

UNIVERSIDAD CATÓLICA SEDES SAPIENTIAE
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD



Efecto de la ingesta de extracto de yacón, berenjena y combinados
sobre el perfil lípido en ratas inducidas a hiperlipemia

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
LICENCIADO EN NUTRICIÓN Y DIETÉTICA**

AUTORA

Elizabeth Zenaida Pajares Herrada

ASESOR

Johnny Percy Ambulay Briceño

Lima, Perú

2019

Efecto de la ingesta de extracto de yacón, berenjena y combinados
sobre el perfil lipídico en ratas inducidas a hiperlipemia

DEDICATORIA

A mi madre Carmen Alida, por enseñarme a perseverar y no dejarme vencer.

A mi padre Jorge Raúl, porque me enseñó que un hincha nace, no se hace.

A mi hija Ariana, por comprender que su mamá hizo todo esto por ambas.

A mi hermano Diego, por enseñarme que la suerte no existe, sino que el éxito es el resultado de un esfuerzo constante.

A Dios, porque se cumplió en mí su palabra en Salmos 126:5 “Los que con lágrimas sembraron, con regocijo segarán”.

AGRADECIMIENTOS

La ejecución de este proyecto no hubiese sido posible sin la confianza que depositaron en mí personas con las cuales estaré agradecida el resto de mi vida:

A mi asesor MSc. Johnny Percy Ambulay Briceño, por su apoyo constante, conocimientos impartidos y confiar en que podía lograrlo.

A mi maestro y amigo MSc. Frank Jordan Peralta Álvarez, por haber sembrado y alimentado constantemente en mí la pasión por la investigación, y más.

A mi compañera, amiga y futura colega Débora Rubio, porque sin su compañía y apoyo este proyecto no hubiese sido posible.

A mi alma mater Universidad Católica Sedes Sapientiae, por su contribución en mi formación profesional.

A la Universidad Peruana Cayetano Heredia, por abrirme las puertas de su casa y permitirme hacer de este proyecto una realidad.

A mis verdaderos amigos, aquellos que aún permanecen en mi vida y jamás dudaron en brindarme su apoyo en momentos difíciles, a mis ángeles sin alas.

RESUMEN

Objetivo: Determinar el efecto de la ingesta del extracto de yacón, berenjena y combinado en ratas inducidas a hiperlipemia. **Metodología:** Estudio experimental con 44 ratas macho (n=49 - 5 excluidas), cepa Sprague Dawley, obtenidas del bioterio de la Universidad Peruana Cayetano Heredia. El estudio inició con la administración vía intraperitoneal de NaCl 0.9% para CN. Para CP, HA, HY, HB, HYB1 y HYB2 se realizó la inducción por la misma vía. A los 30 minutos, se aplicó la primera dosis vía orogástrica, según tratamiento correspondiente por grupo. La segunda dosis se aplicó a las 24 horas. Finalmente, a las 48h se realizó el sacrificio, obteniendo muestras de sangre para determinar COL, HDLc y TG, mediante reactivos Winner Lab. El LDLc se obtuvo mediante fórmula de Friedewald, el IA mediante fórmula de Castelli. **Resultados:** Se observó mayor nivel de COL, LDLc, TG e IA en CP comparado con CN ($p < 0.05$). El grupo HA mostró un menor nivel para TG comparado con CP ($p < 0.05$), sin embargo, no evidenció variación para COL, LDLc o IA. El grupo HB mostró menor concentración en COL, así como HY para TG ($p < 0.05$). En HYB1 se observaron niveles menores de COL, LDLc, TG e IA comparados con CP ($p < 0.05$). **Conclusión:** Se mostró el efecto hipolipemiante del extracto liofilizado combinado de yacón y berenjena en HYB1. Los extractos por separado de berenjena y yacón muestran un efecto significativo hipocolesterolémico e hipotriglicéridémico, respectivamente. Se recomienda evaluar el perfil lipídico en personas que incluyan berenjena y yacón en su dieta.

Palabras claves: hiperlipemia, *Solanum melongena*, *Smallantus sonchifolius*.

ABSTRACT

Objective: To determine if there is an effect in the intake of lyophilized extract of yacón, eggplant and mixed on the lipid profile of rats with induced hyperlipidemia. **Method:** Experimental study with 44 male (n=49–5 excluded) Sprague Dawley rats. The study started with intraperitoneal administration of 0.9%NaCl for CN. For CP, HA, HY, HB, HYB1 and HYB2 induction was carried out in the same way. After 30 minutes, the first dose was administered with an orogastric probe, according to the corresponding treatment per group. The second dose was applied at 24 hours. Finally, at 48 hours the sacrifice was made, blood samples were obtained to determine COL, HDLc and TG, using Winner Lab reactivities. The LDLc was obtained by Friedewald's formula, the IA using Castelli's formula. **Results:** Higher levels of COL, LDLc, TG and IA were obtained in CP group compared with CN ($p<0.05$). The HA group showed a decrease for TG levels compared with CP ($p<0.05$), however, it didn't show variation in COL, LDLc or IA. The HB group showed lower concentration in COL, as well as the HY group for TG ($p<0.05$). In HYB1, lower levels of COL, LDLc, TG and IA were observed compared with CP ($p<0.05$). **Conclusion:** The lipid-lowering effect of the combined lyophilized extract of yacón and eggplant in HYB1 was shown. The separate eggplant and yacón extracts show a significant hypocholesterolemic and hypotriglyceridemic effect, respectively. It is recommended to evaluate the lipid profile in people who includes eggplant and yacón in their diet.

Key words: hyperlipemia, lyophilized extract, eggplant, yacón.

ÍNDICE

RESUMEN	v
ABSTRACT	vi
ÍNDICE	vii
INTRODUCCIÓN	ix
CAPÍTULO I: EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	10
1.1. Situación del Problema	10
1.2. Formulación del Problema	10
1.2.1. Problema general	10
1.2.2. Problemas específicos	10
1.3. Justificación del tema de la Investigación	11
1.4. Objetivos de la investigación	12
1.4.1. Objetivo General	12
1.4.2. Objetivos Específicos	12
1.5. Hipótesis	12
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	13
2.1. Antecedentes del Estudio	13
2.2. Bases Teóricas	14
2.2.1. Epidemiología	14
2.2.2. Metabolismo de los Lípidos	15
2.2.3. Actividad Hiperlipemiente del Tritón X-100	15
2.2.4. Aspecto botánico	16
2.2.4.1. Taxonomía del Yacón	16
2.2.4.2. Taxonomía de la berenjena	16
2.3. Definición de Términos Básicos	16
CAPÍTULO III: MATERIALES Y MÉTODOS	18
3.1. Tipo de estudio y diseño de la investigación	18
3.2. Población y muestra	18
3.2.1. Tamaño de la muestra	18
3.2.2. Selección del muestreo	18
3.2.3. Criterios de Inclusión y exclusión	18
3.3. Variables	19
3.3.1. Definición conceptual y operacionalización	19
3.4. Plan de recolección de datos e instrumentos	19
3.4.1. Recolección de Material Botánico	19

3.4.2. Preparación del Extracto	19
3.4.3. Acondicionamiento de la unidad de análisis	19
3.4.4. Método de inducción a Hiperlipemia	20
3.4.5. Esquema de Tratamiento	20
3.5. Plan de análisis e interpretación de la información	20
3.6. Ventajas y limitaciones	21
3.7. Aspectos Éticos	22
CAPÍTULO IV: RESULTADOS	23
4.1. Niveles de Perfil Lipídico	23
4.2. Variación de Peso de Animales de Experimentación	24
4.3. Cálculo de Índice Aterogénico	24
4.4. Nivel de Peso de Tejido Hepático	25
CAPÍTULO V: DISCUSIÓN	26
5.1. Discusión	26
5.2. Conclusiones	29
5.3. Recomendaciones	29
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	30
ANEXOS	

INTRODUCCIÓN

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), la presencia de patologías como la obesidad, hiperlipemias y diabetes son consideradas factores de riesgo para el desarrollo de enfermedades cardiovasculares (ECV). Aproximadamente el 31% de las muertes registradas en el 2015 a nivel mundial fueron debido a las ECV, esto indica 17.5 millones de personas aproximadamente (1). Por lo mencionado, las ECV o el desarrollo de alguno de sus principales factores de riesgo, representan en la actualidad la principal causa de mortalidad a nivel mundial (2). El Perú no es ajeno a este problema, en el año 2013, según el Instituto Nacional de Estadísticas e Informática (INEI), se reportó que el 21.1% de la población de adultos mayores de 60 años tenían hipercolesterolemia (3), lo cual aumentaría la mortalidad por ECV.

El aumento de los lípidos en sangre, como el colesterol y triglicéridos, está asociado mayormente al consumo elevado de grasas y carbohidratos en la dieta, respectivamente. Al obtener un aumento en los niveles de lípidos en suero, es usual utilizar tratamientos con fármacos como las estatinas, sin embargo, estas producen efectos secundarios en el paciente como náuseas, trastornos digestivos, rabdomiolisis, entre otros (4). Frente a este problema, se buscan nuevas alternativas de tratamiento en base a productos naturales en forma de jugos o extractos, y alimentos funcionales con alto contenido de fitonutrientes (5). Por tanto, el presente estudio tuvo como objetivo determinar si existe un efecto en la ingesta de extracto de yacón, berenjena y combinados, sobre el perfil lipídico en ratas inducidas a hiperlipemia por tritón x-100.

Con la finalidad de dar una alternativa como coadyuvante al tratamiento convencional en Perú y disminuir los efectos secundarios de los fármacos como las estatinas para el tratamiento de la hiperlipemia, se ve necesario realizar estudios que involucren al yacón y la berenjena en un solo extracto, para comprobar si existe un efecto potenciador entre ambos que logre normalizar los niveles de perfil lipídico en un modelo de hiperlipemia.

En el Perú se han realizado estudios en alimentos como la berenjena (*Solanum melongena*) y el yacón (*Smallanthus sonchifolius*) por sus efectos funcionales. En un estudio se reportó que el extracto de berenjena tiene un efecto hipocolesterolémico a nivel hepático en ratas que habían sido inducidas a la obesidad. Este efecto se observó en un periodo de tratamiento de 28 días (6). Así también, en otra investigación, los efectos del yacón sobre el nivel de colesterol total y triglicéridos mostraron resultados favorables, disminuyendo estos niveles en un grupo de pacientes con dislipidemia, los cuales consumieron durante 75 días 120 gramos de yacón pelado o en extracto (7).

El estudio realizado, pretende describir el comportamiento de los zumos por separado y combinados de yacón y berenjena, así observar el comportamiento de ambos sobre el perfil lipídico en ratas inducidas a la hiperlipemia.

La presente investigación consta de cinco capítulos, en los cuales se hace mención de la problemática actual sobre el estado de pacientes con hiperlipemia. Se especificó el motivo principal de su desarrollo, el cual fue encontrar una alternativa coadyuvante al tratamiento convencional para hiperlipemias. Fue especificada la metodología del modelo utilizado para su realización. Finalmente, se observó el efecto potenciador entre los extractos de berenjena y yacón. Este estudio preclínico, abre la posibilidad de demostrar lo obtenido, mediante ensayos clínicos aleatorizados en pacientes hiperlipémicos que incluyan en su dieta al yacón y la berenjena.

