

**FACULTAD DE  
CIENCIAS AGRONÓMICAS  
Y DE LOS ALIMENTOS**



**PONTIFICIA  
UNIVERSIDAD  
CATÓLICA DE  
VALPARAÍSO**

## **TALLER DE TÍTULO**

### **PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

Evaluación del contenido de precursores de acrilamida y polifenoles en variedades de papas nativas utilizadas en snacks y su efecto sobre la producción de acrilamida

GONZALO ESTEBAN OYARCE VILLABLANCA

QUILLOTA, CHILE

2019

## Contenido

1. Definición del problema u oportunidad .....	2
2. Hipótesis .....	4
3. Objetivos.....	4
3.1 Objetivo General .....	4
3.2 Objetivos Específicos .....	4
4. Estado del arte.....	5
4.1 Características del cultivo.....	5
4.2 Variedades .....	5
4.3 Acrilamida .....	6
4.4 Mitigación de la acrilamida .....	6
4.5 Polifenoles.....	7
5. Metodología .....	9
5.1 Ubicación del ensayo .....	9
5.2. Material Vegetal .....	9
5.3 Metodología para el objetivo 1.....	10
5.3.1 Contenido de azúcares reductores .....	10
5.3.2. Contenido de asparagina .....	10
5.3.3. Contenido de polifenoles.....	10
5.3.4. Elaboración de chips de papa.....	10
5.4. Metodología para el objetivo 2.....	11
5.5 Metodología para el objetivo 3.....	11
5.5.1. Contenido de acrilamida .....	11
5.5.2. Panel sensorial y escala colorimétrica .....	11
5.6. Análisis estadístico.....	12
6. Bibliografía.....	13
7. Plan de trabajo.....	17
8. Resultados Esperados.....	18
9. Organización.....	19
10. Presupuesto.....	20
11. Anexos.....	21

## Resumen

Hoy en día el consumo de snacks ha ido en aumento, tanto a nivel latinoamericano, como internacional. En el caso de Chile los snacks representan alrededor de un 10% de la canasta familiar, donde los snacks de papa representan el 45% del total de los snacks consumidos. Estos snacks al ser producidos a base de productos amiláceos, sometidos a procesos de alta temperatura, presentan un contenido importante de acrilamida debido a la reacción de Maillard.

Se ha señalado que la acrilamida es un compuesto posiblemente cancerígeno, se han realizado investigaciones en donde se sometieron ratas a altas dosis de acrilamida que luego dieron como resultado mutaciones, las cuales fueron heredables. Por esta misma razón, la Unión Europea ha propuesto medidas para mitigar el contenido de acrilamida en los alimentos, donde a nivel de materia prima se destaca principalmente el uso de nuevas variedades de papa que presenten en su composición un contenido menor de precursores de la reacción de Maillard con el fin de reducir los contenidos finales de acrilamida. Se postula que las variedades de papas nativas presentan un contenido menor de precursores de la reacción de Maillard y un contenido más alto de polifenoles los cuales podrían tener un efecto positivo a la hora de inhibir parcialmente la producción de acrilamida.

Por lo tanto, en el presente proyecto, se realizarán diferentes mediciones en distintas variedades de papas nativas de la Isla de Chiloé y se compararán con variedades tradicionales de papa. Estas mediciones consistirán en la cuantificación de azúcares reductores, contenido de asparagina, contenido de polifenoles antes del proceso de fritura y la cuantificación del contenido de acrilamida presentes en los snacks sometidos a fritura. Los snacks serán sometidos a la evaluación de un panel sensorial mediante una escala hedónica en donde se medirán atributos relacionados con la aceptación del producto final.

Este proyecto pretende que a nivel de industria se comiencen a utilizar variedades de papas nativas con el fin de reducir la exposición de los consumidores de snacks de papa a la acrilamida, y al mismo tiempo, potenciar el uso de productos autóctonos.

## 1. Definición del problema u oportunidad

Hoy en día el agitado ritmo de vida, las extensas jornadas laborales, el movimiento constante en la ciudad y hogares unipersonales, han comenzado a modificar las preferencias de los consumidores chilenos hacia la búsqueda de productos que les permitan optimizar de mejor manera su tiempo libre y que a la vez, sean saludables para lograr una armonía física, intelectual y emocional. Considerando las nuevas tendencias del mercado, los snacks son una buena alternativa (Bustos, 2016).

En los últimos años el consumo de snacks en Chile ha ido en aumento y ya representan un 10,8% del total de la canasta familiar (Nielsen, 2016). A nivel latinoamericano el consumo de snacks, tanto dulces como salados, ha aumentado en un 20% y un 4% a nivel mundial (Agrimundo, 2012).

