



UNIVERSIDAD PERUANA DE CIENCIAS APLICADAS

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD

CARRERA DE NUTRICIÓN Y DIETÉTICA

**EFECTO DE LA COCCIÓN DE PAPAS COMERCIALES
CON Y SIN CÁSCARA EN LA CONCENTRACIÓN DE
GLICOALCALOIDES**

TESIS PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE LICENCIADAS EN NUTRICIÓN
Y DIETÉTICA

Autoras:

Paloma Arnaiz Seminario (0000 – 0002 – 2532 – 9633)

Estefanía Hilbck Arambulo (0000 – 0001 – 9599 – 5378)

Asesoras:

María Reyna Liria Domínguez (0000 – 0002 – 5637 – 1519)

Gabriela del Pilar Burgos Zapata (0000 – 0002 – 0268 – 6875)

Dedicatoria

A nuestros padres, por su apoyo incondicional y por siempre apoyarnos en los objetivos que nos trazamos.

Agradecimientos

Gracias al Centro Internacional de la Papa (CIP) y a Gabriela Burgos por abrirnos las puertas y brindarnos los conocimientos y reactivos necesarios para poder realizar nuestros análisis. Gracias al personal de los laboratorios de Calidad y Nutrición del CIP por habernos enseñado todo lo necesario para realizar la extracción y cuantificación de glicoalcaloides.

Gracias a nuestra asesora Reyna Liria por siempre apoyarnos y resolver nuestras dudas a lo largo de este camino.

Índice

AGRADECIMIENTOS	3
ÍNDICE	4
INTRODUCCIÓN	7
OBJETIVOS/HIPÓTESIS	9
OBJETIVO GENERAL.....	9
OBJETIVOS ESPECÍFICOS:	9
HIPÓTESIS	9
METODOLOGÍA.....	10
TIPO DE ESTUDIO:	10
PROCEDIMIENTOS	10
REACTIVOS	10
MATERIALES	11
EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL.....	11
EQUIPOS	12
PROCESAMIENTO:	12
<i>Selección y recepción de la muestra:</i>	12
<i>Lavado y cocción</i>	12
<i>Pre-liofilizado</i>	14
<i>Liofilizado</i>	15
<i>Molienda y almacenamiento</i>	15
EXTRACCIÓN Y DETERMINACIÓN DE GA	15
ÉTICA:	16
ANÁLISIS DE LOS DATOS:.....	17
RESULTADOS.....	18
DISCUSIÓN.....	25
CONCLUSIONES.....	28
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	29
ANEXOS	33

Resumen Ejecutivo

Introducción: Los glicoalcaloides (GA) pueden estar presentes en diversos alimentos y la papa es uno de ellos. Éstos son antinutrientes que cuando se ingieren pueden afectar el sistema digestivo y nervioso. **Objetivo:** Determinar el efecto de la cocción de 3 variedades de papas comerciales con y sin cáscara en la concentración de GA. **Metodología:** Se siguieron los protocolos del Centro Internacional de la Papa (CIP) para el procesamiento, determinación, extracción y cuantificación de GA. Se analizaron 54 muestras de papa. De cada muestra se extrajo GA por triplicado y cada análisis se realizó en 2 ocasiones y si los resultados anteriores no coincidían, eran muy altos o bajos se realizaba un tercero. Las muestras de papas fueron analizadas en base seca y los resultados convertidos a base fresca. Éstos se presentan en media y desviación estándar, y en mediana y rango intercuartil. Para evaluar diferencias se usó t-student para muestras pareadas a un nivel de significancia del 95%. Los datos fueron analizados en STATA v13. **Resultados:** Se encontró que el contenido de GA es significativamente mayor en papa con cáscara en relación a sin cáscara. No hay un patrón claro en la comparación y diferencias entre la cantidad de GA de papas por variedad y forma de presentación, con y sin cáscara. **Conclusión:** Retirar la cáscara de la papa disminuye el contenido de GA. En cuanto a la disminución por la cocción los datos obtenidos no siguen un patrón claro.

Palabras clave: Solanum tuberosum, solanina, envenenamiento Alimentario, forma de cocción, cáscara.

Abstract

Introduction: The glycoalkaloids (GA) may be present in various foods and the potato is one of them. These are antinutrients that when ingested can affect the digestive and nervous system. **Objective:** To determine the effect of the cooking of 3 varieties of commercial potatoes with and without peel in the GA concentration. **Methodology:** The protocols of the International Potato Center (CIP) were followed for the processing, determination, extraction and quantification of GA. 54 samples of potato were analyzed. GA was extracted from each sample in triplicate and each analysis was performed twice and if the previous results did not coincide, they were very high or low, a third was performed. The potato samples were analyzed on a dry basis and the results were converted to fresh base. These are presented in mean and standard deviation, and in median and interquartile range. To evaluate differences, t-test was used for paired samples at a level of 95% significance. The data was analyzed in STATA v13. **Results:** It was found that the content of GA is significantly higher in potato with peel in relation to no peel. There is no clear pattern in the comparison and differences between the amount of GA of potatoes by variety and form of presentation, with and without peel. **Conclusion:** Removing the potato skin decreases GA content. Regarding the reduction by cooking the data obtained do not follow a clear pattern.

Key words: Solanum tuberosum, solanine, cooking, food poisoning.

Introducción

La papa (*Solanum tuberosum*) es una planta herbácea de producción anual cuya planta puede crecer hasta 100 cm de alto. Los tallos se espesan para formar desde pocos hasta 20 tubérculos cerca de la superficie del suelo. La cantidad de tubérculos que alcanzan la madurez depende de la humedad disponible y de los nutrientes del suelo. Los tubérculos pueden variar en forma y tamaño, y normalmente pesan 300 gramos cada uno, dependiendo la variedad (1).

En Perú se encuentran más de 3,000 de las 5,000 variedades de papa que hay en Latinoamérica (2). Según el Ministerio de Agricultura y Riego (MINAGRI), el Perú es considerado el mayor productor de papa en Latinoamérica (alcanzando 4,7 millones de toneladas al año) y el duodécimo productor en el mundo (3). Además, en el año 2015, se estimó que la ingesta de papa per cápita en Perú era 85 Kg/año (3). Según la Encuesta Nacional de Presupuestos Familiares 2008-2009, en la sierra y en la zona rural se consume mayor cantidad de papa (47,0 y 120,1 Kg/persona/año, respectivamente) a comparación de la costa y selva (39,4 y 29,9 Kg/persona/año, respectivamente) (4). Las variedades más consumidas en el país son: canchán, tomasa, amarilla, huayro, tarmeña, huamantanga, negra, peruanita, perricholi y coctel (5).

En la papa se pueden encontrar antinutrientes, como los nitratos, oxalatos, taninos y GA (6). Estos metabolitos secundarios son producidos en reacción a situaciones de estrés, como el ataque de hongos o insectos o baja temperatura (7). Los GA que se encuentran en mayor proporción en las papas son la α – solanina y la α - chaconina (7). Los GA se forman en las células parenquimáticas de la peridermis, la corteza y en áreas de gran actividad metabólica. La concentración de los mismos en la papa decrece de fuera hacia adentro del tubérculo (8). Estudios indican que la papa pelada tiene menor cantidad de GA que la papa sin pelar (9) (10). También su concentración varía dependiendo de la forma de presentación de la papa, hay estudios que demuestran que la papa cruda tiene mayor concentración de GA que la papa cocida (cocida en agua) (11)(12).

