, el Mg. Sánchez Duránd, Eduardo Mauricio; quien con su conocimiento y asesoría permitió que este proyecto se llevara a cabo satisfactoriamente.

RESUMEN

En el presente estudio se evaluó el efecto hipoglucémico de la *Salvia hispánica L.* “Chía” en ratas hiperglucémicas inducidas.

Se utilizaron 12 ratas albinas machos de raza Sprague Dowley a los cuales se les indujo la hiperglucemia en sangre por siete días. Luego fueron separadas en 3 grupos (A, B y C). El grupo A, grupo control sin tratamiento, el grupo B y el grupo C fueron tratados con la semilla de Chía roja y negra respectivamente. El tratamiento tuvo una duración de 9 semanas. Después se procedió a extraer las muestras de sangre de la cola de las ratas para medir el nivel de glucemia en sangre al inicio y final del experimento.

Se encontró que en el plazo en estudio La *Salvia hispánica L.* “Chía” variedad roja, no produce un efecto hipoglucémico en ratas hiperglucémicas inducidas, solo se percibe una tendencia de reducción.

Palabras claves: *Salvia hispánica L.*, síndrome metabólico, hiperglucemia, hipoglucemia, diabetes.

ABSTRACT

In the present study the hypoglycemic effect of *Salvia hispanica L.* "Chia" in induced hyperglycemic rats was evaluated.

12 male albino rats of Sprague Dawley to which were induced hyperglycemia in blood for seven days were used. Then they were separated into 3 groups (A, B and C). Group A, untreated control group, group B and group C were treated with Chia seed red and black respectively. The treatment lasted nine week. He then proceeded to extract blood samples from the tail of the rats to measure the blood glucose level at the beginning and end of the experiment. We found that in the period under study Hispanic *Salvia L.* "Chia" red variety produces a hypoglycemic effect induced hyperglycemic rats, only one perceived downward trend.

Palabras claves: *Salvia hispanica L.*, metabolic syndrome, hyperglycemia, hypoglycemia, diabetes.

ÍNDICE

CARÁTULA.....	I
DEDICATORIA.....	II
AGRADECIMIENTOS.....	III
RESUMEN.....	IV
ABSTRACT	V
ÍNDICE DE TABLAS.....	X
INDICE DE FIGURAS.....	XI
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	XII
LISTA DE ABREVIATURAS.....	XIII
INTRODUCCIÓN.....	XIV
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	
1.1 Descripción de la realidad problemática.....	15
1.2 Formulación del Problema.....	16
1.3 Objetivos de la Investigación.....	17
1.3.1 Objetivo General.....	17
1.3.2 Objetivos Específicos.....	17
1.4 Hipótesis de la Investigación.....	17
1.4.1 Hipótesis General	17
1.4.2 Hipótesis Secundarias.....	17
1.5 Justificación e importancia de la investigación.....	18

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1	Antecedentes de la investigación.	19
2.1.1	Antecedente Internacional.....	19
2.1.2	Antecedente Nacional.....	20
2.2	Bases teóricas.....	21
2.2.1	Chía.....	21
2.2.1.1	Origen.....	21
2.2.1.2	Antecedentes Históricos.....	21
2.2.1.3	Ubicación Sistemática.....	22
2.2.1.4	Descripción Botánica.....	23
2.2.1.5	Distribución Geográfica y Producción.....	25
2.2.1.6	Variedades de Chía.....	26
2.2.1.7	Composición Química de las semillas de Chía.....	28
2.2.1.8	Propiedades Medicinales.....	29
2.2.1.9	Usos y Aplicaciones.....	30
2.2.1.10	Dosificación.....	33
2.2.1.11	Modo de Preparación.....	33
2.2.2	Diabetes.....	34
2.2.2.1	Definición.....	34
2.2.2.2	Clasificación de Diabetes.....	34
2.2.2.3	Diferencias entre la Diabetes tipo 1 y tipo 2.....	36
2.2.2.4	Diagnóstico de Hiperglucemia.....	38
2.2.2.5	Tratamiento de la Diabetes Mellitus.....	40

2.2.2.6 Antidiabéticos Orales.....	41
------------------------------------	----

CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO

3.1	Tipo de la investigación.....	45
3.1.1	Método:	45
3.1.2	Técnica:	45
3.1.3	Lugar y Fecha	45
3.1.4	Diseño.....	46
3.2	Técnicas e Instrumentos.....	46
3.2.1	Diseño experimental.....	46
3.2.2	Inducción a la Hiperglucemia.....	49
3.2.2.1	Preparación de la dieta.....	49
3.2.2.2	Preparación del extracto acuoso.....	50
3.2.2.3	Tratamientos aplicados para evaluar el efecto hipoglucémico de la Chía.....	52
3.2.2.4	Determinación de la concentración de glucosa en sangre..	54
3.2.3	Fórmulas para el análisis de variación porcentual.....	57
3.2.4	Análisis de datos.....	58
3.2.5	Materiales y Equipos.....	58
3.2.5.1	Materiales Biológicos.....	58
3.2.5.2	Equipos.....	58
3.3	Población y Muestreo de la Investigación.....	59
3.3.1	Población.....	59
3.3.2	Muestra.....	60

3.4	Variables e Indicadores.....	60
-----	------------------------------	----

CAPÍTULO IV: PRESENTACIÓN, ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

4.1	Resultados	61
4.1.1	Evaluación del peso corporal.....	61
4.2	Análisis e interpretación de resultados.....	65
4.2.1	ANOVA.....	65
	DISCUSIÓN.....	67
	CONCLUSIONES.....	69
	RECOMENDACIONES.....	70
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	71
	GLOSARIO.....	73
	ANEXOS.....	74

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N°1: Ubicación sistemática.....	22
Tabla N°2: Características de la localización de los sitios de cultivo de la Chía..	26
Tabla N°3: Energía y composición centesimal correspondiente a granos.....	29
Tabla N°4: Principales diferencias entre diabetes tipo1 y tipo 2.....	37
Tabla N°5: Criterios para el diagnóstico de glucosa y diabetes.....	39
Tabla N°6: Tratamientos para evaluar el efecto hipoglucemiante.....	52
Tabla N°7: Variable Independiente.....	60
Tabla N° 8: Variable Dependiente.....	60
Tabla N° 9: Evolución del peso corporal del efecto de la chía en ratas diabéticas	75
Tabla N°10: Variación porcentual del peso corporal.....	76
Tabla N°11: Efecto hipoglucémico de la Chía en ratas hiperglucémicas.....	77
Tabla N°12: Porcentaje de disminución del nivel de glucosa al administrar la Chía.....	78
Tabla N° 13: Comparación de varianza del nivel de glucosa del efecto de la chía	79

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N°1: Cultivo de Chía y su inflorescencia.....	23
Figura N°2: Semilla de Chía.....	24
Figura N°3: Variedades de Chía.....	27
Figura N°4: Jaulas especiales para roedores.....	47
Figura N°5: Control del peso diario para roedores.....	49
Figura N°6: Preparación del extracto acuoso de la Chía.....	51
Figura N°7: Tratamientos con Chía.....	53
Figura N°8: Glucómetro digital NIPRO.....	55
Figura N°9: Obtención de muestra de sangre para medición del perfil de glucemia.....	56

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico N°1: Evolución del peso corporal en gramos al evaluar el efecto de la Chía sobre ratas hiperglucémicas inducidas.....	61
Gráfico N°2: Variación porcentual entre el peso inicial y final en ratas hiperglucémicas tratadas con Chía.....	62
Gráfico N°3: Variación de la concentración de glucosa en sangre en los tres tratamientos.....	63
Gráfico N°4. Porcentaje de disminución del nivel de glucosa en sangre al administrar la Chía en ratas diabéticas inducidas.....	64

LISTA DE ABREVIATURAS

DM: Diabetes Mellitus

OMS: Organización Mundial de la Salud

AGE: Ácidos Grasos Esenciales

ADA: Asociación Americana de Diabetes

ALAD: Asociación Latinoamericana de Diabetes

SEE: Sociedad Ecuatoriana de Endocrinología

DM1: Diabetes Mellitus tipo 1

DM2: Diabetes Mellitus tipo 2

DG: Diabetes Gestacional

GAA: Glucemia en ayunas alteradas

ITG: Intolerancia a la Glucosa

PTOG: Prueba de Tolerancia Oral a la Glucosa

INS: Instituto Nacional de Salud

ANOVA: Análisis de Varianza

INTRODUCCIÓN

La *Salvia hispánica L.*, Chía es una planta herbácea anual que pertenece a la familia Labiaceae, es conocida por ser una excelente fuente de proteína, ácidos grasos poliinsaturados, fibra, minerales y vitaminas; lo cual es útil para tratar enfermedades y sintomatologías como diabetes, hipercolesterolemia, estrés, artritis, asma, afecciones cardiovasculares y pulmonares, entre otras.

En el Perú, los casos de diabetes se han ido incrementando en paralelo con la obesidad y el sedentarismo; por ello, las personas con esta enfermedad muestran una esperanza de vida reducida, si no se controlan adecuadamente.

Esta investigación tiene como objetivo evaluar el efecto hipoglucémico de la *Salvia hispánica L.* “Chía” en sus variedades roja y negra, en ratas hiperglucémicas inducidas.

Para esto se utilizó un grupo de 12 ratas albinas machos inducidos con altos niveles de glucosa, las mismas que fueron separadas en 3 grupos: A, B y C. El grupo A fue el grupo control sin tratamiento, los grupos B y C fueron, a su vez, tratados con Chía roja y negra respectivamente.

Por tal motivo se evaluó la utilidad de esta semilla para así poder aplicarla en la medicina; y de ser factible, para disponer información científica de tal beneficio.