Las principales demandas de los consumidores hacia este tipo de productos incluyen que éstos sean 100% naturales y que no contengan ni colores ni sabores artificiales (Nielsen, 2014).

La empresa TikaChips ha lanzado al mercado un snack en base a papas nativas de la isla de Chiloé, donde las principales variedades seleccionadas son de colores rojas y púrpuras (INDAP, 2013).

Alimentos con un alto contenido de azúcares reductores y aminoácidos libres, como la papa, sometidos a procesos agroindustriales de alta temperatura, generan un compuesto llamado acrilamida producto de la reacción de Maillard (Mottram y Stadler, 2002).

La Agencia Internacional de Investigación de Cáncer ha clasificado la acrilamida como una sustancia posiblemente cancerígena. La organización Mundial de la Salud (OMS) en conjunto con el Comité Conjunto de Expertos en Aditivos Alimentarios (JECFA) realizaron un estudio en que ratas fueron sometidas a agua potable con acrilamida dando como resultado ratas con cáncer en las glándulas tiroideas y mamaria.

Pedreschi *et al.* (2013), señala que una reducción de los niveles de acrilamida en los alimentos se vería beneficiada por la elección de variedades que presenten un menor contenido de azúcares reductores y asparagina, así como también manejos agronómicos correctos.

## **2. Hipótesis**

La cantidad de azúcares y aminoácidos libres está directamente relacionada con la producción de compuestos como acrilamida, en papas sometidas a procesos de alta temperatura. Sin embargo, variedades de papas nativas pueden contener un menor número de precursores y mayor contenido de polifenoles haciendo que se reduzca la formación de acrilamida.

Papas nativas sometidas a almacenamiento refrigerado prolongado tendrán una menor tasa de acumulación de azúcares que las convencionales y por ende en el contenido de acrilamida del producto final.

## **3. Objetivos**

### **3.1 Objetivo General**

Evaluar la cantidad de azúcares, aminoácidos y polifenoles presentes en las variedades de papas nativas utilizadas en la elaboración de snacks sobre la formación de acrilamida.

Evaluar el efecto del almacenamiento refrigerado prolongado sobre la tasa de formación de azúcares reductores y contenido de acrilamida final del producto.

### **3.2 Objetivos Específicos**

1. Evaluar el efecto del contenido de asparagina, azúcares reductores y polifenoles presentes en variedades de papas nativas y papas tradicionales, sometidas a proceso de fritura, sobre la producción de acrilamida.
2. Evaluar el efecto del almacenamiento refrigerado prolongado de las papas sobre la tasa de acumulación de azúcares reductores y contenido de acrilamida del producto final.
3. Comparar sensorialmente los snacks generados tras el proceso de fritura en base a su coloración, contenido de polifenoles y contenido de acrilamida.

## **4. Estado del arte**

### **4.1 Características del cultivo**

La papa (*Solanum tuberosum*) es cultivada en todo el mundo ya que posee unos tubérculos comestibles. En América del Sur la ha ido evolucionando al cruzarse con plantas silvestres generando una gran diversidad de variedades. En Chile la papa es el cuarto cultivo con mayor superficie luego del maíz, trigo y avena y mayoritariamente trabajado por pequeños agricultores, posicionándose en un alimento importante dentro de la dieta de los chilenos con 50 Kg/año per cápita (INIA, 2017).

La temporada 2016/2017 registró una producción de 1.426.479 toneladas y un rendimiento promedio de 26,4 T/ha, siendo uno de los rendimientos más altos en 5 años (ODEPA, 2018).

Las principales zonas productivas se concentran en la zona sur de Chile, siendo la región de la Araucanía la que mayor superficie cultivada posee abarcando un 30% de la superficie total del país con 13.886 ha seguida por la región de Los Lagos con 11.022 ha y la región del Bío Bío con 9.892 ha (ODEPA, 2018).

El 15% de la producción nacional se destina a la agroindustria. Dentro de los usos industriales la papa pre frita congelada tiene un 51%, mientras que la papa frita en hojuela corresponde a un 33% (Hurtado, 2001).

### **4.2 Variedades**

Las variedades más utilizadas de papa común para la agroindustria son: Desiree, Bintje, Ona Inia, Grata, Yagana INIA; que son variedades semi tempranas, de tubérculos ovalados y pulpa amarilla (Hurtado, 2001).

Las variedades más utilizadas hoy en día en el mercado de los snacks son: mechuña roja, mechuña azul, cabrita, lengua gato, azul, entre otras. Las papas comunes al momento de

ser cosechadas presentan un 20% de materia seca y un 80% de humedad, mientras que las variedades de papas nativas presentan alrededor de un 22% a 25%.