La ingestión elevada de GA puede afectar el sistema digestivo y nervioso. A nivel digestivo genera vómitos, dolor abdominal y diarrea (7) (13). A nivel cerebral, provoca cefalea, apatía, decaimiento, mareo, salivación, disnea, temblores, ataxia, debilidad muscular, en los casos más

severos puede provocar parálisis, coma y muerte (7)(13). Además de lo descrito anteriormente, los GA tienen efecto sobre el sabor de las papas, otorga un sabor amargo y las hace poco atractivas para el consumidor (7) (9) (14).

Los efectos de los GA en las personas están relacionados con la cantidad ingerida. Se considera que un alimento contiene altos niveles cuando la concentración es mayor a 20 mg por 100 gramos de alimento fresco (9)(10). Si bien este nivel es alto, no quiere decir que esa cantidad sea el nivel permisible en la población y en todo caso, dependerá de la cantidad de papa ingerida. El comité de expertos en Aditivos Alimentarios (JECFA) FAO/WHO considera que aún no se puede establecer el nivel de seguridad de ingestión de estos metabolitos (15). Por otro lado, la Food and Drug Administration (FDA) de Estados Unidos ha establecido que el límite máximo aceptable de GA es de 20 a 25 mg en 100 gramos de papa fresca (16).

Existe poca información del nivel de GA en papas de alto consumo en Perú y cómo éstos pueden afectarse a través de métodos tradicionales de cocción y consumo. Por esto, la finalidad del estudio fue determinar el efecto de la cocción de 3 variedades de papas comerciales de alto consumo con y sin cáscara en la concentración de GA.

Objetivos/Hipótesis

Objetivo General

- Determinar el efecto de la cocción de papas comerciales con y sin cáscara en la concentración de GA.

Objetivos Específicos:

- Cuantificar la concentración de GA presentes en 3 variedades de papas comerciales en sus diferentes presentaciones: cruda, cocida en agua y horneada, con cáscara y sin cáscara.
- Analizar las diferencias entre la concentración de GA en las variedades de papa de acuerdo a diferentes presentaciones: cruda, cocida en agua y horneada, con cáscara y sin cáscara.

Hipótesis

Las papas crudas y con cáscara tienen mayor concentración de GA.

Metodología

Tipo de estudio:

Se hizo un estudio experimental para determinar la concentración de GA en tres variedades de papas comerciales. Entre los meses de marzo y abril del 2017, se llevó a cabo el estudio en el Centro Internacional de la Papa (CIP), cuya sede central se encuentra en La Molina. El CIP es uno de los mayores centros dedicados a la investigación científica en cuanto a papa, camote, yuca y otros tubérculos y raíces y tiene el objetivo de obtener el pleno alcance de sus capacidades alimenticias para beneficiar a los países en vías de desarrollo (17).

De las 10 variedades más consumidas en Perú se escogieron, por conveniencia, 3 variedades: *Solanum goniocalyx* (en adelante nos referiremos como “amarilla”), cruce entre *Solanum tuberosum subsp. tuberosum* x *S. tuberosum subsp. Andigena* (en adelante nos referiremos como “canchán”) y *Solanum chaucha* (en adelante nos referiremos como “huayro”).

Procedimientos

El nivel de GA se midió en 3 presentaciones: papa cruda, cocida en agua y horneada y al interior de cada una con y sin cáscara. Los tubérculos fueron adquiridos en un supermercado del Distrito de Ate, Lima; en el mes de Marzo del 2017. Los expertos de CIP confirmaron que cada variedad adquirida correspondía efectivamente a las variedades elegidas para el estudio: papa huayro, canchán y amarilla. Las papas de las variedades amarilla y huayro son papas nativas comerciales sin alguna modificación genética, mientras que las de la variedad canchán son papas mejoradas, es decir, se obtienen del cruce de dos variedades (ya mencionadas anteriormente).

Reactivos

Ácido nítrico al 65%, alcohol absoluto al 96%, metanol al 10%, cloroformo al 10%, ácido acético al 2%, éter de petróleo, hidróxido de amonio, ácido orto fosfórico al 85%, agua destilada.

Materiales

Escobillas con cerdas de coco, fuente rectangular 47 cm x 30 cm x 7 cm, punta de micro pipeta de 1 ml, etiquetas autoadhesivas para impresión láser color blanco de 3,30 cm x 3,50 cm, bolsa de papel kraft, cajas de cartón, cinta adhesiva, plumones marcadores punta fina de color negro y azul, piseta de plástico de 500ml y 800 ml, guantes de látex texturizadas, paño absorbente multiuso 38 cm x 38 cm, papel toalla gofrado blanco 23,5 cm x 21 cm, paños desechables de limpieza color blanco 20,6 cm x 21 cm, bandejas de plástico transparente 38 cm x 24 cm x 5,5 cm, tabla de picar de plástico color blanco de 40,5 cm x 25,7 x 0,90 cm, tabla de picar de plástico color blanco de 36,5 cm x 21,7 cm x 0,90 cm, cuchillos de cerámica de mango color blanco de 7,5 cm y de 14 cm, pelador horizontal de cerámica color blanco, rayador con cuchilla de acero inoxidable color blanco 38,5cm x 15,5cm x 6 cm, afilador para cuchillos de cerámica y acero (a batería), bolsa polietileno cristal de las siguientes medidas: 6" x 10", 14" x 22" y de 21" x 40", bolsas plásticas estéril de 7 oz y 18 oz, planchas de hielo en bolsa de polietileno cristal 21" x 40" lleno con agua de grifo hasta la mitad, sellado y congelado a $-18 \pm 2^{\circ}\text{C}$ por 24 horas), cajas de tecnopor de 41,5" x 41,5" x 39", bandejas de acero inoxidable de 63cm x 63 cm x 2,4cm, bandas elásticas (ligas) # 18, espátula contorneada de acero inoxidable de 21 cm, platos de papel aluminio estriado para pesado de 4,4 cm x 5,2 cm, cronómetro de 2 tiempos, cinta de cera de 110 x 450 m, y materiales de limpieza y desinfección en general (bolsa plástica color negro, esponja verde scotch-brite, detergente comercial, lejía tradicional 5,25 %, jabón líquido), papeles filtro #2 Whatman, tubos de ensayo, parafilm, fiolas, pipeta Pasteur de plástico, gradillas, vasos de precipitado de 50 ml, 100 ml y 500 ml, probeta de 500 ml, embudo de vidrio, espátula para pesado, dispensador de solventes, embudo de buchner de 9 cm, tubos falcon, balones rota vapor, tubos de centrifuga, cepillo especial para limpiar balanza.

Equipos de protección personal

Mandil de laboratorio blanco, guardapolvo color gris, protectores auditivos del tipo fono, tapones auditivos reusables, respirador con filtro para partículas color blanco, casacas térmicas para cámara -20°C , guantes de nitrilo, respirador para solventes, lentes de protección, mascarilla full-face.

Equipos

Destilador de agua, balanza de precisión digital Sartorius TE4101 (precisión desde 0,1 gramos hasta 4,100 kilogramos), balanza analítica Mettler Toledo MS204S (precisión de 0,0001 gramos hasta 220 gramos), estufa con convección forzada Binder FD 56 (temperatura de 10°C – 300°C), congeladora horizontal Coldex, congeladora vertical Coldex de -70 °C, liofilizador TRUE TEN YK 118, molino Thomas Wiley® Mini-Mill, accesorios de Molino (embudo con cubierta de acero inoxidable, émbolo de madera, tamiz de acero inoxidable malla # 40, placa de vidrio frontal, envase de recepción), selladora de plástico para bolsas de polietileno y polipropileno de 20 cm y de 30cm, impresora industrial de códigos de barra y cámara WALK IN (-20 ± 2 °C), ultraturrax IKA T25 basic, rotavapor IKA Labortechnik-RV05 basic 1-B, agitador-vortex Fisherbrand Analog Vortex Mixer, Dri-Block DB-3D TECHNE, centrífuga, espectrofotómetro visible Shimadzu UV-160^a UV-VIS, bomba de vacío GAST, circulador de inmersión GH/D8 HAAKE.

