

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
LA MOLINA**

**ESCUELA DE POSGRADO
MAESTRIA EN NUTRICION**



**“ESTRÉS OXIDATIVO EN RATAS OBESAS MANTENIDAS CON
CÁSCARA O PULPA DE VARIEDADES DE PAPA (*Solanum
tuberosum* L.) EN LA DIETA”**

**Presentada por:
VIVIANA JUDIT ORTIZ ROJAS**

**TESIS PARA OPTAR EL GRADO DE
MAGISTER SCIENTIAE EN NUTRICION**

**Lima- Perú
2018**

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
LA MOLINA**

**ESCUELA DE POSGRADO
MAESTRIA EN NUTRICION**

**“ESTRÉS OXIDATIVO EN RATAS OBESAS MANTENIDAS CON
CÁSCARA O PULPA DE VARIEDADES DE PAPA (*Solanum
tuberosum* L.) EN LA DIETA”**

Presentada por:

VIVIANA JUDIT ORTIZ ROJAS

**TESIS PARA OPTAR EL GRADO DE
MAGISTER SCIENTIAE EN NUTRICION**

Dra. Maria Elena Villanueva Espinoza

PRESIDENTE

Ph.D. Carlos Vílchez Perales

PATROCINADOR

Ph.D. Mariano Echevarría Rojas

MIEMBRO

Mg.Sc. Jeannette Díaz Novoa

MIEMBRO

DEDICATORIA

Este trabajo de Investigación se lo dedico a mis padres Dionisio A. Ortiz Tello y Elsa A. Rojas Gutiérrez, por todo su esfuerzo y dedicación.

AGRADECIMIENTOS

Al Dr. Carlos Vílchez Perales, por darme la oportunidad de integrar este Proyecto N° 275-2015-FONDECYT-DE, bajo su dirección.

A la Dra. María Elena Villanueva, por su apoyo y participación como Co Investigadora.

A mis compañeros integrantes del Proyecto N° 275-2015-FONDECYT-DE, Nataly D. Bernuy Osorio y Fulgencio Vilcanqui Perez, que sin ellos no hubiera sido posible la culminación de éste.

Al “team” Vílchez conformado por Rony Riveros, Kari Yupanqui, Otto Zea, Ericka, Jonathan Inca, Erick Villegas, Liliana, Pierina Mendoza, y Enrique Pérez.

Un especial agradecimiento a la Lic. En Educación, Magister en Administración y Couch Ontológico Martha Milagros Fernández Sigüenas, por darme todas las herramientas necesarias en sacar lo mejor de mí para esta investigación y por sobre todo esa hermandad que nos une desde los seis años de edad.

ÍNDICE GENERAL

I. INTRODUCCION	1
II. REVISION DE LITERATURA.....	3
2.1. Consideraciones Generales de la Obesidad... ..	3
2.2 Los Alimentos Funcionales... ..	4
2.3. La Papa.....	7
2.3.1 Valor Nutricional	7
2.3.2. Compuestos Fenólicos presentes en la papa	8
2.4. Estrés Oxidativo y antioxidantes enzimáticos	11
2.5. Modelos animales para estudio de obesidad.....	12
2.5.1 Mediciones antropométricas.....	12
2.5.2. Perfil Bioquímico.....	13
III. MATERIALES Y METODOS.....	14
3.1. Lugar de Ejecución	14
3.2. Materiales.....	14
3.3. Equipos.....	14
3.4. Reactivos	15
3.5. Metodología.....	15
3.5.1. Preparación de las harinas de cáscara y de pulpa de dos variedades de papa.....	15
3.5.2 Medición de Polifenoles Totales.....	17
3.5.3. Tratamientos	17
3.5.4. Animales.....	19
3.6. Evaluación en animales de experimentación.....	19
a. Peso corporal.....	19
b. Consumo de alimento.....	19
c. Indicadores somáticos en ratas... ..	19
d. Determinación de glucosa y perfil lipídico.....	20
e. Extracción de órganos y tejido adiposo.....	20
f. Antioxidantes enzimáticos en hígado... ..	21
3.7. Análisis Estadístico.....	22

IV. RESULTADOS Y DISCUSION.....	23
4.1. Polifenoles Totales.....	23
4.2. Indicadores somáticos en ratas... ..	25
4.3. Glucosa y perfil lipídico... ..	27
4.4. Análisis de órganos y tejidos... ..	29
4.5. Actividad antioxidante de hígado... ..	34
V. CONCLUSIONES	37
VI. RECOMENDACIONES.....	38
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	39
VIII. ANEXOS.....	50

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1: Compuestos fenólicos encontrados en papa	10
Cuadro 2: Composición y análisis proximal de dietas experimentales que contienen 10% de inclusión de harina o cáscara de papa de dos variedades.....	18
Cuadro 3: Polifenoles Totales de Harina de Pulpa y Cáscara de dos variedades de Papa	24
Cuadro 4: Evaluación de Indicadores somáticos de las ratas obesas alimentadas con dietas que contienen harina de pulpa o cáscara dos variedades de papa.....	26
Cuadro 5: Evaluación de niveles de glucosa, perfil lipídico y relación TG/HDL de ratas obesas alimentadas con harina de pulpa o cáscara de dos variedades de papa.....	28
Cuadro 6: Peso de órganos extraídos de ratas obesas alimentadas con harina de pulpa o cáscara de dos variedades de papa.....	31
Cuadro 7: Peso del tejido adiposo de ratas obesas alimentadas con harina de pulpa o cáscara de dos variedades de papa.....	33
Cuadro 8: Actividad antioxidante en hígado de ratas obesas alimentadas con harina de pulpa o cáscara de dos variedades de papa.....	35

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Clasificación de fitoquímicos comunes en la dieta.....6

Figura 2: Diagrama de Flujo de Elaboración de la Harina de Pulpa y Cáscara de
dos variedades de papa (Cánchan y Yungay).....16

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 1: Datos de Polifenoles Totales de la harina de cáscara o pulpa de dos variedades de papa.....	51
ANEXO 2: Registro de peso corporal para la etapa de Inducción a la Obesidad.....	52
ANEXO 3: Registro de peso corporal para la etapa de Evaluación de dietas.....	55
ANEXO 4: Registro de Ingesta de alimento diario para la etapa de Inducción a la obesidad.....	56
ANEXO 5: Registro de ingesta de alimento diario para la etapa de Evaluación de dietas.....	60
ANEXO 6: Registro de los indicadores somatométricos antes de iniciar la etapa de Inducción a la obesidad.....	63
ANEXO 7: Registro de indicadores somatométricos al culminar la etapa de Inducción a la obesidad.....	64
ANEXO 8: Registro de indicadores somatométricos al culminar la etapa de Evaluación.....	65
ANEXO 9: Parámetros bioquímicos de la etapa de Inducción a la obesidad.....	66
ANEXO 10: Parámetros bioquímicos al culminar la etapa de Evaluación de dietas.....	67
ANEXO 11: Mediciones del tejido adiposo extraído del sacrificio de ratas obesas.....	68
ANEXO 12: Mediciones de órganos extraídos del sacrificio de ratas obesas.....	69
ANEXO 13: Mediciones de antioxidante enzimáticos en hígado.....	70

RESUMEN

La obesidad es una enfermedad inflamatoria crónica que incrementa el estrés oxidativo, con el riesgo de desarrollar enfermedades cardiovasculares entre otros, para reducir el daño se sugiere aumentar el consumo de alimentos funcionales, que posean compuestos bioactivos que ejerzan un efecto protector contra el estrés oxidativo. La papa tiene compuestos bioactivos y su contenido difiere entre variedades y parte del tubérculo, con una mayor concentración en la cáscara que en la pulpa. El objetivo fue determinar el efecto de la inclusión de cáscara o pulpa de dos variedades de papa, Yungay y Canchán en la acumulación de tejido adiposo y estrés oxidativo en ratas obesas. Se utilizaron 24 ratas macho obesas Holtzman, divididas en cuatro grupos de seis animales cada uno, alimentados durante 28 días con dietas que contenían 10% de pulpa o cáscara de las dos variedades. Al final del período de alimentación, todos los animales fueron sacrificados. Se registraron los pesos de grasa visceral y abdominal; se extrajeron muestras de sangre para determinar glucosa, HDL y triglicéridos; asimismo, se realizó las mediciones de circunferencia torácica y abdominal. También se tomaron muestras de hígado para medir el estado antioxidante mediante las actividades de superóxido dismutasa y catalasa. Los datos se sometieron a ANOVA bajo un Diseño Completamente Aleatorio con arreglo factorial 2x2 y la comparación de medias mediante la Prueba de Fisher usando el programa estadístico MINITAB. Los tratamientos dietéticos no afectaron los pesos del tejido graso visceral y abdominal. La variedad Yungay tuvo un efecto altamente significativo ($P < 0.01$) sobre la actividad enzimática de catalasa y mostró interacción significativa ($P < 0.05$) para la dieta con pulpa Yungay. Además, la variable superóxido dismutasa presenta una interacción altamente significativa ($P < 0.01$) entre variedad y parte de papa, siendo mayor en la dieta con pulpa de la variedad Yungay.

Palabras Clave: estrés oxidativo, compuestos bioactivos, papa, obesidad

ABSTRACT

Obesity is a chronic inflammatory disease that increases oxidative stress, with the risk of developing cardiovascular diseases among others, to reduce the damage is suggested to increase the consumption of functional foods, which have bioactive compounds that exert a protective effect against oxidative stress. Potatoes have bioactive compounds and their content differs between varieties and part of the tuber, with a greater concentration in the husk than in the pulp. The objective was to determine the effect of the inclusion of peel or pulp of two potato varieties, Yungay and Canchán in the accumulation of adipose tissue and oxidative stress in obese rats. Twenty-Four Holtzman obese male rats were used, divided into four groups of six animals each, fed for 28 days with diets containing 10% pulp or skin of the two varieties. At the end of the feeding period, all the animals were sacrificed. Visceral and abdominal fat weights were recorded; blood samples were taken to determine glucose, HDL and triglycerides; also, measurements of thoracic and abdominal circumference were made. Liver samples were also taken to measure the antioxidant status by superoxide dismutase and catalase activities. The data were subjected to ANOVA under a Completely Randomized Design with a 2x2 factorial arrangement and the comparison of means through Fisher's test using the statistical program MINITAB. The dietary treatments did not affect the weights of the visceral and abdominal fat tissue. The Yungay variety had a highly significant effect ($P < 0.01$) on the enzymatic activity of catalase and showed significant interaction ($P < 0.05$) for the diet with Yungay meat. In addition, the superoxide dismutase variable shows a highly significant interaction ($P < 0.01$) between variety and part of potato, being higher in the diet with Yungay variety pulp.

Key words: oxidative stress, bioactive compounds, potato, obesity

I. INTRODUCCIÓN

En los últimos veinticinco años las enfermedades cardiovasculares, cáncer, enfermedad crónica pulmonar y diabetes mellitus o también llamadas enfermedades crónicas no transmisibles (ECNT), tuvieron un marcado incremento. De acuerdo con la Organización Mundial de la Salud (OMS) uno de los factores para el desarrollo de estas ECNT es el sobrepeso y obesidad. En el Perú, estas enfermedades causan el 66% del total de muertes en todo el país. La obesidad aumenta el riesgo de desarrollar diabetes, hipertensión, dislipidemia, algunos tipos de cáncer, patologías cardiovasculares, entre otras enfermedades, siendo estas causas de muerte. La OMS catalogó la obesidad como una epidemia a nivel mundial, por lo que tomar medidas para erradicarla contribuiría a disminuir los gastos en salud pública y a tener una población saludable y económicamente activa que contribuya al desarrollo. La obesidad es una enfermedad multifactorial, que la constituyen factores de tipo genético, metabólico, hormonal, social, cultural, que de forma coordinada e interactiva originan un desbalance entre el ingreso y el gasto energético, desencadenando a largo plazo una ganancia significativa de la masa grasa y del peso. Ante esta problemática existe una tendencia por el consumo de alimentos funcionales, pues estos afectan de manera beneficiosa a una o varias funciones del organismo de modo que contribuyen a mejorar la salud y el bienestar y también a reducir el riesgo de padecer enfermedades.

La papa, además de ser un alimento funcional, es el cuarto cultivo alimentario más importante en el mundo y la región andina del sur del Perú es uno de los principales centros de cultivo de diferentes especies de papas; siendo así el Perú el país con la mayor diversidad de papas en el mundo. La papa es una excelente fuente nutritiva y también es una fuente rica en antioxidantes. Los antioxidantes que se encuentran en los alimentos resultan tener efectos beneficiosos en la salud. Se sabe que los polifenoles son potentes antioxidantes, y que la cáscara de papa contiene diez veces más la concentración de compuestos fenólicos que los encontrados en la pulpa. El contenido de polifenoles en las papas depende de su variedad siendo las de pulpa coloreada particularmente ricas en ese tipo de compuestos bioactivos. En investigaciones experimentales, se ha demostrado un menor daño por estrés oxidativo en ratas a las que se administró en la dieta cáscara de papa. De la misma manera, se observó

una disminución del nivel de glucosa en las ratas que consumieron en la dieta cáscara de papa. Otra reciente investigación, reporta que el extracto de una variedad de papa (Irish) disminuye la ganancia de peso y la adiposidad y mejora el control de glucosa en ratones. Sin embargo, no existe información sobre el efecto de variedades de papa peruanas en promover la salud humana, sobre todo con la existencia de una gran diversidad de este tubérculo en el Perú.

Por lo tanto, el presente trabajo de investigación tiene como objetivo evaluar la influencia del consumo de harina de cáscara o pulpa de dos variedades de papa (*Solanum tuberosum* L.) sobre la disminución de la adiposidad y estrés oxidativo en ratas Holtzman obesas.

II. REVISION DE LITERATURA

2.1. Consideraciones generales de la obesidad

La obesidad se consideraba una condición asociada con un nivel socioeconómico alto pues las poblaciones donde la obesidad se convirtió en un problema de salud pública se encontraban en países desarrollados. Actualmente, las cifras muestran que los aumentos más dramáticos de obesidad se producen en países en vías de desarrollo. La OMS reconoció formalmente en 1997 a la obesidad como epidemia (Caballero, 2007). La obesidad es una epidemia mundial y uno de los principales factores que contribuyen a muchas enfermedades del síndrome metabólico, como la diabetes y los trastornos cardiovasculares (Aloui *et al.*, 2016).

La cardiopatía, episodios cerebrovasculares, cáncer, diabetes y enfermedades respiratorias crónicas se encuentran en la clasificación de las enfermedades no transmisibles y son causados por factores de riesgo como la hipertensión, el azúcar sanguíneo elevado, la hiperlipidemia, y sobrepeso/obesidad, que a la vez son el resultado de regímenes alimentarios no saludables, inactividad física, consumo de tabaco y exceso de alcohol (Robledo, 2010). En el año 2014, se estimó que 132, 000 del total de muertes en el Perú, el 66% se debieron a enfermedades crónicas no transmisibles (OMS, 2014).

El Perú muestra una alta prevalencia de sobrepeso y obesidad, y un aumento vertiginoso de estas condiciones en la última década (INEI, 2016). La Encuesta Demográfica y de Salud Familiar (ENDES) del 2015 revela que el índice de masa corporal (IMC) promedio de la población de 15 años a más es de 26,2 kg/m², y que uno de cada dos peruanos de 15 años o más tiene sobrepeso (35,5%) u obesidad (17,8%) (Diez-Canseco *et al.*, 2017).

La obesidad es un problema nutricional grave, ya que aumenta el riesgo de padecer hipertensión, dislipidemia, diabetes tipo 2, enfermedad coronaria, accidente cerebrovascular, cánceres de próstata y colon entre otros. La obesidad se define como la acumulación excesiva de grasa que puede perjudicar la salud y aumentar la mortalidad (OMS, 2012). La

acumulación excesiva de grasa es una consecuencia del balance energético positivo que resulta del aumento de la ingesta de alimentos ricos en energía y disminución de la ingesta de alimentos ricos en micronutrientes y compuestos bioactivos, disminución de la actividad física, estado nutricional y hormonal en la vida temprana, así como factores genéticos, ambientales, culturales y económicos (Drewnowski, 2009). La obesidad se caracteriza por una inflamación crónica de bajo grado, principalmente debido a un desequilibrio entre la producción/secreción de citocinas proinflamatorias y citoquinas antiinflamatorias y también a una mayor infiltración de células inflamatorias en los tejidos, como el hígado y el tejido adiposo (Shi *et al.*, 2017). Este desequilibrio se puede restablecer a través de la pérdida de peso y la restricción energética. Los estudios proporcionan evidencia para afirmar que el uso de compuestos bioactivos en la dieta puede aumentar la termogénesis y el gasto de energía, proporcionando beneficios en la prevención de la obesidad (Siriwardhana *et al.*, 2013).

El número de células grasas puede variar a lo largo de la vida. Las personas con obesidad que llegan a la adultez muestran un aumento en el tamaño de los adipocitos, mientras que las personas con obesidad temprana tienen hipertrofia e hiperplasia de los adipocitos. La distribución de grasa también juega un papel importante en el riesgo metabólico, el aumento de la grasa intra abdominal / visceral (obesidad central o en forma de manzana) promueve un alto riesgo de enfermedad metabólica, mientras que el aumento de la grasa subcutánea en los muslos y las caderas (obesidad periférica o en forma de pera) tiene poco o ningún riesgo (Gesta *et al.*, 2007). Fujioka *et al.* (1987) proponen dos tipos de obesidad que son diferentes entre sí con respecto a las características metabólicas y clínicas; uno es de tipo visceral, que se caracteriza por una marcada acumulación de grasa abdominal y asociación con la intolerancia a la glucosa e hiperlipidemia, y el otro es de tipo subcutáneo que rara vez se asocia con un desorden metabólico. La grasa abdominal es un riesgo importante para las enfermedades relacionadas con la obesidad, la acumulación de grasa visceral contribuye a estados pro-oxidantes y proinflamatorios, así como a alteraciones en los metabolismos de la glucosa y lípidos (Fernández-Sánchez *et al.*, 2011).