CAPÍTULO I:

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Descripción de la Realidad Problemática

Actualmente, se observa una gran abundancia de casos patológicos relacionados a desórdenes metabólicos; entre ellos el que predomina es la diabetes, siendo esta la principal causa de enfermedad y muerte temprana en las personas, lo que ya se ha convertido en un problema de salud a nivel mundial.¹

En un estudio realizado por la Organización Mundial de la Salud (OMS) en el año 2005, se reportó una prevalencia de 170 – 194 millones de casos de Diabetes Mellitus (D.M) en todo el mundo y se concluyó que esta cifra estimada sobrepasará los 300 millones de casos para el año 2025.²

En investigaciones realizadas en México, Argentina y EE.UU se concluyó que la semilla de Chía es una importante fuente de ácidos grasos omega 3, proteínas, fibras dietéticas y antioxidantes. Su incorporación en la dieta se estima que permite disminuir el riesgo de enfermedades coronarias, que ayuda a reforzar el sistema nervioso, regula el tránsito intestinal, lo que a su vez previene la obesidad, el cáncer de colon, y reduce los niveles de colesterol y glucosa en sangre.³

Hoy en día no existen investigaciones ni informaciones científicas que comparen puntualmente el efecto hipoglucemiante de Chía en sus variedades roja y negra, sin embargo, es notorio el incremento del consumo de esta especie en todas sus variedades atribuyéndoles indistintamente beneficios no corroborados.

1.2 Formulación del Problema

¿La *Salvia hispánica* L. “Chía” producirá el efecto hipoglucémico en ratas hiperglucémicas inducidas?

Problemas Específicos:

¿La *Salvia hispánica* L. “Chía” variedad roja producirá el efecto hipoglucémico en ratas hiperglucémicas inducidas?

¿La *Salvia hispánica* L. “Chía” variedad negra producirá el efecto hipoglucémico en ratas hiperglucémicas inducidas?

1.3 Objetivos de la Investigación

1.3.1 Objetivo General

- Evaluar el efecto hipoglucémico de la *Salvia hispánica L.* “Chía” en ratas hiperglucémicas inducidas.

1.3.2 Objetivos Específicos

- **O.E.1.** Evaluar el efecto hipoglucémico de la *Salvia hispánica L.* “Chía” variedad roja en ratas hiperglucémicas inducidas.
- **O.E.2.** Evaluar el efecto hipoglucémico de la *Salvia hispánica L.* “Chía” variedad negra en ratas hiperglucémicas inducidas.

1.4 Hipótesis de la Investigación

1.4.1 Hipótesis General

- La *Salvia hispánica L.* “Chía” produce un efecto hipoglucémico en ratas hiperglucémicas inducidas.

1.4.2 Hipótesis Secundarias

- **H.S.1:** La *Salvia hispánica L.* “Chía” variedad roja produce un efecto hipoglucémico en ratas hiperglucémicas inducidas.
- **H.S.2:** La *Salvia hispánica L.* “Chía” variedad negra produce un efecto hipoglucémico en ratas hiperglucémicas inducidas.

1.5 Justificación e Importancia de la Investigación

Actualmente el uso de plantas medicinales está retomando presencia en los mercados locales. Este fenómeno incluye a aquellos principios utilizados en el tratamiento de la diabetes; se sabe que muchos diabéticos recurren a fuentes naturales como un medio alternativo para el tratamiento de esta cruel enfermedad.

Así, en los últimos tiempos se ha hablado mucho de la semilla *Salvia hispánica* L. "Chía" a la que se le atribuyen diferentes propiedades terapéuticas como antioxidante, antiagregante plaquetario, antiinflamatorio, laxante, hipotensor, hipocolesterolemizante, hipoglucemiante, vitamínico y proteico, entre otras. Sin embargo, no se tiene la suficiente información con respecto de la eficiencia de las distintas variedades de la Chía (negra, roja, amarilla, blanca, etc).

Por esta razón en esta investigación ha comparado el efecto hipoglucémico de la Chía en sus variedades roja y negra en ratas hiperglucémicas inducidas con la finalidad de dar un aporte al conocimiento de la población al momento de sustituir los medicamentos sintéticos de elevados costos en el mercado por esta especie redescubierta.

Este trabajo ha tenido como finalidad evaluar en qué medida la Chía en sus variedades roja y negra disminuyen los niveles de glucosa en sangre para que puedan ser utilizadas con seguridad por la población.

CAPÍTULO II:

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes

2.1.1 Antecedentes Internacionales

En el estudio **LA SEMILLA DE SALBA (*Salvia hispánica L.*) DIETARIA PREVIENE LA ESTEATOSIS HEPÁTICA Y DISLIPIDEMIA INDUCIDA EN RATAS NORMALES POR UNA DIETA RICA EN SACAROSA**, (2011) realizada por Rossi. A, Oliva. M, Ferreira. M, Chicco. A, Lombardo. Y; investigaron sobre los efectos de reemplazar el aceite de maíz (fuente de grasa) por la semilla de Chía en una dieta rica en sacarosa. Las ratas recibieron un tratamiento por 3 semanas con las dietas mencionadas y se observó que disminuyeron parcialmente los niveles de glucosa en sangre.⁴

En el artículo de investigación realizada por Vuksan V, Whitham D, Sievenpiper J.L, Jenkins A, Rogovik A, Bazinet R, Vidgen E, Hanna A (2007) **SUPPLEMENTATION OF CONVENTIONAL THERAPY WITH THE NOVEL GRAIN SALVA (*Salvia hispánica L.*) IMPROVES MAJOR AND EMERGING CARDIOVASCULAR RISK FACTORS IN TYPE 2 DIABETES**, hace referencia a un estudio a largo plazo en personas diabéticas de tipo 2 a quienes se les administró *Salvia*

hispánica L. en el cual concluye que el consumo de 37 g de esta semilla ayudó a disminuir notablemente el nivel de glucosa en sangre y logró reducir la presión arterial sistólica en los pacientes.⁵

2.1.2 Antecedente Nacional

En el estudio **EFFECTO HIPOLIPÉMICO Y ANTIOXIDANTE DE *Lepidium meyenii W.* EN RATAS**, realizada por Oré Sifuentes, María (2008) su metodología consistió en emplear 30 ratas albinas machos con un peso promedio de 200-250 g los cuales fueron divididos en 5 grupos, 1 grupo de control positivo al cual se le indujo el incremento de colesterol y 4 grupos utilizando los diferentes tipos de maca (amarilla, negra, roja y morada). Luego fueron sometidas a un tratamiento que duró 60 días y por último se recolectó las muestras de sangre para medir los parámetros bioquímicos y la capacidad antioxidante.⁶

2.2 Bases Teóricas

2.2.1 Chía

2.2.1.1 Origen

Salvia hispánica L. es una especie originaria de Mesoamérica cuya diversidad genética se presenta en la vertiente del Océano Pacífico, es nativa de las áreas montañosas del oeste y centro de México.⁷

2.2.1.2 Antecedentes Históricos

Existen evidencias que demuestran que la semilla de Chía fue utilizada como alimento hacia el año 3500 a.C, siendo cultivada en el valle de México, entre los años 2600 y 900 a.C, por las civilizaciones teotihuacanas y toltecas. Además fue uno de los principales componentes de la dieta de los aztecas junto con la quinua, el amaranto, el maíz y cierta variedad de porotos.

Antiguamente, la Chía era utilizada como materia prima para la elaboración de medicinas, alimentos y pinturas; se usó como ofrendas para los dioses durante las ceremonias religiosas. Sin embargo, con la llegada de los españoles, las tradiciones, el sistema de comercialización y su agricultura intensiva fueron

destruidos.

2.2.1.3 Ubicación Sistemática

En la tabla N° 1, se muestra la ubicación sistemática a la que pertenece la semilla de la Chía.⁸

TABLA N°1: UBICACIÓN SISTEMÁTICA

UBICACIÓN SISTEMÁTICA	
Reino	Vegetal o plantae
División	Magnoliophyta o Angiospermae
Clase	Magnoliosida o Dicotyledoneae
Orden	Lamiales
Familia	Lamiaceae
Subfamilia	Nepetoideae
Género	<i>Salvia</i>
Especie	<i>hispánica</i>

FUENTE: Di Sapio, 2008

2.2.1.4 Descripción Botánica

La Chía *Salvia hispánica* L. de la familia de las labiadas, herbácea, anual, de 1 a 1.50 metros de altura, tallos cuadrangulares, acanalados, vellosos, sus hojas son opuestas con bordes aserrados de 8 a 10 cm de longitud y 4 a 6 cm de ancho. Sus flores son hermafroditas, púrpuras o blancas, pedunculadas y se encuentran reunidas en grupos de seis o más en ramilletes terminales.

En la figura N° 1, se muestra el cultivo de la Chía y su inflorescencia

FIGURA N° 1: CULTIVO DE CHÍA (IZQUIERDA) E INFLORESCENCIA (DERECHA) DE CHÍA (*Salvia hispánica* L.)

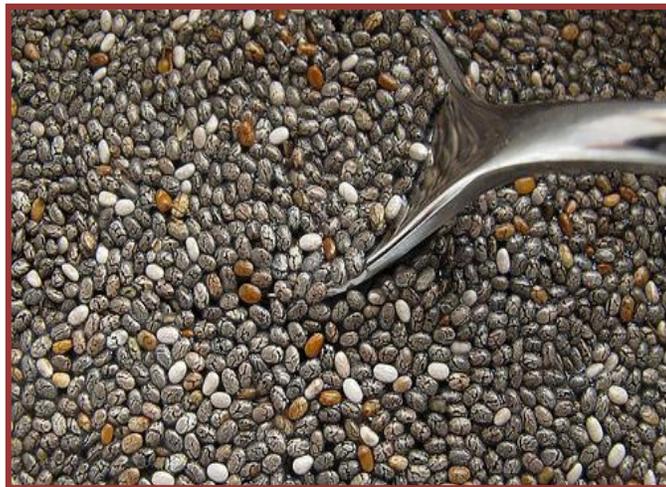


FUENTE: Di Sapio, 2008

El fruto, al igual que otras especies de la familia Laminaceae, es un esquizocarpo consistente en lóculos indehiscentes que se separan para formar 4 mericarpios parciales denominados núculas, comúnmente conocidos como semillas, los cuales son monospermos, ovales, suaves y brillantes, de color pardo grisáceo con manchas irregulares marrones en su mayoría y algunos blancos.