Procesamiento:

Las papas: canchán, amarilla y huayro fueron analizadas con y sin cáscara en tres formas de presentación: cruda, cocida en agua y horneada. Para el procesamiento de las muestras de papa se siguió lo descrito en protocolos del CIP, que incluyen procesos de: selección, recepción, lavado, cocción, obtención (pre liofilizado), secado (liofilizado), molienda, almacenamiento, extracción y determinación de GA (18).

Selección y recepción de la muestra:

Las papas adquiridas fueron seleccionadas teniendo en cuenta que los tubérculos estén maduros, se excluyeron los tubérculos dañados o de color verdoso, de tamaño muy grande o muy pequeño, que estuvieran muy blandos y/o brotados. Luego se almacenaron en cajas de cartón rotuladas y selladas a temperatura ambiente por 1 día.

Lavado y cocción

Antes de la preparación de la muestra todas las papas fueron lavadas. El lavado se realizó colocando los tubérculos en bandejas y llevándolos debajo del chorro de agua del caño. Se

utilizaron esponjas de coco para facilitar la eliminación de tierra que estuviera pegada al tubérculo y con mucho cuidado para evitar dañar la muestra. Luego del lavado las papas fueron enjuagadas con agua destilada y secadas con papel toalla.

Las papas que se iban a analizar crudas, según correspondiera, fueron peladas o no después del lavado. Todas las variedades que debían ser sometidas a cocción (cocido en agua u horneado) se cocinaron con cáscara y luego ésta fue retirada si correspondía al grupo de análisis sin cáscara; posteriormente todas las formas de presentación fueron pre-liofilizadas. Para el cocido en agua y el horneado se utilizó la metodología descrita por G. Burgos et al (19).

El proceso seguido para la cocción en agua fue realizado en las instalaciones del CIP en un laboratorio exclusivo para cocción de alimentos. Se utilizó una cocina Electrolux Professional 2805 y ollas Record #04. Las papas fueron colocadas en ollas independientes de acuerdo a la variedad (amarilla, canchán y huayro) y el tamaño (medianas o grandes). En el caso de la variedad amarilla y canchán tamaño mediano se colocaron 6 papas por olla y para el tamaño grande se colocaron 4 papas por olla. En el caso de la variedad huayro tamaño mediano y grande se colocaron 5 papas por olla. La cantidad de agua utilizada fue entre 1100 y 1500 ml por olla (dependiendo del tamaño y variedad de la papa) pero siempre teniendo en cuenta que todas las papas estuvieran cubiertas con agua. La temperatura de cocción alcanzada fue de 100°C. Se comprobó la cocción de la papa introduciendo un estilete de metal en las papas control sin ejercer mucha fuerza (era necesario que entrara con facilidad). No era obligatorio que el estilete atravesara el tubérculo, con que entrara de manera fácil hasta la mitad era suficiente. El tiempo de cocción dependió de la variedad y tamaño de la papa (papas amarillas: 35-45 minutos; papas canchán 34-49 minutos; papas huayro: 21-31 minutos). Si durante la cocción alguna papa se abría (se rompía la cáscara y se veía el interior de la papa) era descartada. Posterior a la cocción, las papas control fueron descartadas.

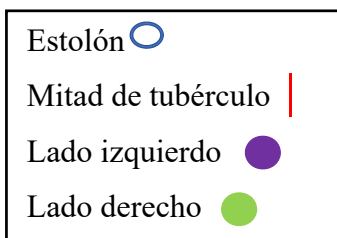
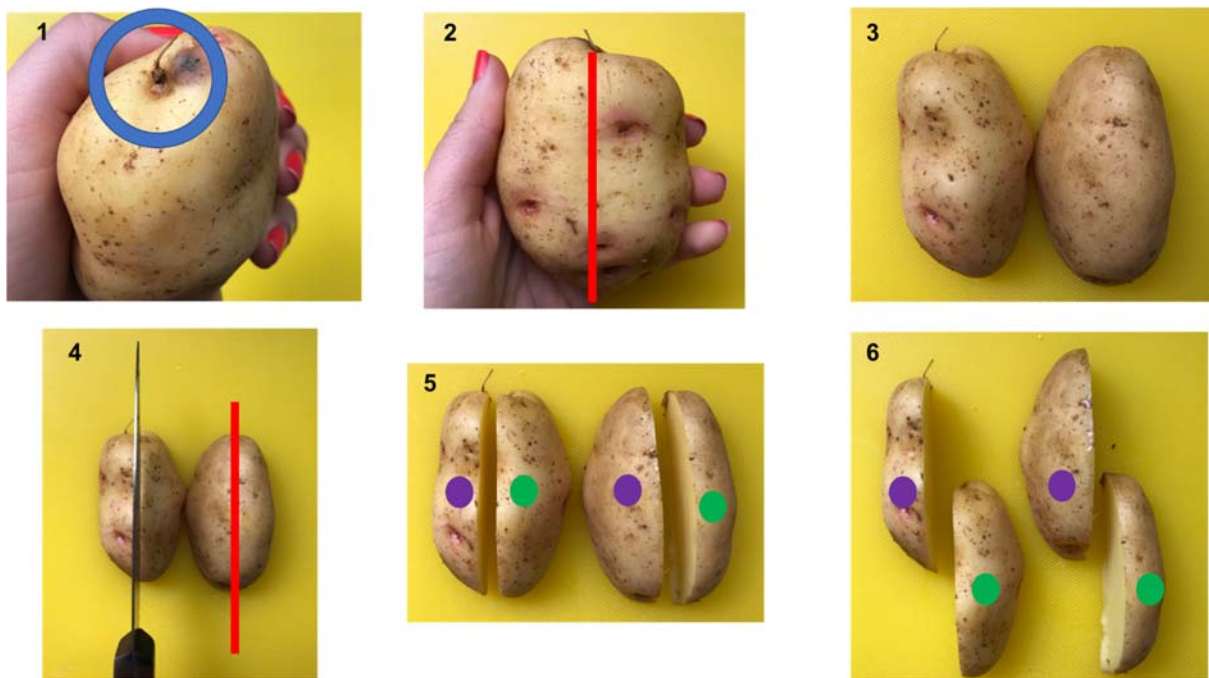
El proceso seguido para el horneado de las papas fue realizado en un horno General Electric Profile, a 180°C de temperatura. Para el horneado las papas fueron colocadas envueltas en papel aluminio y puestas en bandejas independientes por variedad. Se colocaron aproximadamente 13 papas de diferente tamaño por bandeja. Por cada tamaño se colocó 1 papa control. Al igual que en el caso anterior, sólo las papas control fueron pinchadas con estiletes de metal para determinar si ya estaban cocidas. El tiempo de cocción varió dependiendo de la variedad y

tamaño de cada tubérculo (papas amarillas: 39-52 minutos; papas huayro: 47-58 minutos y las papas canchán: 74 minutos). Después de la cocción se retiró el papel aluminio de cada papa y se pelaron las papas que correspondían para el análisis sin cáscara. Luego se procedió a cortarlas en trozos muy delgados. Las papas control fueron descartadas después de la cocción.