2.2. Los alimentos funcionales

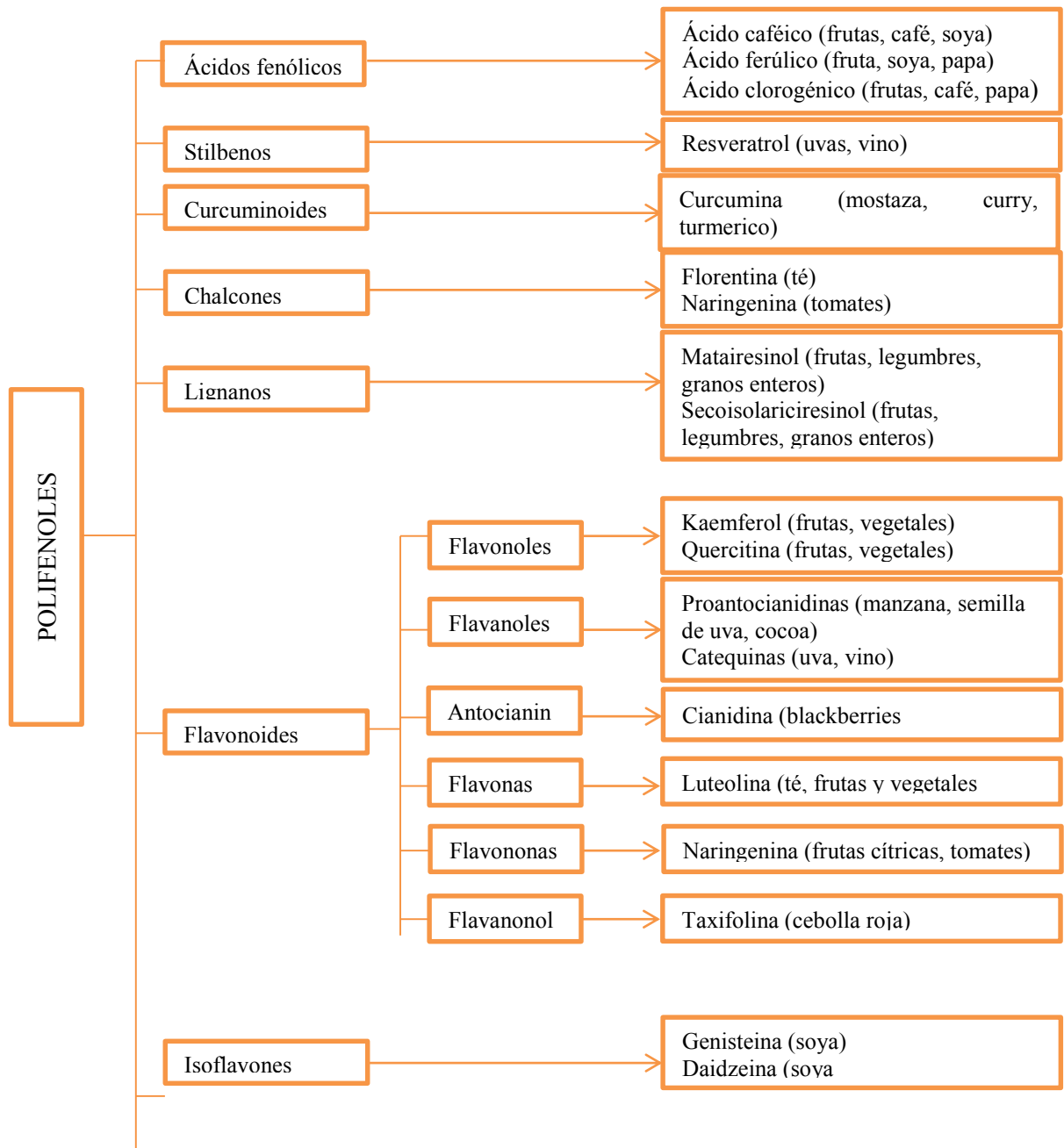
El concepto fue primero desarrollado en Japón en la década de los ochenta cuando los costos de salud pública aumentaron y el Ministerio de Salud inició un sistema de regulación para aprobar ciertos alimentos con documentados beneficios con la finalidad de mejorar la salud de la población (Hasler, 2002). Se comenzaron a identificar componentes fisiológicamente

activos en los alimentos de origen animal y vegetal que potencialmente podrían reducir el riesgo de padecer enfermedades crónicas (SEC, 2007).

Una variedad de compuestos bioactivos de plantas y animales, han sido investigados por sus propiedades fisiológicas y su potencial como alimentos funcionales (Shahidi, 2009). Estos compuestos de origen animal o vegetal, consumidos en la dieta diaria ejercen efectos farmacológicos que modulan funciones terapéuticas en el cuerpo que resultan beneficiosas para la salud (Drago *et al.*, 2006). Se considera componente bioactivo de un alimento, a aquel que aporta un beneficio a la salud más allá de los considerados como nutrición básica (Herrera *et al.*, 2014). Numerosos estudios han confirmado la fuerte asociación entre la dieta rica en alimentos vegetales y la salud; los efectos positivos de estos alimentos dependen de su contenido en fitoquímicos, vitaminas antioxidantes y fibra. La mayoría de estos compuestos dietéticos contribuyen a un buen equilibrio redox (González- Castejón *et al.*, 2011).

Los fitoquímicos, principalmente son compuestos fenólicos que actúan como antioxidantes, así como también en los mecanismos celulares relacionados con su diferenciación, reparación de ADN, desactivación de genes carcinogénicos entre otros (Dillard, 2000). Los antioxidantes presentes en dietas ricas en fitoquímicos naturales y fibras dietéticas reducen el riesgo de aparición de diabetes tipo 2, enfermedades cardiovasculares y cáncer. El estrés oxidativo se ha relacionado con la aparición de estas enfermedades metabólicas. Las plantas con fibra dietética y compuestos bioactivos antioxidantes son de interés creciente debido a su vínculo beneficioso con la salud humana (Arun *et al.*, 2015). En la Figura 1 se muestra la clasificación de los compuestos fenólicos comunes en la dieta.

Figura 1: Clasificación de fitoquímicos comunes en la dieta.



Fuente: Gonzales & Rodríguez (2011).

2.3. La papa

La papa se ha relacionado íntimamente con la cultura andina y la religión, los primeros cultivos se remontan unos 8,000 años en los Andes Centrales del Perú, donde los agricultores desarrollaron cuatro especies de papa reconocidas y 5000 variedades que todavía se cultivan (CIP, 2000). La mayor parte de la producción tiene lugar en la montaña de los Andes, encima de los 2,000 metros, la siembra comienza con la llegada de las lluvias de octubre a diciembre y la cosecha comienza en marzo y abril (Fonseca et al, 1996). Las variedades nativas son apreciadas para el consumo casero y comúnmente son sembradas en las pequeñas fincas del centro y sur de los Andes del Perú (Brush, 1992). De acuerdo con los registros del Gran Mercado Mayorista de Lima, el 80,6% de la papa ingresada a este mercado en el 2016 fue de textura blanca, comprendiendo mayoritariamente a las variedades Canchán y Yungay; y minoritariamente a otras variedades como Perricholi, Única, Andina y Serranita (MINAGRI, 2017).

El cruzamiento a partir del cual fue seleccionada la plántula número 380389.1 y denominada Cánchan- INIAA fue realizado en 1979 (Fonseca *et al*, 1996). Es una variedad mejorada, liberada en 1990 por un trabajo conjunto entre el CIP y el INIA. Esta variedad se caracteriza por su forma redonda con ojos superficiales, piel rojiza clara y pulpa blanca cremosa, posee buenas aptitudes para la fritura y como papa de mesa. (Maldonado *et al.*, 2008)

La variedad Yungay fue liberada por el programa de papa de la Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM) en 1971. Se caracteriza por su forma oval chata, piel amarillenta con pigmentación rojiza en sus ojos superficiales. El color de su pulpa también es amarillento (Maldonado *et al.*, 2008)

2.3.1. Valor Nutricional

El valor nutricional de la papa esta en relación con su alto consumo en la dieta y las enfermedades humanas (Subar *et al.*, 1998). La papa recién cosechada, contiene aproximadamente 80% de agua y 20% de materia seca. Alrededor del 60-80% de la materia seca es almidón. Sobre una base de peso seco, el contenido de proteína de la papa es similar al de los cereales y es muy alto en comparación con otras raíces y tubérculos (Obregón & Repo, 2013). Además, es baja en grasa y rica en varios micronutrientes, consumido con la cáscara; una papa mediana (150 g) proporciona casi la mitad de los requerimientos diarios de vitamina C de un adulto (100 mg). También es una buena fuente de hierro, y su alto

contenido de vitamina C promueve la absorción de hierro. Es una buena fuente de vitaminas B1, B3 y B6 y de minerales como el potasio, fósforo, magnesio, además contiene ácido fólico, ácido pantoténico, riboflavina y antioxidantes, lo que puede desempeñar un papel en la disminución del riesgo de enfermedades crónicas (Burlingame *et al.*, 2009).

A parte de estos nutrientes básicos, se ha encontrado que las papas contienen cantidades significativas de compuestos fenólicos que actúan como antioxidantes (Al-Saikhan *et al.*, 1995). Actualmente, existe un creciente interés por su posible efecto sobre la salud humana. Varios estudios epidemiológicos han demostrado que una ingesta dietética de alimentos ricos en antioxidantes naturales, como frutas y verduras, se correlaciona con un riesgo reducido de enfermedades cardiovasculares y ciertos cánceres (Tamimi *et al.*, 2002). Entre los diferentes grupos de antioxidantes naturales presentes en las plantas, la vitamina C, la vitamina E, los carotenoides y los polifenoles son los más conocidos por sus efectos beneficiosos para la salud en humanos. De hecho, pueden proteger proteínas, lípidos y ADN contra especies reactivas de oxígeno (EROS), que se sabe que están involucradas en la patogénesis del envejecimiento y muchas enfermedades crónicas (Ames *et al.*, 1993).

2.3.2. Compuestos fenólicos presentes en la papa

Los compuestos fenólicos se forman en la papa, debido a que este tubérculo contiene una cantidad abundante de plástidos en los que se sintetizan numerosos compuestos bioactivos a través de las vías biosintéticas, dentro de estos compuestos bioactivos se encuentran los polifenoles. Estos compuestos bioactivos tienen efectos positivos sobre la salud humana y son deseables en la dieta. El poder antioxidante de la papa está dado por sus contenidos en vitamina C, carotenos, así como de diferentes polifenoles (Camire *et al.*, 2009).

Los compuestos fenólicos presentes en tubérculos de papa están dados por fenoles monohídricos, cumarinas, flavonas, taninos y lignina. También se encuentran los ácidos fenólicos tales como clorogénico, cafeico, protocatéuico y *p*-cumárico, entre varios otros, identificados en papas de pulpa roja y púrpura. (Schieber y Saldaña, 2009). En el Cuadro 1 se señala los compuestos fenólicos encontrados en la papa.

El color de la cáscara y la pulpa en la papa determina la presencia de ciertos compuestos fenólicos; las coloraciones rojas, azules o púrpuras se asocian con el contenido de antocianinas en los tubérculos (Peña *et al.*, 2013), las cuales pueden llegar a contener el

doble de la concentración de ácidos fenólicos en comparación con variedades de cáscara blanca, las cuales son las de mayor consumo (Ahmed *et al.*, 2010). Estas características del color de cáscara de los tubérculos sobresalen en las papas nativas andinas silvestres donde se encuentran diferentes tonalidades entre papas de color amarillo, rojas y púrpuras.

En un estudio realizado en 1000 genotipos de papas andinas por el Centro Internacional de la Papa en Perú (CIP), se determinó que los ácidos fenólicos, en particular el ácido clorogénico, representa una gran proporción en todos los genotipos, entre el 45% y 90% del total del contenido de polifenoles (CIP, 2011). El ácido clorogénico es el compuesto fenólico predominante en las papas, así como en otras especies de solanáceas como la berenjena.

Además del ácido clorogénico, el ácido cafeico y el ácido ferúlico están presentes en las papas y contribuyen a su actividad antioxidante (Al- Weshahy *et al.*, 2012). La cáscara es una buena fuente de fibra y polifenoles, demostrando tener efectos anti hiperglicemiantes en ratas experimentales (Friedman, 1997). Las investigaciones mostraron que las ratas diabéticas alimentadas con harina de cáscara de papa causaron una disminución significativa del nivel de glucosa en sangre (Arun *et al.*, 2015).

La industria procesadora de papa genera gran cantidad de cáscara como sub producto, el cual es una buena fuente de muchos ingredientes funcionales incluyendo polifenoles (Arun *et al.*, 2015). La cáscara de la papa es la mayor parte de los desechos de procesamiento, debido a que las cáscaras húmedas son propensas a un rápido deterioro microbiano. Por otro lado, éstas contienen componentes nutricional y farmacológicamente interesantes tales como compuestos fenólicos, glicoalcaloides y polisacáridos de la pared celular, que pueden usarse como antioxidantes naturales, precursores de hormonas esteroides y fibra dietética (Rytel *et al.*, 2014). Los ingredientes funcionales obtenidos a partir de fuentes naturales pueden ser una alternativa prometedora, en vista del reciente rechazo de aditivos alimenticios sintéticos por parte de los consumidores (Pinto da Costa, 2016).

Cuadro 1: Compuestos fenólicos encontrados en papa

Ácidos hidroxicinámicos
5- <i>O</i> - ácido caffeoylquínico (ácido clorogénico)
4- <i>O</i> - ácido caffeoylquínico (ácido <i>cripto</i> -clorogénico)
3- <i>O</i> - ácido caffeoylquínico (ácido <i>neo</i> -clorogénico)
Ácido cafeico
Ácido <i>p</i> -cumárico
Ácido ferúlico
Ácidos hidroxibenzoicos
Ácido gálico
Ácido protocatecuico
Ácido vanílico
Ácido salicílico
Flavonoides
Catequinas
Epicatequinas
Eriodictyol
Naringenina
Kaempferol glicósido
Quercitina glicósido
Antocianinas
Petunidina glicósido
Malvidina glicósido
Pelargonidina glicósido
Peonidina glicósido
Dihidrocafeoil poliaminas
N ¹ , N ¹² - Bis(dihidrocafeoil) espermina (kukoamina A)
N ¹ , N ⁸ - Bis(dihidrocafeoil) espermina
N ¹ , N ⁴ , N ¹² - Tris(dihidrocafeoil) espermina
N ¹ , N ⁴ , N ⁸ - Tris (dihidrocafeoil) espermina

Fuente: Schieber & Saldaña (2009)

2.4. Estrés oxidativo y antioxidantes enzimáticos

La acumulación excesiva de especies reactivas de oxígeno (EROS) o la escasez de antioxidantes altera el equilibrio redox y conduce al estrés oxidativo (Pham-Huy *et al.*, 2008). Cuando el nivel de EROS excede la capacidad antioxidante de la célula, la homeostasis redox intracelular se altera y se produce un estrés oxidativo, éste desempeña un papel fundamental en la patogénesis del envejecimiento y varias enfermedades degenerativas, como la aterosclerosis, las enfermedades cardiovasculares, la diabetes tipo 2 y el cáncer (Masella *et al.*, 2005).

Con la finalidad de enfrentar un exceso de radicales libres, el organismo ha desarrollado mecanismos complejos para mantener la homeostasis redox. Estos mecanismos protectores eliminan las EROS, bloquean su producción o secuestran metales de transición que son la fuente de radicales libres, e incluyen defensas antioxidantes enzimáticas y no enzimáticas producidas en el cuerpo (endógenas) y otras defensas suministradas con la dieta (exógeno) (Masella *et al.*, 2005).

Un sistema redox enzimático celular consiste en catalasa (CAT), superóxido dismutasa (SOD), glutatión peroxidasa (GPx) y glutatión reductasa (GR) este sistema de defensa enzimático mantiene el equilibrio oxidativo. Este mecanismo es deficiente bajo estrés oxidativo por exceso de EROS (Pham-Huy *et al.*, 2008).

Los compuestos fenólicos son producidos por células vegetales en respuesta al estrés. Esta propiedad protectora de los compuestos fenólicos permite ejercer efectos similares en sistemas de mamíferos después del consumo de alimentos que contienen estos compuestos (Zhang *et al.*, 2016). Los polifenoles se han estudiado en gran parte por su gran capacidad antioxidante y, recientemente, por las propiedades adicionales mediante las cuales se regulan las actividades celulares (Masella *et al.*, 2005).

En muchos estudios se ha demostrado que el consumo o la suplementación de polifenoles en la dieta puede restaurar la homeostasis redox y prevenir la inflamación sistémica o localizada al potenciar las actividades de las enzimas antioxidantes SOD, CAT, GPx y GR (Crespy *et al.*, 2004).

2.5. Modelos animales para estudio de obesidad

Los humanos de la misma forma como los roedores tienden a aumentar de peso con una ingesta alta en calorías. Las ratas se utilizan con frecuencia como modelos animales de experimentación para estudiar los efectos adversos de la obesidad (Novelli *et al.* 2007). La adopción de dietas hipercalóricas han sido usadas como un modelo para inducir obesidad en animales de laboratorio debido a la similitud de las respuestas metabólicas derivadas de la obesidad en los humanos (Malafia *et al.*, 2013). Se acepta que las dietas altas en grasa se pueden usar para generar un modelo de roedor válido para estudiar las alteraciones en diversos tejidos originadas a partir de la obesidad (Buettner *et al.*, 2006).

En los modelos animales, así como en los humanos, la obesidad se puede evaluar mediante la ganancia de peso corporal o el índice de obesidad de Lee y/o el aumento del contenido de grasa corporal (Ichihara *et al.*, 2008). Los investigadores han utilizado el índice de Lee para evaluar los niveles de obesidad en ratas (raíz cúbica del peso corporal (g) dividido por la longitud naso- anal (cm) y multiplicado por 1000). El índice Lee es similar al IMC en humanos (Hariri *et al.*, 2010).

En la mayoría de los estudios usando animales experimentales, el grado de obesidad se ha evaluado comparando el peso corporal del grupo experimental alimentado con una dieta alta en grasas o alta en energía con animales de control que muestran un crecimiento normal mientras se alimenta con dietas bajas en grasa (Buettner *et al.*, 2007).

2.5.1. Mediciones Antropométricas

La antropometría es una de las herramientas más básicas para evaluar el estado nutricional, ya sea desnutrición o sobrealimentación. Un gran número de métodos se utiliza para medir la gordura corporal y la delgadez del cuerpo (Mei *et al.*, 2002).