En la figura N° 2, se muestra la semilla de la Chía, de forma oval y color grisáceo.

FIGURA N° 2: SEMILLA DE CHÍA



FUENTE: Guiotto y Col., 2011

2.2.1.5 Distribución Geográfica y Producción

Actualmente, a nivel comercial la chía se cultiva en Argentina, México, Bolivia, Guatemala, Ecuador y Australia. En países donde las condiciones climáticas no permiten la realización del cultivo a campo (ej. Gran Bretaña), las semillas se siembran en un invernadero durante los meses de marzo y abril. La germinación tarda un lapso de dos semanas y las plántulas se trasplantan cuando tienen la altura suficiente para ser colocadas en macetas individuales y luego a tierra firme desde finales de la primavera hasta principios del verano.⁹

En la tabla N° 2, se muestra las características de la localización de los países donde se cultivan la semilla de chía.

**TABLA N° 2: CARACTERÍSTICAS DE LA LOCALIZACIÓN DE LOS
SITIOS DE CULTIVO DE LA CHÍA**

PAIS	Localidad	Elevación	T°	Precipitación	Ciclo de cultivo
Argentina	El carril	1170	17	560/390	150
Bolivia	Santa Cruz	437	24	1141/566	150
Colombia	La Unión	920	15	1118/341	90
México	México	2259	15	579/470	150
Perú	Ica	396	21	3/1	150

FUENTE: Ayerza y Coates, 2005.

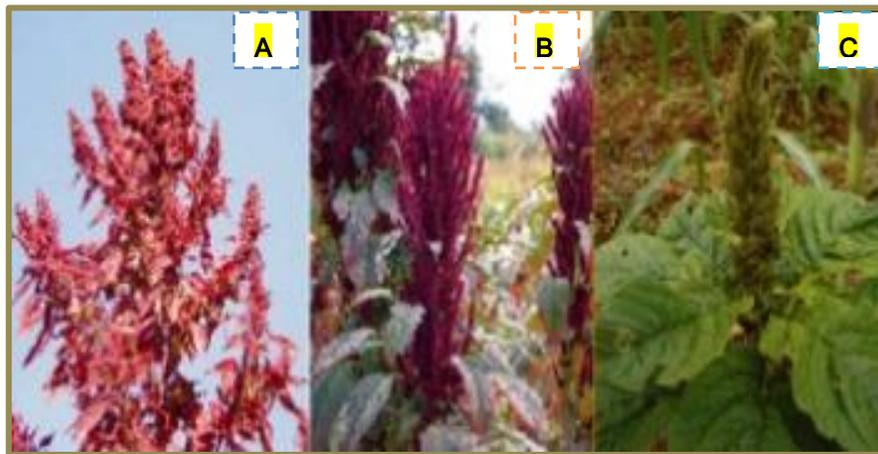
2.2.1.6 Variedades de Chía

Actualmente, en la región lacustre del Lago de Pátzcuaro, existen tres variedades: Chía roja (*Chenopodium berlandieris* sp. Nuttalliae), la Chía blanca (*Amaranthus hypochondriacus* raza Azteca) y Chía negra o prieta (*Amaranthus*

hypochondriacus raza Mixteca) denominadas así por el color de su semilla. Son pseudocereales nativos de México.¹⁰

En la figura N° 3, se muestra las diferentes variedades de la Chía: **A)** Chía roja, **B)** Chía blanco o amaranto, **C)** Chía negra o amaranto

FIGURA N°3: VARIEDADES DE CHÍA A) CHÍA ROJA (*Chenopodium berlandieri* sp), B) CHÍA BLANCA O AMARANTO (*Amaranthus hypochondriacus* RAZA AZTECA), C) CHÍA NEGRA O AMARANTO (*Amaranthus hypochondriacus* RAZA MIXTECA).



FUENTE: Ayerza y Coates (2006)

2.2.1.7 Composición Química de las Semillas de Chía

En la tabla N° 3, se muestra la composición de las semillas de Chía y la correspondiente a los cinco cereales de mayor importancia a nivel mundial (arroz, cebada, avena, trigo, maíz). También se observa que el contenido de lípidos y fibra, así como la energía que aporta la semilla de Chía son mayores que los demás granos. La Chía es conocida principalmente como una fuente de ácidos grasos esenciales omega-3, además aporta elevados niveles de fibra dietética, compuestos fenólicos, proteínas, minerales y vitaminas como A,D,E y K.

**TABLA N°3: ENERGÍA Y COMPOSICIÓN CENTESIMAL
CORRESPONDIENTE A DIVERSOS GRANOS**

Grano	Energía Kcal/100g	Proteínas	Lípidos	Carbohidratos	Fibra	Cenizas
%						
Arroz	358	6,5	0,5	79,1	2,8	0,5
Cebada	354	12,5	2,3	73,5	17,3	2,3
Avena	389	16,9	6,9	66,3	10,6	1,7
Trigo	339	13,7	2,5	71,1	12,2	1,8
Maíz	365	9,4	4,7	74,3	3,3	1,2
Chía	550	19-23	30-35	9-41	18-30	4-6

FUENTE: Ayerza y Coates, 2006

2.2.1.8 Propiedades Medicinales

Las propiedades de la Chía se han atribuido a su contenido nutricional, principalmente por su alto contenido en ácidos grasos poliinsaturados, fibras y antioxidantes.

Los efectos benéficos de la Chía en la prevención o tratamiento de enfermedades, entre los cuales se menciona que fue utilizada por los aztecas como parte de la medicina

tradicional en México, entre estos efectos se pueden mencionar como: antiagregante plaquetario, antiinflamatorio, antimutagénico, anticarcinogénico y antitumoral, laxante, hipotensor, ayuda en la regulación de los niveles de colesterol, reduce los niveles de los triglicéridos y mantiene los niveles de azúcar en la sangre.

La semilla de Chía también se asocia con la actividad antiinflamatoria, antiviral y antibacterial.¹¹

2.2.1.9 Usos y Aplicaciones

Gel: Las semillas de Chía tienen una capa de gel, cuando una cucharada de té de Chía es revuelta en un vaso de agua y dejada por 30 minutos, se formará como una gelatina sólida. Este gel o gelatina se crea debido a la fibra soluble que contiene. Investigadores creen que este mismo gel es el fenómeno que ocurre en el estómago cuando la comida contiene este tipo de fibra pegajosa conocida como mucílagos.

El gel creado, cuando es ingerido, hace una barrera física, que divide las enzimas digestivas de los carbohidratos, esto hace una lenta conversión de carbohidratos en azúcar, por ello, tiende a hacer una digestión lenta y mantiene los niveles de azúcar en la sangre, el cual puede ser útil en la prevención y

control de la diabetes.

La Chía remojada es mejor absorbida y digerida, esto significa un rápido transporte a los tejidos para ser usada por las células. Esta eficiente asimilación hace que la Chía sea muy efectiva cuando se toma, por consiguiente, facilita el crecimiento y la regeneración de tejidos durante el embarazo y lactancia, ayuda a regenerar músculos para los atletas y físico-culturistas.

Harina de Chía: El consumo directo de las semillas de Chía es una buena forma de beneficiarse con su aporte de omega-3, incluso tras ser prensada para generar aceite y su empleo en forma de harina, llamada así semilla parcialmente desgrasada.

La riqueza nutricional de la chía, la convierte en un ingrediente ideal para adicionarla a productos de panificación y para preparaciones culinarias y bebidas.

También, es utilizada como ingrediente para hacer pan, barras energéticas, suplementos dietéticos, en dietas de aves para producción de huevos y carne y en dietas de vacas lecheras, entre otros.

Aceite: la Chía puede utilizarse a través del aceite de sus semillas, cultivadas en forma orgánica, prensadas en frío y sin

proceso de refinado. Más aún, por su alto contenido de omega-3, bastaría con ingerir apenas unos gramos de aceite (una cucharadita) en crudo, a fin de cubrir las necesidades diarias de ácido linolénico. Dada la baja proporción de omega-6 en su composición, la mezcla con aceite de girasol permite obtener un equilibrado suplemento de AGE (Ácidos Grasos Esenciales), con la relación ideal entre los omegas 6 y 3 de 4 a 1. Son aceites para consumir en frío y sin proceso alguno de cocción, a fin de preservar sus delicados principios nutricionales.

El aceite obtenido de la semilla de Chía no tiene ni produce olor a pescado por lo que el consumo de los productos obtenidos o realizados con la semilla de chía no necesitan un empaque y condiciones de almacenamiento especiales para prevenir incluso, los menores cambios ocasionados por el medio ambiente haciendo que los antioxidantes naturales sustituyan el uso de estabilizadores artificiales; haciendo de este, un cultivo sustentable y ecológico y convirtiendo a la semilla o cualquiera de sus derivados en materia prima ideal para enriquecer una gran diversidad de productos, gracias a su composición química y su valor nutricional.

2.2.1.10 Dosificación

La semilla de Chía, dependiendo de lo que se desee conseguir, puede ser consumida en dos formas, para prevenir y mantener los niveles de colesterol, lo recomendado es el consumo de 5 gramos. De semilla de Chía al día. Por otro lado si lo que se desea es reducir el nivel de colesterol presente en las arterias, lo que se requiere es un consumo mínimo de 25 grs. De semilla de Chía por día.