Pre-lioofilizado

Para este proceso se cortaron y pelaron las papas (en caso se requiriera). El cortado de la papa se realizó de tal manera que se asegurara obtener una muestra representativa de todas las partes del tubérculo, procediendo de la siguiente forma (ver figura 1): se corta a la mitad (paso 2 de la figura 1) y las mitades obtenidas también se cortan por la mitad (paso 4 de la figura 1) y se utilizan los lados opuestos (paso 5 y 6 de la figura 1). La mitad del tubérculo se determina visualmente con la ubicación del estolón (conexión que hay entre el tubérculo y el tallo principal de la planta de papa, ver paso 1 de la figura 1).

Figura 1: Pasos para cortar la papa y obtener una muestra representativa



Las papas procesadas se colocaron en bolsas de polietileno transparentes de 6cm x 10cm x 2cm previamente rotuladas ($50 \pm 0,5$ gramos por bolsa) y fueron almacenadas en una congeladora horizontal (-20°C), según correspondiera (por variedad, forma de presentación y pelado).

Liofilizado

La liofilización es un proceso de deshidratación al vacío a bajas temperaturas. Para el liofilizado se colocaron en el liofilizador las muestras ordenadas en filas consecutivas en cada bandeja. Una vez colocadas todas las muestras, se cerró la puerta del liofilizador y se verificaron los siguientes parámetros: tiempo de secado 72 horas, temperatura de cámara 25°C , temperatura de congelación -45°C , presión (vacío) 0 a -1.5 Torr. Posteriormente se retiraron las bandejas del liofilizador y se pesó cada muestra. El peso de cada muestra seca se registró y luego la bolsa en la que estaba puesta se selló. Además, se escogió por conveniencia una muestra por bandeja para realizar el control de humedad de las muestras liofilizadas.

Las bolsas selladas se empaquetaron en bolsas de polietileno transparentes 12cm x 22cm x 3cm y se colocaron en cajas de tecnopor. Se trasladaron a la cámara WALK IN ($-20 \pm 2^{\circ}\text{C}$) y se almacenaron por dos días, hasta la molienda.

Molienda y almacenamiento

Las muestras fueron retiradas del congelador y se atemperaron durante una hora antes de molerlas, en este periodo se les colocó un plástico negro encima para protegerlas de la luz.

Las muestras fueron molidas con un molino Thomas Wiley® Mini Mill.3383-L60 (Thomas Scientific) equipado con un tamiz de malla # 40. Una vez molidas, fueron colocadas en las bolsas Whirl Pack de 18 onzas previamente rotuladas. Finalmente, las muestras fueron colocadas en cajas de tecnopor previamente rotuladas y se almacenaron en la cámara WALK IN ($-20 \pm 2^{\circ}\text{C}$) hasta su análisis.

Extracción y determinación de GA

Para el análisis de GA se usó el método adaptado de Hellenas 1986, Wang y col 1972 y Mondy y Ponnampalan 1983. La extracción y cuantificación de GA se realizó según lo establecido en los protocolos del Centro Internacional de la Papa (CIP). Dichos procedimientos se realizaron en las instalaciones de los laboratorios de Calidad y Nutrición del CIP (20).

Para el proceso de cuantificación de GA se siguieron diferentes pasos: (i) hidratación de las muestras: entre 2,500 y 2,509 gramos de muestra seca fue mezclada con 7ml de agua destilada, dejando actuar por 10 minutos; (ii) homogenización: se preparó 60 ml de la solución extractante (mezcla de metanol al 10% y cloroformo al 10%, 40:20 ml) y se añadieron 40 ml de dicha solución a la muestra hidratada y se homogenizó por 5 minutos en el ULTRATURRAX; (iii) filtración: la mezcla se colocó en un embudo con 2 papeles filtro #2 Whatman (previamente hidratados con la solución con 2 pipetas de 3.5ml), el embudo fue colocado en un buchner conectado a una máquina de vacío; (iv) concentración: la solución filtrada fue colocada en un balón rota vapor dentro del rota vapor para concentrar la muestra hasta obtener 7 ml; (v) separación de fase acuosa y lipídica: se transfirió el extracto concentrado a un tubo falcon y se añadió ácido acético al 2% hasta completar 20 ml y luego se agregó 7 ml de éter de petróleo, se agitó la mezcla durante 3 segundos en un vortex y se dejó reposar hasta el día siguiente a temperatura ambiente, después de este tiempo se pudieron observar 2 fases: lipídica y acuosa; (vi) extracción: se tomó 4 ml de la fase acuosa (que contiene los GA) y se transfirió a un tubo de vidrio de 20 ml, luego se adicionó 1,2 ml de hidróxido de amonio y se floculó por 10 minutos a 85°C en el Dri-Block, pasado el tiempo se retiraron los tubos y fueron refrigerados a 4°C por 30 minutos, (vii) preparación de la muestra para el análisis: posteriormente la muestra fue centrifugada 27000 rpm por 1 hora y media, al finalizar la centrifugación se formó el pellet (precipitado) conteniendo los GA, (viii) determinación de GA por colorimetría: el pellet (precipitado) con GA se disolvió con 5ml ácido orto fosfórico al [85%], luego se midió la absorbancia a 408nm en un espectrofotómetro y la concentración total de GA se determinó mediante la curva estándar de chaconina.

Ética:

Este trabajo de investigación fue exonerado por el Comité de Ética e Investigación de la Facultad de Ciencias de la Salud de la Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC), debido a que no se realiza ningún contacto con seres humanos.

Análisis de los datos:

Se analizaron un total de 54 muestras de papa (18 muestras crudas, 18 cocidas en agua y 18 horneadas). De cada muestra se extrajo GA por triplicado (ejemplo: papa amarilla cocida en agua, se analizó 3 veces) y cada análisis (cuantificación) se realizó en 2 ocasiones, en algunos casos una tercera si los resultados anteriores no coincidían, eran muy altos o bajos. Las muestras de papas fueron analizadas en base seca y luego dichos resultados fueron convertidos a base fresca tomando en cuenta el porcentaje de humedad que perdió de cada variedad analizada (cantidad GA en 100 gramos de base seca*gramos de base seca en 100 gramos fresca/100 gramos de base seca), para determinar la cantidad de acuerdo a la forma como la consumimos (base fresca). Los resultados se presentan en media y desviación estándar y en mediana y rango intercuartil. Para determinar diferencias se usaron las pruebas t-student para muestras pareadas y se consideró un nivel de significancia del 95% para determinar diferencias entre los grupos. Los datos fueron analizados en STATA v13.

Resultados

Se analizaron 3 variedades de papa en 3 formas de presentación: cruda, cocidas en agua y horneadas.

En la Tabla 1 podemos ver el promedio total de GA en base seca y la diferencia entre papas con cáscara y sin cáscara por cada tipo de cocción. Aquí se puede observar que el contenido de GA siempre es significativamente mayor en papa con cáscara en relación a sin cáscara, sin importar la variedad de papa (amarilla, canchán y huayro), ni la forma de presentación (cruda, cocida en agua, horneada); excepto, en papa canchán horneada que la diferencia fue marginalmente significativa ($p=0,085$). Las papas crudas con cáscara muestran en promedio 12,71 mg/100g y las sin cáscara de 2,24 mg/100g de GA. Asimismo, el promedio de GA en papas cocidas con cáscara fue de 10,13 mg/100g y sin cáscara de 3,48 mg/100g. Finalmente, el promedio de GA en papas horneadas con cáscara fue de 10,96 mg/100g y sin cáscara de 2,14 mg/100g.