El IMC se ha utilizado como indicador de la obesidad durante muchos años, actualmente los índices de obesidad abdominal (primera relación cintura-cadera y circunferencia de cintura) se han asociado con mayor riesgo de padecer enfermedades cardiovasculares (Hsieh *et al.*, 1995). La consecuencia metabólica de la obesidad se relaciona con la acumulación de grasa visceral, que aparentemente se refleja en la circunferencia de la cintura. El uso de la relación cintura-cadera para detectar la obesidad abdominal y los riesgos para la salud asociados con ella se propusieron por primera vez en la década de 1990 (Ashwell *et al.*, 1996).

2.5.2. Perfil bioquímico

Los modelos de roedores se han utilizado ampliamente en la investigación preclínica. Los datos obtenidos en ratas se extrapolan con frecuencia a los sistemas de lipoproteínas de otros mamíferos, incluidos los humanos (Panchal *et al.*, 2011).

Una dieta con altos niveles de lípidos se caracteriza por un aumento en el colesterol total, triglicéridos, lipoproteína-colesterol de baja densidad (LDL-C) y una disminución del colesterol-lipoproteína de alta densidad (HDL-C). La lipoproteína es un complejo de triglicéridos, ésteres de colesterol, rodeado por un fosfolípido hidrofóbico y una proteína llamada apolipoproteína (Matos *et al.*, 2005). Previos estudios han demostrado que animales experimentales alimentados con dietas altas en grasa tienen trastornos metabólicos como incremento en grasa corporal, incremento del peso del hígado, incremento del contenido de triglicéridos en hígado, alto nivel de glucosa y altos niveles de triglicéridos en sangre (Buckley *et al.*, 2005).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Lugar de ejecución

El estudio se realizó en las facilidades del Departamento Académico de Nutrición (Bioterio) y Laboratorio Evaluación Nutricional de Alimentos, Laboratorio de Bioquímica Facultad de Zootecnia, Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM).

3.2. Materiales

Los materiales utilizados en la sala de trabajo fueron: Batería de jaulas con compartimentos individuales para animales de experimentación, comederos, bebederos individuales de vidrio, envases, jeringas y agujas, guantes de nitrilo desechables, envases de plástico herméticos, artículos de limpieza. Asimismo, se requirió mandil, mascarilla, lentes de seguridad; cinta métrica marca Seca 203 flexible no extensible de fibra de vidrio (longitud de 205 cm \pm 1mm), tamiz Harver&Boecker ASTM-E11 (5 mm).

Los insumos para la elaboración de dietas para animales de experimentación marcan Biomedicals ®: Almidón de maíz, caseína MP (proteína \diamond 95.0%), mix de minerales AIN-76), mix de vitaminas AIN-76 y fibra α -celulosa (celulosa 99%, contenido de fibra 99.9%). Se utilizaron formatos de registro para recolectar los datos provenientes de peso corporal, ingesta de alimento, medición somatométrica, parámetros bioquímicos y colección de órganos y tejidos.

Los materiales utilizados en el laboratorio fueron: pipetas, vasos de precipitación graduados, probetas, matraz de Erlenmeyer, matraz aforado, fiolas, agitador de vidrio, tubos de ensayo, gradillas, embudos, láminas portaobjeto, soporte universal.

3.3. Equipos

Los equipos utilizados fueron balanza digital marca Digital precisión modelo BS-3000A (capacidad de 200 g \pm 0.001), balanza analítica marca Digital precisión modelo 2204 (capacidad de 220 g \pm 0.001), Mission® Cholesterol (HDL, LDL, colesterol total,

triglicéridos; unidad de medida; mg/dL) $A=635\text{ nm}$, paquímetro Uyustools ($300 \pm 0.02\text{mm}$), baño maría con agitación marca Memmert modelo WNE22 (capacidad 22 L, temperatura 20-100°C), centrifuga marca Kert Lab modelo 0412-1 (capacidad de 12 tubos, rotor fijo 45° velocidad 500-4000 rpm), estufa marca Memmert modelo UF55 (2000 W, temperatura 20-300°C), espectrofotómetro marca Genesys 10S UV-Vis (190-1100nm), peladores de papa, molino manual, bandejas.

3.4. Reactivos

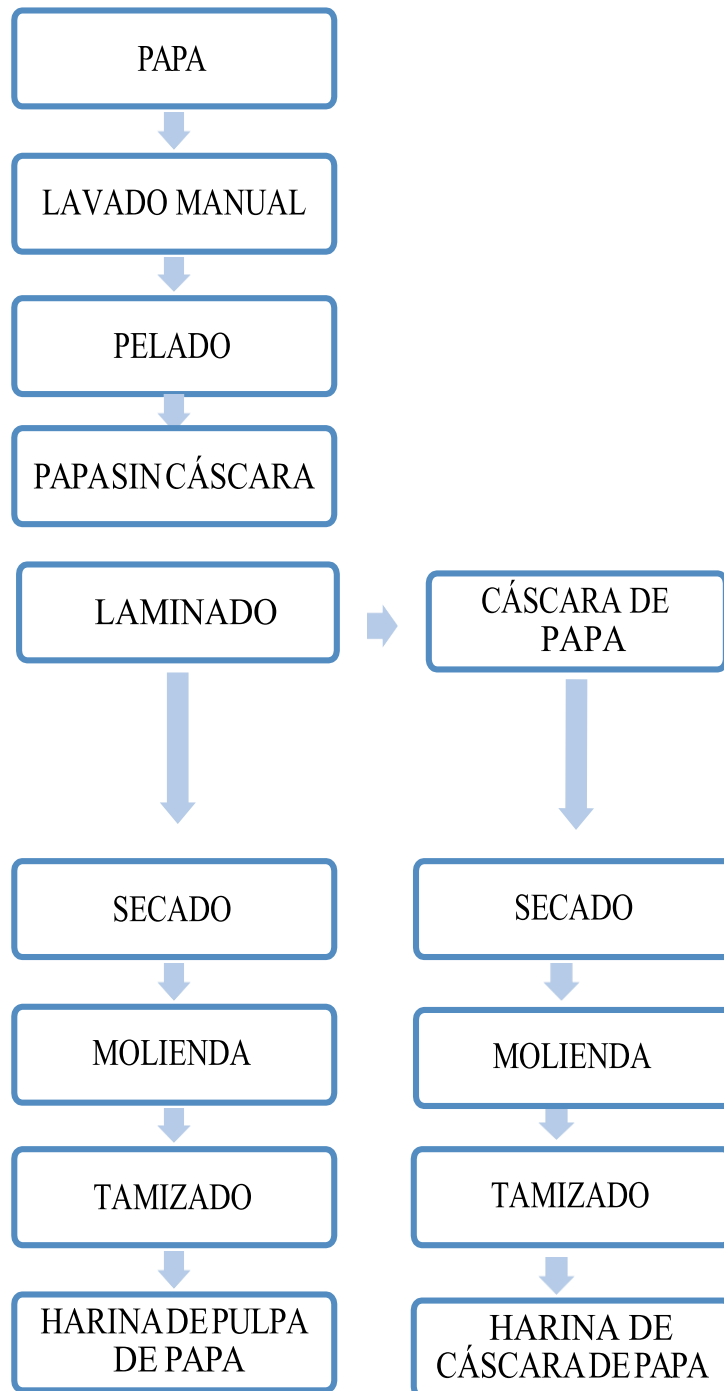
Etanol, ácido clorhídrico, pyrogallol, EDTA, Cu-Zn superóxido dismutasa, peróxido de hidrogeno 30 mM, buffer fosfato 50 mM, agua destilada, agua bidestilada, alcohol 70%, parafina.

3.5. Metodología

3.5.1. Preparación de las harinas de cáscara y de pulpa de dos variedades de papa

Las dos variedades de papa fueron adquiridas del Mercado Mayorista de Lima, lavadas tres veces con agua de corriente y luego se procedió a quitarle el exceso de agua con la ayuda de un secador de tela, enseguida se usó un pelador manual de papa, y se obtuvo pulpa y cáscara de papa; la pulpa fue cortada en láminas de aproximadamente 0.5 cm para un mejor secado y disposición en las bandejas de secado. Luego las cáscaras y pulpas de papa fueron secadas a 70°C por 5h (Memmert, Modelo UF55). La cáscara y pulpa de las dos variedades de papa secadas fueron molidas en un molino manual y pasadas a través a 0.5mm de un tamiz de malla para obtener un fino polvo. La harina de cáscara de papa fue incorporada en la dieta de las ratas al 10% (w/w). De la misma manera se procedió con la pulpa de papa de las dos variedades. Para la elaboración de estas harinas se utilizarán 50 kg de papa de cada variedad (Singh, *et al* 2005). Se utilizó el siguiente diagrama de flujo (Figura 2) para describir mejor el proceso:

Figura 2. Diagrama de Flujo de Elaboración de la Harina de Pulpa y Cáscara de dos variedades de papa (Cánchan y Yungay)



Fuente: Elaboración propia

3.5.2 Medición de polifenoles totales

Una vez ya obtenidas las harinas de pulpa y cáscara de las dos variedades de papa, como se describió anteriormente, se prepararon los extractos los cuales se trabajaron de la siguiente manera, se pesó 5 g de la harina de pulpa o cáscara de papa y mediante extracción hidroalcohólica usando etanol al 20% durante 24 h, luego estas muestras fueron centrifugadas (Kert Lab, Modelo 0412-1) a 2500 rpm/5 min, finalmente se separó el sobrenadante para la cuantificación de polifenoles totales utilizando el método Singleton y Rossi (1965). Las muestras fueron analizadas en el laboratorio de Biotecnología, UNALM.

3.5.3 Tratamientos

Estudios que han inducido la obesidad por medio de dieta hipercalórica han tenido un contenido de energía metabolizable de 4.6 kcal/g (Nascimento *et al.*, 2008). Las dietas de evaluación fueron preparadas siguiendo las especificaciones para una dieta de mantenimiento según el Requerimiento de Nutrientes de Animales de Laboratorio (NRC,1995). En el Cuadro 2 se muestra la composición y análisis proximal de las dietas experimentales considerando la inclusión del 10% de la harina de pulpa o cáscara de dos variedades de papa (*Solanum Tuberosum* L.) Yungay y Canchán-INIA. Las dietas se detallan a continuación:

T1: Dieta obesogénica conteniendo 10% de harina de cáscara de papa Yungay.

T2: Dieta obesogénica conteniendo 10% de harina de pulpa de papa Yungay.

T3: Dieta obesogénica conteniendo 10% de harina de cáscara de papa Canchán –INIA

T4: Dieta obesogénica conteniendo 10% de harina de pulpa de papa Canchán –INIA.

Estas dietas experimentales se suministraron diariamente durante el tiempo que duró el experimento, del mismo modo se abasteció de agua *ad libitum* a los animales experimentales; el agua y el alimento fueron cambiados diariamente.

Cuadro 2: Composición y análisis proximal de dietas experimentales que contienen 10% de inclusión de harina de pulpa o cáscara de dos variedades de papa.

INGREDIENTES, %	TRATAMIENTOS			
	T1	T2	T3	T4
Almidón de maíz ¹	52.93	51.83	52.93	51.52
Manteca vegetal	19.87	19.91	19.73	19.95
Caseína ²	13.58	13.95	13.53	14.03
Mix de Minerales ³	1.38	1.66	1.56	1.69
Mix de Vitaminas ⁴	1.00	1.00	1.00	1.00
Fibra ⁵	1.24	1.66	1.25	1.81
Insumo evaluado	10.00	10.00	10.00	10.00
TOTAL	100.00	100.00	100.00	100.00
Energía Metabolizable	4.41	4.41	4.41	4.41
Análisis proximal determinado				
Proteína ^a	13.71	15.35	15.07	15.57
Grasa ^b	20.47	20.08	20.9	20.89
Fibra cruda ^c	2.48	1.56	2.53	1.51
Ceniza ^d	2.44	2.16	2.02	2.16
ELN ^e	60.90	60.85	59.49	59.79

T1: Cáscara de papa Yungay, T2: Pulpa de papa Yungay, T3: Cáscara de papa Canchán, T4: Pulpa de papa Canchán.

¹ Almidón de maíz MP Biomedicals.

² Caseína MP Biomedicals: proteína $\geq 95.0\%$.

³ Mix de minerales MP Biomedicals (AIN-76): contiene fosfato dicálcico, cloruro de sodio, citrato de potasio, sulfato de potasio, óxido de magnesio, carbonato de manganeso, citrato férrico, carbonato de zinc, carbonato de cobre, yodato de potasio, selenito de sodio, sulfato de cromo y potasio y azúcar en polvo.

⁴ Mix de vitaminas MP Biomedicals (AIN-76): clorhidrato de tiamina, riboflavina, clorhidrato de piridoxina, ácido nicotínico, pantotenato de D-calcio, ácido fólico, D-biotina, cianocobalamina (Vitamina B12), premezcla de palmitato de Retinilo (Vitamina A, 250.000 UI / g), acetato de DL- α -tocoferol (250 UI/g), colecalciferol (Vitamina D3, 400.000 UI/g), menaquinona (Vitamina K2) y sacarosa finamente pulverizada.

⁵ Fibra α -celulosa MP Biomedicals: celulosa 99%, contenido de fibra 99.9%.

* Métodos utilizados en análisis proximal:

^a Proteína total (N x 6.25), AOAC (2005) 984.13.

^b Grasa, ANKOM Technology Method (AOCS Official Procedure Am 5-04).

^c Fibra cruda ANKOM Filter Bag Technique (AOCS Approved Procedure Ba 6a-05).

^d Ceniza AOAC (2005) 942.05.

^e Extracto libre de nitrógeno (ELN).

3.5.4 Animales

Se utilizaron 24 ratas machos de la cepa Holtzman provenientes del Bioterio, Facultad de Zootecnia, Universidad Agraria La Molina, los cuales fueron colocados en jaulas Individuales y alimentados con dieta obesogénica durante 55 días hasta cumplir los lineamientos somáticos de la condición de obesidad. Luego fueron divididos en cuatro grupos, considerando 6 ratas por tratamiento, las cuales recibieron dietas con la inclusión del 10% de harina de cáscara o pulpa de dos variedades de papa. Se siguieron todos los lineamientos en animales de experimentación establecidos del Centro Interdisciplinario de Estudios en Bioética, Universidad de Chile para el manejo de animales de laboratorio.

3.6. Evaluación en animales de experimentación

Durante el experimento se realizó las siguientes mediciones y registros: peso corporal, ingesta diaria de alimentos.

a. Peso corporal: Se tomó el registro del peso corporal al iniciar el experimento y con intervalos de cada 3 días para todos los tratamientos.

b. Consumo de alimento: Se registró del consumo diario del alimento, para ello se anotaron los residuos diarios y se obtuvo el valor consumido cada día hasta terminar el experimento.

c. Indicadores somáticos en ratas

Después de transcurrido el tiempo que duró el experimento, el último día las ratas se sometieron a ayuno y posteriormente fueron anestesiadas para realizar las mediciones somatométricas (índice de Lee, índice de masa corporal, circunferencia abdominal y circunferencia de tórax) con la ayuda de un médico veterinario utilizando ketamina y xilacina.

- **Circunferencia torácica:** la medición se realizó ubicando al animal en posición decúbito dorsal y colocando la cinta métrica milimetrada (Seca, Modelo 203) debajo de las patas delanteras, ajustando ligeramente procediendo a registrar la lectura.
- **Circunferencia abdominal:** El animal se ubicó sobre la cinta métrica milimetrada (Seca, Modelo 203) en posición decúbito dorsal con las patas ligeramente separadas

del cuerpo luego se identificó la parte media del abdomen, para luego pasar la cinta métrica sobre el mismo, registrando la lectura.

- **Longitud naso-anal:** también llamada longitud del cuerpo, el animal es colocado sobre la mesa en posición decúbito ventral, utilizando un paquímetro graduado en milímetros (Uyustools, 300 ± 0.02 mm) se realizó la medición desde el hocico hasta el ano de la rata, registrando la lectura.
- **Índice de Lee:** Está dado por la relación entre la raíz cubica del peso corporal (g) y la longitud naso-anal (cm). Definiendo como “obesidad” a valores mayores a 0.3
- **Índice de masa corporal:** el IMC se calcula dividiendo el peso (g) entre la longitud naso-anal elevada al cuadrado (cm^2), definiendo como “obesidad” a un índice de masa corporal superior a $0,68 \text{ g/cm}^2$.

d. Determinación de glucosa y perfil lipídico

Los animales experimentales fueron anestesiados cada uno con ketanina y xilacina previamente antes de la toma de datos, este procedimiento fue llevado a cabo por un veterinario, hasta la sedación completa del animal, de esta manera facilitar el registro de datos. Se utilizó el protocolo recomendado, colocando al animal sobre una superficie limpia y plana enseguida se realizó un corte perpendicular de 1-2 mm desde el extremo de la cola, a continuación, se ejerció una suave presión muy cerca del corte y rápidamente se recolectó la sangre mediante capilares y se registró la lectura. Al finalizar la toma de muestras, se detuvo la pequeña hemorragia producto del corte mediante una ligera presión con una torunda estéril cubierta de tintura de yodo durante 30-45 segundos y luego se cubrió con un apósito adhesivo estéril, posteriormente se devolvió al animal a su jaula. Para la recolección de muestra de cada animal experimental se utilizaron tiras reactivas On Call® Advanced para determinar los niveles de glucosa, Mission® Cholesterol Meter para triglicéridos (TG) y HDL-c.

e. Extracción de órganos y tejido adiposo

Después de que los animales experimentales fueron anestesiados con ketanina y xilacina para la determinación de glucosa y perfil lipídico, estos fueron sacrificados utilizando el método de punción cardíaca el cual fue llevado a cabo por el médico veterinario, siguiendo

las normas éticas para animales de laboratorio, luego de verificar la muerte clínica de las ratas, con un bisturí se procedió a hacer un corte en el abdomen para poder extraer el hígado, riñones y tejido adiposo considerando grasa subcutánea abdominal y grasa visceral (suma de grasa gonadal, mesentérica y retroperitoneal) a medida que se iba extrayendo los órganos y tejidos se procedió a lavarlos con suero fisiológico y finalmente secado con papel absorbente para luego registrar el peso.

f Antioxidantes enzimáticos en hígado

Evaluación de actividad de dos enzimas antioxidantes: Superóxido dismutasa (SOD) y catalasa (CAT).