CAPÍTULO I: EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Situación del Problema

El aumento excesivo de lípidos en sangre se ha convertido en un problema de salud pública, ya que se vincula directamente con el desarrollo de ECV, las cuales son la principal causa de muerte a nivel mundial (1).

Una encuesta realizada en el Perú durante el año 2006 asoció indicadores nutricionales, bioquímicos, socioeconómicos y culturales con las enfermedades crónicas degenerativas. Se determinó que aproximadamente 20% de la población presentó hipercolesterolemia y que un 15.3% mostró niveles elevados de triglicéridos, colesterol total y colesterol de las lipoproteínas de baja densidad (LDLc) (8).

Se debe considerar que los casos de dislipidemia han ido en aumento, según lo indica la Sociedad Peruana de Cardiología en un estudio realizado en el año 2013, donde mostró que en un periodo de 5 años la hipercolesterolemia a nivel nacional aumentó de 10 a 13.8%, siendo mayor la prevalencia en mujeres que en hombres (9).

Un análisis realizado en Colombia sobre costo-efectividad del tratamiento para la hipercolesterolemia con atorvastatina durante 5 años, mostró un costo de COP 3 472 733 pesos colombianos, lo que equivale a USD 1150 dólares americanos para el tratamiento de cada paciente por mes (10). Esto indica que las patologías asociadas a dislipidemias generan altos costos para el país que las desarrolla.

También se ha observado que el consumo de estatinas y fibratos como tratamiento para las dislipidemias producen efectos secundarios como aumento de enzimas hepáticas (TGP), inflamación del músculo, rabdomiolisis, náuseas, trastornos digestivos, y dolor abdominal (4).

Según lo indicado por la Sociedad Española de Arterioesclerosis, si se logra una reducción de pacientes con dislipidemias también se logrará reducir la incidencia y mortalidad por cardiopatías (11), es por ello que, tanto la prevención primaria, como el uso de un tratamiento adecuado y oportuno, son importantes. Si se opta por el tratamiento con productos naturales se lograrían aminorar los costos por paciente para el país, sin embargo, aún faltan realizar investigaciones que confirmen la efectividad de extractos o zumos naturales que tengan propiedades hipolipemiantes. Por ello, se evaluó el efecto existente entre la ingesta del extracto de yacón, berenjena y combinados, sobre el perfil lipídico en ratas inducidas a hiperlipemia.

1.2. Formulación del Problema

1.2.1. Problema general

¿Existirán diferencias sobre el perfil lipídico debido a la ingesta del extracto de yacón, berenjena y combinados, en ratas inducidas a hiperlipemia por tritón x-100?

1.2.2. Problemas específicos

- ¿Existirán diferencias sobre los niveles de perfil lipídico: colesterol total (COL), triglicéridos (TG), colesterol de las lipoproteínas de alta densidad (HDLc), colesterol de las lipoproteínas de baja densidad (LDLc) e índice aterogénico en los grupos de

experimentación debido a la ingesta de extracto combinado de yacón y berenjena bajo dos dosis (berenjena 20mg/KG + yacón 800mg/Kg y berenjena 80mg/Kg + yacón 800mg/Kg)?

- ¿Existirán cambios en el perfil lipídico por la ingesta de extracto de berenjena y yacón, combinados y por separado?
- ¿Existirán cambios en el peso corporal y peso de tejido hepático de los animales de experimentación debido al consumo de extracto de yacón y berenjena?

1.3. Justificación del tema de la Investigación

Debido a la confluencia de múltiples factores como la falta de actividad física, presencia de dislipidemias, hipertensión arterial, obesidad, sobrepeso, entre otros; las enfermedades cardiovasculares son cada vez más frecuentes, considerando que aproximadamente el 80% de las muertes por ECV se presentan en países con ingresos medianos a bajos (12).

En el año 2013 se realizó en Asia la conferencia internacional sobre Medicina Tradicional y Complementaria (MTC), la misma que puede ser definida como la aplicación de tratamientos de salud en base a productos y terapias naturales (13). En esta conferencia, representantes de la OMS indicaron que para millones de personas a nivel mundial el uso de la MTC representa la principal fuente de atención primaria en salud, esto debido a que culturalmente es aceptada por ellos, además es accesible y asequible (14). Esto conlleva a que los pacientes consideren optar por alternativas terapéuticas adicionales como la fitoterapia o uso de MTC (15).

En Latinoamérica existen estudios sobre productos naturales, como el yacón y la berenjena, que demuestran su efectividad en el tratamiento de las hiperlipidemias (7) (16). El yacón es una raíz que posee, dentro de todos sus nutrientes, a los fructooligosacáridos (FOS) como la inulina. Estos últimos al no poder ser hidrolizados por el organismo, pasan a través del tubo digestivo sin metabolizar (17). Gracias a estos componentes, al yacón se le considera un alimento prebiótico con propiedades antioxidantes e hipoglicemiantes (18). La berenjena es un fruto vegetal que posee diversos usos nutricionales y medicinales por su alto contenido de nutrientes, principalmente, fitoquímicos como polifenoles y flavonoides, los cuales han sido objeto de estudio demostrando su propiedad hipolipemiente (19).

Anteriormente en Perú, país con amplia variedad de plantas, se han realizado estudios con productos naturales como la *Muehlenbeckia volcanica* "mullaca", *Perezia virens* "valeriana", *Matricaria recutita* "manzanilla" e *Hypochaeris taraxacoides* "pilli pilli", demostrando efectos positivos sobre diversas patologías como inflamaciones renales, hepáticas, dolencias gastrointestinales y afecciones broncopulmonares (20). Sabiendo que uno de los factores de riesgo para padecer dislipidemias es el estrés oxidativo (21), y conociendo el efecto antioxidante que posee tanto el yacón como la berenjena, era recomendable la realización en el Perú de más estudios que relacionen estos nutrientes para determinar si existe un efecto sinérgico entre ambos que logre disminuir los niveles de colesterol y triglicéridos en sangre.

Por tanto, en esta investigación se muestra el efecto que el extracto de yacón y berenjena en conjunto, y por separado, presentan sobre el perfil lipídico en ratas inducidas a hiperlipemia. De esta manera, serán aportados datos importantes a la comunidad científica, como el uso de productos naturales para el tratamiento de hiperlipemias, así como, tratamientos coadyuvantes al convencional para evitar efectos secundarios sobre la salud del paciente (4).

1.4. Objetivos de la investigación

1.4.1. Objetivo General

Determinar el efecto entre la ingesta del extracto de yacón, berenjena y combinados, sobre el perfil lipídico en ratas inducidas a hiperlipemia.

1.4.2. Objetivos Específicos

- Determinar el efecto de la ingesta de extracto combinado de yacón y berenjena bajo dos dosis (berenjena 20mg/KG + yacón 800mg/Kg y berenjena 80mg/Kg + yacón 800mg/Kg) sobre los niveles de perfil lipídico: colesterol total (COL), triglicéridos (TG), colesterol de las lipoproteínas de alta densidad (HDLc), colesterol de las lipoproteínas de baja densidad (LDLc) e índice aterogénico en los grupos de experimentación.
- Determinar el efecto de la ingesta de extracto de berenjena y yacón, por separado, sobre el perfil lipídico.
- Verificar si el consumo de extracto de yacón y berenjena presenta efecto sobre la variación de peso corporal y peso de tejido hepático de los animales de experimentación.

1.5. Hipótesis

H1: Existe efecto sobre el perfil lipídico debido a la ingesta del extracto de yacón, berenjena y combinados en ratas inducidas a hiperlipemia.

H0: No existe efecto sobre el perfil lipídico debido a la ingesta del extracto de yacón, berenjena y combinados en ratas inducidas a hiperlipemia.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes del Estudio

El yacón y la berenjena son productos de origen vegetal. Existe evidencia de que ambos presentan nutrientes como polifenoles y flavonoides, por lo que se les atribuye un efecto antioxidante (22) (23). El consumo de estos nutrientes ha sido asociado con la disminución de obesidad, mejora del perfil lipídico (24) (25), así como se demostró en las siguientes investigaciones:

Nacionales

Pretel y col. en el año 2012, mediante la administración de un extracto hidroalcohólico a un grupo de ratas de una planta conocida como canchalagua con alto contenido de polifenoles, se demostró el efecto hipolipemiante de esta planta. Al finalizar el estudio, el grupo experimental mostró una disminución sobre los niveles de colesterol total, HDLc y triglicéridos a comparación de los grupos control negativo y control positivo, otorgando este efecto a su alto contenido de fitoquímicos (26).

Cruz Neyra en el año 2008 evaluó el efecto del extracto crudo de la berenjena sobre el perfil lipídico en conejos inducidos a hipercolesterolemia mediante una dieta especial. En este estudio se demostró que la administración de este extracto disminuyó significativamente los niveles de colesterol total, triglicéridos y LDLc, en comparación con el grupo control. Este efecto lo asociaron al alto contenido de flavonoides en la berenjena, los mismos que, al presentar un efecto antioxidante comprobado, evitan la oxidación de las lipoproteínas, principalmente las de baja densidad, causantes de la formación de placas de aterogénicas (27).

Arroyo y col. en el 2007 presentaron una investigación para determinar la actividad hipocolesterolemica y antioxidante del extracto hidroalcohólico atomizado de maíz morado en ratas hipercolesterolemicas. Para ello utilizaron 5 grupos (6 ratas por grupo), siendo uno control negativo, al cual no se le indujo a hipercolesterolemia, y 4 grupos inducidos a hipercolesterolemia por administración de colesterol al 97% (por vía oral en dosis de 62.5mg/Kg) suspendido en goma tragacanto al 2%. Al término del estudio, se observó una disminución del colesterol total en las ratas hipercolesterolemicas que consumieron el extracto en dosis de 250 y 500 mg/kg en comparación con el grupo control positivo. Se atribuye este resultado al alto contenido de antocianinas presente en el maíz morado (28).

Collantes Cossio en el 2005 realizó un estudio sobre el efecto del consumo de *Polymnia Sonchifolia* (yacón) en pacientes dislipidémicos del centro geriátrico naval en Lima-Perú. La muestra estuvo conformada por 50 pacientes, los cuales consumieron yacón al natural pelado o en extracto por un periodo de 10 semanas. Al finalizar el estudio, se observó una disminución significativa del colesterol total y triglicéridos (7).

Internacionales

Martinez y col. en el año 2016, utilizaron extracto liofilizado de yacón para tratar ratas diabéticas. El objetivo fue evaluar el efecto hipolipemiante e hipoglucemiante de esta raíz, para ello, se les administró el extracto durante 14 días consecutivos, demostrando que este liofilizado tuvo un efecto benéfico sobre el perfil lipídico y glucemia en la población de ratas diabéticas. Estos beneficios fueron atribuidos al contenido de compuestos bioactivos presentes en el yacón, tales como polifenoles, fructooligosacáridos, antioxidantes y prebióticos (29).

Brader y col. en el 2013 probaron el efecto de los polifenoles y antocianinas de los arándanos y grosellas negras (nutrientes contenidos en altas cantidades en la berenjena) como protector cardiovascular en ratas obesas diabéticas, concluyendo que los polifenoles podrían actuar como agente preventivo contra la hipercolesterolemia (30). Asimismo, Palomo y col. en el año 2010, en un estudio en humanos, reportaron que el contenido de moléculas antioxidantes del *Solanum Lycopersicum* "tomate", como el ácido ascórbico, polifenoles y flavonoides, poseen efecto hipolipemiante con respecto al colesterol total y LDLc (31).