Tabla 1: Cantidad de GA de papas por variedad y forma de presentación en base seca

Variedad	Cruda (mg/100g)			
	Con cáscara	Sin cáscara	Diferencia y desviación estándar	Valor de p
TOTAL	12,71 ± 3,46	2,24 ± 0,92	10,47 ± 3,22	< 0,001
Amarilla	15,51 ± 2,48	3,32 ± 0,79	12,19 ± 3,02	< 0,001
Canchán	10,85 ± 1,42	1,79 ± 0,20	9,06 ± 1,37	< 0,001
Huayro	11,76 ± 4,24	1,61 ± 0,26	10,15 ± 4,26	0,002
Variedad	Cocida en agua (mg/100g)			
	Con cáscara	Sin cáscara	Diferencia y desviación estándar	Valor de p
TOTAL	10,13 ± 4,56	3,48 ± 2,42	6,65 ± 3,58	< 0,001
Amarilla	12,89 ± 2,27	6,36 ± 1,83	6,52 ± 1,51	< 0,001
Canchán	4,37 ± 1,39	1,42 ± 0,29	2,95 ± 1,15	0,002
Huayro	13,13 ± 1,99	2,67 ± 0,75	10,46 ± 2,44	< 0,001
Variedad	Horneada (mg/100g)			
	Con cáscara	Sin cáscara	Diferencia y desviación estándar	Valor de p
TOTAL	10,96 ± 5,86	2,14 ± 0,55	8,82 ± 5,85	< 0,001
Amarilla	16,52 ± 1,59	2,26 ± 0,50	14,26 ± 1,58	< 0,001
Canchán	4,91 ± 2,08	1,93 ± 0,76	2,99 ± 3,41	0,085
Huayro	11,45 ± 5,08	2,23 ± 0,32	9,22 ± 5,08	0,007

* valor de p < 0,05

< 0,001= 0,000

En la tabla 2 se muestra la comparación entre la cantidad de GA en base seca por variedad de papas y forma de presentación al interior de papas: con cáscara y sin cáscara. A nivel de papas con cáscara no se muestra un patrón muy claro, solo se encuentra una concentración significativamente mayor de GA en el total de papas crudas vs cocidas en agua (+2,58;

$p=0,022$) y en papas crudas vs cocidas en agua en la variedad canchán (+6,47; $p \leq < 0,001$). Situación similar se muestra al comparar la concentración entre papas crudas vs horneadas, ya que solo en la papa canchán se observa una concentración significativamente mayor de GA (+5,94; $p=0,001$). Además, al comparar la diferencia entre papas cocidas vs horneadas solo la papa amarilla presenta una concentración significativamente menor en la primera (-3,63; $p=0,013$). En las presentaciones sin cáscara se muestra mayor contraste, así tenemos que cuando se compara entre papa cruda vs cocida en agua, en general la papa cruda presenta menor concentración de GA (-1,25; $p= 0,018$). En la papa amarilla cruda la concentración de GA fue significativamente menor que en cocida en agua (-3,04; $p= 0,030$), situación similar fue observada en la papa huayro (-1,06; $p= 0,013$). En cambio, en la variedad canchán se encuentra una concentración de GA significativamente mayor en crudas que en cocidas en agua (0,036; $p=0,003$). En papas sin cáscara crudo vs horneado se encontró una concentración significativamente mayor en papas amarillas crudas vs horneadas (1,06; $p=0,005$), mientras que en la variedad huayro se encontró una concentración significativamente menor en papas crudas vs horneadas (-0,62; $p=0,017$). Finalmente, en papas cocidas en agua vs horneadas sin cáscara, se encontró una diferencia significativamente mayor en cocidas en agua que en horneadas (1,34; $p=0,035$). Además, únicamente en la variedad amarilla se encontró una diferencia significativamente mayor en papa cocida en agua vs horneado (4,10; $p=0,007$).

Tabla 2: Comparación de la cantidad de GA de papas por variedad y forma de presentación
(base seca)

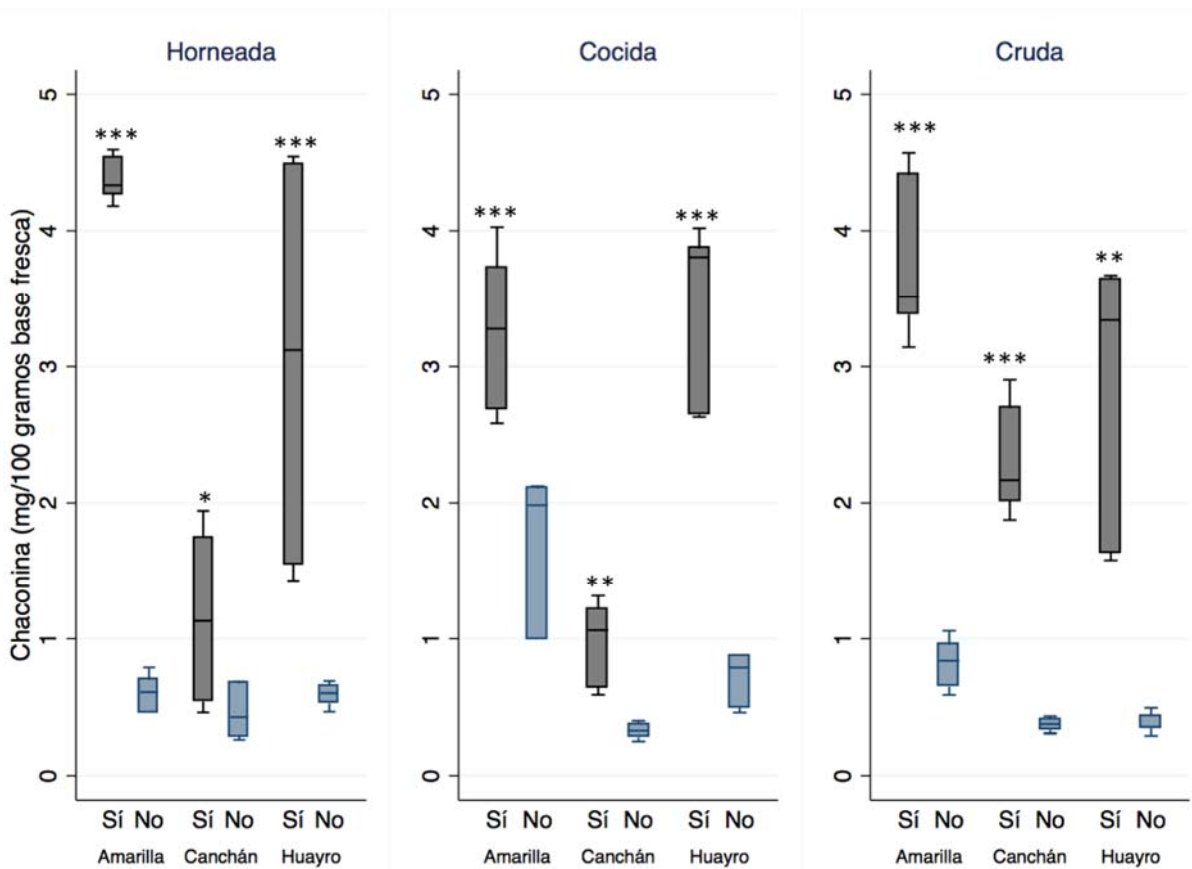
		c/cáscara		s/cáscara	
		Diferencia	Valor de p	Diferencia	Valor de p
TOTAL	Crudo -cocida en agua	+2,58	0,022	-1,25	0,018
	Crudo - horneado	+1,75	0,110	+0,10	0,652
	Cocida en agua - horneado	-0,83	0,370	+1,34	0,035
Amarilla	Crudo –cocida en agua	+2,63	0,190	-3,04	0,030
	Crudo - horneado	-1,01	0,563	+1,06	0,005
	Cocida en agua - horneado	-3,63	0,013	+4,10	0,007
Canchán	Crudo – cocida en agua	+6,47	< 0,001	+0,36	0,003
	Crudo - horneado	+5,94	0,001	-0,14	0,655
	Cocida en agua - horneado	-0,54	0,747	-0,50	0,107
Huayro	Crudo - cocida en agua	-1,38	0,217	-1,06	0,013
	Crudo - horneado	+0,31	0,837	-0,62	0,017
	Cocida en agua - horneado	+1,68	0,290	+0,44	0,336

* valor de p < 0,05

< 0,001= 0,000

El gráfico 1 muestra los resultados de contenido de chaconina en base fresca (forma como la consumimos), de acuerdo a variedad de papa y forma de presentación. Se encontró que la cantidad de GA en la papa con cáscara es significativamente mayor en las que no tienen cáscara, a excepción de la variedad canchán horneada en donde se observa una diferencia marginalmente significativa (p=0,081).