Se recibió 24 muestras de hígado de rata de peso conocido (aproximadamente 1,0 g) conservadas a baja temperatura. Las muestras fueron lavadas con KCl 0.154 M y el lavado final con buffer PBS (buffer fosfato salino) pH 7,4. Se preparó el homogenizado de cada muestra a un 10% en el buffer PBS. Se llevó a centrifugación de 2500 rpm x 5 minutos a 4°C, en una centrífuga MPW 380-R. El sobrenadante denominado “homogenizado” se usó para las determinaciones de SOD, CAT y proteínas.

- **Actividad enzimática de SOD**

Se empleó el método de Marklund y Marklund (1974), consiste en la capacidad de la SOD de inhibir la autoxidación del pirogalol en medio alcalino. El pirogalol produce durante su autoxidación el compuesto pirogalina y el radical libre anión superóxido. La reacción se mide por 3 minutos a una longitud de onda de 420. Los resultados se dan en USOD/mg proteína

- **Actividad enzimática de CAT**

Se empleó el método de Aebi (1984). El fundamento es la descomposición del peróxido de hidrógeno en agua y oxígeno ante la presencia de la enzima CAT. La disminución de la absorbancia se monitoreó durante 1,5 min, a una longitud de onda de 240 nm. Los resultados se expresan en mU/mg proteína.

- **Cuantificación de proteínas**

Se realizó con el método de Lowry (1951). La lectura se hizo a 700 nm. La proteína se expresa en mg/mL.

3.7. Análisis Estadístico

Los datos fueron analizados mediante ANOVA utilizando el Diseño Completamente Randomizado, DCR con arreglo factorial 2x2, y se realizó la prueba de Fisher para determinar si existen diferencias significativas entre las medias de los tratamientos, utilizando el paquete estadístico Minitab 18, valores de $P < 0.05$ serán considerados estadísticamente significativos.

El Modelo Lineal Aditivo fue:

$$Y_{ijk} = \mu + A_i + B_j + (AB)_{ij} + \varepsilon_{ijk}$$

Dónde:

Y_{ijk} : la puntuación del k sujeto bajo la combinación del i valor del factor A y el j valor del factor B.

μ : la media común a todos los datos del experimento.

A_i : el efecto o impacto del i nivel de la variable del tratamiento A (Color de papa).

B_j : efecto del j valor de la variable de tratamiento B (Parte de la papa, cáscara o pulpa).

$(AB)_{ij}$: efecto de la interacción entre el i valor de A y el j valor de B.

ε_{ijk} : error experimental o efecto aleatorio de muestreo.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Polifenoles totales

De acuerdo con los resultados mostrados en el Cuadro 3, se encontró que la cáscara de papa Yungay tiene mayor contenido de Polifenoles Totales 7.78 mg AC equi/g a diferencia de la cáscara de papa Canchán 6.49 mg AC equi/g. Este resultado obtenido en esta investigación es mayor a lo reportado en un estudio que se realizó con ratas inducidas a diabetes mediante streptozotocin en el cual la harina de cáscara de papa contenía 3.9 mg/g según lo reportado por Singh *et al.* (2005).

La cáscara de papa Yungay tiene un color más claro, se podría decir que de color amarillento con respecto a la cáscara de la papa Canchán siendo esta de color rojizo, y del mismo modo se presenta diferencia en la pulpa de estas dos variedades, presentando la variedad Canchán una tonalidad mas amarilla que la Yungay. De acuerdo con la literatura revisada, se sabe que las papas que presentan coloraciones rojas y moradas en su pulpa tienen hasta tres veces más concentración de compuestos fenólicos que las conocidas regularmente de pulpa amarilla como lo menciona Kita *et al.* (2015).

Se ha señalado que en un estudio realizado (Kita *et al.* 2015) en papas de diferentes variedades y coloración que las variedades Blaue Elise y Vitelotte de pulpa morada tienen un contenido de polifenoles totales de 4.31 mg EAG/g y 4.68 mg EAG/g respectivamente. Del mismo modo reportaron que las variedades Highland Burgundy Red y Rosalinde de pulpa roja presentan 2.60 mg EAG/g y 2.70 mg EAG/g respectivamente.

Andre *et al.* (2007) reportaron en la variedad 704429- Guincho Negra la cual se caracteriza por tener la cáscara y la pulpa de color negra, un contenido fenólico de 12.37 ± 0.65 mg GAE/g. Por otro lado, la variedad 704828 Willa Immilla, se caracteriza por tener una cáscara de color rojo y amarillo y la pulpa amarilla, un contenido fenólico de 2.52 ± 0.38 mg GAE/g.

Cuadro 3: Polifenoles totales de harina de pulpa y cáscara de dos variedades de papa

MUESTRA	COMPUESTOS FENÓLICOS TOTALES (mg. Ác.. Clorogénico Equi./g)
Cáscara de papa Yungay	7.78
Pulpa de papa Yungay	2.46
Cáscara de papa Canchán	6.49
Pulpa de papa Canchán	1.03

En una investigación con doce papas nativas chilenas se evaluaron el contenido de polifenoles totales en papas con cáscara y sin cáscara, observándose que existe una variación en muestras de papas peladas y sin pelar. En papas sin cáscara, el rango de polifenoles totales fue de 1.91 a 18.64 mg/g mientras tanto estos parámetros variaron desde 3.45 a 28.52 mg/g en muestras sin pelar, lo que indica una elevada concentración de polifenoles en la cáscara de los tubérculos (Peña *et al.*, 2013).

Ezekiel *et al.* (2013) reportaron valores comprendidos entre 0.37 – 0.52 mg/g de compuestos fenólicos totales para pulpa blanca de papa y valores de 0.24 – 0.407 mg/g en pulpa amarilla. En el presente estudio los valores de pulpa Yungay fueron de 2.46 mg AC equi/g y para pulpa de papa Canchán 1.03 mg AC equi/g, corroborando lo que señala la literatura que la cáscara de papa presenta mayor concentración de compuestos fenólicos a diferencia de la pulpa, tal como se muestra en los resultados obtenidos en esta investigación.

Los compuestos fenólicos presentes en las cáscaras de nuestras dos variedades de papa, 7.78 mg/g para la cáscara de papa Yungay y 6.49 mg/g para cáscara de papa Canchán son altos comparados con frutos que se caracterizan por tener un alto contenido fenólico como son los blubberies, 6.70 mg/g; fresa, 3.63mg/g y cereza 4.29 mg/g (Cho *et al.*, 2013).

Kahkonen *et al.* (1999), encontraron que el total de compuestos fenólicos es bajo en vegetales en comparación con las frutas. Lin *et al.* (2007) señalaron los siguientes valores en vegetales: pimiento rojo, 1.80 mg GAE/g; cebolla blanca, 2.16 mg GAE/g; cebolla roja, 3.10 mg GAE/g. El valor hallado para la pulpa de papa Yungay en esta investigación corresponde a 2.46 mg AC/g siendo mayor al de la cebolla blanca.

4.2. Indicadores somáticos en ratas

Para la conducción de este experimento se utilizaron 28 ratas Holtzman, que fueron recibidos con un peso corporal de 233.33 ± 42.27 g y un estado de nutrición “normal o sano” (Índice de Lee=0.31, IMC=0.61 g/cm²). A estas ratas experimentales se les indujo obesidad mediante el consumo de dieta obesogénica hasta lograr un peso corporal de 392.29 ± 34.32 g (Índice de Lee=0.32, IMC=0.75 g/cm²).

En este experimento no se mostraron diferencias significativas entre los grupos que consumieron la dieta con inclusión de harina de pulpa o cáscara de dos variedades de papa, en la ganancia de peso, tal como se indica en el Cuadro 4. Similar resultado se obtuvo en ratas obesas Zucker que fueron alimentadas con jugo de melocotón alto en polifenoles, el cual no previno la ganancia de peso. (Noratto *et al.*, 2015). Con los datos reportados se observa que el consumo de harina de cáscara o pulpa de dos variedades de papa no influye en la ganancia de peso en animales obesos.

En cuanto a la conversión alimenticia se observaron diferencias significativas ($P < 0.05$) entre las variedades de papa, presentando que la variedad Yungay obtuvo una mejor conversión alimenticia con respecto a la variedad Canchán. Las dietas experimentales en la etapa de evaluación fueron rápidamente aceptadas por los animales, éstas presentaban olor y sabor agradable. Las dietas obesogénica poseen un alto valor calórico frecuentemente muy apetecibles que llevan a la obesidad después de un prolongado tiempo expuesto a este tipo de dietas (Pritchett *et al.*, 2011).

Se encontró que los grupos evaluados a la culminación del experimento se ubicaron dentro de la clasificación de la obesidad de acuerdo con el Cuadro 4. La inclusión de harina de pulpa o cáscara de dos variedades de papa no afecta en la disminución de peso, como se dijo anteriormente en esta investigación pues no se observaron diferencias significativas en la ganancia de peso. Sin embargo, para el IMC se obtuvieron diferencias significativas para la parte del tubérculo, siendo la cáscara la que presenta menor valor de $IMC = 0.706$ g/cm².

Cuadro 4: Evaluación de indicadores somáticos de las ratas obesas alimentadas con dietas que contienen harina de pulpa o cáscara de dos variedades de papa.

Variedad de papa		Ganancia de peso, g	Conversión alimenticia, g	Circunf. Abdominal, cm	Circ. torácica, cm	Índice de Lee	IMC, g/cm ²
var. Yungay	Cáscara	39.2 ^a ±8.50	11.3 ^{ab} ±2.44	17.4 ^a ±0.21	14.8 ^a ±0.72	0.3 ^a ±0.01	0.7 ^a ±0.03
	Pulpa	39.0 ^a ±13.91	10.1 ^b ±0.84	17.9 ^a ±0.27	14.8 ^a ±0.80	0.3 ^a ±0.01	0.7 ^a ±0.06
var. Canchán	Cáscara	30.8 ^a ±8.93	14.7 ^a ±3.63	17.6 ^a ±0.91	14.5 ^a ±0.55	0.3 ^a ±0.00	0.7 ^a ±0.04
	Pulpa	34.2 ^a ±9.13	14.0 ^a ±3.15	17.6 ^a ±0.92	14.8 ^a ±0.69	0.3 ^a ±0.01	0.7 ^a ±0.06
Efecto de variedad	Yungay	39.1 ^a ±10.99	10.8 ^b ±1.99	17.7 ^a ±0.35	14.8 ^a ±0.73	0.3 ^a ±0.01	0.7 ^a ±0.05
	Canchán	32.5 ^a ±8.79	14.3 ^a ±3.26	17.6 ^a ±0.88	14.6 ^a ±0.61	0.3 ^a ±0.01	0.7 ^a ±0.05
Efecto de parte	Cáscara	35.0 ^a ±9.38	13.0 ^a ±3.44	17.6 ^a ±0.67	14.7 ^a ±0.62	0.3 ^a ±0.00	0.7 ^b ±0.03
	Pulpa	36.6 ^a ±11.50	12.4 ^a ±3.13	17.7 ^a ±0.70	14.8 ^a ±0.71	0.3 ^a ±0.01	0.7 ^a ±0.06
Fuente de Variación							
Variedades		0.135	0,009**	0.768	0.664	0.319	0.803
Parte del tubérculo		0.712	0.435	0.481	0.707	0.091	0.028*
Variedad x parte del tubérculo		0.683	0.838	0.359	0.707	0.676	0.535

Valores son el promedio ± desviación estándar de seis repeticiones (n=6) independiente por tratamiento. IMC: Índice Masa Corporal.

^{ab}: superíndices con diferentes letras dentro de una columna indica diferencias (P< 0,05).

En un estudio similar con dietas obesogénicas el IMC normal para ratas adultas comprendió un rango de $0.45 \pm 0.02 \text{ g/cm}^2$ y $0.68 \pm 0.05 \text{ g/cm}^2$ (Novelli *et al.*, 2007). En esta investigación se observó un menor valor de IMC para parte del tubérculo en este rango, con lo cual se evidenciaría que la cáscara de papa en la dieta, independiente de la variedad, se obtiene menor IMC en ratas obesas. Se sabe que el IMC es un índice utilizado en la clasificación del sobrepeso y obesidad. Rabiou *et al.* (2017) reportaron en un experimento llevado a cabo con ratas hembra y macho alimentadas con dieta alta en grasa por diez semanas no se observó diferencias significativas en el IMC. La exposición de tiempo a estas dietas obesogénicas en la presente investigación fue de aproximadamente cincuenta días, logrando una diferencia significativa en el IMC en las dietas con inclusión de 10% de cáscara de papa.

4.3. Glucosa y perfil lipídico

No se obtuvo diferencias entre los grupos en la determinación de glucosa, triglicéridos y HDL como se observa en el Cuadro 5. Goñi *et al.* (2011), reportaron valores comprendidos para la glucosa entre 48.4–91.2 mg/dL, en animales sanos. Para los triglicéridos, Ihedioha *et al.* (2013) reportaron un valor comprendido entre 60.4–92.6 mg/dL y para HDL 45.4–56.9 mg/dL para un animal experimental sano de dicha edad. Los resultados obtenidos en este estudio no se encuentran dentro de los valores establecidos para animales sanos y la inclusión de cáscara o pulpa de papa no ayudó a aproximarse a los valores establecidos como normales.

Se ha reportado en su experimento (Peng *et al.*, 2017) con un compuesto antioxidante (Quercitina) en la dieta para ratas machos valores para glucosa 345.01-474.92 mg/dL, TG 42.88 -128.62 mg/dL y HDL-c 17.01- 34.02 mg/dL; estos datos muestran valores para glucosa muy por encima de los establecidos para ratas saludables siendo estos valores mayores a los reportados en el presente estudio.

Cuadro 5: Evaluación de niveles de glucosa, perfil lipídico de ratas obesas alimentadas con harina de pulpa o cáscara de dos variedades de papa

Variedad de Papa		Parámetros bioquímicos (mg /dL)		
		Glucosa	HDL-c	TG
Yungay	Cáscara	104.8 ^a ±10.38	35.7 ^a ±6.19	79.5 ^a ±14.68
	Pulpa	104.3 ^a ±13.66	33.0 ^a ±4.56	84.8 ^a ±12.11
Canchán	Cáscara	100.6 ^a ±9.89	34.5 ^a ±6.60	86.5 ^a ±11.84
	Pulpa	104.3 ^a ±16.08	36.7 ^a ±4.50	103.7 ^a ±22.46
Efecto de la variedad	Yungay	104.6 ^a ±11.57	34.3 ^a ±5.37	82.2 ^a ±13.13
	Canchán	102.5 ^a ±12.87	35.6 ^a ±5.50	95.1 ^a ±19.32
Efecto de la parte	Cáscara	102.8 ^a ±9.91	35.1 ^a ±6.13	83.0 ^a ±13.23
	Pulpa	104.3 ^a ±14.23	34.8 ^a ±4.73	94.3 ^a ±19.81
		(P -value)		
Variedades		0.693	0.587	0.06
Parte del tubérculo		0.764	0.913	0.098
Variedad x parte de tubérculo		0.693	0.298	0.372

Valores son el promedio ± desviación estándar de seis repeticiones (n=6) independiente por tratamiento. HDL-c: Lipoproteínas de alta densidad asociadas al colesterol. TG: Triglicéridos. ^a: Similares superíndices dentro de una columna no indica diferencias (P> 0,05).

Otro estudio con ratas inducidas a obesidad con dieta alta en grasa por un período de cuatro semanas y luego suplementadas con dietas obesogénicas con ácido cumárico y/o rutina (compuestos fenólicos) por ocho semanas (Hsu *et al.*, 2009), observó valores de glucosa de 120 ± 19 mg/dL, para el compuesto fenólico rutina y 122 ± 20 mg/dL, para el compuesto fenólico ácido cumárico; para TG 77 ± 10.8 mg/dL para ácido cumárico y 86.2 ± 13 mg/dL para rutina; HDL-c 30.1 ± 3.9 mg/dL para ácido cumárico y 31.3 ± 2.5 mg/dL para rutina. Estos resultados presentan concordancia con el presente estudio, debido a que los valores de glucosa, TG y HDL-c presentaban la misma tendencia.

Jin *et al.* (2013) reportaron en un estudio con ratas obesogénicas con inclusión de teaflavinas, un polifenol principal en el té negro, valores para TG 50.75-63 mg/d; HDL-c 36.34-49.48 mg/dL.; glucosa 85.04-92.96 mg/dL. La duración de la evaluación en este ensayo fue de 30 días. Los resultados para HDL-c y glucosa se acercan más a los resultados obtenidos en este experimento.

En un estudio similar se observó el efecto de la inclusión del 10% de pulpa de manzana y el 10% de concentrado de jugo de manzana en ratas con dietas obesogénicas, teniendo valores para TG 50.88 ± 4.25 mg/dL en el grupo de pulpa de manzana y 53.75 ± 4.59 mg/dL para el grupo de concentrado de jugo de manzana (Cho *et al.*, 2013). En los resultados de dicho experimento se observó que los valores para el grupo que se alimentó con pulpa obtuvo menor nivel de TG que el que incluyó el jugo concentrado como dieta obesogénica, esto se debería a una mayor presencia de fibra en la pulpa que en el jugo. De la misma manera se postula que la cáscara de papa tiene un mayor contenido de fibra y polifenoles en comparación con la pulpa (Singh *et al.*, 2005).

4.4. Análisis de órganos y tejidos

No hubo diferencias significativas para el peso del hígado e intestinos entre los grupos experimentales (Cuadro 6). Singh *et al.* (2005) en su estudio con ratas sometidas a estrés oxidativo y utilizando 10% de cáscara de papa como inclusión en la dieta reportaron un peso para el hígado de 27.3 ± 0.2 g, superando ampliamente a los valores observados en la presente investigación como se muestra en el Cuadro 6. Así mismo, Noratto *et al.* (2015) reportaron el peso final de hígado de ratas alimentadas con dietas obesogénicas y con inclusión de extracto de durazno o ciruela 25.2 ± 2.3 g y 21.5 ± 1.4 g respectivamente, estos valores son mayores a los encontrados en el presente estudio. Los órganos como el hígado

son afectados debido a los niveles anormales de triglicéridos. La acumulación excesiva de tejido adiposo en el hígado es una consecuencia de la obesidad (Ayala et al., 2008).

Piao *et al.*, (2013) reportaron que el peso de hígado para una rata macho de la misma edad que las utilizadas en el presente experimento y que no se sometió a ningún tratamiento fue de 11.24 ± 2.34 g. Este valor es menor al obtenido en el estudio actual de las dos variedades de papa, determinando así que las dietas obesogénicas ejercerían un aumento en el peso del hígado del animal.