### **4.3 Acrilamida**

La acrilamida o 2-propenamida (CAS No. 79-06-1) es un sólido cristalino incoloro, inodoro y altamente soluble en agua (Muñoz, 2015). La acrilamida es un compuesto químico que se forma al someter alimentos con un alto contenido de carbohidratos a altas temperaturas como fritura, horneado o asado. Tiene como base la reacción del aminoácido asparagina y azúcares reductores como parte de la formación de Maillard (OMS y FAO, 2012). Los alimentos que no han sido sometidos a procesos con altas temperaturas o que sólo han sido hervidos no presentan acrilamida (Muñoz, 2007). Las papas, tanto fritas como horneadas son las que potencialmente producen más cantidad de acrilamidas (Chaves *et al.*, 2015).

La acrilamida puede formarse por dos vías, reacción de Maillard o por oxidación lipídica. En el caso de las papas sometidas a procesos de altas temperaturas la principal vía es la reacción de Maillard, favorecida por el contenido de azúcares reductores presentes en la materia prima (Hedegaard, 2007).

### **4.4 Mitigación de la acrilamida**

Como se ha mencionado anteriormente, la acrilamida es considerada como un posible compuesto cancerígeno y que atenta contra la seguridad alimentaria de los consumidores.

La Unión Europea (2017) ha propuesto medidas de mitigación para el contenido de acrilamida en alimentos con el objetivo de proteger a los consumidores desde el punto de vista de la seguridad alimentaria. Estas recomendaciones se revisarán en un plazo de tres años para medir los niveles sugeridos de acrilamida. El nivel sugerido máximo de acrilamida en snack de papa (hojuelas) es de 750 µg/kg de alimento.



También es importante considerar que las medidas de mitigación deben enfocarse en, además de reducir el contenido de acrilamida en los alimentos, mantener las características nutricionales y organolépticas de los alimentos sin dejar de lado la inocuidad del producto (FAO y OMS, 2005).

Según la OMS y FAO (2012) se han establecido tres medidas para mitigar el contenido de acrilamida en los alimentos; a nivel de materia prima, incorporación de aditivos y variaciones en las condiciones de los procesos sometidos a altas temperaturas. En este caso la investigación se centrará principalmente a nivel de materias primas, ya que como señala Halford (2012), la elección de variedades correctas permite que la agroindustria evolucione sin necesidad de usar aditivos y reduciendo los costos del proceso.

A nivel de materia prima se deben elegir variedades de papa que presenten bajos niveles de precursores de acrilamida como lo son la asparagina y los azúcares reductores (fructosa y glucosa). En cuanto al almacenamiento, éste no debe ser a temperaturas superiores a los 6°C para evitar el endulzamiento por bajas temperaturas.

Illanes (2014), señala que a nivel de industrialización se necesitan cultivares de papas que posean entre 0,1% del peso en materia fresca y como máximo un 0,33%. Estudios en Colombia han caracterizado variedades de papas nativas y señalan que un 62,5% de las papas nativas poseen menos de un 0,1% de azúcares reductores, haciéndolas aptas para procesos de agroindustria (Romero *et al.*, 2011).

Otro factor que también influye en la formación de acrilamida a nivel de procesamiento, es el tiempo de exposición a altas temperaturas. Variedades de papa nativa, al contener un mayor porcentaje de materia seca, hacen que el tiempo y la temperatura de la fritura, sean menores (Bonierbale *et al.*, 2011).

#### **4.5 Polifenoles**

Los polifenoles son compuestos secundarios que se caracterizan por poseer una actividad antioxidante (Rubilar *et al.* 2012). En general las papas son una fuente importante de

polifenoles, éstos están presentes tanto en la pulpa como en la cáscara. Las variedades de papas nativas tienen entre 3 y 4 veces más polifenoles que las variedades normales, sobre todo aquellas de pulpas rojas y púrpuras (Muñoz, 2014).

Teniendo en cuenta los polifenoles como un factor determinante dentro de la formación de acrilamida Kalita *et al.* (2013) concluyeron que tubérculos de coloraciones rojas y moradas presentaban mayor contenido de polifenoles que tubérculos de coloración blanca o amarilla, además que la formación de acrilamida de éstos fue menor. Estos compuestos fenólicos inhiben la formación de acrilamida al capturar el grupo carbonilo durante la reacción de Maillard, sin embargo, con un alto contenido de azúcares reductores la inhibición no es completa.

## **5. Metodología**

### **5.1 Ubicación del ensayo**

Las condiciones necesarias de almacenamiento para los tubérculos son a una temperatura de 15°C, con una humedad relativa entre 90% y 95%, con ventilación natural y sin oscuridad para evitar el enverdecimiento (PapaChile, 2018).