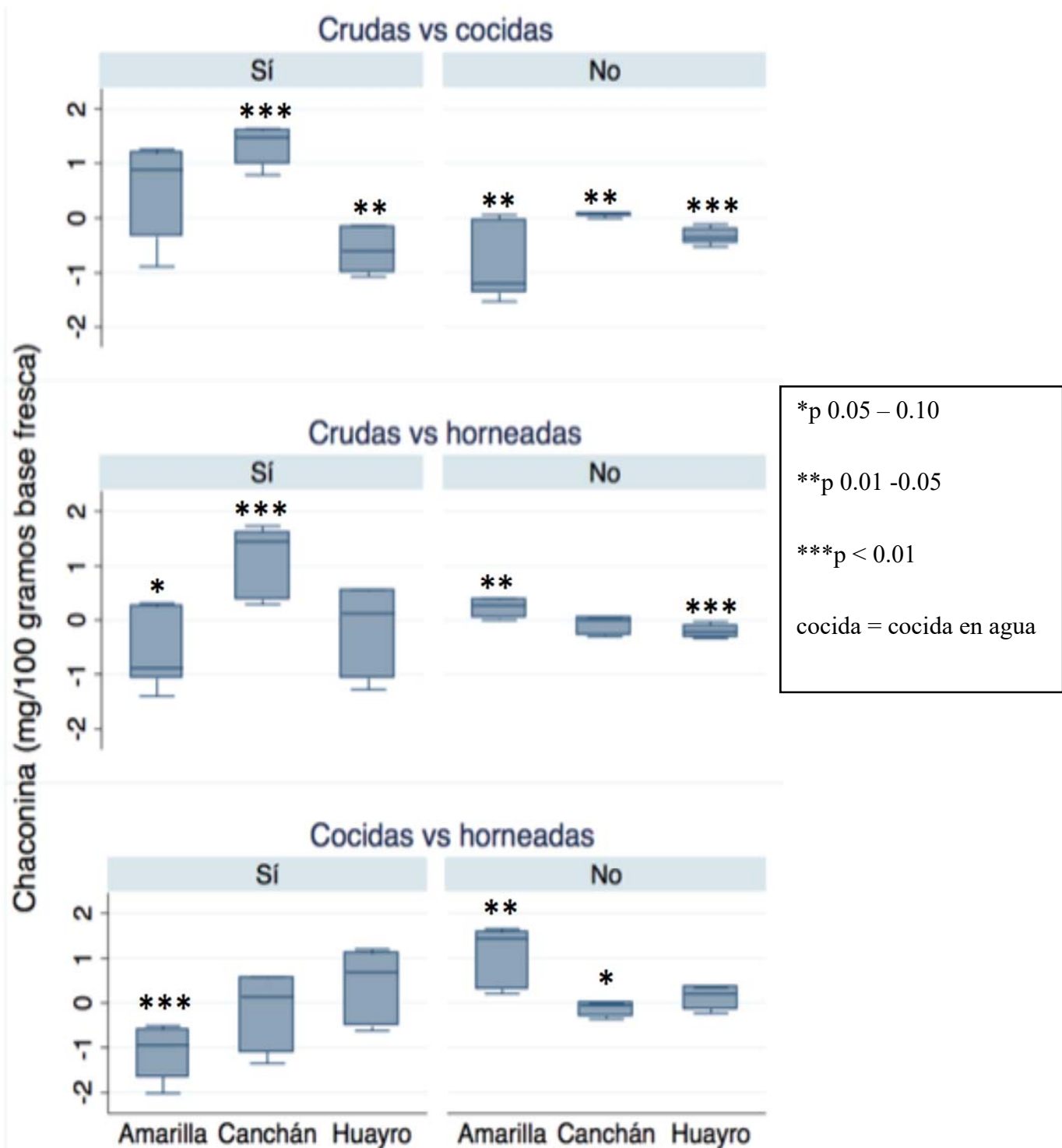
Gráfico 1. Contenido de chaconina por tipo de presentación con y sin cáscara por variedad de papa en base fresca.



*p 0.05 – 0.10
 **p 0.01 -0.05
 ***p < 0.01
 cocida = cocida en agua

En el Gráfico 2 se muestra la mediana de diferencia del contenido de chaconina en las papas en base fresca por forma de presentación, con y sin cáscara. La mediana de la diferencia del contenido de chaconina en las papas en base fresca con cáscara crudas vs cocidas en agua fue significativamente mayor para la variedad canchán (+1,47, $p < 0,001$) y para la huayro fue significativamente menor (-0,60; $p=0,016$). En el caso de la presentación sin cáscara, la mediana de la diferencia del contenido de chaconina fue significativamente mayor para la variedad canchán (+0,05; $p=0,013$), y significativamente menor para las variedades amarilla (-1,19; $p=0,028$) y huayro (-0,36; $p=0,003$). Las diferencias de las papas canchán y huayro sin cáscara son menores en comparación a las que sí tienen cáscara. Sin embargo, en la variedad amarilla sin cáscara no se observa lo mismo. La mediana de la diferencia del contenido de chaconina en las papas con cáscara crudas vs horneadas fue significativamente mayor solo en la variedad canchán (+1,45; $p=0,008$). En el caso de la presentación sin cáscara, la mediana de la diferencia del contenido de chaconina en las papas crudas vs horneadas fue significativamente mayor en la variedad amarilla (+0,26, $p=0,026$), y significativamente menor para huayro (-0,23; $p=0,008$). Además, se puede observar que la variabilidad de los datos de las diferencias en las papas amarilla, canchán y huayro sin cáscara son menores en comparación a las que sí tienen cáscara. Por último, la mediana de la diferencia del contenido de chaconina en las papas con cáscara cocidas en agua vs horneadas fue significativamente menor en la variedad amarilla (-0,95; $p=0,006$). En las presentaciones sin cáscara de papas cocidas en agua vs horneadas, la mediana de la diferencia del contenido de chaconina fue significativamente mayor solo en la variedad amarilla (+1,43; $p=0,010$). Además, se puede observar que la variabilidad de los datos de las diferencias de las papas canchán y huayro sin cáscara son menores en comparación a las que sí tienen cáscara.

Gráfico 2. Diferencia en el contenido de chaconina por forma de presentación con y sin cáscara por variedad de papa (base fresca).



Discusión

El principal hallazgo de este estudio fue que el pelado de la papa disminuye el contenido de GA. Se encontró que la cantidad de GA disminuye en las papas horneadas vs las cocidas en agua, pero en general mayor en las papas crudas vs cocidas en agua y horneadas. Asimismo, la variedad amarilla horneada con cáscara fue la que tuvo mayor concentración de GA.