Los resultados mostraron diferencias significativas ($P < 0.05$) para el peso del riñón con mayor valor para el tratamiento con pulpa de la variedad Canchán, habiendo un efecto entre las variedades, siendo la variedad Yungay la de mejor peso entre variedades. Piao *et al.* (2013) reportaron que el peso de riñones correspondientes a ratas macho de la misma edad que las utilizadas en el presente experimento y que no se sometieron a ningún tratamiento fue de 3.30 ± 0.67 g. Los resultados obtenidos para la variedad Yungay y Canchán se encuentran dentro de los establecidos como pesos normales de referencia como se muestra en el Cuadro 6.

Noratto *et al.* (2015) reportaron el peso final de riñón de ratas alimentadas con dietas obesogénicas y con inclusión de extracto de durazno o ciruela 3.5 ± 0.3 g y 3.1 ± 0.2 g respectivamente. En el mismo sentido, Hsu *et al.* (2009) en su estudio con ratas inducidas a obesidad con dieta alta en grasa por un período de cuatro semanas y luego suplementadas con dietas obesogénicas con ácido cumárico y/o rutina (compuestos fenólicos) por ocho semanas, reportaron pesos para los riñones de 4.8 ± 0.3 g con ácido cumárico y 4.8 ± 0.2 g con rutina.

Cuadro 6: Peso de órganos extraídos de ratas obesas alimentadas con harina de pulpa o cáscara de dos variedades de papa.

Variedad de Papa		Peso de los órganos, (g)		
		Riñones	Hígado	Intestino
var. Yungay	Cáscara	2.5 ^b ±0.24	13.2 ^a ±2.03	10.4 ^a ±0.82
	Pulpa	2.7 ^b ±0.29	13.4 ^a ±1.33	9.6 ^a ±1.40
var. Canchán	Cáscara	2.8 ^{ab} ±0.47	13.3 ^a ±1.72	10.1 ^a ±2.04
	Pulpa	3.1 ^a ±0.41	14.4 ^a ±1.46	9.8 ^a ±0.95
Efecto de la variedad	Yungay	2.6 ^b ±0.26	13.3 ^a ±1.64	10.0 ^a ±1.17
	Canchán	2.9 ^a ±0.46	13.9 ^a ±1.63	10.0 ^a ±1.57
Efecto de la parte	Cáscara	2.7 ^a ±0.37	13.2 ^a ±1.80	10.2 ^a ±1.49
	Pulpa	2.9 ^a ±0.41	13.9 ^a ±1.45	9.7 ^a ±1.16
Fuente de variación		(P-value)		
Variedades		0,032*	0.374	0.998
Parte del tubérculo		0.146	0.339	0.376
Variedades x parte de tubérculo		0.443	0.498	0.656

Valores son el promedio ±desviación estándar de seis repeticiones (n=6) independiente por tratamiento. ^{ab}: superíndices con diferentes letras dentro de una columna indica diferencias (P< 0,05).

Las ratas obesas Zucker, a edades muy tempranas, presentan daño renal, que incluye glomeruloesclerosis y necrosis tubular. Sin embargo, el modelo de obesidad de la rata Zucker no es representativo de los cambios estructurales y funcionales en los riñones observados en humanos obesos, porque el modelo no imita los cambios neurohumorales de humanos obesos y las anomalías metabólicas son mucho más severas en las ratas Zucker que en pacientes humanos obesos (Landsberg *et al.*, 1989). Aunque la importancia de la obesidad como causa de la hipertensión está bien establecida, los mecanismos por los cuales el aumento de peso excesivo altera la función renal y aumenta la presión sanguínea apenas se conocen (Hall, 2003). En el presente experimento evaluando la inclusión de cáscara o pulpa de dos variedades de papa en la dieta, los valores para los riñones son inferiores en comparación con lo establecido por Piao *et al.* (2013), lo que podría deberse a un tipo de anormalidad en los riñones como consecuencia del consumo de dieta obesogénica.

Las mediciones de acumulación de tejido adiposo no presentaron diferencias entre los tratamientos como se puede apreciar en el Cuadro 7. El aumento de la grasa visceral está relacionado con el aumento sistémico del estrés oxidativo que a la vez contribuye a la aceleración del estrés oxidativo en varios órganos involucrados en la patogénesis del síndrome metabólico, incluyendo el hígado, el músculo esquelético, el cerebro y las células
◆(Matsuda *et al.* 2013).

Amin *et al.* (2011) reportaron en su experimento utilizando dos tipos de dieta obesogénica: una alta en grasa y la otra alta en sacarosa con inclusión de un componente bioactivo en ambas dietas, observándose una disminución de grasa visceral, haciéndose más evidente la disminución de grasa visceral en la dieta alta en grasa que en la dieta alta en sacarosa utilizando el mismo compuesto bioactivo. Los resultados de Amin *et al.* (2011) fueron diferentes a los encontrados en el actual experimento, pues no se encontró diferencias en el peso del tejido adiposo visceral y abdominal, esto podría deberse a que la cantidad de compuestos bioactivos presentes en la papa fue insuficiente. El aumento de tejido graso se correlaciona con el estrés oxidativo en humanos y ratones (Furukawa *et al.* 2004).

Cuadro 7: Peso del tejido adiposo de ratas obesas alimentadas con harina de pulpa o cáscara de dos variedades de papa.

Variedad de papa		Peso del Tejido Adiposo, g	
		Visceral	Abdominal
Yungay	Cáscara	16.7 ^a ±2.39	5.8 ^a ±1.22
	Pulpa	16.6 ^a ±3.34	5.4 ^a ±1.61
Canchán	Cáscara	15.2 ^a ±3.76	5.9 ^a ±1.92
	Pulpa	17.9 ^a ±5.63	6.0 ^a ±0.98
Efecto de la variedad	Yungay	16.7 ^a ±2.77	5.6 ^a ±1.38
	Canchán	16.5 ^a ±4.77	5.9 ^a ±1.49
Efecto de la parte	Cáscara	16.0 ^a ±3.11	5.8 ^a ±1.53
	Pulpa	17.3 ^a ±4.46	5.6 ^a ±1.33
		(P-value)	
Variedades		0.925	0.571
Parte del tubérculo		0.433	0.799
Variedad x parte del tubérculo		0.406	0.681

Valores son el promedio ±desviación estándar de seis repeticiones (n=6) independiente por tratamiento. ^a: Similares superíndices dentro de una columna no indica diferencias (P> 0.05).

En otro estudio llevado a cabo con ratas alimentadas con dieta alta en grasa y con inclusión de dos tipos de concentraciones de extracto acuoso de té verde, reportan una disminución del peso de tejido adiposo visceral en tanto sea mayor la concentración del extracto acuoso de té verde. (Bajerska *et al.*, 2011). En el presente estudio se trabajó con un solo nivel de inclusión de cáscara o pulpa de dos variedades de papa, habiéndose establecido que la mayor concentración de compuestos bioactivos se encuentra en la cáscara.

4.5. Actividad antioxidante en el hígado

De acuerdo con los resultados obtenidos en el Cuadro 8 la variable superóxido dismutasa (SOD) presenta una interacción altamente significativa ($P= 0.006$) entre variedad y parte del tubérculo, siendo mayor en la dieta con pulpa. Además, la variedad Yungay tuvo un efecto altamente significativo sobre la actividad enzimática de catalasa (CAT) y mostró interacción significativa para la dieta con pulpa de la variedad Yungay. Este resultado obtenido concuerda con lo establecido en la bibliografía ya que cuando se establece el estrés oxidativo, la SOD es la responsable de transformar el radical superóxido en O_2 y H_2O_2 , este peróxido de hidrógeno se convierte de nuevo en un compuesto pro-oxidante y gracias a la enzima CAT se convierte en O_2 y H_2O (Hicks *et al.*, 2006). Es por esta razón que los valores de SOD y CAT para la dieta con inclusión de pulpa de papa de la variedad Yungay se incrementan con respecto a los otros tratamientos, por lo que se podría decir que la pulpa de la variedad Yungay tiene un mejor efecto contra el estrés oxidativo en ratas obesas alimentadas con una dieta alta en grasa.

Hsieh *et al.* (2016) trabajaron con extractos de cáscara de papa a diferentes concentraciones para evaluar el efecto del estrés oxidativo en el hígado ocasionado por dieta alta en colesterol. Los valores para las enzimas SOD y CAT aumentaron progresivamente a medida que se probaron diferentes concentraciones de extractos de cáscara de papa, los resultados encontrados fueron que los extractos ejercen un efecto hepatoprotector en el hígado aminorando el estrés oxidativo, observándose una mejor respuesta a una mayor concentración, esto lo podríamos extrapolar al presente estudio en el que se observó que la pulpa de la papa Yungay presentaba una mejor respuesta al estrés oxidativo con respecto a la variedad Canchán, pues se muestra el trabajo sinérgico de estas dos enzimas SOD y CAT.

Cuadro 8: Actividad antioxidante en hígado de ratas obesas alimentadas con harina de pulpa o cáscara de dos variedades de papa.

Variedad de Papa		Superóxido dismutasa		Actividad de catalasa	
		Proteína, USOD/mg	Tejido, USOD/g	Proteína, mU/ mg	Tejido, U/g
Yungay	Cáscara	38.6 ^b ±4.49	5731.3 ^a ±540.85	127.5 ^b ±20.20	18.9 ^a ±2.65
	Pulpa	49.1 ^a ±7.2	5390.6 ^a ±785.11	151.4 ^a ± 15.74	16.6 ^a ±1.40
Canchán	Cáscara	41.6 ^b ±4.57	5577.5 ^a ±1107.03	125.4 ^a ± 18.03	16.6 ^a ±1.47
	Pulpa	39.2 ^b ±3.27	5366.1 ^a ±939.82	114.9 ^b ± 7.20	15.7 ^a ±2.21
Efecto de la variedad	Yungay	43.9 ^a ±7.93	5560.9 ^a ±666.93	139.5 ^a ±21.19	17.8 ^a ±2.36
	Canchán	40.4 ^a ±3.99	5471.8 ^a ±985.26	120.1 ^b ±14.18	16.1 ^a ±1.85
Efecto de la parte	Cáscara	40.1 ^a ±4.58	5654.4 ^a ±834.54	126.4 ^a ±18.29	17.8 ^a ±2.38
	Pulpa	44.2 ^b ±7.45	5378.3 ^a ±825.73	133.1 ^a ±22.35	16.1 ^a ±1.82
(P-value)					
Variedad		0.149	0.301	0.008**	0.058
Parte del tubérculo		0.0076	0.852	0.32	0.06
Variedad x Parte del tubérculo		0.006 **	0.339	0.017*	0.384

Valores son el promedio ± desviación estándar de seis repeticiones (n=6) independiente por tratamiento.

^{ab}: superíndices con diferentes letras dentro de una columna indica diferencias (P< 0,05).

Singh *et al.*, (2005) utilizaron el 10% de inclusión de cáscara de papa en la dieta en ratas diabéticas para evaluar el efecto de la cáscara sobre el estrés oxidativo producido, siendo para SOD 17.7 ± 3.0 U/ mg proteína y CAT 324 ± 22.8 $\mu\text{mol/mg}$ proteína, en el grupo tratado con la inclusión de cáscara de papa y presentando SOD 18.8 ± 2.6 U/ mg proteína y CAT 238.8 ± 12.6 $\mu\text{mol/mg}$ proteína, para el grupo sin la inclusión de la cáscara. En ese estudio se corrobora lo que señala la literatura acerca del poder antioxidante de los compuestos bioactivos presentes en la dieta. De la misma manera, en el actual trabajo de investigación se comparó el efecto de las dos variedades y de sus partes, observando un mejor resultado con la pulpa de la variedad Yungay.

Los radicales libres se producen en el cuerpo como subproductos del metabolismo normal o como resultado de la exposición a la radiación y algunos contaminantes ambientales. El daño ocasionado por radicales libres en el cuerpo está relacionado con el equilibrio entre la carga pro-oxidante y la adecuación de la defensa antioxidante. Se lograría disminuir el estrés oxidativo aumentando la concentración de antioxidantes en los tejidos mediante una dieta con componentes antioxidantes (Vijayakumar *et al.*, 2004). A partir de los resultados se plantea un efecto beneficioso para la salud la inclusión de pulpa de papa de la variedad Yungay en la dieta de las ratas Holtzman.

V. CONCLUSIONES

Bajo las condiciones en las que se llevaron a cabo el presente estudio se concluye lo siguiente:

- El perfil lipídico y los niveles de glucosa sanguínea, acumulación del tejido adiposo visceral y abdominal no fueron afectados significativamente por los tratamientos dietarios de cáscara o pulpa de dos variedades de papa.
- La actividad antioxidante en el hígado presentó diferencias significativas entre variedades para las enzimas Superóxido dismutasa y Catalasa, con una mayor actividad a favor de la variedad Yungay en comparación a la variedad Canchán. Además, se obtuvo diferencias significativas para la enzima Superóxido dismutasa en referencia al factor de parte de la papa, encontrándose una mayor actividad antioxidante en la pulpa de la variedad Yungay.
- El Índice de Masa Corporal fue afectado por los tratamientos dietarios de cáscara o pulpa de dos variedades de papa, encontrándose que con las dietas con cáscara de papa se obtuvo un menor valor de IMC con respecto a las dietas con pulpa.
- La conversión alimentaria fue afectada por los tratamientos dietarios de cáscara o pulpa de dos variedades de papa encontrándose una mejor conversión alimentaria para la variedad Yungay con respecto a la variedad Canchán mientras la ganancia de peso no fue afectada significativamente.

VI. RECOMENDACIONES

En base a los estudios obtenidos en el presente estudio se recomienda:

- Incluir en la dieta alimentos que contienen polifenoles y seguir los lineamientos de una alimentación saludable, para prevenir la obesidad y mantener un peso ideal.
- Aislar compuestos bioactivos presentes en la cáscara y pulpa de papas de diferentes variedades que existe en el Perú, y ser usados como antioxidantes.
- Evaluar el efecto de la fibra de la cáscara de papa en ratas obesas inducidas con dietas obesogénicas.
- Determinar parámetros bioquímicos para ratas sanas de raza Holtzman de diferentes edades con fines comparativos.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- ALLOUI, F.; CHARRADI, K.; HICHAMI, A.; SUBRAMANIAM, S.; KHAN, N.; LIMAM, F.; AOUBANI, E. 2016. Grape seed and skin extract reduces pancreas lipotoxicity, oxidative stress and inflammation in high fat diet fed rats. *Biomedicine & Pharmacotherapy*. Volume 84, 2020-2028 p.
- AL-WESHAHY, A.; RAO, V.A. 2012. Potato Peel as a Source of Important Phytochemical Antioxidant Nutraceuticals and Their Role in Human Health – A Review. *Phytochemicals as Nutraceuticals - Global Approaches to Their Role in Nutrition and Health*. 207-210 p.
- AL-SAIKHAN, M. S.; HOWARD, L. R.; MILLER, J. C. 1995. Antioxidant activity and total phenolics in different genotypes of potato (*Solanum tuberosum* L.). *J. Food Sci.* 60, 341-343.
- AHMED, M.; AKTER, M.S.; EUN J.B. 2010. Impact of α -amylase and maltodextrin on physicochemical, functional and antioxidant capacity of spray-dried purple sweet potato flour. *J Sci Food Agric.* 90:494–502
- AMES, B. N.; SHIGENAGA, M. K.; HAGEN, T. M. 1993. Oxidants, antioxidants, and the degenerative diseases of aging. *Proc. Natl. Acad. Sci.* 90, 7915-7922.
- AMIN, K.A.; KAMEL, H.H.; ELTAWAB, M.A. 2011. Protective effect of Garcinia against renal oxidative stress and biomarkers induced by high fat and sucrose diet. *Lipids in Health and Disease*.10:6.
- ANDRE, C. M.; GHISLAIN, M.; BERTIN, P.; OUFIR, M.; HERRERA, M. R.; HOFFMANN, L.; HAUSMAN, J. RONDILLE, Y.; EVERS, D. 2007. Andean potato cultivars (*Solanum tuberosum* L.) as a Source of antioxidant and mineral Micronutrients. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 55(2), 366-378.

- ARUN, K.B.; CHANDRAN, J.; DHANYA, R.; KRISHNA, P.; JAYAMURTHY, P.; NISHA, P. 2015. A comparative evaluation of antioxidant and antidiabetic potential of peel from Young and matured potato. *Food Bioscience*. Volume 9: 36-46.
- ASHWELL, M.; LEJEUNE, S.; MCPHERSON, K. 1996. Ratio of waist circumference to height may be better indicator of need for weight management. *Br Med J*; 312: 377.
- AYALA, I.; CÁMARA, P.; FERNÁNDEZ-PARDO, J.; FLORES, I.; CASCALES, A. I.; GUTIÉRREZ PANIZO, C.; VALDÉS, M.; CASTELLS, M. T.; GARCÍA PÉREZ, B. 2013. Modelos animales experimentales de enfermedad de hígado graso y síndrome metabólico. *An. Vet. Murcia* 24: 5-16
- BAJERSKA, J.; WOZNIEWICZ, M.; JESZKA, J.; DRZYMALA-CZYŻ, S.; WALKOWIAK, J. 2011. Green tea aqueous extract reduces visceral fat and decreases protein availability in rats fed with a high-fat diet. *Nutrition Research* 31, 157–164
- BRUSH, S.B. 1992. Ethnoecology, biodiversity, and modernization in Andean potato agriculture. *J. Ethnobiol.* 12(2):161-185.
- BUCKLEY, A.J.; KESERÜ, B.; JULIE BRIODY, J.; MADELINE THOMPSON, M.; OZANNE, S. E.; THOMPSON, C. 2005. Altered body composition and metabolism in the male offspring of high fat–fed rats. *Metabolism Clinical and Experimental* 54: 500–507
- BUETTNER, R.; PARHOFER, K.G.; WOENCKHAUS, M.; WREDE, C.E.; KUNZ-SCHUGHART, L.A.; SCHÖLMERICH, J. AND BOLLHEIMER, L. C. 2006. Defining high-fat-diet rat models: metabolic and molecular effects of different fat types. *Journal of Molecular Endocrinology*. 36, 485–501
- BUETTNER, R.; SCHÖLMERICH, J. & BOLLHEIMER, L.C. 2007. High- fat diets: modeling the metabolic disorders of human obesity in rodents. *Obesity* Vol 15, N°4 798–808.