Molina A. en el año 2010 presentó un estudio donde realizó la extracción de los flavonoides, antocianinas y polifenoles de las uvas. Aquí demostró que ellas poseían efectos antioxidantes, cardioprotectores, antiinflamatorios, antimicrobianos y antienvjecimiento (32).

Tomás F. en el año 2003 presentó un resumen de diversos estudios donde evaluaba el efecto de los polifenoles, aquí mostró evidencia sobre los antioxidantes naturales que estos poseen, concluyendo que reducen de manera significativa el riesgo del desarrollo de ECV, cáncer y enfermedades neurodegenerativas (19).

Silva y col. en 1999, con el objetivo de evaluar el efecto del extracto puro y fresco de *Solanum melongena* (berenjena) sobre el colesterol hepático, indujeron a la hipercolesterolemia a ratas mediante una dieta que contenía colesterol (1%) y aceite de soya (30%), mostrando una reducción significativa luego de 28 días de tratamiento sobre el colesterol y triglicéridos (6).

De los estudios mencionados anteriormente, se observa que existe una relación entre el consumo de productos naturales que contienen moléculas antioxidantes y compuestos fitoquímicos, como aquellos contenidos en el yacón y la berenjena. Según los autores, presentan efectos protectores contra la hiperlipidemia, disminuyendo los niveles de lípidos en sangre y evitando la presencia de uno de los principales factores de riesgo para las ECV (15) (13).

2.2. Bases Teóricas

2.2.1. Epidemiología

La presencia de dislipidemia puede darse debido a factores genéticos, que devienen de patologías como hipercolesterolemia familiar o hiperlipemia familiar combinada (HLFC) (33). Por otro lado, se puede atribuir su presencia a factores externos, patologías concomitantes como diabetes mellitus, hipotiroidismo, enfermedades hepáticas o estilos de vida inadecuados como consumo de alcohol, tabaco, entre otros (34).

En el estudio PREVENCIÓN, realizado para determinar la prevalencia de ECV y cuáles son sus principales factores de riesgo, se realizó el dosaje de lípidos séricos y se encontró que 52% de los hombres presentaban triglicéridos elevados (35).

En el año 2010 se publicó el estudio CARMELA, realizado en 7 ciudades latinoamericanas con el objetivo de estimar la prevalencia de dislipidemias en personas adultas. Se encontró en la ciudad de Lima la prevalencia de dislipidemia en hombres en un 73.1% y en mujeres un 62.8%, demostrando, junto a los datos obtenidos de las otras 6 ciudades participantes, que la presencia de dislipidemias se ha convertido en la actualidad en un problema de salud pública importante (36).

2.2.2. Metabolismo de los Lípidos

Los lípidos logran ser transportados en nuestro organismo gracias a su unión con moléculas proteicas, formando compuestos conocidos como lipoproteínas (figura 1). Estas, se diferencian entre sí gracias a su densidad y son clasificadas como quilomicrones (QM), lipoproteína de muy baja densidad (VLDL), lipoproteínas de densidad intermedia (IDL), lipoproteínas de baja densidad (LDL) y lipoproteínas de alta densidad (HDL) (37).

Los QM y las VLDL son quienes transportan los TG desde el intestino e hígado, respectivamente, hacia los tejidos periféricos en nuestro organismo. Al metabolizar las VLDL obtenemos como producto las IDL y LDL. Dentro de las funciones de las LDL tenemos el transporte de colesterol plasmático a tejidos extrahepáticos y el HDL es quien realiza el proceso conocido como transporte reverso del colesterol, lo cual implica la movilización del colesterol de los tejidos periféricos hacia el hígado, donde es eliminado en forma de colesterol libre o sales biliares (37).

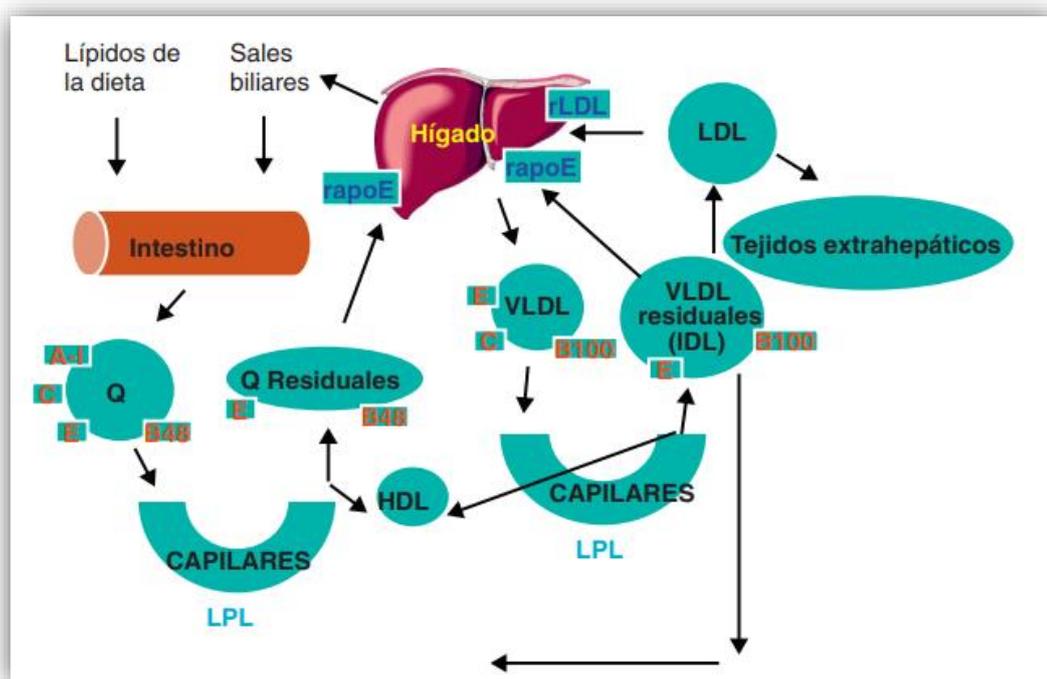


Figura 1: Visión global del metabolismo de las lipoproteínas. Q; quilomicrones, apoE: receptor que reconoce al apoE, rLDL: receptor de LDL. Errico et al. 2013.

2.2.3. Actividad Hiperlipemiante del Tritón X-100

La hiperlipemia o hiperlipidemia es aquella condición fisiológica en la que se ven elevados los niveles plasmáticos de lípidos en sangre (colesterol y/o triglicéridos). La anomalía en el transporte de ellos puede producir patologías como la hiperlipemia familiar combinada, conocida como una dislipidemia cuya prevalencia de participación en casos de cardiopatía isquémica se ve presente entre un 30 a 50% (33).

El Triton X-100 es una sustancia química no iónica, utilizada en laboratorios biomédicos, aplicado para estudios experimentales (figura 2). Son compuestos orgánicos constituidos por una cadena hidrocarbonada hidrofóbica y un grupo hidrofílico conocidos como detergentes (38). Para la presente investigación, el tritón fue adquirido de los laboratorios Bio-Rad Laboratories, Inc. (39).

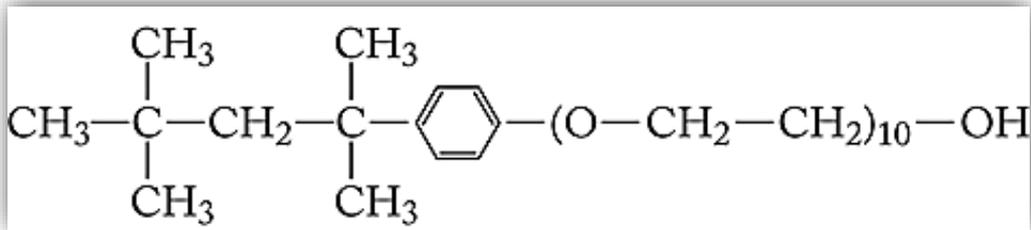


Figura 2: Estructura del Tritón X-100. AccessMedicina - McGraw-Hill Medical

El tritón, al tratarse de una sustancia detergente administrada de manera exógena para la inducción, estimula la excreción de los ácidos biliares, los cuales estimulan la producción de colesterol endógeno, así mismo, incrementa la absorción intestinal de los lípidos contenidos en la dieta (40).

Debido a que la síntesis de colesterol hepático depende de la tasa de excreción biliar, el tritón al estimular la excreción de estos ácidos, incrementa así el colesterol total y las lipoproteínas de alta y baja densidad (41), así como los triglicéridos.

2.2.4. Aspecto botánico

2.2.4.1. Taxonomía del Yacón

El yacón es una raíz que corresponde a la familia de las Asteráceas, su nombre científico es *Polymnia Sonchifolia* (42). En el Perú han sido encontrados siete morfotipos de los que presenta esta raíz (43).

- **Género** : **Polymnia**
- **Especie** : **Polymnia Sonchifolia**
- **Reino** : **Plantae**
- **División** : **Magnoliophyta**
- **Clase** : **Magnoliopsida**
- **Familia** : **Asteraceae**

2.2.4.2. Taxonomía de la berenjena

La berenjena se encuentra dentro del género de las Solanum (44), que posee una alta diversidad en el territorio peruano. Según la literatura, existen en la actualidad 276 especies registradas en el Perú, dentro de ellas la *Solanum melongena* (45).

- **Género** : **Solanum**
- **Especie** : **Solanum melongena**
- **Reino** : **Plantae**
- **División** : **Magnoliophyta**
- **Clase** : **Magnoliopsida**
- **Familia** : **Solanaceae**

2.3. Definición de Términos Básicos

- **Fitoquímicos:**

Sustancias contenidas en productos naturales que poseen actividad benéfica para el organismo humano. Dentro de ellos están incluidos los polifenoles como flavonoles,

antocianinas y proantocianidinas (46). Los polifenoles son compuestos que tienen la capacidad de neutralizar a moléculas inestables (radicales libres) que dañan las células de nuestro organismo, producidas debido al alto consumo de ciertas grasas incluidas en la dieta diaria (47).

- **Índice Aterogénico:**

Indicador relacionado con el aumento de lipoproteínas de baja densidad y el colesterol total. Representa el riesgo que se adquiere por el aumento anormal de LDLc en sangre para padecer ECV, siendo mayor el riesgo si se muestra un mayor índice aterogénico (48).

- **Extracto Liofilizado:**

El liofilizado es un método utilizado para preservar alimentos (49), tanto en investigación, como en procesos industriales. Este método se lleva a cabo mediante un proceso en el que el agua de un determinado producto, congelado por sublimación bajo presión reducida, es retirada (50).

El método cuenta con tres fases básicas:

- Congelación/sublimación: aquí el producto es pre congelado para asegurar una estructura inicial sólida.
- Secado primario: en esta fase, el 90 a 95% de agua contenida en el producto es retirada.
- Secado secundario: fase en la cual se retira el agua restante, obteniendo el producto pulverizado.

El método de liofilización, si bien es una técnica costosa y lenta de conservación, comparado con otros métodos, permite obtener productos de mayor calidad, ya que, al no emplear calor, evita que los productos liofilizados pierdan sus características nutricionales y organolépticas (50).