La semilla de Chía puede ser ingerida en variadas formas, puede ser consumida como gel, dejándola remojar 20 a 30 minutos en agua. También puede ser consumida en jugos naturales, leche, yogurt, como aderezo para ensaladas, salsas, sopas, cremas, verduras, budines u omelettes, postres, panes y hasta entera o molida.

2.2.1.11 Modo de preparación

a) Semilla Chía Entera: En un vaso de agua, Jugos Naturales, Leche o Yogurt remojar por 30 minutos, hasta la formación de Gel o Mucílago, revolver antes de ingerir.

b) Semilla Chía Molida Instantánea: Es instantánea no requiere remojo previo y se absorbe con mayor rapidez en el organismo.

2.2.2 Diabetes

2.2.2.1 Definición

La diabetes mellitus es un trastorno endocrino metabólico complejo, en el que predomina una alteración del metabolismo de los hidratos de carbono por disminución de la secreción pancreática de insulina, disminución de la sensibilidad de los receptores periféricos a la hormona, o ambos factores.

La hiperglucemia mantenida predispone a poliuria, polidipsia, pérdida de peso, a veces polifagia, visión borrosa, mayor susceptibilidad a la infección y retardo del crecimiento en el niño. Además, puede complicarse con cetosis o con el síndrome hiperosmolar no cetósico.

2.2.2.2 Clasificación de la diabetes

La clasificación propuesta por el Comité de expertos de la Asociación Americana de Diabetes (ADA), por el comité asesor de la Organización Mundial de la Salud (OMS) y acogida por la Asociación Latinoamericana de Diabetes (ALAD) y por la Sociedad Ecuatoriana de Endocrinología (SEE), que se basa en su etiología y características fisiopatológicas es:

1. Diabetes Mellitus tipo 1 (DM1):

- Inmunomediada
- Idiopática

2. Diabetes Mellitus tipo 2 (DM2):

- Predominantemente insulino-resistente con deficiencia relativa de insulina.
- Predominantemente con un defecto secretor de la insulina, con o sin resistencia a la insulina.

3. Diabetes Gestacional (DG): Presente durante este periodo y afecta del 2 al 5% de mujeres embarazadas.

4. Otros tipos específicos de Diabetes Mellitus causados por: pancreatitis, hipertiroidismo, rubeola, citomegalovirus o inducida por sustancias químicas.

La Diabetes tipo 1, es la que requiere para su control de la administración diaria de insulina. Se presenta generalmente en forma brusca, y con mayor frecuencia en niños y adultos jóvenes. Se produce porque las células del páncreas encargadas de fabricar insulina, llamadas células B (células

beta β), detienen su trabajo o producen cantidades insuficientes de esta hormona. Esto lleva a que la glucosa en la sangre o glucemia, aumente a valores anormales, llegando a hiperglucemia.

La Diabetes tipo 2, se presenta habitualmente en adultos mayores de 40 años con sobrepeso. Es la forma más común, ya que el 90% de los diabéticos son no insulino dependiente. En este caso, la célula B produce insulina, pero el organismo no puede utilizarla, por esta razón, se llega también a la hiperglucemia.

2.2.2.3 Diferencias entre la diabetes tipo 1 y tipo 2

En la tabla N° 4, se muestra las diferencias entre la diabetes tipo 1, dependiente de insulina y diabetes tipo 2, no dependiente de insulina.

**TABLA N° 4: PRINCIPALES DIFERENCIAS ENTRE DIABETES TIPO 1 Y
TIPO 2**

	DEPENDIENTE DE INSULINA (TIPO 1)	NO DEPENDIENTE DE INSULINA (TIPO 2)
Edad de inicio	Antes de los 40 años	Después de los 40 años
Tendencia estacional	Otoño e invierno	Ninguna
Antecedentes familiares	Raro	Común
Inicio de síntomas	Aguda o subaguda	Lenta
Cetoacidosis metabólicas	Frecuente	Rara
Obesidad	Rara	Común
Insulina	Disminuida o no existe	Variable
Receptores de insulina	Normales	Variable
Remisión clínica	Breve después del tratamiento	Puede ser prolongada
Objetivo de la dieta	Sincronizar la dosis de insulina y la dieta	Reducción de peso, mantener los niveles de glucosa normal y evitar síntomas.

FUENTE: Amoroso, A Torres H, 2007

2.2.2.4 Diagnóstico de Hiperglucemia

Existen dos alteraciones de la homeostasia de la glicemia: Glucemia en ayunas alterada (GAA) e Intolerancia a la glucosa (ITG), términos actualmente denominados prediabetes, debido a su alta probabilidad de evolucionar hacia Diabetes Mellitus; son considerados como factores de riesgo cardiovasculares y de aterosclerosis, y cobran gran importancia su diagnóstico y tratamiento adecuados con el fin de revertirlas.

Glucemia en Ayunas Alterada (GAA): 101 a 125 mg/dl

Intolerancia a la Glucosa (ITG): 141 y 199 mg/dl, en examen realizado luego de dos horas post carga de glucosa.

Para su diagnóstico se pueden utilizar cualquiera de los siguientes criterios, los que son aplicados para todos los grupos de edad:

1) Síntomas de diabetes más una glucemia casual igual o mayor a 200 mg/dl. Casual se define como “cualquier hora del día sin relación con el tiempo transcurrido desde la última comida”. Los síntomas clásicos de diabetes incluyen poliuria, polidipsia y pérdida inexplicable de peso.

2) Glucemia en ayunas igual o mayor a 126 mg/dl. En ayunas se define como “un periodo sin ingesta calórica de por lo menos ocho horas”.

3) Glucemia igual o mayor a 200 mg/dl dos horas después de realizada una Prueba de Tolerancia Oral a la Glucosa (PTOG).

TABLA N°5: CRITERIOS PARA EL DIAGNÓSTICO DE TRASTORNOS DE LA REGULACIÓN DE LA GLUCOSA Y DIABETES MELLITUS

DIAGNÓSTICO	AYUNAS	2 HORAS POSTCARGA
Normal	Menor o igual a 100 mg/dl	Menor o igual a 140mg/dl
Glucemia de ayunas alterada (GAA)	101-125 mg/dl	-----
Intolerancia a la glucosa (ITG)	-----	141-199 mg/dl
Diabetes Mellitus	Igual o mayor a 126 mg/dl	Igual o mayor a 200 mg/dl

FUENTE: Amoroso, A Torres H., 2007

2.2.2.5 Tratamiento de la Diabetes Mellitus

a) Tratamiento No Farmacológico

El tratamiento no farmacológico de la Diabetes Mellitus comprende principalmente:

Un plan de alimentación, ejercicio físico y hábitos saludables; con el objeto de reducir el peso en la Diabetes Mellitus Tipo 2; lo que disminuye la glicemia, el perfil lipídico y la hipertensión arterial incrementando la sensibilidad a la insulina, es decir reduce los factores de riesgo cardiovascular.

b) Tratamiento Farmacológico de la DM1

En el tratamiento farmacológico, todos los pacientes con Diabetes Mellitus Tipo 1 son insulino dependientes para supervivencia; el tratamiento con insulina debe ser iniciado tan pronto como se realice el diagnóstico, para prevenir la descompensación metabólica y la cetoacidosis, usualmente dentro de las primeras 24 horas, si se demuestra cetonuria.

Existe una variedad de preparaciones de insulina que están disponibles actualmente, pero la terapia debe ser individualizada dependiendo de las necesidades específicas de cada paciente.

c) Tratamiento farmacológico de la DM 2

El tratamiento farmacológico está indicado en todo paciente con DM 2 que no haya logrado alcanzar las metas de control metabólico adecuado, a pesar de modificaciones correctas en cambios de estilo de vida. El tratamiento farmacológico es complementario y no suplementario a las medidas no farmacológicas y está dirigido a corregir las causas fisiopatológicas de la enfermedad, es decir la insulinoresistencia y la deficiencia de secreción de insulina.¹²

2.2.2.6 Antidiabéticos orales

Existen 6 grupos de fármacos orales:

a. Sulfoniureas

Su mecanismo de acción es complejo y se basa principalmente en el estímulo de la secreción pancreática de insulina, por lo que solo son eficaces cuando hay secreción endógena de esta hormona. Se recomienda iniciar en dosis bajas, que serán aumentadas paulatinamente, según la respuesta observada.

Están principalmente indicados en pacientes diabéticos no obesos, la reacción adversa más frecuente de las sulfoniureas es producir hipoglucemia, que en ocasiones requiere asistencia

médica por coma o convulsiones especialmente en personas mayores a 65 años.

b. Metiglitinidas

Son fármacos que actúan por estimulación directa de la liberación de insulina principalmente en la primera fase de secreción, por lo que su indicación principal es el control de las hiperglucemias postprandiales. Las reacciones adversas son las hipoglucemias no severas, cefalea y problemas gastrointestinales (diarrea).

c. Biguanidas

Su mecanismo de acción es inhibir la producción hepática de glucosa, disminuir la glucemia basal, no producen hipoglucemia. La principal indicación es su uso en pacientes con sobrepeso y obesos.

La metformina es la biguanida más disponible en el mundo, típicamente la monoterapia con esta biguanida no se acompaña de hipoglucemia y ha sido usado con seguridad en pacientes con prediabetes, el mayor efecto no glicémico es estabilizar el peso o una leve disminución de peso en relación a otros hipoglicemiantes orales.

d. Inhibidores de la Alfa Glucosamina

Su principal mecanismo de acción es retardar la absorción intestinal de glucosa. Las reacciones adversas fundamentales son: dispepsia, flatulencia y diarrea.

e. Tiazolidinedionas (Glitazonas)

Su mecanismo de acción es influir directamente en los mecanismos intracelulares dando insulinosensibilidad al tejido adiposo, hepático y músculo estriado, potencia la transcripción de los genes que son activados por la insulina, reduciendo el flujo de glucogenólisis, disminuyendo la lipólisis y liberando ácidos grasos no esterificados por lo que el hígado es el principal órgano blanco.

f. Potenciadores de Incretinas

Actúan aumentando los niveles circulantes de incretinas para reducir la glucosa sanguínea; es una estrategia para el tratamiento de la DM2.