- BURLINGAME, B.; MOUILLE, B.; CHARRONDIERE, R. 2009. Nutrients, bioactive non-nutrients and anti-nutrients in potatoes. *Journal of Food Composition and Analysis* 22(6) 494–502.
- CABALLERO B. 2007. The Global Epidemic of Obesity: An Overview. *Epidemiologic Reviews*, Volume 29, Issue 1, Pages 1–5
- CAMIRE, M. E.; KUBOW, S.; DONNELLY, D. J. 2009. Potatoes and Human Health. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 49(10), 823-840.
- CIP. 2011. Pumping up potatoes for poor communities-iron biofortification. Disponible en https://cipotato.org/press_room/blogs/pumping-up-potatoes-for-poor-communities/ Revisada en Febrero 2018
- CIP. 2000. In: Graves, C. (Ed.), *The Potato, Treasure of the Andes—From Agriculture to Culture*. CIP, Lima, Perú.
- CHO, K.D.; HAN, C.K.; AND LEE, B.H. 2013. Loss of Body Weight and Fat and Improved Lipid Profiles in Obese Rats Fed Apple Pomace or Apple Juice Concentrate. *J Med Food* 16 (9), 823–830
- CRESPY, V.; WILLIAMSON, G. 2004. A Review of the Health Effects of Green Tea Catechins in In Vivo Animal Models. *The Journal of Nutrition*, Volume 134, Issue 12, Pages 3431S–3440S
- DIEZ-CANSECO, F.; SAAVEDRA-GARCÍA, L. 2017. Programas sociales y reducción de la obesidad en el Perú: reflexiones desde la investigación. *Rev Perú Med Exp Salud Pública*.34(1):105-12.
- DILLARD, C.J.; GERMAN, J.B. 2000. Review Phytochemicals: nutraceuticals and human health. *J Sci Food Agric* 80:1744-1756

- DRAGO, M. E.; LÓPEZ, M.; SAÍNZ, T. 2006. Componentes bioactivos de alimentos funcionales de origen vegetal. Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal. Revista Mexicana de Ciencias Farmacéuticas. Volúmen 37 No. 4
- DREWNOWSKI, A. 2009. Obesity, diets, and social inequalities. *Nutr. Rev.* 67, S36–S39.
- EZEKIEL R., SINGH N, SHARMA S, KAUR A. 2013. Beneficial phytochemicals in potato - A review. *Food Research International* 50: 487-496.
- FERNÁNDEZ-SÁNCHEZ, A.; MADRIGAL-SANTILLÁN, E.; BAUTISTA, M.; ESQUIVEL-SOTO, J.; MORALES-GONZÁLEZ, A.; ESQUIVEL-CHIRINO, C.; DURANTE-MONTIEL, I.; SÁNCHEZ-RIVERA, G.; VALADEZ-VEGA, C.; MORALES-GONZÁLEZ, J.A. 2011. Inflammation, oxidative stress, and obesity. *Int. J. Mol. Sci.* 12, 3117–3132.
- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED STATES, FAO. 2008. International Year of The Potato 2008. New light on a hidden treasure. <http://www.fao.org/potato-2008/pdf/IYPbook-en.pdf>
- FONSECA, C.; LABARTA, R.; MENDOZA, A.; LANDEO, J.; WALKER, T. 1996. Impacto económico de la variedad Cánchan-INIAA, de alto rendimiento y resistente al tizón tardío en el Perú. CIP. 33 p.
- FRIEDMAN, M. 1997. Chemistry, Biochemistry, and Dietary Role of Potato Polyphenols. A review. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 45 (5), 1523-1540
- FUJIOKA, S.; MATSUZAWA, Y.; TOKUNAGA, K.; TARUI, S. 1987. Contribution of Intra-abdominal Fat Accumulation to the Impairment of Glucose and Lipid Metabolism in Human Obesity. *Metabolism*, Vol 36 N 1, 54-59
- FURUKAWA, S.; FUJITA, T.; SHIMABUKURO, M.; IWAKI, M.; YAMADA, Y.; NAKAJIMA, Y.; NAKAYAMA, O.; MAKISHIMA, M.; MATSUDA, M.; SHIMOMURA, I. 2004. Increased oxidative stress in obesity and its impact on metabolic syndrome. *J. Clin. Invest.* 114:1752–1761.

- GESTA, S.; TSENG, Y. AND KAHN, C.R. 2007. Review Developmental Origin of Fat: Tracking Obesity to Its Source. *Cell* 131, Vol 135 Issue 2 © Elsevier Inc.
- GONZÁLES-CASTEJÓN, M.; RODRIGUEZ- CASADO, A. 2011. Dietary phytochemicals and their potential effects on obesity: A review. *Pharmacological Research* 64: 438-455.
- GOÑI, A.C.; BLANCO, D.; PEÑA, A.; RONDA, M.; GONZÁLEZ, B.O.; ARTEAGA. M.E.; BADA, A.; GONZALES, Y.; MANCEBO, A. 2011. Valores hematológicos y bioquímicos de las ratas Sprague Dawley producidas en CENPALAB, Cenp: SPRD. *Rev Electrón Vet [Internet]*; 12(11):1–10.
- HICKS, J.J.; TORRES-RAMOS, Y.D.; SIERRA-VARGAS, M.P. 2006. Estrés oxidante, concepto y clasificación. *Rev Endocrinol Nutr*; 14: 223-226.
- HALL J. E. 2003. The Kidney, Hypertension, and Obesity. *Hypertension*. 41(2):625-633
- HARIRI N. AND THIBAUT L. 2010. High-fat diet-induced obesity in animal models. *Nutrition Research Reviews*. 23, 270–299
- HASLER, C.M. 2002. Functional Foods: Benefits, Concerns and Challenges. A Position Paper from the American Council on Science and Health. *Journal Nutrition* 132(12): 3772-3781.
- HERRERA, F.; BETANCUR, D.; SEGURA, M.R. 2014. Compuestos bioactivos de la dieta con potencial en la prevención de patologías relacionadas con sobrepeso y obesidad; péptidos biológicamente activos. *Nutr. Hosp*. Vol.29 No.1.
- HSIEH, S.D.; YOSHINAGA, H. 1995. Abdominal fat distribution and coronary heart disease risk factors in men-waist/height ratio as a simple and useful predictor. *Int J Obes Relat Metab Disord*; 19: 585–589.
- HSIEH, Y.L.; YEH, Y.H.; LEE, Y.T.; CHIH-YANG HUANG. 2016. Dietary potato peel extract reduces the toxicity of cholesterol oxidation products in rats. *Journal of Functional Foods* 27: 461–471

- HSU, C.L.; WU, C. H.; HUANG, S.L. AND YEN, G.C. 2009. Phenolic Compounds Rutin and o-Coumaric Acid Ameliorate Obesity Induced by High-Fat Diet in Rats. *J. Agric. Food Chem.* 57 (2), pp 425–431
- ICHIHARA, S. & YAMADA, Y. 2008. Genetic factors for human obesity. *Cell Mol Life Sci* 65, 1086–1098.
- IHEDIOHA, J.I.; NOEL-UNEKE, O.A.; IHEDIOHA, T.E. 2013. Reference values for the serum lipid profile of albino rats (*Rattus norvegicus*) of varied ages and sexes. *Comp Clin Pathol* 22(1):93–99.
- INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA E INFORMÁTICA, INEI; 2016. Perú, Enfermedades No Transmisibles y Transmisibles. 163 p.
- JIN, D.; XU, Y.; MEI, X; MENG, Q.; GAO, Y.; LI, B.; TU, Y. 2013. Antiobesity and lipid lowering effects of theaflavins on high-fat diet induced obese rats. *Journal of Functional Foods* Vol 5:3, 1142-1150.
- KAHKONEN, M. P.; HOPIA, A. I.; VUORELA, H. J.; RAUHA, J. P.; PIHLAJA, K.; KUJALA, T. S.; & HEINONEN, M. 1999. Antioxidant activity of plant extracts containing phenolic compounds. *Journal Agricultural and Food Chemistry.* 47, 3954–3962.
- KITA, A.; BAKOWSKA-BARCZAK, A.; LISINSKA, G.; HAMOUZ, K.; KULAKOWSKA, K. 2015. Antioxidant activity and quality of red and purple flesh potato chips. *LWT-Food Science and Technology* 62: 525-531.
- LANDSBERG, L.; KRIEGER, D.R. 1989. Obesity, metabolism, and the sympathetic nervous system. *Am J Hypertens* 2: 1255–1325.
- LIN, J.Y.; TANG, C.Y. 2007. Determination of total phenolic and flavonoid contents in selected fruits and vegetables, as well as their stimulatory effects on mouse splenocyte proliferation. *Food Chemistry* 101:140-147.

- MALAFAIA, A. B.; NASSIF, A. N.; RIBAS, P. M.; ARIEDE, B. L.; SUE, K.N.; CRUZ, M. A. 2013. Obesity induction with high fat sucrose in rats. ABCD Arq Bras Cir Dig;26 (Suplemento 1):17-21
- MALDONADO, L.; SUAREZ, V.; THIELE, G. 2008. Estudio de la adopción de variedades de papa en zonas pobres del Perú. CIP. 37 p.
- MASELLA, R.; DI BENEDETTO, R.; VARI, R.; FILESI, C.; GIOVANNINI, C. 2005. Novel mechanisms of natural antioxidant compounds in biological systems: involvement of glutathione and glutathione-related enzymes. Journal of Nutritional Biochemistry 16: 577–586
- MATOS, S.; PAULA, H.; PEDROSA, M.; SANTOS, R.; OLIVEIRA, E.; JUNIOR, D.; SILVA, M. 2005. Dietary Models for Inducing Hypercholesterolemia in Rats. Brazilian Archives of Biology and Technology an International Journal. Vol.48 No. 2: 203-209.
- MATSUDA, M.; SHIMOMURA, I. 2013. Increased oxidative stress in obesity: Implications for metabolic syndrome, diabetes, hypertension, dyslipidemia, atherosclerosis, and cancer. Obesity Research & Clinical Practice 7, e330—e341
- MEI Z.; GRUMMER-STRAWN, L. M.; PIETROBELLI, A.; GOULDING, A.; GORAN, A.; DIETZ, W.H. 2002. Validity of body mass index compared with other body-composition screening indexes for the assessment of body fatness in children and adolescents. The American Journal of Clinical Nutrition, Volume 75, Issue 6, Pages 978–985,
- MINISTERIO DE AGRICULTURA Y RIEGO. MINAGRI. 2017. Papa: Características de la Producción Nacional y de la Comercialización en Lima Metropolitana. Boletín. Dirección General de Políticas Agrarias. Dirección de Estudios Económicos e Información Agraria.
- MOSQUERA, T.; CUELLAR, D. 2013. Genética de la Papa frente a la Gota. Universidad Nacional de Colombia. Colección Dirección de Investigación. Sede Bogotá. 189 p.

- NASCIMENTO, A.F.; SUGIZAKI, M.M.; LEOPOLDO, A.S.; LIMA-LEOPOLDO, A.P.; LUVIZOTTO, R.A.M.; NOGUEIRA, C.R.; CICOGNA, A.C. 2008. A Hypercaloric pellet-diet cycle induces obesity and co-morbidities in wistar rats. *Arq Bras Endocrin Metab.* Vol 52, No. 6.
- NORATTO, G.; MARTINO, H.; SIMBO, S.; BYRNE, D.; MERTENS-TALCOTT, S. 2015. Consumption of polyphenol-rich peach and plum juice prevents risks factors for obesity-related metabolic disorders and cardiovascular Disease in Zucker rats. *Journal of Nutritional Biochemistry* 26: 633-641.
- NOVELLI, E.L.; DINIZ, Y.S.; GALHARDI, C.M.; EBAID, G.M.; RODRIGUES, H.G. MANI, F. 2007. Anthropometrical parameters and markers of obesity in rats. *Lab Anim*; 41: 111-9.
- OBREGÓN, A.; REPO, R. 2013. Evaluación fisicoquímica y bromatológica de cuatro variedades nativas de papa (*Solanum SPP.*) *Ciencia e Investigación* 16(1): 38-40
- ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD. OMS. 2010. Informe sobre la situación mundial de las enfermedades no transmisibles. Resumen de Orientación.
- ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD. OMS. 2012. Obesity and Overweight. [Consultado 2018 Marz 15]
- ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD. OMS. 2014. Noncommunicable Diseases (NCD) in Perú, Country Profiles (Internet). [Revisado 2016-2018 Consultado 2018 Ener 02].
- PANCHAL, S. K AND BROWN, L. 2011. Rodent Models for Metabolic Syndrome Research. *Journal of Biomedicine and Biotechnology* Volume 2011, 14 pages.
- PENG, J.; LI, O.; LI, K.; ZHU, L.; LIN, X.; LIN, X.; SHEN, Q.; LI, G. AND XIE, X. 2017. Quercetin Improves Glucose and Lipid Metabolism of Diabetic Rats: Involvement of Akt Signaling and SIRT1 *Journal of Diabetes Research* Volume, Article ID 3417306, 10 pages.

- PEÑA, C. B.; RESTREPO, L.P. 2013. Compuestos fenólicos y carotenoides en la papa: revisión. Actualización en Nutrición Vol 14 - N° 1
- PHAM-HUY, L.A.; HE, H.; PHAM-HUY, C. 2008. Free radicals, antioxidants in disease and health. *Int J Biomed Sci.* 4:89-96.
- PIAO, Y.; LIU, Y. AND XIE, X. 2013. Change Trends of Organ Weight Background Data in Sprague Dawley Rats at Different Ages. *J Toxicol Pathol.* 26(1): 29–34.
- PINTO DA COSTA, J. 2016. A current look at Nutraceuticals key concepts and future prospects. *Trends in Food Science & Technology.* Volume 62: 68-78 p.
- PRITCHETT, C.; HAJNAL, A. 2011. Obesogenic diets may differentially alter dopamine control of sucrose and fructose intake rats. *Physiology & Behaviour* 104: 111-116
- QUERALES M, DOMÍNGUEZ MI, ROJAS S. Estimación del colesterol LDL a través de la ecuación brasilera: comparación con otras metodologías. *Rev Latinoam Patol Clin Med Lab* 2015, 62(2):91-96
- RABIU, A.M.; WALE, H.; GARBA, K.; SABO, A.M.; HASSAN, Z.; SHUGABA, A.I. 2017. Body mass index of male and female Wistar rats following administration of leptin hormone after a dietary regime. *Ann Bioanthropol.* 5:22-6.
- ROBLEDO MARTÍNEZ, R. 2010. Las enfermedades crónicas no transmisibles en Colombia. *Boletín del Observatorio de Salud.* Volumen 3; Número 4.
- RYTEL, E.; A. TAJNER-CZOPEK, A.; KITA, A.; ANIOŁOWSKA, M.; KUCHARSKA, Z.; SOKOL-LETOWSKA, A.; HAMOUZ, K. 2014. Content of polyphenols in coloured and yellow fleshed potatoes during dices processing. *Food Chemistry* 161: 224-229.
- SCHIEBER, A.; SALDAÑA, M.D. 2009. Potato Peels: A Source of nutritionally and pharmacologically interesting compounds-A Review. *Food* 3 (Special Issue 2), 23-29.
- SHAHIDI, F. 2009. Nutraceuticals and functional foods: Whole versus processed foods.

Trends in Food Science & Technology 20(9) 376-387.

SHI, M.; LOFTUS, H.; MCAINCH, A.; SU, X. 2017. Blueberry as a source of bioactive compounds for the treatment of obesity, type 2 diabetes and chronic inflammation. *Journal of Functional Foods* 30: 16–29

SINGH, N.; KAMATH, V.; RAJINI, P. S. 2005. Protective Effect of Potato Peel Powder in Ameliorating Oxidative Stress in Streptozotocin Diabetic Rats. *Plant Foods for Human Nutrition* 60: 49-54.

SIRIWARDHANA, N.; KALUPAHANA, N.; CEKANOVA, M.; LEMIEUX, M.; GREER, A.; MOUSTAID-MOUSSA, N. 2013. Modulation of adipose tissue inflammation by bioactive food compounds. *Journal of Nutritional Biochemistry* 24:613–623

SOCIEDAD ESPAÑOLA DE CARDIOLOGÍA, SEC; 2007. *Alimentos Funcionales y Nutracéuticos*. Sociedad Española de Cardiología. Grupo Acción Médica. 81 p.

SUBAR, A. F.; KREBS-SMITH, S. M.; COOK, A.; KHALE, L. L. 1998. Dietary source of nutrients among US adults, 1989 to 1991. *J. Am. Diet. Assoc.* 98, 537-547.

VIJAYAKUMAR RS, SURYA D, NALINI N. 2004. Antioxidant efficacy of black pepper (*Piper nigrum* L.) and piperine in rats with high fat diet induced oxidative stress. *Redox Report*, Vol. 9, No. 2.

WANG, S.; MOUSTAID-MOUSSA, N.; CHEN, L.; MO, H.; SHASTRI, A.; SU, R.; BAPAT, P.; KWUN, I.; SHEN, C. 2014. Novel insights of dietary polyphenols and obesity *J Nutr Biochem.* 25(1): 1–18.

ZHANG, H. AND TSAO, R. 2016. Dietary polyphenols, oxidative stress and antioxidant and anti-inflammatory effects. *Current Opinion in Food Science*, 8:33–42

VIII. ANEXOS

ANEXO 1. Datos de Polifenoles Totales de la harina de cáscara o pulpa de dos variedades de papa.