CAPÍTULO III: MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Tipo de estudio y diseño de la investigación

El proyecto muestra un enfoque cuantitativo por estar constituido de una serie de procesos, seguidos de forma sistemática y metódica. Este enfoque, se utiliza dentro de la investigación científica para la planificación de proyectos, siguiendo una estructura lógica y ordenada que lleve al investigador a la obtención de respuestas para los problemas propuestos (51).

El alcance es explicativo, ya que se realizó un estudio en el cual fueron controladas todas las condiciones en el laboratorio por el investigador principal. De esta manera, las diferencias para los marcadores medidos se explican por los diferentes tipos de tratamiento recibidos (52).

El diseño de este estudio es de tipo experimental. El investigador manipula las variables, induciendo un efecto hiperlipémico en los animales de experimentación, según las condiciones de la investigación (51) (52).

3.2. Población y muestra

3.2.1. Tamaño de la muestra

En el presente estudio no aplica tamaño de muestra. Lo que corresponde mencionar es la población. Se utilizaron 49 ratas macho de la cepa Sprague Dawley, distribuidas de la siguiente manera:

- **CN:** control negativo
- **CP:** control positivo
- **HA:** hiperlipémico (tritón 100mg/Kg) + atorvastatina (10mg/Kg)
- **HY:** hiperlipémico (tritón 100mg/Kg) + yacón (800mg/Kg)
- **HB:** hiperlipémico (tritón 100mg/Kg) + berenjena (20mg/Kg)
- **HYB1:** hiperlipémico (tritón 100mg/Kg) + sinérgico 1 (yacón 800mg/Kg + berenjena 20mg/Kg)
- **HYB2:** hiperlipémico (tritón 100mg/Kg) + sinérgico 2 (yacón 800mg/Kg + berenjena 80mg/Kg)

3.2.2. Selección del muestreo

En el presente estudio no aplica selección de muestreo. La población utilizada fue distribuida en 7 grupos: CN, CP, HA, HY, HB, HYB1 e HYB2 aleatoriamente.

3.2.3. Criterios de Inclusión y exclusión (53)

Inclusión:

- Ratas macho de la cepa Sprague dawley.
- 2 meses de vida.

Exclusión

- Ratas con algún defecto físico.
- Presencia de patología o manipulación previa al estudio.

3.3. Variables

3.3.1. Definición conceptual y operacionalización

Variable independiente: Grupos de tratamiento (*anexo 1*)

Grupo al cual fue asignado el animal de experimentación, según el tipo de tratamiento recibido durante el estudio.

Variable Dependiente: Perfil Lipídico (*anexo 1*)

Conjunto de marcadores bioquímicos que engloba al contenido de lípidos en sangre y/o lipoproteínas, tales como colesterol total (COL), triglicéridos (TG), colesterol de la lipoproteína de alta densidad (HDLc) y colesterol de la lipoproteína de baja densidad (LDLc) (54).

3.4. Plan de recolección de datos e instrumentos

Es preciso mencionar que los instrumentos utilizados para mediciones cuantitativas forman parte de laboratorios de investigación y desarrollo (LID) de la UPCH, los cuales son calibrados con frecuencia debido al tipo de estudios de alta envergadura que realizan. Por lo tanto, la confiabilidad de los mismos esta abalada por la misma universidad en mención.

3.4.1. Recolección de Material Botánico

Los productos utilizados en esta investigación fueron obtenidos de San Ignacio, provincia de Cajamarca (yacón) y del fundo San Francisco de Campanahuaca, ubicado en el valle de Pachacámac, Cieneguilla (berenjena).

El investigador principal recolectó 3 muestras del material botánico y se obtuvieron los certificados de autenticación para ambas especies utilizadas en esta investigación (*anexo 2*) (*anexo 3*).

3.4.2. Preparación del Extracto

Los productos obtenidos fueron sometidos al método de liofilización en los laboratorios de investigación de la Facultad de Industrias Alimentarias de la Universidad Agraria La Molina. Posteriormente, fueron diluidos según el tratamiento que corresponde a cada grupo de experimentación. La dilución se realizó en 3ml de agua destilada y se inoculó por medio de una sonda orogástrica.

3.4.3. Acondicionamiento de la unidad de análisis

Los animales fueron mantenidos en jaulas codificadas según grupo de tratamiento en el bioterio del Laboratorio de Neurociencia y Comportamiento de la Universidad Peruana Cayetano Heredia. Recibieron una dieta balanceada adquirida del Centro de Producción de la Universidad Nacional Agraria la Molina y agua *ad libitum* a una temperatura de 20°C con 12 horas de luz y 12 horas de oscuridad por un periodo de 7 días.

3.4.4. Método de inducción a Hiperlipemia

Para inducir a la hiperlipemia, se administró en una sola aplicación tritón x-100 a una dosis de 100mg/Kg peso, vía intraperitoneal. Este protocolo de inducción fue propuesto por Friedman y col. (41).

3.4.5. Esquema de Tratamiento

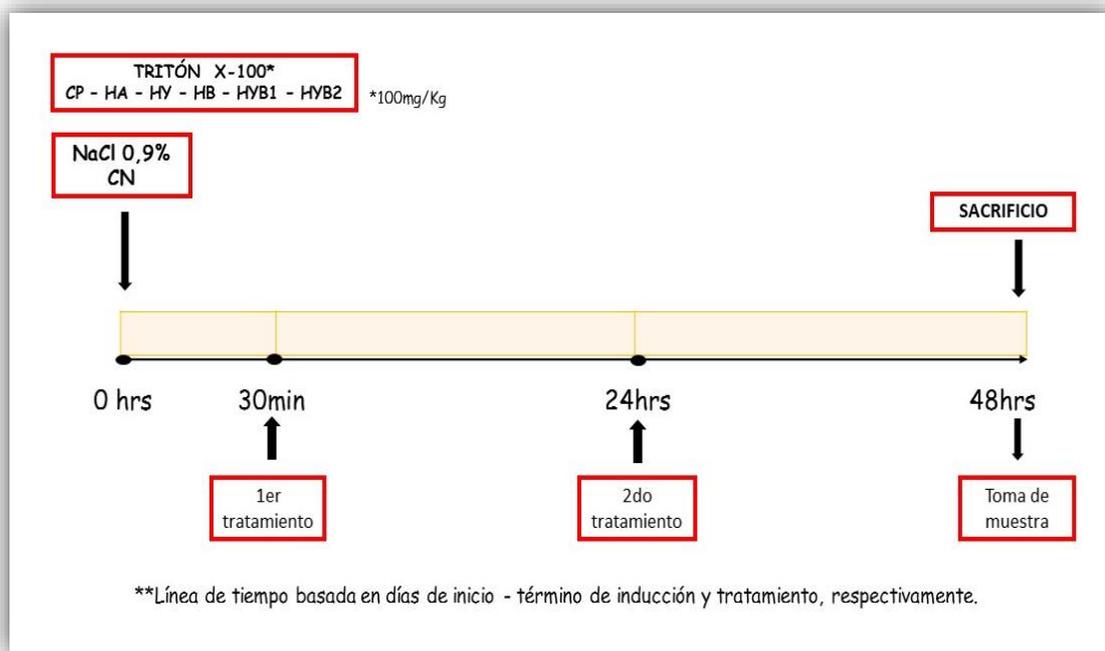


Imagen 1: Esquema general en línea de tiempo de inducción y tratamiento

3.5. Plan de análisis e interpretación de la información

Los datos fueron codificados por grupo de tratamiento (CN, CP, HA, HY, HB, HBY1, HBY2). Posteriormente, los datos obtenidos (peso de animal de experimentación, peso hepático, niveles de colesterol, HDLc y triglicéridos) fueron ingresados en un formato de excel. A partir de estos datos, se realizó el cálculo del LDLc e índice aterogénico. Posteriormente, se realizó el análisis utilizando el paquete estadístico STATA versión 13.0. Se utilizó la prueba de Shapiro-Wilk para comprobar la normalidad en las variables cuantitativas. Dependiendo del resultado de la prueba, se utilizó pruebas paramétricas (ANOVA) o no paramétricas (KRUSKAL WALLIS) para la comparación de las variables entre grupos.

Para la comparación entre pares de grupos se utilizó la prueba de Bonferroni o la prueba de Tukey o HSD (Honestly-significant-difference), según la prueba inicial. Se consideró como valor estadísticamente significativo un $p < 0.05$.

Se determinaron los niveles de colesterol de la lipoproteína de baja densidad, según el protocolo establecido por Friedewald y col. (55):

$$\text{LDLc} = \text{COL} - \text{TG}/5 - \text{HDLc}$$

- **LDLc** : Colesterol de la Lipoproteína de baja densidad
- **COL** : Colesterol Total

- **TG** : Triglicéridos
- **HDLc** : Colesterol de la lipoproteína de alta densidad

Para la medición del índice aterogénico, se realizó la medición según el protocolo de Castelli y col. (56):

$$\text{IA} = \text{CT}/\text{HDLc}$$

- **IA** : Índice Aterogénico
- **COL** : Colesterol Total
- **HDLc** : Colesterol de la lipoproteína de alta densidad

Se consideró la toma de peso de los animales de experimentación al inicio del estudio, a las primeras 24 horas y a las 48 horas de finalizada la investigación. Para ello, se generaron las siguientes variables:

$$\text{DF1} = (24-0) \text{ HRS}$$

Diferencia de peso determinada mediante la resta de peso corporal a las 24 horas menos peso corporal al inicio del estudio.

$$\text{DF2} = (48-24) \text{ hrs}$$

Diferencia de peso determinada mediante la resta de peso corporal a las 48 horas menos peso corporal a las 24 horas de haber iniciado el estudio.

$$\text{DF3} = (48-0) \text{ hrs}$$

Diferencia de peso determinada mediante la resta de peso corporal a las 48 horas menos peso corporal al inicio del estudio.

$$\text{PHC} = (\text{PH}/\text{peso corporal a las 48hrs})$$

Peso del hígado entre el peso corporal del animal, a las 48 horas.

Se presenta el plan de análisis resumido en la matriz de consistencia (*anexo 4*).

3.6. Ventajas y limitaciones

Se considera el presente estudio un trabajo de investigación experimental, ya que, las variables son controladas por el investigador y cuenta con un grupo control. Permite que los resultados sean confiables y certeros, disminuyendo de manera considerable el sesgo, que es mayor en estudios de corte transversal y longitudinal.

Por otro lado, por tratarse de una muestra de animales experimentales, los resultados no podrán ser asociados directamente para el tratamiento en humanos. Sin embargo, servirá de base para futuras investigaciones que podrían ser realizadas en grupos humanos bajo estudios como ensayos clínicos. Además, no se logró obtener la cantidad de muestra biológica requerida en 5 especímenes del total de animales de experimentación, quedando con un total de 44 ratas. Sin embargo, según la guía publicada por la National Academy of Sciences: Guide for the care and use of Laboratory Animals, publicada en el año 2011, se cumple con la cantidad recomendada de muestra para la realización de estudios experimentales ($n \geq 6$).

3.7. Aspectos Éticos

El presente estudio obtuvo la aprobación del Comité de Ética de la Universidad Católica Sedes Sapientiae (UCSS) (*anexo 5*). Asimismo, fue presentado y aprobado por el comité de ética de la Universidad Peruana Cayetano Heredia (UPCH) (*anexo 6*), lugar donde se realizó la parte experimental.