Diversos estudios han descrito que la mayor cantidad de GA se encuentra en la cáscara (11) (12). Otros muestran que solo el pelado de la papa implica una disminución entre 50%-58% de contenido de GA totales; sin embargo, en este estudio se encontró una reducción del 83% (11, 21). También se menciona que cortar, rebanar y enjuagar con agua la papa reduce muy poco el nivel de GA, pero que el escaldado (cocción en agua por 15 segundos) tiene un mayor efecto reductor en comparación a estos últimos procedimientos (cortar, rebanar y enjuagar con agua). Esto debido a que los GA ya que, al ser solubles en agua, cierta cantidad de GA se pierden en el agua (21).

El contenido de GA no mostró un comportamiento claro por efecto de la cocción. El estudio encontró que entre las papas sin cáscara la cocción en algunos casos disminuyó el contenido de GA y en otros la aumentó. Podría haber sido debido a que se cocinaron las papas con cáscara y ésta no fue retirada antes de la cocción, sino posterior a ésta. En estudios como el de Rolando W. las variedades con mayor contenido de GA muestran mayor disminución del metabolito (mg/100g) por cocción y pelado (11).

Estudios refieren que la cocción en agua reduce en un 8%-39% en promedio el contenido de GA (21, 29). En este estudio se encontró una disminución de 16%-48% en promedio en papas con cáscara y sin cáscara, respectivamente. Esto puede ser debido a las variedades de papa usadas, o a las condiciones ambientales de cosecha y post-cosecha que afectan la concentración de GA. Una revisión realizada por Omayio et al, encontró que la cocción en microondas ya sea en cocida en agua u horneada tienen un efecto insignificante en la reducción de GA; pero, la ebullición de las papas peladas en una cocina común implica la pérdida de hasta un 39% de GA en el tubérculo (27). También se ha reportado que freír es el método más eficaz para la

reducción del metabolito en un 77%-94%, debido a que se alcanzan mayores temperaturas (21, 27).

Como se ha mencionado anteriormente, los GA tienen efectos adversos en la salud de las personas, que van desde problemas digestivos, diarreas y vómitos hasta daños en el sistema nervioso, coma e incluso la muerte (21). Estos efectos se deben a la actividad de la acetilcolinesterasa en el sistema nervioso central y a las interrupciones en las membranas celulares respectivamente (27). Pero, también hay estudios que mencionan posibles efectos anticancerígenos (21) (28). De igual manera, experimentos con ratones demostraron que la α -chaconina era activa contra la malaria, y tanto α -solanina como α -chaconina parecían proteger a los ratones contra *Salmonella typhimurium*. Además, los GA se podrían usar como materia prima para la producción de hormonas esteroideas (28).

En nuestro estudio no se encontraron altos niveles de GA (FDA considera niveles tóxicos a una concentración mayor a 20 mg/100g de base fresca), posiblemente porque las variedades escogidas para el estudio (canchán, amarilla y huayro) eran comerciales. De la misma manera, en un estudio mexicano se analizaron 12 papas comerciales y todas fueron consideradas seguras para el consumo humano, sin embargo, en un estudio pakistaní, sólo 8/10 papas pakistaníes fueron consideradas seguras para el consumo humano (12, 22). Pese a que las papas analizadas en el estudio no tuvieron un nivel de GA que se considere perjudicial para la salud debemos tener en cuenta que, en el Perú, según las Hojas de Balance de Alimentos, la disponibilidad per cápita diaria de papa en el 2014 fue de 226 gramos (23) y en zonas rurales se puede llegar a consumir entre 645 a 883 gramos de papa al día (24). Con este dato podemos asumir que, si bien el tubérculo por 100g de porción comestible no se considera nocivo, en algunas zonas del país podría estarse consumiendo en cantidades de papa que a su vez aumentarían el consumo de GA diario y que podrían ser tóxicos para el organismo por un lado o beneficiosos por otro.

Es importante tener en cuenta que la cáscara también tiene beneficios para la salud, y por ello, se puede cuestionar si conviene o no pelar el tubérculo. Como ejemplo tenemos que no pelar la papa para la cocción evita la pérdida del contenido de vitamina C, y que el consumo de la papa con cáscara aumenta el consumo de fibra (25). Por otro lado, se ha descrito que la cáscara de la papa es fuente de lípidos, polifenoles, ácidos grasos y ácidos fenólicos, que son

responsables de la capacidad antioxidante y antibacteriana (26). Es por ello que la recomendación de pelar o no la papa va a depender de la cantidad de papa ingerida.

Las variedades analizadas corresponden 3 de las 10 variedades de papas más consumidas por la población y se encontró que el contenido en base fresca tal cual se expenden son seguras para el consumo humano. Con este análisis podríamos concluir que retirar la cáscara de la papa disminuye contenido de GA y que en cuanto a la disminución por la cocción los datos obtenidos no siguen un patrón claro.

Entre las limitaciones podemos encontrar que para realizar el estudio se contó con pocas variedades de papa. Sin embargo, corresponden a 3 de las 10 que más se consumen en el Perú. No se pudo saber de donde provenían las papas, es decir las condiciones de siembra, cosecha y post cosecha, debido a que no se puede asegurar si el lote de donde salió la muestra corresponde a sólo un campo de cultivo o varios. Esto hubiera ayudado a identificar mejor los factores que pueden influir en el contenido de GA; sin embargo, el contenido corresponde a lo que la población compra en un supermercado.

Esta investigación es de gran interés debido a que se ha realizado en variedades comerciales y nos asegura de alguna manera, que en consumos adecuados el contenido de GA se encuentra dentro de los límites de seguridad permisibles para el consumo humano. Sobre todo, para la población de Lima Metropolitana, ya que las variedades analizadas fueron adquiridas en un supermercado de dicha zona. Se recomienda realizar estudios similares en las variedades más consumidas en las zonas de la sierra rural y zona rural, donde se sabe que el consumo es mayor y las variedades son diferentes y habría mayor probabilidad de intoxicación por GA. En estas zonas de riesgo, el pelado puede ser útil para evitar complicaciones en la salud. Sin embargo, se debe tener en cuenta la pérdida de fibra, antioxidantes y sobre todo la pérdida de vitamina C. Perú es un país con altos niveles de anemia por deficiencia de hierro, mayor prevalencia en zonas de sierra y zonas rurales. La vitamina C favorece la absorción de hierro, y con el pelado de la cáscara antes de la cocción se estaría perdiendo una gran cantidad de esta vitamina muy importante para la población peruana (21) (27).

Conclusiones

La concentración de GA fue menor en papas sin cáscara vs papas con cáscara.

La concentración de GA fue menor en papas cocidas vs crudas en la mayoría de los casos.

La variedad de papa amarilla cruda con y sin cáscara presentó mayor cantidad de GA en comparación con las otras variedades. En el caso de la presentación cocida en agua, con cáscara la variedad huayro y amarilla mostraron las mayores cantidades de GA, pero la papa amarilla sin cáscara tuvo mayor concentración de GA. Para la presentación horneada con cáscara, la papa amarilla también tuvo mayor concentración de GA, pero sin cáscara no se observan grandes diferencias entre las 3 variedades.