Las incretinas son hormonas glucorreguladoras producidas en el intestino. Desempeñan un papel importante para modular las respuestas de las células de los islotes pancreáticos a la

ingestión de alimentos. Las incretinas potencian la secreción de insulina en las células beta del páncreas en respuesta a los niveles elevados de glucosa sanguínea que se presentan después de la ingestión de alimentos.¹³

CAPÍTULO III:

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1 Tipo de Investigación

3.1.1 Método

El presente estudio es de tipo inductivo, porque se estudió el posible efecto hipoglucémico de la chía en ratas hiperglucémicas; y deductivo porque este efecto también se observó en las personas que consumen la semilla.

3.1.2 Técnica

Correlacional, ya que se comparó el efecto hipoglucémico de las variedades roja y negra de la Chía.

Transversal, dado que la investigación tuvo una duración de dos meses.

3.1.3 Lugar y Fecha

Las pruebas fueron realizadas en un bioterio acondicionado para este experimento, ubicado en el distrito de Ate Vitarte, las evaluaciones se realizaron entre los meses de Enero – Marzo, 2015.

3.1.4 Diseño

Tipo experimental, debido a que se le indujo la hiperglucemia a un grupo de 12 ratas albinas machos por dos semanas, luego se separó en 3 tratamientos (A, B y C). El tratamiento A, grupo control sin suministro de Chía, los tratamientos B y C fueron tratados con la semilla de Chía roja y negra respectivamente.

El experimento tuvo una duración de 9 semanas.

Periódicamente cada dos semanas, se procedió a extraer las muestras de sangre de la cola de las ratas para medir el nivel de glucemia en sangre al inicio y final del experimento.

Los resultados fueron evaluados estadísticamente mediante un análisis de varianza haciendo uso del paquete estadístico SPSS versión 20, para determinar si existen diferencias significativas entre los tres tipos de tratamientos.

3.2 Técnicas e Instrumentos

3.2.1 Diseño Experimental

Se emplearon 12 ratas albinas machos Sprague - Dowley con un peso promedio 190 – 250 gramos procedentes del Instituto Nacional de Salud (Chorrillos), se acondicionaron en jaulas individuales en el bioterio de acuerdo al tratamiento (Figura N° 4).

FIGURA Nº 4: JAULAS ESPECIALES PARA ROEDORES



FUENTE: Elaboración Propia, 2015

Las ratas fueron pesadas al inicio, y luego cada 2 semanas del experimento (Figura N° 5), se les controló el alimento que consumieron durante las 9 semanas del experimento (Enero -Marzo) y se les realizó mediciones del perfil glucémico del ápice de la cola de los roedores, para determinar los valores basales.

Las ratas estuvieron sometidos a las siguientes condiciones ambientales: Temperatura promedio 22°-25°C y una humedad promedio del 75%.

Se les suministró diariamente 30 g del extracto de chía y agua *ad libitum*.

Se trabajó con 3 grupos seleccionando aleatoriamente 4 roedores por cada tratamiento:

Grupo 1: Ratas diabéticas (grupo control)

Grupo 2: Ratas diabéticas + Chía roja

Grupo 3: Ratas diabéticas + Chía negra

FIGURA Nº 5: CONTROL DEL PESO DIARIO DE LOS ROEDORES



FUENTE: Elaboración Propia, 2015

3.2.2 Inducción a la Hiperglucemia

3.2.2.1 Preparación de la Dieta

Se utilizó una dieta preparada por el Instituto Nacional de Salud (I.N.S), Chorrillos, cuya composición es la siguiente:

- Proteína 17% mínimo,
- Grasa 3.0% mínimo,
- Fibra 6.1% mínimo,
- Humedad 14.0% máximo y

- Ceniza 10.0% máximo.

A todas las dietas se les adicionó un 3% de alimentos ricos en azúcares refinadas y grasas (dieta hiperglucémica). La inducción tuvo una duración dos semanas, posteriormente se les suministró los tratamientos con el extracto de Chía de las variedades roja y negra.

3.2.2.2 Preparación del extracto acuoso de la Chía

Se pesaron 15 gramos de semilla de Chía de las variedades roja y negra y se añadió 250 ml de agua destilada; posteriormente, se sometió al reposo durante 30 min (Figura 6), el extracto se administró a los animales de experimentación al inicio de la tercera semana hasta el final del experimento en dos dosis, de acuerdo a los tratamientos para evaluar el efecto hipoglucemiante del extracto acuoso de la Chía; con el objetivo de validar la preparación que realizan las personas de la ciudad de Lima, que la consume como parte de su dieta.

FIGURA Nº 6: Preparación del extracto acuoso de la Chía (variedades roja y negra) a) pesar 15 gramos de chía b) agregar 250 ml agua destilada c) dejar reposar por 30 minutos.



FUENTE: Elaboración Propia, 2015

3.2.2.3 Tratamientos aplicados para evaluar del efecto hipoglucemiante de las variedades de la Chía

Para el estudio se escogieron dos de las muchas variedades de Chía (roja y negra).

En la tabla N° 6, se muestra los diferentes tratamientos para evaluar el efecto hipoglucemiante del extracto de Chía.

TABLA N° 6: TRATAMIENTOS PARA EVALUAR EL EFECTO HIPOGLUCEMIANTE

TRATAMIENTO	TIPO DE DIETA
Tratamiento A	Dieta normal
Tratamiento B	Dieta normal + Chía roja
Tratamiento C	Dieta normal + Chía negra

FUENTE: Elaboración Propia, 2015

En la Figura N° 7, se muestra a los roedores y a los diferentes tratamientos a los que fueron sometidas de acuerdo a la tabla N° 6.

FIGURA N° 7: Tratamientos con Chía



FUENTE: Elaboración Propia, 2015

3.2.2.4 Determinación de la concentración de glucosa en sangre

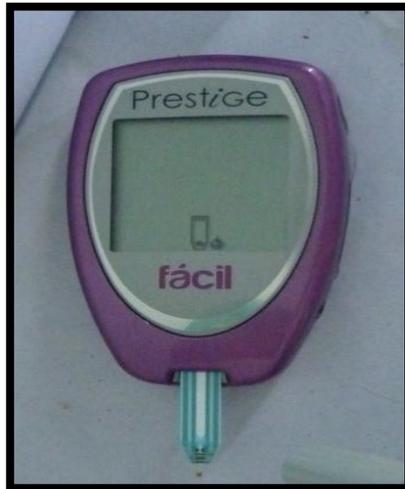
Los niveles de glucosa en sangre fueron determinados usando un glucómetro digital Prestige Fácil de la marca NIPRO Diagnostic (Figura N° 8) siguiendo las instrucciones adjuntas al equipo.

Las muestras de sangre fueron colectadas del ápice de la cola del animal desechando la primera gota y recibiendo la siguiente sobre la tira reactiva, y los valores obtenidos fueron expresados en mg/dl.

Las lecturas se tomaron:

- Antes del inicio del experimento se tomaron muestras de sangre del ápice de la cola de los roedores, para determinar los valores basales del perfil glucémico.
- Periódicamente cada dos semanas, se procedió a extraer las muestras de sangre de la cola de las ratas para medir el nivel de glucosa en sangre al inicio y final del experimento. (Figura N° 9)

**FIGURA Nº 8: GLUCÓMETRO DIGITAL PRESTIGE FÁCIL
NIPRO®**



FUENTE: Elaboración propia, 2015

**FIGURA Nº 9: OBTENCIÓN DE MUESTRA DE SANGRE
PARA MEDICIÓN DEL PERFIL GLUCÉMICO**



FUENTE: Elaboración Propia, 2015

3.2.3 Fórmulas para el Análisis de Variación Porcentual (%)

A) Variación Porcentual de Peso

$$\text{Variación \% de Peso} = \left[\frac{V_2 - V_1}{V_1} \right] \times 100$$

V_1 = Peso Inicial

V_2 = Peso Final

B) Variación Porcentual de la Concentración de Glucosa en Sangre

➤ Para el tratamiento B:

$$\text{Variación \% de la concentración de glucosa} = \left[\frac{A - B}{A} \right] \times 100$$

A = Tratamiento A, sin suministro de Chía

B = Tratamiento B, con suministro de Chía roja

➤ Para el tratamiento C:

$$\text{Variación \% de la concentración del perfil glucémico} = \left[\frac{A - C}{A} \right] \times 100$$

A = Tratamiento A, sin suministro de Chía

C = Tratamiento B, con suministro de Chía negra

3.2.4 Análisis de datos

Se utilizó el paquete estadístico SPSS versión 20, para determinar si existen diferencias significativas entre los tres tipos de tratamientos.

Se consideró que existe diferencias significativas cuando $p < 0,05$.

3.2.5 Materiales y Equipos

3.2.5.1 Materiales Biológicos:

- Las semillas de Chía de las variedades roja y negra, *Salvia hispánica L.* fueron obtenidos del mercado de Gamarra, del distrito de La Victoria, provincia de Lima, exportados del departamento de Ica.
- Se emplearon 12 ratas albinas machos Sprague- Dowley, de 3 meses de edad de la cepa Holtzman con un peso promedio (190-250 g \pm 10).