Las consideraciones éticas que fueron incluidas para el manejo de los animales experimentales son las mismas consignadas en la guía publicada por la National Academy of Sciences: Guide for the care and use of Laboratory Animals, publicada en el año 2011 en Washinton, DC; en la cual recomiendan la cantidad de animales a utilizar por experimento, especifican los cuidados y la manipulación adecuada de los animales experimentales, así como el entrenamiento que debe tener el personal encargado de su manipulación. De esta manera se evitó el sufrimiento, estrés o dolor de los animales de experimentación durante su participación en el estudio (53).

Se considera publicar la información mediante la elaboración de un artículo científico. Así se realizaría la difusión de los resultados para el conocimiento de la comunidad científica.

CAPÍTULO IV: RESULTADOS

4.1. Niveles de Perfil Lipídico

Se observó una mayor concentración de COL en los grupos CP, HA y HY, mostrando una diferencia significativa en comparación al grupo CN. En los grupos de tratamiento con HB y HYB1 se evidencia un menor nivel de concentración de COL, siendo significativo en comparación al grupo CP ($p<0.05$).

Para la variable HDLc, ninguno de los grupos de tratamiento mostró diferencias significativas.

En la variable LDLc, los grupos de tratamiento HA y HY no mostraron variaciones significativas, por otro lado, la variable HYB1 expresó niveles de concentración menores para esta variable, siendo significativo comparado a los grupos CP, HA y HY ($p<0.05$).

Los niveles de TG en los grupos de tratamiento HA, HY y HYB1 presentaron una concentración menor al grupo CP, dando como resultado una variación estadísticamente significativa ($p<0.05$).

Tabla 1: Promedio de perfil lipídico por grupo de tratamiento

Grupos	COL	HDLc	LDLc	TG
CN	121.48 ± 23.24	63.43 ± 5.88	50.02 ± 19.40	40.15 ± 17.81
CP	280.6 ± 90.51 ^a	64.25 ± 4.83	198.86 ± 98.90 ^a	87.41 ± 47.89 ^a
HA	259.51 ± 55.94 ^a	66.79 ± 4.73	187.35 ± 56.80 ^a	26.78 ± 9.95 ^b
HY	263.57 ± 94.53 ^a	68.41 ± 5.31	191.20 ± 97.91 ^a	19.75 ± 5.36 ^b
HB	161.15 ± 29.48 ^b	62.65 ± 1.34	88.69 ± 31.71	49.01 ± 46.53
HYB1	163.45 ± 19.06 ^{bc}	71.46 ± 7.64	84.55 ± 25.74 ^{bcd}	37.13 ± 16.08 ^b
HYB2	193.31 ± 16.95	71.19 ± 11.71	111.75 ± 23.03	51.83 ± 20.24

CN, control negativo; CP, control positivo; HA, hiperlipémico más atorvastatina; HY, hiperlipémico más yacón; HB, hiperlipémico más berenjena; HYB1, hiperlipémico más sinérgico 1 (yacón y berenjena); HYB2, hiperlipémico más sinérgico 2 (yacón y berenjena).

^a $p<0.05$ comparado con CN; ^b $p<0.05$ comparado con CP; ^c $p<0.05$ comparado con HA; ^d $p<0.05$ comparado con HY; ^e $p<0.05$ comparado con HB; ^f $p<0.05$ comparado con HYB1.

4.2. Variación de Peso de Animales de Experimentación

En el grupo de tratamiento HYB2 se observó una disminución en el peso de los animales de experimentación durante todo el tratamiento (48 horas), siendo esta estadísticamente significativa dentro de las primeras 24 horas, en comparación a los demás grupos de tratamiento.

Tabla 2 : Promedio de variación de peso durante el tratamiento

Grupos	DF1	DF2	DF3
CN	-0.62 ± 7.78	8.75 ± 5.75	8.12 ± 5.38
CP	8.5 ± 6.15	-4.66 ± 4.63	3.83 ± 8.18
HA	1.37 ± 3.77	4.25 ± 37.28	5.62 ± 38.32
HY	8.66 ± 5.42	-7.83 ± 3.18	0.83 ± 3.65
HB	13.75 ± 9.35 ^{ac}	-4.75 ± 0.5	9 ± 9.48
HYB1	8 ± 6.66	9.16 ± 2.56	17.16 ± 7.57
HYB2	-12 ± 3.09 ^{abcdef}	-8.83 ± 8.61	-20.83 ± 7.19 ^f

CN, control negativo; CP, control positivo; HA, hiperlipémico más atorvastatina; HY, hiperlipémico más yacón; HB, hiperlipémico más berenjena; HYB1, hiperlipémico más sinérgico 1 (yacón y berenjena); HYB2, hiperlipémico más sinérgico 2 (yacón y berenjena).

^a p<0.05 comparado con CN; ^b p<0.05 comparado con CP; ^c p<0.05 comparado con HA; ^d p<0.05 comparado con HY; ^e p<0.05 comparado con HB; ^f p<0.05 comparado con HYB1.

4.3. Cálculo de Índice Aterogénico

Se observó un mayor índice aterogénico (IA) en los grupos CP, HA y HY, en comparación al grupo CN. En el grupo de tratamiento HYB1 se evidenció un menor índice, significativo estadísticamente, en comparación al grupo CP (p<0.05).

Tabla 3 : Promedio de índice aterogénico por grupo de tratamiento

GRUPOS	IA
CN	1.91 ± 0.31
CP	4.47 ± 1.73 ^a
HA	3.91 ± 0.95 ^a
HY	3.92 ± 1.59 ^a
HB	2.56 ± 0.41
HYB1	2.32 ± 0.42 ^b
HYB2	2.77 ± 0.48

CN, control negativo; CP, control positivo; HA, hiperlipémico más atorvastatina; HY, hiperlipémico más yacón; HB, hiperlipémico más berenjena; HYB1, hiperlipémico más sinérgico 1 (yacón y berenjena); HYB2, hiperlipémico más sinérgico 2 (yacón y berenjena).

^a p<0.05 comparado con CN; ^b p<0.05 comparado con CP; ^c p<0.05 comparado con HA; ^d p<0.05 comparado con HY; ^e p<0.05 comparado con HB; ^f p<0.05 comparado con HYB1.

4.4. Nivel de Peso de Tejido Hepático

Se observó que los grupos que recibieron la inducción con TRITON X-100 no mostraron diferencias significativas en el peso del tejido hepático en comparación al grupo CN.

Tabla 4 : Promedio de peso hepático por grupo de tratamiento

GRUPOS	PH	PHC
CN	9.87 ± 1.72	0.052 ± 0.005
CP	12.5 ± 1.97	0.051 ± 0.007
HA	11 ± 1.69	0.045 ± 0.008
HY	12.5 ± 0.54	0.055 ± 0.003
HB	12.25 ± 1.25	0.049 ± 0.002
HYB1	13.5 ± 2.88	0.051 ± 0.010
HYB2	10.5 ± 2.34	0.053 ± 0.008

CN, control negativo; CP, control positivo; HA, hiperlipémico más atorvastatina; HY, hiperlipémico más yacón; HB, hiperlipémico más berenjena; HYB1, hiperlipémico más sinérgico 1 (yacón y berenjena); HYB2, hiperlipémico más sinérgico 2 (yacón y berenjena).

CAPÍTULO V: DISCUSIÓN

5.1. Discusión

La hiperlipemia es un factor de riesgo para el desarrollo de enfermedades cardiovasculares, siendo esta la principal causa de morbimortalidad a nivel mundial (57) (58). En el presente estudio se observó el efecto hipolipemiante de los extractos de berenjena, yacón y combinados. Esto estaría disminuyendo el riesgo de padecer enfermedades subyacentes a las ECV, tales como infarto al miocardio, aterosclerosis, entre otros. El extracto de berenjena mostró un efecto hipocolesterolémico, el extracto de yacón un efecto hipotriglicéridémico y el extracto combinado de ambos bajo la dosis sinérgica 1 (HYB1) un efecto hipolipemiante sobre el perfil lipídico, excepto sobre el HDLc.

En la actualidad la medicina tradicional o complementaria ha despertado el interés de profesionales de la salud y población en general. El uso de alimentos funcionales, como el yacón y la berenjena, han sido motivo de investigación debido a la aparición de estudios que relacionan su alto contenido en fitonutrientes con una actividad hipolipemiante (5) (16) (7) (25) (59). Sin embargo, no existe evidencia científica del efecto hipolipemiante que ambos alimentos en conjunto presentarían. Por ello, el objetivo principal de este estudio fue el de corroborar el efecto en conjunto del extracto de yacón y berenjena sobre el perfil lipídico de ratas con hiperlipemia inducida (4).

Se utilizó el modelo experimental de inducción con tritón x-100 para obtener una mayor concentración de lípidos séricos. Como resultado, se obtuvo el incremento de colesterol total, LDLc y triglicéridos en suero del grupo CP con respecto a CN, lo cual estaría incrementando el riesgo cardiovascular. El resultado de esta inducción, coincide con lo reportado por otros investigadores en estudios realizados tanto a nivel nacional como internacional, confirmando la efectividad del modelo hiperlipemiante (60) (61) (62). Al aplicar los tratamientos con yacón, berenjena o ambos, se evidenció posteriormente una menor concentración de lípidos séricos para aquellos inducidos a hiperlipemia. Por ejemplo, la reducción del 57% del LDLc en el grupo HYB1 (20mg/Kg de berenjena + 800mg/kg de yacón) con respecto al CP. Esto implicaría una reducción de la mortalidad en un 62% relacionada a eventos cardiovasculares mayores (independiente de la edad, sexo, LDLc basal o previa enfermedad vascular), si se toma como referencia la ingesta de una estatina (63). Sin embargo, no se observó cambios significativos en el grupo HYB2 (80mg/Kg de berenjena + 800mg/kg de yacón) a pesar de presentar mayor cantidad de berenjena que el grupo HYB1. De lo mencionado, se puede deducir que no sería necesaria una mayor dosis de berenjena para obtener un resultado positivo con respecto al colesterol total, LDLc y triglicéridos, debido a la tolerancia que presentaron los animales de experimentación (62) (64).

Con respecto al grupo HB (20mg/Kg de berenjena) sí se observó una menor concentración de colesterol total, también de LDLc y triglicéridos, aunque estos dos últimos no mostraron una diferencia estadísticamente significativa. Sin embargo, si se adiciona yacón a dosis de 800mg/kg se logra reducir la concentración de LDLc y TG significativamente. Esto sugiere que la mezcla yacón y berenjena a dosis de 800mg/Kg + 20mg/Kg, respectivamente, estaría ejerciendo un efecto potenciador, logrando una reducción adicional del LDLc y triglicéridos, obteniendo una mejora en los valores de lípidos séricos, bajo el modelo de inducción por triton x-100. Esto probablemente se deba a la acción de los fructooligosacáridos contenidos en el yacón, estos actúan produciendo una disminución de la actividad del ácido graso sintasa hepático; consecuentemente disminuiría la síntesis de ácidos grasos, triglicéridos y LDLc (65).