MUESTRA	COMPUESTOS FENÓLICOS TOTALES (MG DE A. CLOROGÉNICO EQUI./G)
Cáscara de Papa Yungay	7.78
Pulpa de Papa Yungay	2.46
Cáscara de Papa Canchán	6.49
Pulpa de Papa Canchán	1.03

ANEXO 2. Registro de peso corporal para la etapa de Inducción a la Obesidad

Día No. Rata	Peso Corporal (g)				
	1	5	9	13	17
1	277	284	311	310	351
2	297	325	345	356	363
3	292	317	349	371	389
4	237	262	292	321	334
5	253	279	293	310	315
6	210	244	270	293	307
7	301	314	342	359	377
8	180	250	278	309	322
9	301	321	354	379	395
10	238	253	275	300	318
11	228	250	277	294	307
12	204	245	266	287	301
13	296	295	302	323	340
14	218	220	246	275	295
15	239	270	290	313	334
16	224	241	270	294	312
17	163	247	278	300	314
18	205	255	274	285	295
19	222	238	257	270	281
20	239	254	268	282	289
21	211	237	266	289	306
22	167	190	216	235	249
23	185	210	234	252	257
24	213	212	234	252	267

ANEXO 2. Registro de peso corporal para la etapa de Inducción a la Obesidad
(continuación)

Día No. Rata	Peso Corporal (g)				
	21	25	29	33	41
1	367	374	380	396	409
2	369	375	381	387	390
3	401	416	424	431	437
4	343	346	350	361	374
5	332	338	346	353	368
6	321	332	342	358	365
7	385	396	399	418	404
8	330	339	345	353	368
9	401	410	420	431	446
10	325	336	344	362	360
11	314	324	331	347	349
12	307	320	329	345	348
13	358	371	378	389	391
14	310	317	330	347	360
15	340	352	362	369	381
16	324	336	347	362	370
17	314	325	324	341	350
18	303	307	310	319	331
19	290	296	296	308	309
20	295	302	303	309	320
21	320	335	344	365	383
22	261	269	281	296	300
23	271	282	295	308	328
24	273	282	292	306	308

ANEXO 2. Registro de peso corporal para la etapa de Inducción a la Obesidad (continuac.)

Día No. Rata	Peso Corporal (g)				
	44	47	51	54	55
1	422	430	437	426	430
2	398	405	412	398	413
3	449	454	456	442	447
4	396	404	408	399	401
5	388	394	406	395	407
6	378	385	389	385	393
7	409	418	433	419	429
8	382	386	399	389	396
9	461	472	479	470	478
10	370	378	386	396	395
11	362	368	375	379	383
12	366	375	393	390	391
13	407	418	425	422	428
14	381	393	400	402	401
15	395	405	414	414	412
16	387	394	408	405	409
17	361	367	373	381	379
18	337	345	354	354	362
19	319	327	336	338	339
20	328	332	341	344	343
21	396	405	419	425	421
22	316	324	338	336	336
23	347	354	369	370	381
24	321	324	329	336	334

ANEXO 3. Registro de peso corporal para la etapa de Evaluación de dietas

		Peso Corporal (g)								
		1	3	6	9	13	16	20	26	28
Tratamiento	Día									
T1: Dieta con Cáscara de papa Yungay	r1	362	367	370	376	387	388	400	399	395
	r2	401	406	410	410	421	424	433	441	437
	r3	407	420	426	440	435	455	466	468	461
	r4	339	345	349	353	359	368	377	377	379
	r5	429	432	447	460	466	471	479	486	471
	r6	409	418	422	432	440	452	452	452	439
T2: Dieta con Pulpa de papa Yungay	r1	334	333	334	337	345	352	357	356	346
	r2	395	403	407	415	421	425	439	436	436
	r3	383	389	398	412	418	424	443	440	434
	r4	391	394	409	419	430	433	447	444	433
	r5	428	438	443	450	456	474	473	473	468
	r6	401	409	413	426	438	442	452	454	449
T3: Dieta con Cáscara de papa Canchán	r1	412	417	426	435	442	451	464	463	455
	r2	396	403	411	418	420	429	434	426	418
	r3	379	390	397	401	409	418	420	417	406
	r4	447	451	455	463	470	477	485	489	475
	r5	393	398	409	415	421	428	440	445	434
	r6	343	348	355	360	362	367	374	370	367
T4: Dieta con Pulpa de papa Canchán	r1	421	425	437	448	457	466	474	472	464
	r2	430	430	437	449	451	456	464	460	454
	r3	478	487	495	512	525	529	546	551	546
	r4	413	420	427	430	441	440	452	450	441
	r5	381	390	398	402	411	423	434	435	425
	r6	336	344	351	359	362	371	373	372	362

ANEXO 4. Registro de Ingesta de alimento diario para la etapa de Inducción a obesidad.

Rata \ Día	Alimento Ingerido (g)													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	23.1	28.4	27.5	27.1	20.9	23.6	24.6	23.0	24.0	21.9	24.0	20.2	20.7	19.7
2	29.9	24.2	29.8	29.9	29.1	20.2	23.8	21.8	21.0	21.6	19.5	19.3	19.5	19.4
3	29.9	29.9	29.9	29.9	29.9	27.5	29.8	23.9	27.6	23.2	25.5	22.8	18.9	22.3
4	22.6	22.1	22.0	24.1	22.8	25.6	22.9	28.0	25.7	26.5	24.2	23.4	23.8	18.3
5	21.0	25.0	21.8	20.4	19.9	20.6	18.8	19.5	21.3	16.9	17.2	29.9	22.0	20.0
6	25.8	28.1	22.8	24.3	23.0	22.1	19.9	24.5	19.1	20.8	23.0	21.1	21.5	17.2
7	30.0	29.9	29.9	29.9	28.4	27.2	24.0	21.5	23.3	20.8	17.7	21.4	21.0	22.0
8	29.8	27.1	29.8	28.7	25.4	24.9	24.3	27.6	23.8	25.6	26.3	22.6	23.9	22.8
9	29.9	29.8	29.9	29.9	29.9	29.8	29.9	29.9	26.9	23.4	23.4	22.7	20.6	23.3
10	19.4	21.1	18.1	21.3	18.1	21.0	22.9	20.3	22.4	20.7	18.9	20.8	20.8	19.0
11	23.8	25.2	21.1	23.8	24.8	25.0	21.5	22.9	21.6	23.1	21.8	24.3	19.8	18.7
12	23.4	19.0	22.0	24.2	21.5	23.6	21.6	22.3	22.6	23.8	22.0	22.0	21.7	19.0
13	22.9	20.1	17.8	15.3	13.3	18.6	16.1	17.3	18.6	16.1	19.4	20.0	18.4	20.9
14	22.6	24.9	19.7	22.2	21.5	22.6	20.0	23.6	19.8	23.9	26.6	21.7	23.7	19.3
15	29.6	20.2	22.6	23.9	22.6	21.9	21.4	23.7	20.8	22.8	21.7	23.6	21.9	21.2
16	23.4	21.2	19.9	22.3	20.7	21.6	20.5	21.9	24.0	22.5	24.1	22.9	22.2	22.4
17	25.2	25.2	21.2	23.3	22.4	25.0	21.2	25.0	24.5	23.8	23.7	21.4	21.7	17.0
18	22.5	26.1	16.8	18.8	19.2	19.0	16.9	18.4	15.6	17.8	16.7	17.3	16.2	15.8
19	16.8	26.8	19.7	20.9	19.0	18.4	17.6	18.1	18.9	19.0	18.0	17.5	18.8	15.6
20	22.7	14.5	21.0	21.4	18.6	20.6	15.0	18.9	17.8	16.4	15.2	15.5	15.2	13.5
21	22.8	30.0	20.6	23.5	24.5	22.6	21.7	23.1	23.0	22.4	22.6	20.6	21.9	20.4
22	19.6	24.1	23.1	21.7	21.6	21.2	20.7	19.9	21.8	19.3	18.4	19.8	17.7	17.2
23	22.4	24.1	24.5	18.7	22.8	21.1	23.4	22.5	21.2	20.6	21.4	19.6	16.7	14.9
24	22.9	24.0	16.7	17.2	21.8	19.8	16.5	17.9	15.5	20.3	17.7	17.8	18.8	16.4

ANEXO 4. Registro de Ingesta de alimento diario para la etapa de Inducción a obesidad (continuación).

Rata \ Día	Alimento Ingerido (g)													
	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
1	20.5	21.3	21.5	21.4	19.6	20.0	18.6	20.2	21.4	18.4	19.5	24.1	20.9	22.4
2	22.5	20.6	20.1	21.3	21.0	21.1	19.2	22.8	20.4	23.4	21.9	21.6	22.7	20.1
3	24.4	22.5	24.2	25.2	23.0	25.8	24.2	26.1	27.3	23.7	24.6	23.2	24.0	24.9
4	24.2	23.7	18.9	19.8	20.2	18.5	20.2	19.7	18.4	18.1	18.8	17.7	17.9	18.2
5	19.6	21.2	18.1	19.1	21.0	18.4	17.2	22.6	18.8	17.5	19.5	19.8	18.1	22.4
6	22.5	22.1	21.1	22.1	18.9	23.1	20.2	22.1	21.1	20.7	15.1	19.4	20.2	20.4
7	22.9	22.6	22.3	28.0	19.5	21.8	21.4	22.8	21.7	21.1	21.5	19.5	21.3	23.5
8	23.4	23.2	21.5	21.9	19.5	22.7	21.8	19.7	23.6	19.4	20.4	20.2	18.6	20.6
9	26.0	22.9	26.4	23.7	18.8	23.4	20.9	25.8	22.8	26.3	23.6	22.4	23.2	23.4
10	24.1	20.7	19.6	24.2	18.5	20.3	20.2	21.4	21.1	19.9	18.4	16.9	19.8	17.9
11	21.2	21.6	20.2	20.8	15.4	21.9	17.8	20.2	21.3	21.9	17.8	16.3	21.1	20.1
12	21.7	20.6	21.1	22.0	17.7	18.2	19.0	21.7	20.3	20.6	16.2	21.0	21.5	20.1
13	20.8	21.1	23.3	22.1	20.6	22.6	25.0	22.5	22.7	21.9	19.6	20.1	21.7	22.4
14	21.2	23.7	20.4	20.4	19.9	18.8	22.4	20.4	19.1	20.2	22.6	20.2	19.3	20.5
15	25.3	23.1	21.7	21.3	20.0	21.0	20.1	21.0	22.3	20.3	19.5	19.1	19.2	19.7
16	26.2	22.7	23.7	24.7	21.9	22.6	24.2	24.3	24.5	21.1	23.3	24.4	22.6	21.6
17	22.8	21.4	18.1	17.0	14.5	16.7	16.6	19.1	18.8	17.9	18.2	15.5	17.5	19.4
18	16.9	17.3	16.1	14.9	16.9	16.1	16.3	16.4	16.2	17.7	17.5	15.4	16.4	16.4
19	18.1	18.2	16.6	21.2	16.5	17.7	18.2	17.3	18.1	15.3	22.6	15.6	16.9	16.9
20	15.6	15.7	15.3	16.5	15.8	15.4	21.7	17.6	15.4	15.2	21.9	14.8	14.9	17.0
21	18.7	20.9	20.3	21.1	19.4	21.6	19.8	19.1	20.9	20.3	15.0	19.0	22.5	21.8
22	20.1	17.7	17.3	16.9	18.5	14.2	18.3	19.9	19.9	17.0	20.7	19.2	19.7	19.5
23	18.5	17.4	18.3	19.6	19.5	21.5	20.1	20.2	19.9	20.6	20.2	20.6	20.4	21.3
24	20.2	15.9	15.5	19.5	15.6	19.5	16.6	18.9	17.1	19.3	16.6	17.2	19.1	17.0

ANEXO 4. Registro de Ingesta de alimento diario para la etapa de Inducción a obesidad (continuación).

Rata \ Día	Alimento Ingerido (g)													
	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42
1	21.3	18.8	19.7	22.7	18.8	18.9	20.5	19.8	16.5	17.2	20.5	20.8	20.8	20.9
2	21.5	19.9	20.7	11.2	12.3	18.4	21.7	19.7	17.2	19.9	20.3	19.8	20.1	20.5
3	25.1	22.2	21.1	19.5	21.5	17.2	19.6	19.7	18.0	18.7	21.9	20.9	25.2	23.8
4	19.7	18.8	18.6	6.6	14.8	14.5	14.8	17.2	17.7	22.1	21.5	21.6	22.7	23.7
5	17.4	19.0	21.8	12.5	15.4	16.8	17.0	17.2	18.4	17.2	19.3	21.1	22.4	22.4
6	18.9	23.7	21.3	11.9	10.1	15.1	15.9	15.5	13.9	18.5	20.9	21.0	23.6	20.5
7	23.8	20.8	21.3	11.3	10.3	11.8	16.9	17.1	18.1	20.5	22.6	18.3	27.4	21.2
8	19.0	18.2	20.1	11.5	13.4	15.3	15.2	16.8	18.5	19.6	22.0	22.6	25.0	21.3
9	22.8	22.1	26.9	12.0	21.9	20.2	22.2	23.8	20.4	22.4	23.9	24.9	26.3	25.0
10	19.5	18.3	18.6	10.1	8.1	17.5	16.5	18.8	13.5	14.3	17.3	17.3	19.4	17.7
11	19.5	21.1	19.9	6.4	14.8	16.9	14.3	16.8	17.6	18.4	18.3	21.3	23.4	18.0
12	20.5	23.0	18.7	6.6	9.5	17.5	18.1	18.6	18.4	20.0	21.0	20.0	26.4	23.3
13	22.5	20.9	20.2	11.8	18.2	19.0	17.4	19.1	16.5	18.4	18.5	22.2	21.5	20.3
14	21.1	21.2	20.5	12.0	16.4	19.2	16.5	16.3	18.7	18.2	19.9	22.8	22.7	25.0
15	20.5	19.9	18.6	8.8	15.4	15.4	18.9	19.8	18.7	18.7	19.7	22.1	21.7	20.7
16	24.8	24.0	21.8	11.2	22.2	19.0	17.8	19.6	19.6	21.5	21.5	22.5	25.1	24.0
17	18.8	20.0	18.1	11.3	14.8	16.1	15.2	15.5	17.4	18.1	17.8	19.5	23.0	18.5
18	16.0	17.0	16.4	2.8	11.9	15.4	16.1	17.0	17.9	16.0	13.3	29.7	21.5	18.3
19	18.3	16.4	16.1	8.1	13.7	12.2	13.3	12.4	12.0	14.3	15.7	14.4	15.5	14.6
20	14.7	17.2	15.4	5.9	12.0	16.2	15.6	14.9	15.9	16.5	16.6	17.8	20.1	18.1
21	20.7	22.0	20.1	15.9	17.7	19.0	19.2	18.8	19.3	20.3	20.4	20.5	21.6	21.0
22	18.0	16.4	19.6	7.4	10.5	17.3	15.2	16.0	16.0	17.1	15.7	18.8	19.1	17.2
23	20.8	19.5	18.4	10.2	13.7	18.7	19.8	20.1	19.3	21.1	21.6	21.6	25.2	23.4
24	17.0	19.0	18.7	5.6	7.4	12.7	13.7	29.9	19.7	18.6	23.3	19.7	19.8	21.7

ANEXO 4. Registro de Ingesta de alimento diario para la etapa de Inducción a la obesidad (continuación).

Rata \ Día	Alimento Ingerido (g)									
	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52
1	20.7	20.3	16.3	16.9	17.3	18.5	19.2	17.9	17.9	8.2
2	22.3	21.3	17.5	20.3	19.2	17.4	19.1	18.2	18.9	7.1
3	23.6	23.5	19.9	19.7	20.1	20.6	23.9	18.6	22.3	11.2
4	22.1	21.7	17.5	20.3	17.6	19.0	19.3	16.7	18.7	9.1
5	20.9	20.5	17.9	21.1	18.2	20.9	20.8	17.3	19.4	9.3
6	17.2	20.8	15.9	15.8	16.9	18.1	17.5	17.9	15.7	9.1
7	22.7	21.6	18.4	21.6	20.0	19.4	25.7	20.0	19.5	9.0
8	20.0	20.4	14.9	19.5	19.4	16.3	21.2	19.9	19.0	7.5
9	26.7	25.9	22.1	24.4	23.3	20.0	23.7	20.9	23.4	12.7
10	16.5	17.8	15.2	16.8	14.6	17.7	16.2	14.8	17.6	15.7
11	18.2	19.7	16.1	16.4	16.6	16.8	16.8	16.3	19.2	13.7
12	22.5	22.2	19.9	22.6	20.4	20.6	21.8	19.8	20.7	13.6
13	21.4	18.9	19.0	17.6	18.6	20.5	18.5	17.2	18.7	12.8
14	20.5	20.8	19.8	17.7	18.9	19.3	20.0	17.9	19.3	13.2
15	20.3	20.7	18.6	18.7	18.8	20.7	20.3	18.9	19.6	12.2
16	24.4	21.6	19.9	24.2	22.6	21.5	23.7	20.6	23.2	12.2
17	16.1	17.9	16.5	18.8	16.6	18.5	19.7	17.4	19.2	13.8
18	19.1	17.7	16.3	18.7	17.2	17.1	17.2	17.7	17.7	11.1
19	18.4	15.1	14.8	18.6	14.9	16.8	15.1	15.4	14.2	12.7
20	19.8	16.9	13.7	17.6	15.7	15.0	16.7	16.5	17.4	13.5
21	21.7	21.2	19.0	24.0	19.7	20.7	22.4	21.0	20.7	17.4
22	17.6	17.2	17.0	19.1	16.3	18.4	21.1	17.3	19.0	13.3
23	21.3	20.3	19.2	21.5	19.9	19.1	21.8	19.6	20.8	13.7
24	19.6	17.7	15.3	16.1	16.2	16.5	16.7	14.2	17.4	17.1

ANEXO 5. Registro de ingesta de alimento diario para la etapa de Evaluación de dietas

Tratamiento \ Día		Alimento Ingerido (g)								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
T1: Dieta con Cáscara de papa Yungay	r1	17.8	19.5	16.6	15.2	16.1	15.8	15.5	14	15.6
	r2	14.2	17.5	17.2	17.2	16	19.4	14.2	16.7	16.6
	r3	20.8	20.5	22.1	17.8	23.2	17.8	18.4	19.2	19.8
	r4	15.3	15.3	14.5	13.9	14.4	13.5	12.6	13.1	10.6
	r5	18.4	22.7	22	18.5	19.7	24.2	19.9	20.3	20.2
	r6	18.1	22.5	19.7	19.3	20.6	20.9	18.9	16.8	17.4
T2: Dieta con Pulpa de papa Yungay	r1	15.6	15.1	15.4	14.3	11.1	13.5	11.8	11.3	13.2
	r2	18.9	18	19.6	14.1	19.2	16.7	14.9	14.6	13.9
	r3	19.5	19.5	15.5	17.6	17.9	17.8	16.3	15.2	19.5
	r4	17	18.5	18.8	15.2	19.2	19.9	20.3	18.7	20.2
	r5	23.3	20.7	20.9	16.5	18.7	17.3	17.1	17.2	19.3
	r6	17.4	21.4	16.1	17.8	16.7	18.6	18.5	16.4	18.6
T3: Dieta con Cáscara de papa Canchán	r1	17.1	18	17.1	18.5	17.8	18.3	19.5	18.8	20.4
	r2	16.9	21.6	18.1	18.8	17.8	18.6	19	17	16.2
	r3	16.8	20.6	21.3	18.7	18.8	20.2	18.6	15.9	16
	r4	19.2	23.4	21	18.9	19.4	18.3	17.4	20.1	17.4
	r5	21.6	18	20.3	15.4	14	17.9	15.8	16.9	15.7
	r6	14.9	16.1	16.2	12.5	16.1	15.5	14.9	13.8	13.7
T4: Dieta con Pulpa de papa Canchán	r1	18.6	18.4	19.3	17.9	15.6	19.4	20.8	17.9	23.1
	r2	16	22.8	21.9	17.1	16.3	20	17.8	17	16
	r3	29.8	26	28.7	23.7	22	16.4	22.8	23	24.7
	r4	22.7	23.2	22.2	19.5	19.5	23.9	15.4	19.6	16.9
	r5	23.4	21.1	18.5	18.4	18.3	18.1	19	16.2	13.5
	r6	19.6	22.4	16.1	17	18.9	18.4	16.4	17.7	14.5

ANEXO 5. Registro de ingesta de alimento diario para la etapa de Evaluación de dietas (continuación).