3.2.5.2 Equipos:

- Balanza analítica marca VALTOX digital
- Tiras reactivas Prestige Fácil
- Glucómetro digital Prestige Fácil marca NIPRO Diagnostic
- Jeringas hipodérmicas de 1ml

- Jaulas metálicas
- Recipientes metálicos
- Lancetas
- Alcohol
- Algodón
- Guantes
- Mascarilla
- Cofia
- Campo quirúrgico
- Bolsas
- Cámara fotográfica

3.3 Población y Muestreo de la Investigación

3.3.1 Población

Ratas albinas machos raza Sprague – Dawley

3.3.2 Muestra

A: 4 ratas hiperglucémicas

B: 4 ratas hiperglucémicas

C: 4 ratas hiperglucémicas

3.4 Variables e Indicadores

En las tablas N° 7 y 8 se muestran las variables independiente y dependiente respectivamente.

TABLA N° 7: Variable Independiente (X)

VARIABLE (X)	DIMENSIONES	INDICADOR
<i>Salvia hispánica L.</i> Semilla de Chía	Variedad	Variedad roja
		Variedad negra

FUENTE: Elaboración Propia, 2015

TABLA N° 8: Variable Dependiente (Y)

VARIABLE (X)	DIMENSIONES	INDICADOR
Perfil glucémico	Glucosa en sangre	70 – 100 mg/dl

FUENTE: Elaboración Propia, 2015

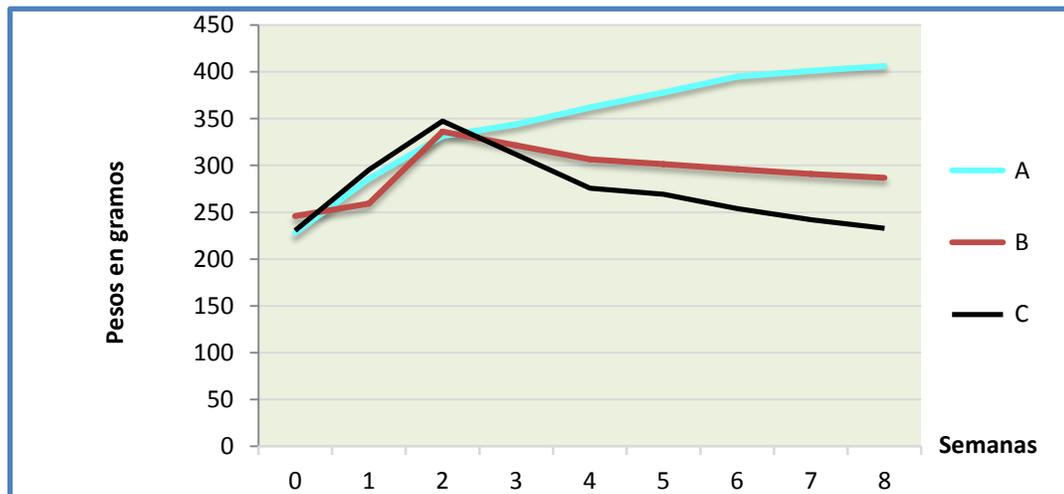
CAPÍTULO IV:

PRESENTACIÓN, ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

4.1 RESULTADOS:

4.1.1 Evaluación del Peso Corporal

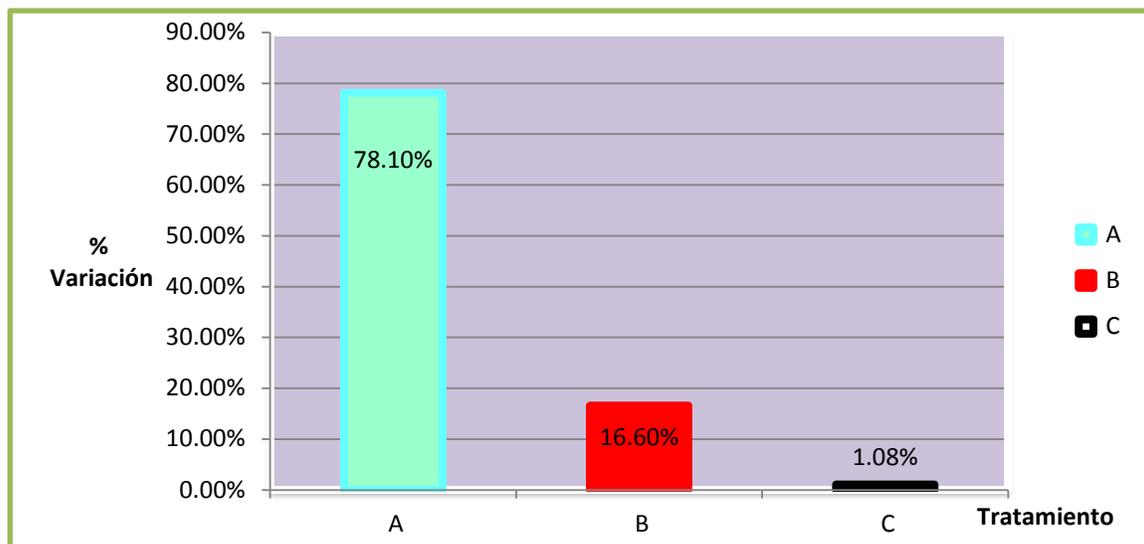
GRÁFICO N° 1: Evolución del Peso Corporal en gramos al Evaluar el Efecto de la Chía en ratas hiperglucémicas inducidas



FUENTE: Elaboración Propia, 2015

En el gráfico N° 1, se representa la evolución de los pesos en gramos de las ratas durante las 9 semanas del experimento en las que se aplicaron los tres tratamientos, obtenidos a partir de la tabla N° 9 (Anexo 2), donde se observó una disminución de peso corporal a partir de la 3ra y 4ta semana en el tratamiento B con 287 g., seguido del tratamiento C con 233 g., y un incremento en el tratamiento A con 406 g.

GRÁFICO N°2: Variación porcentual entre el peso inicial y final en ratas hiperglucémicas tratadas con Chía



FUENTE: Elaboración propia, 2015

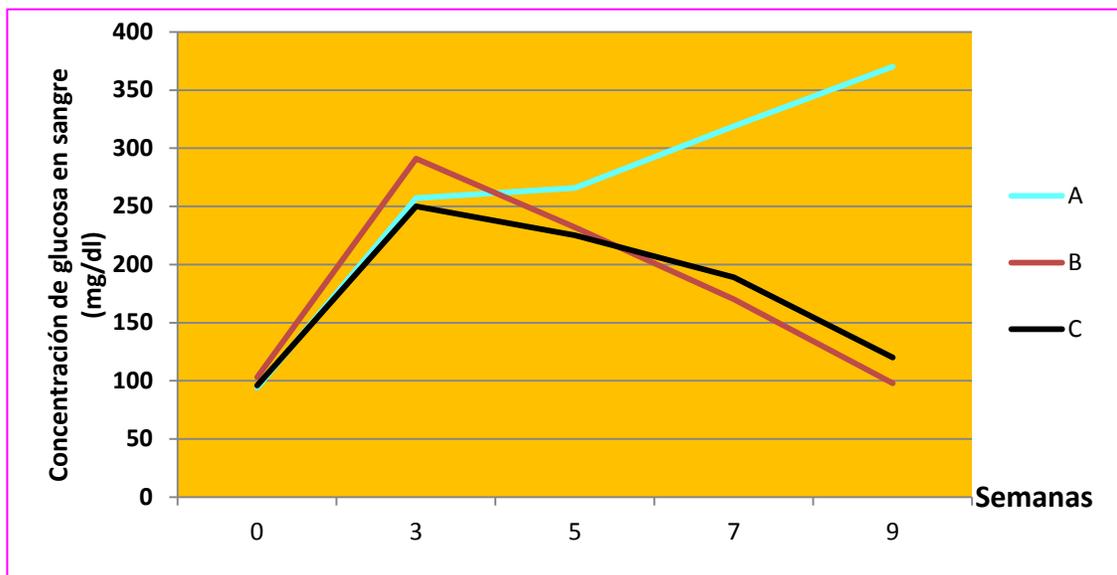
A = Tratamiento sin suministro de Chía

B = Tratamiento con suministro de Chía roja

C = Tratamiento con suministro de Chía negra.

En el gráfico N° 2, se muestra la variación porcentual de los pesos inicial y final de las ratas a lo largo de las 9 semanas del tratamiento, obtenidos a partir de la tabla N° 10 (Anexo 3) donde se observa un mayor porcentaje el tratamiento A con 78,1%, seguido del tratamiento B con 16,6% y finalmente el tratamiento C con 1.08%.

GRÁFICO N° 3: Variación de la concentración de glucosa en sangre en los tres tratamientos en ratas hiperglucémicas inducidas

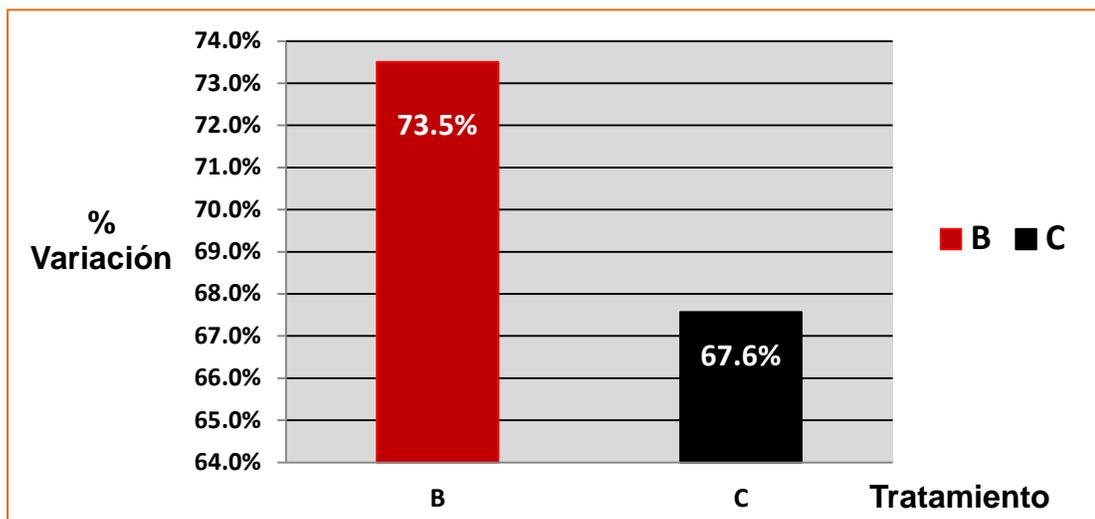


FUENTE: Elaboración Propia, 2015

A = Tratamiento sin suministro de Chía, **B** = Tratamiento con suministro de Chía roja, **C** = Tratamiento con suministro de Chía negra.