Un resultado similar se observó en un modelo con ratas inducidas a diabetes mellitus con hiperlipemia asociada, aquí se administró yacón en extracto liofilizado en tabletas por 90 días y la disminución en los niveles de triglicéridos fue significativa. La afinidad del extracto liofilizado de yacón por los triacilglicéridos es asociada con la cantidad de fructooligosacáridos (FOS), por cada 1000mg de extracto liofilizado el contenido de FOS es $\approx 52\%$ (66). La berenjena, mantiene una afinidad por el colesterol, mostrando en diversos estudios una actividad hipocolesterolemica (67) (68) atribuida a su contenido de fitonutrientes como los flavonoides, lo cual iría acorde a los resultados obtenidos en esta investigación. Por otro lado, estos resultados entran en controversia según lo postulado por distintos investigadores en Brasil, quienes afirman que el zumo de la *Solanun melongena* no presenta efecto alguno sobre los niveles de colesterol en sangre (69) (70). Es probable que esta diferencia exista debido a que los estudios publicados en Brasil fueron de corte transversal en población humana, sin tener control de los grupos que recibieron el tratamiento.

En un estudio experimental realizado en ratas bajo inducción a hiperlipemia con tritón x-100, se probaron cuatro dosificaciones de extracto de berenjena (25, 50, 100 y 200 mg/Kg), notándose disminución del LDLc durante las primeras 24 horas, según los resultados del estudio (68). En la presente investigación, el grupo HB, que recibió 20mg/kg de extracto de Berenjena, mostró una menor concentración de colesterol total y LDLc en suero a las 48 horas de tratamiento, siendo el resultado significativo. En otro modelo de hiperlipemia, en conejos tratados con 10 ml de jugo de berenjena/día por un periodo 15 días, se observó la reducción de los niveles de colesterol total, LDLc y triglicéridos (71). Estos resultados muestran los efectos benéficos sobre el perfil lipídico, aunque estudios en humanos atribuyen que el extracto de berenjena no tiene un efecto sobre el perfil lipídico en individuos con hiperlipemia, esto probablemente se deba a la dosis utilizada en cada tratamiento (6) (69).

De los grupos tratados con extracto de yacón (HY), atorvastatina (HA) y yacón con berenjena (HYB1) se resalta una concentración menor, estadísticamente significativa, sobre los triglicéridos en comparación con los niveles mostrados por el grupo CP, esto sugiere que, en primer lugar, estarían disminuyendo los niveles de TG del VLDL y sería necesario un mayor tiempo y frecuencia de tratamiento para disminuir los valores de LDLc, ya que este deriva del VLDL remanente (72) (73) (62). Dentro de lo mencionado, se puede manifestar que probablemente los componentes del yacón, berenjena o ambos en conjunto, estarían regulando la lipoproteína lipasa o apoproteína CII para disminuir los niveles de triglicéridos (74), lo cual sería necesario demostrar en futuros estudios. El yacón se caracteriza por contener fructooligosacáridos, los que estarían controlando la salida del VLDL hepático, probablemente por disminución de la síntesis de ácidos grasos a través del ácido graso sintetasa. Aunque también podría ser por la estimulación del incremento de insulina y consecuentemente la inhibición de la lipasa sensible a hormona (66).

Es interesante la disminución observada en el peso corporal durante las primeras 24 horas bajo el tratamiento con yacón y berenjena en su dosis máxima (HYB2). Podemos atribuir este comportamiento a las propiedades antiinflamatorias de la berenjena, gracias a los flavonoides contenidos en este alimento funcional (67). Sin embargo, para corroborar este postulado sería necesario realizar un estudio complementario con un mayor tiempo de duración en el tratamiento.

El uso de estatinas como hipolipemiantes orales es el tratamiento convencional para pacientes con dislipidemias. Sin embargo, en este estudio no se evidenció menor concentración en el nivel de lípidos séricos, de forma significativa, para el grupo que recibió la dosis estándar (HA: 10mg/Kg). Es posible especular que la causa de la ineficacia de esta estatina fue debido al corto periodo de tratamiento (48 horas), si bien

la dosificación administrada en el grupo HA es la utilizada en diversos estudios de investigación experimental (75) (76), estos suelen tener un mayor tiempo de duración, en promedio 4 semanas.

5.2. Conclusiones

Se concluye que, bajos dosis específicas de yacón y berenjena en conjunto (HYB1), se demuestra un efecto hipolipemiante en ratas inducidas a hiperlipemia. Así como, el efecto por separado de ambos extractos; la berenjena (HB) mostró una mayor afinidad hacia el colesterol total y el yacón (HY) mostró una mayor afinidad por los triglicéridos, siendo la concentración de los mismos menor en ambos casos y estadísticamente significativa.

Adicionalmente, la dosis de extracto combinado de yacón y berenjena (HYB2) mostró un efecto sobre el peso en los animales experimentales inducidos a hiperlipemia, siendo este menor en comparación al grupo CP.

5.3. Recomendaciones

La investigación posterior que queda abierta con los resultados obtenidos sería estudios en poblaciones humanas mediante ensayos clínicos controlados. Para ello, se recomienda evaluar el perfil lipídico en personas que incluyan berenjena y yacón en su dieta.

Para un mejor entendimiento de las posibles vías o mecanismos de acciones de los extractos de berenjena y yacón, sería necesario realizar la medición de marcadores antioxidantes de lípidos, proteínas y ácidos nucleicos. Así como, ahondar en la cuantificación de fitoquímicos contenidos en cada extracto en particular.

Asimismo, se recomienda evaluar alimentos que han logrado crecer en Perú en zonas altoandinas provenientes de Asia. Existen diversos tubérculos a los que se les atribuyen propiedades benéficas para el ser humano y carecen de estudios de corte experimental a nivel nacional. Se resalta la importancia de este tipo de investigaciones, ya que es un paso importante para poder establecer hipótesis que conlleven al investigador, según resultados obtenidos en población animal, a posibles estudios en poblaciones humanas mediante ensayos clínicos controlados.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Organización Mundial de la Salud O. Informe mundial sobre la Diabetes [Internet]. 2016. Disponible en: http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/204877/1/WHO_NMH_NVI_16.3_spa.pdf?ua=1
2. Enfermedades cardiovasculares [Internet]. Organización Mundial de la Salud. 2015. Disponible en: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs317/es/>
3. Estado de la población Peruana 2014 [Internet]. Instituto Nacional de Estadística e Informática. 2014. Disponible en: https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitaales/Est/Lib1157/libro.pdf
4. Miguel Soca PE. Dislipidemias. ACIMED. diciembre de 2009;20(6).
5. Chasquibol N, Lengua L, Demas I, Rivera D, Bazan D, Aguirre R, et al. ALIMENTOS FUNCIONALES O FITOQUÍMICOS, CLASIFICACIÓN E IMPORTANCIA. Rev Per Quím Ing Quim. 2003;5(2):9–20.
6. Silva M, Santos R, O’leary M, Santos R. Effect of aubergine (*Solanum melongena*) on serum and hepatic cholesterol and triglycerides in rats. Braz arch biol technol. 1999;42(3).
7. Collantes Cossio M. Efecto del consumo de *Polymnia Sonchifolia* (Yacón) en los niveles de lípidos en pacientes dislipidémicos del Centro Geriátrico del Hospital Naval, julio-noviembre del 2005. Revista Científica Ciencias de la Salud. 2010;3(1).
8. Encuesta Nacional de indicadores Nutricionales, Bioquímicos, Socioeconómicos y Culturales Relacionados con las Enfermedades Crónico degenerativas. Lima: Centro Nacional de Alimentación y Nutrición; 2006.
9. Segura L, Agusti R, Ruiz E. Factores de riesgo de las enfermedades cardiovasculares en el Perú II. Estudio TORNASOL II comparado con TORNASOL I después de cinco años. Revista Peruana de Cardiología. abril de 2013;39(1):5–59.
10. Rosselli D, Castaño N, Arciniegas J, García Á, Muñoz Ó, Gómez-Restrepo C. Costo-efectividad de las estatinas para el tratamiento de dislipidemia en Colombia. Acta Médica Colombiana. abril de 2015;40(2).
11. Vivencio A, Escobar C. Valor de la dislipemia en el conjunto de los factores de riesgo cardiovascular. Rev Esp Cardiol Supl. 2011;11(b):29–35.
12. Organización Mundial de la Salud. Enfermedades Cardiovasculares. Informe de un grupo científico de la OMS. Ginebra; 2012.
13. Zhang X. Medicina tradicional: definiciones [Internet]. OMS/Ginebra; 2016. Disponible en: http://www.who.int/topics/traditional_medicine/definitions/es/

14. Estrategia de la OMS sobre medicina tradicional 2014 - 2023 [Internet]. Organización Mundial de la Salud. 2013. Disponible en: <http://apps.who.int/medicinedocs/documents/s21201es/s21201es.pdf>
15. Duarte M. Medicina occidental y otras alternativas: ¿es posible su complementariedad? Reflexiones conceptuales. *Cad Saúde Pública*, Rio de Janeiro. 2003;19(2):635–43.
16. Urrea D, Polo A, Sanabria A. Actividad hipolipemiente del extracto del fruto de *Solanum melongena*. *Revista Colombiana de ciencias Químico-farmacéuticas*. 1995;23.
17. Chasquibol N, Aguirre R, Bravo M, Lengua R, Tomás G, Delmás I, et al. Estudio químico y nutricional de las variedades de la raíz de la *Polumnia sonchifolia* “Yacón”. *Revista Peruana de Química e Ingeniería Química*. 2002;5(1):37–42.
18. Sánchez S, Genta S. Yacon: un potencial producto natural para el tratamiento de la diabetes. *Bol Latinoam Caribe Plant Med Aromaticas*. 2007;6(5):162–4.
19. Tomás FA. Los polifenoles de los alimentos y la salud. *Alim Nutri Salud*. 2003;10(2):41–53.
20. Huamantupa I, Cuba M, Urrunaga R, Paz E, Ananya N, Callalli M, et al. Riqueza, uso y origen de plantas medicinales expendidas en los mercados de la ciudad del Cusco. *Rev Perú biol*. diciembre de 2011;18(3):283–91.
21. Avelar T, Storch A, Castro L, Azevedo G, Feraz L, Lopes P. Oxidative stress in the pathophysiology of metabolic syndrome: which mechanisms are involved? *J Bras Patol Med Lab*. agosto de 2015;51(4):231–9.
22. Muñoz A, Ramos F, Alvarado C, Castañeda B. Evaluación de la capacidad antioxidante y contenido de compuestos fenólicos en recursos vegetales promisorios. *Rev Soc Quím Perú*. 2007;73(3):142–9.
23. Hanson P, Yang R-Y, Tsou S, Ledesma D, Engle L, Lee T-C. Diversity in eggplant (*Solanum melongena*) for superoxide scavenging activity, total phenolics, and ascorbic acid. *Journal of Food Composition and Analysis*. 2006;19:594–600.
24. Xia E-Q, Deng G-F, Guo Y-J, Li H-B. Biological activities of polyphenols from grapes. *Int J Mol Sci*. febrero de 2012;11(2):622–46.
25. Gordillo G, Negron L, Zuniga T, Flores E, Moreyra R, Fuertes C, et al. EFECTO HIPOGLICEMIANTE DEL EXTRACTO ACUOSO DE LAS HOJAS DE *Smallanthus sonchifolius* (YACÓN) EN PACIENTES CON DIABETES MELLITUS TIPO 2. *Ciencia e Investigacion*. 2012;15(1):42–7.
26. Pretel O, Nomberto C, Canchachí W, León C, Pretel O, Torres P. Efecto de canchalagua, *Hipericum laricifolium*, sobre el perfil lipídico y glucosa sérica de *Rattus rattus albinus*. *REBIOL*. 2012;32(1):4–103.
27. Cruz L. EFECTO DEL EXTRACTO DEL FRUTO DE *Solanum melongena* “BERENJENA” EN CONEJOS HIPERCOLESTEROLÉMICOS. *Biotempo*. 2008;8:22–5.
28. Arroyo J, Raez E, Rodríguez M, Chumpitaz V, Burga J, De la Cruz W, et al. Reducción del colesterol y aumento de la capacidad antioxidante por el consumo crónico de maíz