Tratamiento \ Día		Alimento Ingerido (g)								
		10	11	12	13	14	15	16	17	18
T1: Dieta con Cáscara de papa Yungay	r1	16.6	13.8	17.4	15.9	14.3	17.1	16.3	14.5	15.1
	r2	12.7	14.8	16.2	15.1	18.6	18.2	18.9	16	18.2
	r3	17.3	21.1	17.4	21.5	19.9	15.1	18.2	19.6	14.9
	r4	12.1	14.8	14.2	12.8	14.5	13.8	14	13.9	16.9
	r5	20.3	20.8	19.8	18.6	18.5	18.8	20.2	20.5	14.2
	r6	17.6	18.6	20.2	16.8	16.6	19.9	16.6	17.2	10.9
T2: Dieta con Pulpa de papa Yungay	r1	11.6	12.8	11.8	14.4	13.2	15.8	14.9	16.2	13.2
	r2	15.8	17.4	14.6	14.3	15.5	16.3	15.3	14.4	16.1
	r3	18.4	18.8	17.3	16.9	15.3	18.3	17.9	18.1	14.7
	r4	17.9	19.9	17.5	15.9	19.1	19.8	17.2	17.8	14.6
	r5	15.9	16.5	17.7	17.5	16.5	15.9	17.9	17	14.7
	r6	17.7	20.2	19.6	16.9	18.2	18	16.1	17.3	15.7
T3: Dieta con Cáscara de papa Canchán	r1	18.5	19.2	18.7	18.9	19.1	17.7	19.4	17.4	20.1
	r2	16.7	19	16.1	17.9	16.8	17.4	18.8	16.2	16
	r3	15.7	14.5	15.9	17	17.4	19	18.5	19.2	14.2
	r4	20.8	20.6	17.9	20.3	20.3	19.3	19	23.5	15.7
	r5	16.4	15.6	16.5	17.4	14.2	15.4	18.3	17.2	13.5
	r6	15	15.4	13.4	13	13.1	13.1	12.8	11.2	14
T4: Dieta con Pulpa de papa Canchán	r1	18.5	17.5	19.7	16.9	20.6	17.6	18.6	16.9	16.5
	r2	19.7	20.2	16	16	15	16.5	16.2	18.7	14.9
	r3	25.3	22.8	22.6	20.7	23.5	20.4	20	16.2	15.3
	r4	18.2	15.9	15.9	18.2	17.3	18.6	16.5	16.2	14
	r5	15.5	15.4	16.9	16.6	18.1	15.5	19.9	20	15.5
	r6	16.9	16.9	18.2	16.2	15.4	14.1	17	15.2	16.1

ANEXO 5. Registro de ingesta de alimento diario para la etapa de Evaluación de dietas
(continuación).

		Alimento Ingerido (g)									
		19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
Tratamiento	Día										
T1: Dieta con Cáscara de papa Yungay	r1	16.5	18.5	11	15.8	14.8	17	14	17.7	14.6	9.3
	r2	18.2	21	15	17.9	16.3	18.4	17.3	17.9	18.1	6.9
	r3	19.6	16.9	15.1	19.3	17.4	17.5	19.2	17.6	19.4	9.1
	r4	14.7	14.1	12.2	14.4	15.4	12.5	14.1	14.8	12.7	13
	r5	19.5	23.4	19.3	17.5	19.8	22.3	16.2	22.2	22.5	6.8
	r6	20.4	21	15	18.8	14.9	18.3	17.3	19.2	20.5	4.7
T2: Dieta con Pulpa de papa Yungay	r1	15.8	14.5	12.7	12.3	13.3	15	14	13.6	15.6	3.5
	r2	14.5	16.9	13.2	18.6	14.8	14.4	14.6	15.2	16.7	8.3
	r3	20.7	21.8	16.5	18.8	18.4	17	19	14.7	16.3	7.4
	r4	23.2	14.9	14.6	20	16.5	16.1	17.1	16.2	18.5	6.3
	r5	18.8	20.2	15.7	17.8	17.4	16.5	16.2	17.2	18	10.7
	r6	20.3	20.3	14.4	16.9	19.7	17.3	13	16.3	18.9	10.6
T3: Dieta con Cáscara de papa Canchán	r1	19.7	18.9	19.4	20	19	18.2	17.3	18.4	20.6	7.1
	r2	19.9	17.8	16.2	14.9	15.9	14	17.6	15.2	17.6	6.5
	r3	17.5	16.1	12.7	16.1	15.6	13.8	16.4	15	14.1	6.2
	r4	22.6	22.3	17.5	18.4	17.7	20.8	19.8	21.5	18.6	7.7
	r5	14.1	19.7	13.7	19.8	17.8	15.4	20.8	17.1	18.5	5.8
	r6	17.1	15.3	12.2	13.5	14.8	14.2	13.6	11.6	14.1	6.2
T4: Dieta con Pulpa de papa Canchán	r1	17.4	19.4	19.6	17.8	17	19.5	19	18.4	18.7	7
	r2	16.6	18.7	12.5	15.9	18.4	14.6	15.2	16.5	20.2	5.8
	r3	23.4	24	21.4	27.2	25.4	22.8	20.9	22	25.2	6.3
	r4	21	16.9	14.1	18.5	17.3	17.4	18.5	17.6	20.7	5.4
	r5	17.1	19.5	15.5	18	17.2	16.4	17.6	15.9	15.2	5.6
	r6	17.3	14.6	13.5	14.2	14.8	13.2	14.1	15	18.4	5.3

ANEXO 6. Registro de los indicadores somatométricos antes de iniciar la etapa de Inducción a la obesidad.

No. Rata	Día						
		Peso (g)	Circunf. Abdominal (cm)	Circunf. Tórax (cm)	Long Naso-anal (cm)	Índice de Lee	IMC
1		277	17	14.8	21.100	0.31	0.62
2		297	16.5	13.2	21.614	0.31	0.64
3		292	17.5	14.7	21.324	0.31	0.64
4		237	14.4	12	19.660	0.31	0.61
5		253	17.3	14.8	20.200	0.31	0.62
6		210	15.8	12.8	18.470	0.31	0.62
7		301	19.2	14.2	21.828	0.31	0.63
8		180	13.2	11	17.940	0.31	0.56
9		301	17.1	13.4	22.150	0.30	0.61
10		238	14	12.5	20.410	0.30	0.57
11		228	15.4	12.2	19.300	0.32	0.61
12		204	15.8	11.7	18.510	0.32	0.60
13		296	15.5	13.5	21.310	0.31	0.65
14		218	15.2	11.8	18.380	0.33	0.65
15		239	14.1	12	19.180	0.32	0.65
16		224	13.9	11.5	18.928	0.32	0.63
17		163	15.2	12.1	17.430	0.31	0.54
18		205	14.4	12.3	18.210	0.32	0.62
19		222	13.7	11.9	19.280	0.31	0.60
20		239	14.7	12.4	19.860	0.31	0.61
21		211	14.4	11.4	18.844	0.32	0.59
22		167	13.3	10.6	17.140	0.32	0.57
23		185	14.1	11.1	17.878	0.32	0.58
24		213	14	11.4	18.360	0.33	0.63

ANEXO 7. Registro de indicadores somatométricos al culminar la etapa de Inducción a la obesidad.

Día No. Rata						
	Peso (g)	Circunf. Abdominal (cm)	Circunf. Tórax (cm)	Long Naso-anal (cm)	Índice de Lee	IMC
1	426	17.6	14.3	23.253	0.32	0.79
2	398	16.5	13.9	23.660	0.31	0.71
3	442	18.1	15.6	22.810	0.33	0.85
4	399	17.1	14.9	23.680	0.31	0.71
5	395	16.9	15.2	23.154	0.32	0.74
6	385	18.1	14.8	22.270	0.33	0.78
7	419	17.6	15	23.820	0.31	0.74
8	389	17.1	15.2	23.700	0.31	0.69
9	470	17.4	15.6	24.442	0.32	0.79
10	396	17.6	15.2	23.474	0.31	0.72
11	379	16.8	14.6	22.918	0.32	0.72
12	390	16.8	15.1	22.080	0.33	0.80
13	422	16.9	15.3	23.218	0.32	0.78
14	402	17.6	14.3	23.446	0.31	0.73
15	414	16.5	14.4	22.128	0.34	0.85
16	405	17.2	15.1	23.110	0.32	0.76
17	381	15.7	13.9	22.710	0.32	0.74
18	354	16.1	14.3	21.724	0.33	0.75
19	338	15.6	14.7	22.140	0.31	0.69
20	344	14.6	13.9	22.310	0.31	0.69
21	425	16.2	14.8	22.936	0.33	0.81
22	336	15.4	13.8	21.840	0.32	0.70
23	370	16.4	13.6	23.026	0.31	0.70
24	336	16.2	13.9	21.706	0.32	0.71

ANEXO 8. Registro de indicadores somatométricos al culminar la etapa de Evaluación.

Tratamiento		Peso (g)	Circunf. Abdominal (cm)	Circunf. Tórax (cm)	Long Naso-anal (cm)	Índice de Lee	IMC
T1: Dieta con Cáscara de papa Yungay	r1	395	17.1	14.3	24.340	0.30	0.67
	r2	437	17.4	14.4	25.120	0.30	0.69
	r3	461	18.8	15.4	25.220	0.31	0.72
	r4	379	17.6	13.9	23.710	0.31	0.67
	r5	471	17.6	15.8	25.468	0.31	0.73
	r6	439	17.5	14.8	24.918	0.31	0.71
T2: Dieta con Pulpa de papa Yungay	r1	346	16.4	13.6	23.910	0.29	0.61
	r2	436	18.3	15.9	24.336	0.31	0.74
	r3	434	18.1	15.2	24.560	0.31	0.72
	r4	433	17.8	14.4	24.330	0.31	0.73
	r5	468	17.9	15.1	24.680	0.31	0.77
	r6	449	17.6	14.4	23.962	0.32	0.78
T3: Dieta con Cáscara de papa Canchán	r1	455	18.2	14.6	24.766	0.31	0.74
	r2	418	17.6	14.6	24.252	0.31	0.71
	r3	406	17.2	14.5	24.880	0.30	0.66
	r4	475	18.9	15.1	24.908	0.31	0.77
	r5	434	17.7	14.9	24.660	0.31	0.71
	r6	367	16.2	13.5	23.060	0.31	0.69
T4: Dieta con Pulpa de papa Canchán	r1	464	17.6	15.1	24.402	0.32	0.78
	r2	454	17.6	15.3	24.180	0.32	0.78
	r3	546	19.3	15.6	25.916	0.32	0.81
	r4	441	17.3	14.5	24.960	0.30	0.71
	r5	425	16.8	14.1	24.660	0.30	0.7
	r6	362	16.8	13.9	23.200	0.31	0.67

ANEXO 9. Parámetros bioquímicos de la etapa de Inducción a obesidad.

Rata \ Día	Parámetros Bioquímicos		
	Glucosa (mg/dL)	HDL (mg/dL)	Triglicéridos (mg/dL)
1	118	27	72
2	113	37	47
3	109	34	66
4	116	42	74
5	129	26	50
6	144	33	67
7	108	36	52
8	117	27	99
9	148	43	68
10	132	20	116
11	157	36	73
12	142	33	83
13	149	44	70
14	103	36	51
15	109	45	56
16	122	46	46
17	121	27	64
18	104	36	65
19	43	27	62
20	107	31	57
21	128	37	71
22	150	43	69
23	154	38	78
24	123	42	56

ANEXO 10. Parámetros bioquímicos al culminar la etapa de Evaluación de dietas.

Tratamiento		Parámetros Bioquímicos			
		Glucosa (mg/dL)	HDL (mg/dL)	Triglicéridos	TG/HDL
T1: Dieta con Cáscara de papa Yungay	r1	100	31	53	1.7
	r2	93	46	95	2.1
	r3	120	33	82	2.5
	r4	105	29	74	2.6
	r5	97	36	87	2.4
	r6	114	39	86	2.2
T2: Dieta con Pulpa de papa Yungay	r1	92	30	77	2.6
	r2	96	32	102	3.2
	r3	101	32	82	2.6
	r4	99	28	98	3.5
	r5	130	41	76	1.9
	r6	108	35	74	2.1
T3: Dieta con Cáscara de papa Canchán	r1	109	43	79	1.8
	r2	97	30	108	3.6
	r3	97	24	84	3.5
	r4	86	37	79	2.1
	r5	101	36	77	2.1
	r6	114	37	92	2.5
T4: Dieta con Pulpa de papa Canchán	r1	98	43	68	1.6
	r2	117	30	124	4.1
	r3	110	40	125	3.1
	r4	91	37	100	2.7
	r5	126	35	116	3.3
	r6	84	35	89	2.5

ANEXO 11. Mediciones del tejido adiposo extraído del sacrificio de ratas obesas.

Tratamiento		Tejido Graso (g)				
		Mesentérico	Retroperitoneal	Gonadal	Grasa Visceral	Grasa Abdominal
T1: Dieta con Cáscara de papa Yungay	r1	3.16	5.04	4.74	12.9	4.42
	r2	3.29	9.69	4.17	17.2	5.1
	r3	5.85	7.58	4.84	18.3	7.91
	r4	4.83	6.82	3.56	15.2	6.36
	r5	4.78	10.72	4.27	19.8	5.65
	r6	4.47	8.15	4.33	17.0	5.24
T2: Dieta con Pulpa de papa Yungay	r1	3.53	4.92	3.51	12.0	3.08
	r2	6.06	11.33	4.8	22.2	7.78
	r3	5.29	7.72	3.73	16.7	5.37
	r4	4.46	7.14	4.02	15.6	5.02
	r5	5.45	7.72	4.49	17.7	6.37
	r6	4.07	8.29	3.29	15.7	4.52
T3: Dieta con Cáscara de papa Canchán	r1	5.14	9.14	4.9	19.2	8.19
	r2	5.19	8.75	4.4	18.3	8.29
	r3	3.38	4.59	3.96	11.9	3.89
	r4	5.12	8.43	4.69	18.2	5.45
	r5	3.02	6.52	2.88	12.4	5.2
	r6	3.35	4.89	2.78	11.0	4.26
T4: Dieta con Pulpa de papa Canchán	r1	4.29	8.37	4.21	16.9	5.41
	r2	7.06	10.01	4.83	21.9	7.56
	r3	8.1	14.11	4.35	26.6	13.89
	r4	3.89	6.78	4.1	14.8	5.54
	r5	4.49	7.52	4.51	16.5	6.28
	r6	3.49	3.99	3.02	10.5	5.11

ANEXO 12. Mediciones de órganos extraídos del sacrificio de ratas obesas.

Tratamiento		Órganos (g)		
		Hígado	Intestino	Riñones
T1: Dieta con Cáscara de papa Yungay	r1	11.25	11.47	2.62
	r2	13.61	11.15	2.8
	r3	12.76	9.42	2.51
	r4	10.61	9.71	2.15
	r5	14.88	9.91	2.41
	r6	15.84	10.43	2.73
T2: Dieta con Pulpa de papa Yungay	r1	11.09	7.66	2.15
	r2	14.47	10.47	2.94
	r3	12.65	10.22	2.54
	r4	14.71	8.84	2.68
	r5	13.54	11.45	2.9
	r6	13.67	8.65	2.66
T3: Dieta con Cáscara de papa Canchán	r1	12.98	9.95	3.32
	r2	14.07	10.25	2.56
	r3	13.17	9.8	2.87
	r4	16.14	13.39	2.32
	r5	12.48	10.15	3.27
	r6	11	6.96	2.24
T4: Dieta con Pulpa de papa Canchán	r1	14.86	10.36	2.65
	r2	15.42	11.09	2.94
	r3	16.04	16.9	3.15
	r4	13.30	8.9	3.31
	r5	14.90	9.82	3.79
	r6	12.10	8.91	2.78

ANEXO 13. Mediciones de antioxidante enzimáticos en hígado

Tratamiento		Hígado			
		SUPEROXIDO DISMUTASA		CATALASA	
		USOD/mg prot.	USOD/g tej	U/g tej	mU/mg prot
T1: Dieta con Cáscara de papa Yungay	r1	40.9	5685	22.17	159
	r2	42	5816	18.7	135
	r3	39.8	6427	21.44	133
	r4	40.8	6144	19.02	126
	r5	29.8	4892	17.36	106
	r6	38.4	5424	14.96	106
T2: Dieta con Pulpa de papa Yungay	r1	49.6	4771	15.12	157
	r2	44.9	4611	17.34	169
	r3	57.2	5621	16.24	165
	r4	43.9	5397	15.93	130
	r5	40.9	5147	19.03	151
	r6	58.2	6797	15.87	136
T3: Dieta con Cáscara de papa Canchán	r1	43.9	5033	16.57	145
	r2	35.7	4728	19.12	144
	r3	44.2	5320	15.07	125
	r4	47.9	7788	16.5	102
	r5	37.7	5321	15.2	108
	r6	39.9	5275	17	129
T4: Dieta con Pulpa de papa Canchán	r1	38.90	4325	13.29	119
	r2	40.10	5331	15.46	116
	r3	44.60	6688	18.08	121
	r4	39.00	5847	18.17	121
	r5	34.60	4265	13.12	106
	r6	38.00	5741	15.94	105