En el gráfico N° 3, se muestra la variación de la concentración de glucosa en sangre en los tres tratamientos en ratas hiperglucémicas inducidas, obtenidas a partir de la tabla N° 11 (Anexo 4), donde se observa a partir de la 3ra semana una disminución de la concentración de glucosa en sangre, en las ratas de los tratamientos B y C (tratamiento con suministro de Chía roja y negra respectivamente), efecto que no se observa en las ratas del tratamiento A; las mismas que, por el contrario muestran un incremento sostenido en la concentración de colesterol en sangre, cifra que llegó alcanzar los 370 mg/dl.

GRÁFICO N° 4: Porcentaje de disminución del nivel de glucosa en sangre al administrar la chía en ratas hiperglucémicas inducidas.



FUENTE: Elaboración Propia, 2015

B= Tratamiento con suministro de Chía roja, **C=** Tratamiento con suministro de Chía negra.

En el gráfico N° 4, se muestra la variación porcentual de la concentración de glucosa en sangre en los tratamientos B y C suministrados con Chía en ratas hiperglucémicas inducidas, datos obtenidos a partir de la tabla N° 12 (Anexo 5) donde se observó un mayor porcentaje el tratamiento B con 73,51 %, seguido del tratamiento C con 67,57 %.

4.2 ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

4.2.1 ANOVA

En la tabla 13, se muestra las comparaciones de varianza de los datos de la concentración de glucosa en sangre obtenidas a partir de la tabla N°13 (Anexo 5), al evaluar el efecto de la Chía en ratas hiperglucémicas inducidas, con el cual se practicó el siguiente análisis:

$$H_0: \mu_1 = \mu_2 = \mu_3$$

$$H_a: \mu_1 \neq \mu_2 \neq \mu_3$$

Criterio para la decisión estadística:

$F_c \geq F_t$, se rechaza la hipótesis nula (H_0), se acepta H_a .

P valor \leq 0.05, se rechaza la hipótesis nula, se acepta la H_a

Resultado obtenido en el ANOVA = **0,087**

$0,087 > 0,05$, se acepta H_0

Conclusión:

Se acepta H_0 ; se concluye que no existen diferencias significativas entre los tratamientos en estudio.

TABLA N° 13. COMPARACIONES DE VARIANZA DE LOS DATOS DE LA GLUCOSA EN SANGRE AL EVALUAR EL EFECTO DE CHÍA EN RATAS HIPERGLUCÉMICAS INDUCIDAS.

Variable Dependiente	(I) Tratamiento	(J) Tratamiento	Mean Difference (I – J)	Std. Error	Sig.
Glucosa en sangre	A	B	151,66667	56,72938	0,082
		C	107,00000	56,72938	0,223
	B	A	-151,66667	56,72938	0,082
		C	-44,66667	56,72938	0,724
	C	A	-107,00000	56,72938	0,223
		B	44,66667	56,72938	0,724

FUENTE: Elaboración propia, 2015

Tratamiento A = 4 ratas sin suministro de Chía, **Tratamiento B** = 4 ratas con suministro de Chía roja, **Tratamiento C** = 4 ratas con suministro de Chía negra.

DISCUSIÓN

1. Rossi. A, Oliva. M, Ferreira. M, Chicco. A, Lombardo. Y (2011) en el estudio **LA SEMILLA DE SALBA (*Salvia hispánica L.*) DIETARIA PREVIENE LA ESTEATOSIS HEPÁTICA Y DISLIPIDEMIA INDUCIDA EN RATAS NORMALES POR UNA DIETA RICA EN SACAROSA**, refieren una reducción parcial de los niveles de glucosa en sangre, luego de 3 semanas de tratamiento con una dieta abundante en sacarosa y con suministro de Chía; de manera semejante podría presentarse este efecto en las variedades de la Chía (roja y negra) con respecto a los resultados obtenidos luego de 9 semanas de tratamiento.

2. Vuksan V, Whitham D, Sievenpiper J.L, Jenkins A, Rogovik A, Bazinet R, Vidgen E, Hanna A (2007), en el artículo de investigación **SUPPLEMENTATION OF CONVENTIONAL THERAPY WITH THE NOVEL GRAIN SALVA (*Salvia hispánica L.*) IMPROVES MAJOR AND EMERGING CARDIOVASCULAR RISK FACTORS IN TYPE 2 DIABETES**, hace referencia a un estudio a largo plazo en personas diabéticas a quienes se les administró *Salvia hispánica L.* y se logró disminuir notablemente el nivel de glucosa en sangre y reducir la presión arterial sistólica en los pacientes. Los resultados obtenidos en la investigación, en la tabla N° 13, se observó una disminución en los niveles

de glucosa en sangre de los grupos que recibieron Chía en sus variedades (roja y negra) pero sin diferencia significativa. El análisis de varianza no confirma que existan diferencias significativas en los tres tratamientos en estudio; sin embargo, se podría pensar que las tendencias observables en los tres tratamientos podrían, a un plazo mayor que el estudiado, asegurar una disminución efectiva de la concentración de glucosa en sangre luego de un consumo habitual y prolongado de esta semilla.

3. Oré Sifuentes, María (2008) en el estudio **EFFECTO HIPOLIPÉMICO Y ANTIOXIDANTE DE *Lepidium meyenii* W. EN RATAS**, su metodología consistió en utilizar animales hipercolesterolémicos que recibieron durante 2 meses los diferentes tipos de harina de maca de los ecotipos (amarillo, negro, rojo y morado). Asimismo, los resultados obtenidos en la investigación en la tabla N°12, luego de 9 semanas de tratamiento, muestran también que el consumo habitual de la Chía en el tratamiento B (Chía roja), produjo una reducción de los niveles de glucemia en sangre en un 73.51% en comparación al tratamiento C (Chía negra) con 67,57%. Estos resultados inducen a pensar que la variedad roja de la Chía produciría un mayor efecto hipoglucémico.

CONCLUSIONES

Del análisis de los datos obtenidos de la investigación se elaboraron las siguientes conclusiones:

- Se puede apreciar el efecto hipoglucemiante de la *Salvia hispánica L.* “Chía” en ratas hiperglucémicas inducidas, identificado debido a la alta sensibilidad del equipo GLUCÓMETRO DIGITAL PRESTIGE FÁCIL NIPRO®.
- Queda demostrado que por el corto plazo del estudio del extracto acuoso de la *Salvia hispánica L.* “Chía” variedad roja si tiene efecto hipoglucemiante, al observar un mayor porcentaje de disminución del nivel de glucosa en sangre de 73,51 %.
- Queda demostrado que por el corto plazo del estudio del extracto acuoso de la *Salvia hispánica L.* “Chía” variedad negra no tiene efecto hipoglucemiante, al observar un menor porcentaje de disminución del nivel de glucosa en sangre de 67,57 %.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda que se realicen investigaciones para identificar los principios activos contenidos en la Chía involucrados en la actividad hipoglucémica que mostro la chía en su variedad roja.
- Se recomienda realizar estudios a largo plazo para corroborar el efecto hipoglucémico en sus diferentes variedades de la chía.
- Se sugiere desarrollar un modelo experimental con personas portadoras de diabetes mellitus tipo II o no insulino dependiente para comprobar si el efecto hipoglicemiante es semejante o no al obtenido en la presente investigación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Asociación Americana de Diabetes. Prevención de enfermedades metabólicas. 2005. EE.UU. American Diabetes Asociación
2. Prado M, Ríos F. Factores Biosocioculturales y nivel de prácticas de autocuidado en pacientes adultos diabéticos tipo II. [Tesis en Licenciatura] Trujillo: Universidad de Trujillo; 2008.
3. Guiotto, Estefanía N. Aplicación de subproductos de Chía (*Salvia hispánica L.*) y Girasol (*Helianthus annuus L.*) en alimento. [Tesis doctoral] Buenos Aires: Universidad de la Plata; 2014.
4. Rossi. A, Oliva. M, Ferreira. M, Chicco. A, Lombardo. Y. La semilla de Salvia (*Salvia hispánica L.*) Dietaria previene la esteatosis hepática y dislipidemia inducida en ratas normales por una dieta rica en sacarosa; Revista FABICIB [en línea] 2011 [fecha de acceso 07 enero. 2015];(15): 54. Disponible en: bibliotecavirtual.unl.edu.ar
5. VuksanV, Whitham D, Sievenpiper J.L, Jenkins A, Rogovik A, Bazinet R, Vidgen E, Hanna A. Supplementation of conventional therapy with the novel grain Salva (*Salvia hispánica L.*) Improves major and emerging cardiovascular risk factors in type 2 diabetes; 2007 [fecha de acceso 12 de enero. 2015]. Disponible www.ncbi.nih.gov/pubmed/17686832.