- morado (*Zea mays* L) en ratas hipercolesterolémicas. *Rev Peru Med Exp Salud Publica*. 2007;24(2):157–62.
29. Martinez P, Coelho R, Pilar B, Golke A, Gullich A, Escobar J, et al. SUPPLEMENTATION WITH THE YACON ROOT EXTRACT (*SMALLANTHUS SONCHIFOLIUS*) IMPROVES LIPID, GLYCEMIC PROFILE AND ANTIOXIDANT PARAMETERS IN WISTAR RATS HYPERCHOLESTEROLEMIC. *World Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences*. 2016;5(9):2284–300.
 30. Brader L, Overgaard A, Christensen L, Jeppesen P, Hermansen K. Polyphenol-Rich bilberry ameliorates total cholesterol and LDL cholesterol when implemented in the diet of zucker diabetic fatty rats. *Rev Diabet Stud*. 2013;10(4):270–82.
 31. Palomo I, Fuentes E, Carrasco G, González D, Moore-Carrasco R. Actividad antioxidante, hipolipemiante y antiplaquetaria del tomate (*Solanum lycopersicum* L.) y el efecto de su procesamiento y almacenaje. *Rev Chil Nutr*. diciembre de 2010;37(4).
 32. Molina A. Manejo poblacional de las dislipidemias primarias. *Rev Med Clin CONDES*. el 2 de febrero de 2010;21(5):705–13.
 33. Aguilar C, Gómez R, Tusié M. Cincuenta años de estudio de las hiperlipidemias primarias: El caso de la Hiperlipidemia familiar combinada. *Invest Clín*. 2010;51(2):145–58.
 34. Vodnala D, Rubenfire M, Brook R. Secondary causes of dyslipidemia. *Am J Cardiol*. 2012;110(6):823–5.
 35. Medina J, Zea H, Morey O, Bolaños J, Muñoz E, Postigo M, et al. Prevalence of the metabolic syndrome in Peruvian Andean hispanics: The PREVENCIÓN study. *Diabetes Research and Clinical Practice*. 2007;78:270–81.
 36. Vinueza R, Boissonnet C, Uriza F, Benitez F, Silva H, Schargrodsky H, et al. Dyslipidemia in seven Latin American cities: CARMELA study. *Preventive Medicine*. 2010;50:106–11.
 37. Errico T, Xiangyu C, Martin J, Julve J, Escola J, Blanco F. Mecanismos básicos: estructura, función y metabolismo de las lipoproteínas plasm. *Clin Invest Arterioscl*. 2013;25(2):98–103.
 38. Johnson M. Detergents: Triton X-100, Tween-20, and More. Vol. 3. 2013.
 39. Bio-Rad LInc. Life Science Research, Education, Process Separations, Food Science [Internet]. Disponible en: http://www.bio-rad.com/webroot/web/pdf/WWMSDS/LSGC/USA/USA_USA_USA_1610407.pdf
 40. Maldonado O, Ramirez I, García J, Ceballos G, Méndez B. Colesterol: Función biológica e implicaciones médicas. *Rev Mex Cienc Farm*. 2012;43(2).
 41. Friedman M, Sanford B. THE MECHANISM RESPONSIBLE FOR THE HYPERCHOLESTEREMIA INDUCED BY TRITON WR-1339. 1952;
 42. OMS F. Comisión del CODEX ALIMENTARIUS [Internet]. 2012. Disponible en: ftp://ftp.fao.org/codex/meetings/cclac/cclac18/la18_15s.pdf

43. Seminario J, Valderrama M, Manrique I. El yacón: fundamentos para el aprovechamiento de un recurso promisorio [Internet]. Centro Internacional de la Papa (CIP); 2003. Disponible en: http://cipotato.org/wp-content/uploads/2014/07/Yacon_Fundamentos_password.pdf
44. National Science F (NSF). A global taxonomic resource for the nightshade family [Internet]. 2011. Disponible en: <http://www.solanaceaesource.org/solanaceae/solanum-melongena>
45. Sarkinen T, Baden M, Gonzales P, Cueva M, Giacomini L, Spooner D, et al. Listado anotado de Solanum L. (Solanaceae) en el Perú. *Rev peru biol.* 2015;22(1).
46. Teixeira A, Eiras J, Castellari S, Gerós H. Berry Phenolics of Grapevine under Challenging Environments. *Int J Mol Sci.* 2013;14.
47. Manrique I, Párraga A, Hermann M. Conservación y uso de la biodiversidad de raíces y tubérculos andinos: Una década de investigación para el desarrollo (1993-2003). 2005.
48. Gonzalez R. Indicadores de Riesgo Aterogénico como predictores de Síndrome Metabólico en una población del municipio Sifontes del estado Boívar, Venezuela. *Revista Multidisciplinaria del Consejo de Investigación de la Universidad de Oriente.* 2016;28(2).
49. Fernández A, Hernandez A. Fibratos: efectos farmacológicos. *Clin Invest Arterioscl.* 2012;24(1):19–23.
50. Doymaz I, Sahin M. Effect of temperature and pre-treatment on drying and rehydration characteristics of broccoli slices. *Journal of Food Measurement and Characterization.* 2016;10(2):364–73.
51. Hernandez R, Baptista P, Fernandez C. *Metodología de la investigación.* 5ta ed. Mexico: McGraw-Hill; 2010.
52. Argimon Pallas J. *Métodos de investigación clínica y epidemiológica.* 4ta ed. Barcelona, España: ElServier; 2013. 522 p.
53. *Guide for the care and use of Laboratory Animals.* Octava. Washington, DC: National Academy of Sciences; 2011.
54. Freire R, Moura M, Soares A, Rodrigues D, Parente A, Coelho M. Análisis del perfil lipídico en una población de estudiantes universitarios. *Rev Latino-Am Enfermagem.* 2013;21(5).
55. Friedewald W, Levy R, Fredrickson D. Estimation of the Concentration of Low-Density Lipoprotein Cholesterol in Plasma, Without Use of the Preparative Ultracentrifuge. *CLINICAL CHEMISTRY.* 1972;18(6).
56. Castelli W, Garrison R, Wilson P, Abbott R, Kalousdian S, Kannel W. Incidence of Coronary Heart Disease and Lipoprotein Cholesterol Levels The Framingham Study. *JAMA.* 1986;256(20).
57. Adult Treatment Panel III. Third Report of the National Cholesterol Education Program (NCEP) Expert Panel on Detection, Evaluation, and Treatment of High Blood Cholesterol in Adults (Adult Treatment Panel III) final report. *Circulation.* 2002;106(25):3143–421.

58. Nelson R. Hyperlipidemia as a Risk Factor for Cardiovascular Disease. *Prim Care*. 2013;40(1):195–211.
59. Gonzalez G, Tamayo M, Madariaga P. Efecto hipoglucémico de *Solanum melongena* L. en ratas con dieta rica en sacarosa. *Medicent Electrón*. 2015;19(1).
60. Campos J. Efecto hipolipidémico del extracto acuoso de las hojas de *Artocarpus altilis* “árbol del pan” en *Rattus norvegicus* con hiperlipidemia inducida. *Scientia Agropecuaria*. 2013;4(4):275–83.
61. Khanna AK, Rizvi F, Chander R. Lipid lowering activity of *Phyllanthus niruri* in hyperlipemic rats. *Journal of Ethnopharmacology*. 2002;82(1):19–22.
62. Harnafi H, Bouanani N, Aziz M, Serghini H, Ghalim N, Amrani S. The hypolipidaemic activity of aqueous *Erica multiflora* flowers extract in Triton WR-1339 induced hyperlipidaemic rats: A comparison with fenofibrate. *Journal of Ethnopharmacology*. 2007;109(1):156–60.
63. Mihaylova B, Emberson J, Blackwell L, Keech A, Simes J, Barnes E. The effects of lowering LDL cholesterol with statin therapy in people at low risk of vascular disease: Meta-analysis of individual data from 27 randomised trials. *Lancet*. 2012;380(9841):581–90.
64. Harrison C. Patenting natural products just got harder. *Nature Biotechnology*. 2014;32(5):403–4.
65. Teixeira G, Castro G, Bastos A, Leitao P, Botelho S. Fructo-oligosaccharide effects on serum cholesterol levels. An overview. *Acta cirurgica brasileira*. 2015;30(5).
66. Habib N, Honoré S, Genta S, Sanchez S. Hypolipidemic effect of *Smallanthus sonchifolius* (yacon) roots on diabetic rats: Biochemical approach. *Elservier Chemo-Biological Interactions*. 2011;31–9.
67. Sung J, Gu Y-F, Su X, Li M-M, Huo H-X, Zhang J, et al. Anti-inflammatory lignanamides from the roots of *Solanum melongena* L. *Fitoterapia*. 2014;98:110–6.
68. Sodipo O, Abdulrahman F, Sandabe U, Akinniyi J. Total lipid profile and faecal cholesterol with aqueous fruit extract of *Solanum macrocarpum* in tritoninduced hyperlipidemic albino rats. *Journal of Medicinal Plants Research*. 2011;5(16):3833–8.
69. Da Silva G, Takahashi M, Eik Filho W, Albino C, Tasim G, Serri L, et al. Ausência de efeito hipolipemiante da *Solanum melongena* L. (berinjela) em pacientes hiperlipidêmicos. *Arq Bras Endocrinol Metab*. junio de 2004;48(3).
70. Marchiori J, Thomaz A, Caramelli B. Eggplant (*Solanum melongena*) Extract Does Not Alter Serum Lipid Levels. *Arq Bras Cardiol*. 2004;82(3):269–76.
71. Par J, Neyra L, Osaki R, Almeida E, Bragagnolo N. Effect of eggplant on plasma lipid levels, lipidic peroxidation and reversion of endothelial dysfunction in experimental hypercholesterolemia. *Arq Bras Cardiol*. 1998;70(2):87–91.
72. Hyson D, Rutledge J, Berglund L. Postprandial lipemia and cardiovascular disease. *Curr Atheroscler Rep*. 2003;5(6):437–44.

73. Kim S, Kim M, Seo H, Hyun M, Han K, Cho S. Efficacy and safety of morning versus evening dose of controlled-release simvastatin tablets in patients with hyperlipidemia: a randomized, double-blind, multicenter phase III trial. *Clin Ther*. 2013;35(9):1350–60.
74. Abourjaili G, Shtaynberg N, Wetz R, Costantino T, Abela G. Current concepts in triglyceride metabolism, pathophysiology, and treatment. *Metabolism*. 2010;59(8):1210–20.
75. Fassini P, Noda R, Ferreira E, Silva M, Neves V, Demonte A. Soybean glycinin improves HDL-C and suppresses the effects of rosuvastatin on hypercholesterolemic rats. *Lipids Health Dis*. 2011;10(65).
76. Ulicna O, Vancova O, Waczulikova I, Bozek P, Sikurova L, Bada V, et al. Liver Mitochondrial Respiratory Function and Coenzyme Q Content in Rats on a Hypercholesterolemic Diet Treated With Atorvastatin. 2012;61:185–93.
77. Argueso R, Días J, Díaz J, Rodriguez A, Castro M, Diz F. Lípidos, colesterol y lipoproteínas. *Galicia Clin*. 2011;72(1):7–17.