Referencias bibliográficas

1. Papa. Centro Internacional de la Papa (CIP) [Internet] Sede Central Lima. [Citado el 14 de enero del 2017] Disponible en: <https://cipotato.org/crops/potato/>
2. La papa nuestra de cada día. [Internet] Lima, Perú: Ministerio de Agricultura (MINAG); 2011[citado 23 de septiembre de 2016]. Disponible en: <http://siea.minag.gob.pe/siea/sites/default/files/LA-PAPA-NUUESTRA-DE-CADA-DIA.pdf>
3. Boletín de papa. [Internet] Perú: Dirección General de Negocios Agrarios; 2016[citado 23 de septiembre de 2016]. Disponible en: http://agroaldia.minag.gob.pe/biblioteca/download/pdf/manuales-boletines/papa/boletin_papa.pdf
4. Consumo de Alimentos y Bebidas. [Internet]. Perú: Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI). [citado 14 de octubre de 2016]. Disponible en: https://www.inei.gov.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1028/
5. Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI). [Internet] Perú: Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI). [citado 14 de octubre de 2016]. Disponible en: <https://www.inei.gov.pe/prensa/noticias/produccion-de-papa-crecio-45-7582/>
6. Efecto del procesamiento en disminución de compuestos anti nutricionales en once cultivares de papa (*Solanum tuberosum*). [Internet]. Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) [citado 29 de septiembre de 2016]. Disponible en: http://192.156.137.121:8080/cipotato/region-quito/congresos/v-congreso-ecuadoriano-de-la-papa/estefania_guerrero.pdf.
7. Martín I. Determinación de glicoalcaloides: α -solanina y α -chaconina en patata mediante cromatografía de líquidos de ultra presión acoplada a espectrometría de masas de triple cuadrupolo [Internet]. Almería: Departamento de Hidrología y Química Analítica, Universidad de Almería; 2011. [citado 22 de enero de 2018]. Disponible en: <http://repositorio.ual.es:8080/bitstream/handle/10835/491/DETERM~1.PDF?sequence=1&isAllowed=y>
8. Ringuelet J, Viña S. Productos Naturales Vegetales. 1era ed. Argentina: Editorial de la Universidad de la Plata (Edulp); 2013.

9. Rolando W. Evaluación del contenido de glicoalcaloides en el pelado, cocción y fritura de variedades de papa nativa. Enero, 2011 Ecuador. Disponible en: <http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/2636/1/CD-3319.pdf>
10. Aziz A, Randhawa MA, Butt MS, Asghar A, Yasin M, Shibamoto T. Glycoalkaloids (α -Chaconine and α -Solanine) Contents of Selected Pakistani Potato Cultivars and Their Dietary Intake Assessment. *J Food Sci.* 2012; 77(3): 58-61. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22329893>
11. Sanabria – Galindo A, Heredia P, Velásquez M, Moreno J. Glicoalcaloides como criterio de selección en clones de papa Colombiana. *Rev.colomb.quim.farm.* 1991:19-63.
12. Efecto del procesamiento sobre el contenido de glicoalcaloides de las papas nativas. [Internet]. Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIAP) [Internet]. [citado 23 de septiembre de 2016]. Disponible en: http://cipotato.org/wpcontent/uploads/Papanat%202010/8.%20Villacres_glicoalcaloides.pdf
13. Peña W. Evaluación del contenido de glicoalcaloides en el pelado, cocción y fritura de variedades de papa nativa. [Tesis]. Quito: Facultad de Ingeniería Química y Agroindustrial, Escuela Politécnica Nacional. 2011. [citado 23 de septiembre de 2016]. Disponible en: <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/2636>
14. Díaz G. Plantas tóxicas de importancia en salud y producción animal en Colombia. 1era ed. Bogotá: Editorial Universidad Nacional de Colombia; 2010.
15. Silva-Beltrán N, Ruiz-Cruz S, López – Mata M, Cira-Chavez L, Gortáez-Moroyoqui P. Componentes bioactivos de residuos de papa: un recurso para la desinfección de aguas. *Rev Ide@s CONCYTEG* 2011;6(71):565. Disponible en: https://www.researchgate.net/profile/Norma_Silva2/publication/284388870_Componentes_bioactivos_de_residuos_de_papa_un_recurso_para_la_desinfeccion_de_aguas/links/566cf0d908ae430ab4fd914d/Componentes-bioactivos-de-residuos-de-papa-un-recurso-para-la-desinfeccion-de-aguas.pdf
16. Potato sprouts and greening potatoes: Potential toxic reaction. [Internet]. Estados Unidos, Food and Drug Administration (FDA). [citado 17 de octubre de 2016]. Disponible en: <http://www.accessdata.fda.gov/scripts/plantox/detail.cfm?id=6537>
17. Papa. Centro Internacional de la Papa (CIP) [Internet] Sede Central Lima. [Citado el 14 de enero del 2017] Disponible en: <https://cipotato.org/es/>
18. Centro Internacional de la Papa (CIP). Method for quantification of total glycoalkaloids in potato tubers. Lima, Perú. CIP; 2016

19. Burgos G, Auqui S, Amoros W, Salas E, Bonierbale M. Ascorbic acid concentration of native Andean potato varieties as affected by environment, cooking and storage. JFCA [Internet]. 2009; 222 (6): 533-538. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0889157508001415>
20. Centro Internacional de la Papa (CIP). Laboratorio de Calidad y Nutrición. Disponible en: <https://research.cip.cgiar.org/confluence/display/CIPQNLesp/Introduccion>
21. Zarins R, Kruma Z. Glycoalkaloids in potatoes: a review. foodbalt [Internet]. 2017 [Citado en Enero del 2017] Disponible en: http://lufb.ltu.lv/conference/foodbalt/2017/Zarins_Kruma_FoodBalt2017.pdf
22. Sotelo A, Serrano B. High-Performance Liquid Chromatographic Determination of the Glycoalkaloids α -Solanine and α -Chaconine in 12 Commercial Varieties of Mexican Potato. Journal of Agricultural and Food Chemistry. 2000;48 (6): 2472–2475.
23. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Hojas de Balance de Alimentos [Internet]. Disponible en: <http://www.fao.org/faostat/en/> [Citado el 8 de Julio del 2017].
24. Liria M, Creed – Kanashiro H. Caracterización del consumo de nutrientes y de alimentos en particular de la papa en madres y niños entre 6 y 36 meses de edad en seis comunidades productoras de papa nativa en Huancavelica. Instituto de Investigación Nutricional. 2006.
25. Llanos E. Capacidad antioxidante de tres variedades de papa (*Solanum Tuberosum*) con y sin cáscara: blanca, amarilla y rosada. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Lima, 2009. Disponible en: http://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/cybertesis/778/1/Llanos_ce.pdf
26. Pathak P, Mandavgane S, Manoj N, et al. Valorization of potato peel: a biorefinery approach. Crit Rev Biotechnol. 2018;38(2):218-230. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/28610443>
27. Omayio D. G, Abong G. O, Okoth M. W. A Review of Occurrence of Glycoalkaloids in Potato and Potato Products. *Curr Res Nutr Food Sci* 2016;4(3). Disponible en; <http://www.foodandnutritionjournal.org/volume4number3/a-review-of-occurrence-of-glycoalkaloids-in-potato-and-potato-products/>
28. Deuber H, Guignard C, Hoffmann L, Evers D. Polyphenol and glycoalkaloid contents in potato cultivars grown in Luxembourg. *Food Chemistry*. 2012;135(4): 2814–2824. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0308814612011405>

29. Tajner – Czopek A, Rytel E, Kita A, Peksa A, Hamous K. The influence of thermal process of coloured potatoes on the content of glycoalkaloids in the potato products. Food Chem. 2011; Vol 133: 1117- 1122. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0308814611014488>

Anexos

Ver archivos adjuntos para los siguientes flujogramas:

- Recepción y lavado de muestra.
- Obtención de muestra (pre liofilizado).
- Liofilizado.
- Molienda y almacenamiento de muestra.
- Extracción de glicoalcaloides.
- Determinación de glicoalcaloides.
- Preparación de reactivos.