6. Oré Sifuentes M. Efecto hipolipémico y antioxidante de *Lipidium meyenii* W. en ratas. [Tesis doctoral]. Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos; 2008.
7. Beltrán-Orozco M C, Romero M R (2003). Origen de la Chía. Chía, alimento milenario. Rev. Ind Alim. , septiembre/octubre: 20-29; 2003
8. Di Sapia, O., Chía: importante antioxidante vegetal. Med. Clin (Barc) 2008; (2): 1-3
9. Ayerza R, Coates W. Características de la localización de los sitios de Cultivo de la Chía. Rediscovering a Forgotten Crop of the Aztecs 1^a ed. The University of Arizona Press, Tucson (USA); 2005
10. Capitani M I. Caracterización y Funcionalidad de Subproductos de Chía (*Salvia hispánica* L.) Aplicación en Tecnología de Alimentos. [Tesis doctoral] Buenos Aires: Universidad de la Plata; 2013
11. Castañeda, N. Propiedades medicinales de la Chía (*Salvia hispánica* L.). México: Medic, 29-31; 2010
12. Katzung, B. Tratamiento de la Diabetes Mellitus. Farmacología Básica y Clínica. 9^{na} ed. D. F. México: El Manual Moderno; 2007.
13. Goodman y Gilman. Antidiabéticos orales. Las bases farmacológicas de la terapéutica. 11^{va} ed. D.F. México: Médica Panamericana; 2007.

GLOSARIO

1. **SINDROME METABÓLICO.-** Es un conjunto de factores de riesgo para diabetes mellitus tipo 2 (DM2) y enfermedad cardiovascular, caracterizado por la presencia de resistencia a la insulina e hiperinsulinismo compensador asociados con trastornos del metabolismo de los carbohidratos y lípidos, cifras elevadas de presión arterial (PA) y obesidad.
2. **HIPERGLUCEMIA.-** Es la cantidad excesiva de los niveles normales de glucosa en la sangre.
3. **HIPOGLUCEMIA.-** Niveles bajos de azúcar (glucosa) en la sangre.
4. **ANOVA.-** Proviene de la terminología inglesa **AN**alysis **Of** **VA**riance, Análisis de Varianza, es un análisis estadístico que permite determinar si los diferentes tratamientos muestran diferencias significativas o por el contrario no hay diferencia en los tratamientos.
5. **DIFERENCIA SIGNIFICATIVA.-** Significa que hay evidencias estadísticas de que hay una diferencia, no significando que la diferencia sea grande, importante, o significativa del resultado.
6. **PORCENTAJE DE VARIACIÓN.-** Describe la relación entre un valor inicial y final en términos de un porcentaje del valor inicial.

ANEXO 1.
MATRIZ DE CONSISTENCIA

TITULO: “EFECTO HIPOGLUCÉMICO DE LA *Salvia hispánica L.* “Chía” EN RATAS HIPERGLUCÉMICAS INDUCIDAS”

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS GENERAL	VARIABLES	TIPO	POBLACIÓN
¿La <i>Salvia hispánica L.</i> “Chía” producirá el efecto hipoglucémico en ratas hiperglucémicas inducidas?	Evaluar el efecto hipoglucémico de la <i>Salvia hispánica L.</i> “Chía” en ratas hiperglucémicas inducidas.	La <i>Salvia hispánica L.</i> “Chía” produce un efecto hipoglucémico en ratas hiperglucémicas inducidas.	INDEPENDIENTE <i>Salvia hispánica L.</i> • INDICADORES Variedad: Roja y negra	MÉTODO DE LA INVESTIGACIÓN Inductivo TÉCNICA DE LA INVESTIGACIÓN Cuantitativo Correlacional Transversal	MUESTRA A: Grupo control: 4 ratas diabéticas sin suministro de Chía B: 4 ratas diabéticas con suministro de Chía roja. C: 4 ratas diabéticas con suministro de Chía negra.
Problema Específico ¿La <i>Salvia hispánica L.</i> “Chía” variedad roja producirá el efecto hipoglucémico en ratas hiperglucémicas inducidas?	OBJETIVOS ESPECÍFICOS O.E.1: Evaluar el efecto hipoglucémico de la <i>Salvia hispánica L.</i> “Chía” variedad roja en ratas hiperglucémicas inducidas. O.E.2: Evaluar el efecto hipoglucémico de la <i>Salvia hispánica L.</i> “Chía” variedad negra en ratas hiperglucémicas inducidas.	HIPÓTESIS SECUNDARIAS H.E.1: La <i>Salvia hispánica L.</i> “Chía” variedad roja produce un efecto hipoglucémico en ratas hiperglucémicas inducidas. H.E.2: La <i>Salvia hispánica L.</i> “Chía” variedad negra produce un efecto hipoglucémico en ratas hiperglucémicas inducidas	DEPENDIENTE Perfil glucémico • INDICADORES mg/dl	DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN Experimental	
¿La <i>Salvia hispánica L.</i> “Chía” variedad negra producirá el efecto hipoglucémico en ratas hiperglucémicas inducidas?					

ANEXO 2

TABLA N° 9: EVOLUCIÓN DEL PESO CORPORAL EN GRAMOS AL EVALUAR EL EFECTO DE LA CHÍA SOBRE RATAS HIPERGLUCÉMICAS INDUCIDAS

	TRATAMIENTO SEMANAS	TRATAMIENTO A	TRATAMIENTO B	TRATAMIENTO C
BASAL	0	228	246	230.5
INDUCCIÓN	1-2	285.75	259.25	295.25
	2-3	331.5	336.25	347.5
TRATAMIENTO CON CHÍA ROJA Y NEGRA	3-4	344	321.5	311.75
	4-5	362	306.75	275.75
	5-6	378	301.5	269.25
	6-7	395	296	254
	7-8	401	291	242
	8-9	406	287	233

FUENTE: Elaboración Propia, 2015

Semanas = 0: Peso al iniciar el experimento, **1-2:** Semanas de inducción a hiperglucemia, **3-4:** Tratamiento con suministro de Chía. **Tratamiento A:** 4 ratas sin suministro de Chía, **Tratamiento B:** 4 ratas con suministro de Chía, **Tratamiento C:** 4 ratas con suministro de Chía.

ANEXO 3

TABLA N° 10. VARIACIÓN PORCENTUAL ENTRE EL PESO INICIAL Y FINAL EN RATAS HIPERGLUCÉMICAS TRATADAS CON CHÍA.

PESO TRATAMIENTO	PESO INICIAL (g)	PESO FINAL (g)	VARIACIÓN %
TRATAMIENTO A	228	406	78.1
TRATAMIENTO B	246	287	16.6
TRATAMIENTO C	230.5	233	1.08

FUENTE: Elaboración Propia, 2015

Tratamiento A = 4 ratas sin suministro de Chía, **Tratamiento B** = 4 ratas con suministro de Chía roja, **Tratamiento C** = 4 ratas con suministro de Chía negra.

Peso inicial = Peso al inicio del experimento, **Peso final** = Peso al final del experimento. **Variación %** = Variación porcentual de cada grupo.

ANEXO 4

TABLA N° 11: VARIACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE LA GLUCOSA EN SANGRE EN LOS TRES TRATAMIENTOS RATAS HIPERGLUCÉMICAS INDUCIDAS (mg/dl)

TRATAMIENTO	CONCENTRACIÓN DE GLUCOSA SANGUÍNEA (mg/dl)				
	SEMANA 0	SEMANA 3	SEMANA 5	SEMANA 7	SEMANA 9
A	94	257	266	319	370
B	103	291	232	170	98
C	96	250	225	189	120

FUENTE: Elaboración Propia, 2015

Tratamiento A = 4 ratas sin suministro de Chía, **Tratamiento B** = 4 ratas con suministro de Chía roja, **Tratamiento C** = 4 ratas con suministro de Chía negra.

Semana 0 = 1ra lectura del nivel de concentración de glucosa en sangre al inicio del experimento, **Semana 3** = 2da lectura del nivel de glucosa en sangre después de la inducción, **Semanas 5, 7** = 3ra y 4ta lectura del nivel de glucosa durante el experimento, **Semana 9** = 5ta lectura del nivel de glucosa en sangre al final del experimento.

ANEXO 5

TABLA N° 12: PORCENTAJE DE VARIACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE GLUCOSA EN SANGRE EN LOS TRES TRATAMIENTOS CON CHÍA EN RATAS HIPERGLUCÉMICAS INDUCIDAS (mg/dl)

		CONCENTRACIÓN DE GLUCOSA EN SANGRE (mg/dl)				
		SEMANA 0	SEMANA 3	SEMANA 5	SEMANA 7	SEMANA 9
TRATAMIENTO	SEMANA					
	B		-9.57	-13.22	12.78	46.70
C		-2.13	2.72	15.41	40.75	67.57

FUENTE: Elaboración Propia

Tratamiento B = 4 ratas con suministro de Chía roja, **Tratamiento C** = 4 ratas con suministro de Chía negra. **Semana 0** = 1ra lectura del nivel de concentración de glucosa al inicio del experimento, **Semana 3** = 2da lectura del nivel de glucosa después de la inducción, **Semanas 5, 7** = 3ra y 4ta lectura del nivel de glucosa durante el experimento, **Semana 9** = 5ta lectura del nivel de glucosa al final del experimento.

ANEXO 5

**TABLA Nº 13: COMPARACIÓN DE LOS DATOS ESTADÍSTICOS DE LA
CONCENTRACIÓN DE GLUCOSA EN SANGRE**

ANOVA

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	36446,889	2	18223,444	3,775	,087
Within Groups	28964,000	6	4827,333		
Total	65410,889	8			

Comparaciones:

Variable dependiente: **CONCENTRACION DE GLUCOSA EN SANGRE**

(I) TRATAMIENTOS	(J) TRATAMIENTOS	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
1,00	2,00	151,66667	56,72938	,082	-22,3946	325,7280
	3,00	107,00000	56,72938	,223	-67,0613	281,0613
2,00	1,00	-	56,72938	,082	-325,7280	22,3946
	3,00	-44,66667	56,72938	,724	-218,7280	129,3946
3,00	1,00	-	56,72938	,223	-281,0613	67,0613
	2,00	44,66667	56,72938	,724	-129,3946	218,7280

*. The mean difference is significant at the 0.05 level.