ANEXOS

Anexo 1: OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES EMPLEADAS

Variables	Tipo de variable (según relación)	Definición operacional	Indicadores	Tipo de variable (según naturaleza)	Escala de medición	Instrumento
Grupos de tratamiento	Independiente	Grupo al cual fue asignado el animal de experimentación, según el tipo de tratamiento recibido durante el estudio.	Grupo 1 → CN: 3ml de agua destilada Grupo 2 → CP: 3ml de agua destilada* Grupo 3 → HA: Atorvastatina 10mg/Kg* Grupo 4 → HY: 800mg/kg* Grupo 5 → HB: 20mg/Kg* Grupo 6 → HBY1: 800mg/Kg de yacón + 20mg/Kg de berenjena* Grupo 7 → HBY2: 800mg/Kg de yacón + 80mg/Kg de berenjena*	Cualitativa	Ordinal	Viales Balanza
Perfil lipídico	Dependiente	Conjunto de marcadores bioquímicos que engloba a los lípidos contenidos en sangre y/o lipoproteínas, tales como colesterol (COL), triglicéridos (TG), colesterol de las lipoproteínas de alta densidad (HDLc) y colesterol de las lipoproteína de baja densidad (LDLc) (77)	HDLc LDLc COL TG	Cuantitativa Continua	Razón	Espectrofotómetro Pipetas Reactivos

*grupos inducidos a hiperlipemia con triton x-100 (100mg/Kg peso)

Anexo 2: CONSTANCIA DE AUTENTIFICACIÓN DE ESPECIE BOTÁNICA “*Solanum Melongena*”



UNIVERSIDAD PERUANA
CAYETANO HEREDIA

FACULTAD DE CIENCIAS Y FILOSOFÍA “ALBERTO CAZORLA TALLERÍ”

CONSTANCIA

A QUIEN CONCIERNA:

El que Certifica,

Biólogo-Botánico, Profesor de la Sección Ciencias Farmacéuticas, Departamento de Ciencias Celulares y Moleculares, Facultad de Ciencias y Filosofía de la Universidad Peruana Cayetano Heredia, encargado del HERBARIO DE PLANTAS MEDICINALES (HEPLAME), deja constancia de haber recibido, procesado y determinado taxonómicamente la muestra vegetal llamada “Berenjena” y ésta, corresponde a la especie: *Solanum melongena* L. de la Familia Solanaceae.

Se expide la siguiente constancia para los fines que la Señorita Elizabeth Zenaida Pajares Herrada identificada con DNI N°45028768, para los fines que considere necesarios.

Lima, 20 de Julio del 2 017.

Blgo. Camilo Díaz Santibañez.

C. B. P. 3795.

Anexo 3: CONSTANCIA DE AUTENTIFICACIÓN DE ESPECIE BOTÁNICA
"Smallanthus sonchifolius"



UNIVERSIDAD PERUANA
CAYETANO HEREDIA

FACULTAD DE CIENCIAS Y FILOSOFÍA "ALBERTO CAZORLA TALLERÍ"

CONSTANCIA

A QUIEN CONCIERNA:

El que Certifica,

Biólogo-Botánico, Profesor de la Sección Ciencias Farmacéuticas,
Departamento de Ciencias Celulares y Moleculares, Facultad de Ciencias y
Filosofía de la Universidad Peruana Cayetano Heredia, encargado del
HERBARIO DE PLANTAS MEDICINALES (HEPLAME), deja constancia
de haber recibido, procesado y determinado taxonómicamente la muestra
vegetal llamada "Yacón" y ésta, corresponde a la especie: *Smallanthus
sonchifolius* (Poepp.) H. Rob. de la Familia Asteraceae.

Se expide la siguiente constancia para los fines que la Señorita Elizabeth
Zenaida Pajares Herrada identificada con DNI N°45028768, considere
necesarios.

Lima, 10 de Agosto del 2 017.

Blgo. Camilo Díaz Santibañez.

C. B. P. 3795.

Anexo 4: MATRIZ DE CONSISTENCIA

Efecto de la ingesta de extracto de yacón, berenjena y combinados sobre el perfil lipídico en ratas inducidas a hiperlipemia	
Problemas	Objetivos
<p>Problema general: ¿Existirán diferencias sobre el perfil lipídico debido a la ingesta del extracto de yacón, berenjena y combinados, en ratas inducidas a hiperlipemia por tritón x-100?</p> <p>Problemas específicos: -¿Existirán diferencias sobre los niveles de perfil lipídico: colesterol total (COL), triglicéridos (TG), colesterol de las lipoproteínas de alta densidad (HDLc), colesterol de las lipoproteínas de baja densidad (LDLc) e índice aterogénico en los grupos de experimentación debido a la ingesta de extracto combinado de yacón y berenjena bajo dos dosis (berenjena 20mg/KG + yacón 800mg/Kg y berenjena 80mg/Kg + yacón 800mg/Kg)? -¿Existirán cambios en el perfil lipídico por la ingesta de extracto de berenjena y yacón, combinados y por separado? -¿Existirán cambios en el peso corporal y peso de tejido hepático de los animales de experimentación debido al consumo de extracto de yacón y berenjena?</p>	<p>Objetivo General: Determinar el efecto entre la ingesta del extracto de yacón, berenjena y combinados, sobre el perfil lipídico en ratas inducidas a hiperlipemia.</p> <p>Objetivos específicos: -Determinar el efecto de la ingesta de extracto combinado de yacón y berenjena bajo dos dosis (berenjena 20mg/KG + yacón 800mg/Kg y berenjena 80mg/Kg + yacón 800mg/Kg) sobre los niveles de perfil lipídico: colesterol total (COL), triglicéridos (TG), colesterol de las lipoproteínas de alta densidad (HDLc), colesterol de las lipoproteínas de baja densidad (LDLc) e índice aterogénico en los grupos de experimentación. -Determinar el efecto de la ingesta de extracto de berenjena y yacón, por separado, sobre el perfil lipídico. -Verificar si el consumo de extracto de yacón y berenjena presenta efecto sobre la variación de peso corporal y peso de tejido hepático de los animales de experimentación</p>
Hipótesis	Variables e Indicadores
<p>H1: Existe efecto sobre el perfil lipídico debido a la ingesta del extracto de yacón, berenjena y combinados en ratas inducidas a hiperlipemia.</p> <p>H0: No existe efecto sobre el perfil lipídico debido a la ingesta del extracto de yacón, berenjena y combinados en ratas inducidas a hiperlipemia.</p>	<p>Variable independiente: Dosis de tratamiento</p> <p>Variable Dependiente: Perfil Lipídico</p>
Población y Muestra	Alcance y Diseño
<p>Población: En el presente estudio no aplica tamaño de muestra. Lo que corresponde mencionar es la población. Se utilizaron 49 ratas macho de la cepa Sprague Dawley, distribuidas en 7 grupos.</p> <p>Criterios de Inclusión: -Ratas macho de la cepa Sprague dawley. -2 meses de vida.</p> <p>Criterios de exclusión: -Ratas con algún defecto físico. -Presencia de patología o manipulación previa al estudio.</p>	<p>Diseño: Experimental</p> <p>Alcance: Explicativo</p>
Instrumentos	Análisis estadístico
<p>Viales Balanza Espectrofotómetro Pipetas Reactivos</p>	<p>-Se realizó el análisis utilizando el paquete estadístico STATA versión 13.0. -Se aplicó la prueba de Shapiro-Wilk para comprobar la normalidad en las variables cuantitativas. -Se aplicaron pruebas paramétricas (ANOVA) o no paramétricas (KRUSKAL WALLIS) para la comparación de las variables entre grupos. -Para la comparación entre pares de grupos se utilizó la prueba de Bonferroni o la prueba de Tukey o HSD (Honestly-significant-difference).</p>

Anexo 5: CARTA DE APROBACIÓN DE COMITÉ DE ÉTICA DE UNIVERSIDAD CATÓLICA SEDES SAPIENTIAE



Nº Reg.: CE-0211

Los Olivos, 22 de agosto del 2017

CARTA DE APROBACION DE PROTOCOLO DE TESIS POR EL COMITÉ DE ETICA EN INVESTIGACION DE LA FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD

Señorita:

PAJARES HERRADA, ELIZABETH ZENAIDA

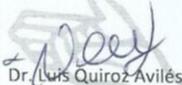
Por medio de la presente me permito hacer de su conocimiento que se ha realizado la revisión de su protocolo de tesis.

"Efecto de la ingesta de extracto de yacón (*Polymnia sonchifolius*) y berenjena (*Solanum melongena*) sobre el perfil lipídico en ratas inducidas a hiperlipemia por glutamato monosódico"

Cuyo Asesor es el Prof. Johnny Percy Ambulay Briceño; se emite la presente CARTA DE APROBACIÓN, a fin de que prosiga con los trámites correspondientes en la elaboración de su tesis.

Sin otro particular me despido de usted.

Atentamente,



Dr. Luis Quiroz-Avilés

Comité de Ética en Investigación

www.ucss.edu.pe

Anexo 6: CARTA DE APROBACIÓN DE COMITÉ DE ÉTICA DE UNIVERSIDAD PERUANA CAYETANO HEREDIA



UNIVERSIDAD PERUANA
CAYETANO HEREDIA
Vicerrectorado de Investigación
Dirección Universitaria de Investigación,
Ciencia y Tecnología (DUICT)

CONSTANCIA O44-04-17

El Presidente del Comité Institucional de Ética para el uso de Animales (CIEA) de la Universidad Peruana Cayetano Heredia hace constar que el proyecto de investigación señalado a continuación fue **APROBADO** por el Comité de Ética.

Título del Proyecto : "Efecto de la ingesta de extracto de yacón (*Polymnia sonchifolius*) y berenjena (*Solanum melongena*) sobre el perfil lipídico en ratas inducidas a hiperlipemia por glutamato monosódico".

Código de inscripción : 100990

Investigador principal : Pajares Herrada, Elizabeth Zenaida

La aprobación incluyó los documentos finales descritos a continuación:

1. **Protocolo de investigación**, versión recibida en fecha 14 de julio del 2017.

La **APROBACIÓN** considera el cumplimiento de los estándares de la Universidad, los lineamientos Científicos y éticos, el balance riesgo/beneficio, la calificación del equipo investigador y la Confidencialidad de los datos, entre otros.

Cualquier enmienda, desviaciones, eventualidad deberá ser reportada de acuerdo a los plazos y normas establecidas. El investigador reportará cada seis meses el progreso del estudio y alcanzará un informe al término de éste. La aprobación tiene vigencia desde la emisión del presente documento hasta **13 de julio del 2018**. Si aplica, los trámites para su renovación deberán iniciarse por lo menos 30 días previos a su vencimiento.

Lima, 14 de julio del 2017.

Dr. Carlos Espinoza Montes
Presidente

Comité Institucional de Ética para el Uso de Animales



/abc