Para esto se utilizarán las instalaciones del Laboratorio de Poscosecha de la PUCV. Si bien la temperatura ideal de almacenamiento son 15°C, la temperatura de la cámara será de 5°C con el fin de realizar los estudios relativos al almacenamiento refrigerado por tiempos prolongados.

### **5.2. Material Vegetal**

Las variedades utilizadas para los tratamientos serán las principales utilizadas en la industria de producción de chips de papa:

- Variedades de pulpa amarilla: Desireé, Yagana INIA, Pukará INIA.
- Variedades de pulpa coloreada: roja/morada/azul: Michuñe Roja (pulpa roja), Michuñe negra (pulpa morada), Cabrita (pulpa azul).

Las variedades de papa amarilla serán adquiridas a través de un productor de La Serena, mientras que las variedades de papa de pulpa de diferentes coloraciones serán recaudadas de pequeños productores de la Isla Grande de Chiloé.

Se obtendrán 2 sacos de 15 Kg de cada variedad. La unidad experimental estará constituida por 10 tubérculos de entre 150 y 200 gramos y las réplicas biológicas del mismo modo.

### 5.3 Metodología para el objetivo 1

#### 5.3.1 Contenido de azúcares reductores

Se utilizará el método descrito por Kalita *et al.* (2013) con una longitud de onda de 570 nm y una curva de calibración. Los resultados serán expresados en mg glucosa/g peso fresco.

#### 5.3.2. Contenido de asparagina

Se utilizará el método descrito por Halfrod *et al.* (2012) y los resultados serán expresados en mmol/Kg de peso fresco.

#### 5.3.3. Contenido de polifenoles

Para medir el contenido de polifenoles totales presentes de los tuberos se utilizará el método descrito por Kalita *et al.* (2013). Con una longitud de onda de 720 nm, una curva de calibración y los resultados serán expresados en ug de ácido gálico/g de peso fresco.

#### 5.3.4. Elaboración de chips de papa

Se simulará un proceso de elaboración de chips de papa a nivel de agroindustria, el cual comprenderá:

- **Lavado:** Se realizará una ducha por aspersion para retirar impurezas.
- **Pelado:** Se procederá a retirar la cáscara de los tubérculos mediante un pelador manual.
- **Corte:** Se realizará un corte transversal de 1,5 mm, usando un procesador industrial.
- **Escaldado en agua destilada:** se sumergirá las rodajas de papas en agua destilada a 90°C por un minuto con agitación constante en un recipiente.

- **Inmersión en solución de ácido cítrico:** Se procederá a la inmersión en una solución de ácido cítrico al 0,25% p/p por una hora con agitación ocasional en un recipiente.
- **Secado:** Se retirarán las rodajas de papas y se colocarán sobre un papel absorbente con el fin de remover el exceso de humedad manualmente antes de freírlas.
- **Fritura:** Se procederá a sumergir las rodajas de papa en una freidora industrial con aceite vegetal a una temperatura industrial de 120°C hasta que éstas tomen una coloración dorada.
- **Medición de acrilamida:** Posterior a la elaboración de chips se procederá a la medición del contenido de acrilamida del producto final.

#### **5.4. Metodología para el objetivo 2**

Se almacenarán las diferentes variedades de papas a 5°C por 0, 3, 6 y 9 meses con una humedad del 90% y en oscuridad.

Posterior al tiempo de almacenaje se procederá a la medición del contenido de azúcares reductores

#### **5.5 Metodología para el objetivo 3**

##### **5.5.1. Contenido de acrilamida**

Para cuantificar el contenido de acrilamida presente en los chips de papa se realizará por cromatografía líquida y espectrometría de masas basado en el método desarrollado por Petersson *et al.* (2006) de la Administración Nacional de Alimentos de Suecia. Los resultados serán expresados en ug de acrilamida/kg de peso fresco.

##### **5.5.2. Panel sensorial y escala colorimétrica**

Para la medición sensorial de los chips producidos, se elaborará una escala colorimétrica que se espera que tenga directa relación con el contenido de acrilamida; colores más marrones presentarán un contenido más alto de acrilamida

Además, se realizará un panel sensorial de 100 personas para evaluar la crocancia de los chips en una escala de 1 a 4, donde 4 será el puntaje mayor y el 1 el porcentaje menor (Cuadro 4).

### **5.6. Análisis estadístico**

Para llevar a cabo estos tratamientos se utilizará un diseño completamente al azar. Se tendrá un total de 24 tratamientos con 4 repeticiones cada uno.

Se evaluará el efecto de dos factores: Variedad de papa y tiempo de almacenaje sobre el contenido de acrilamida en los chips de papa producido, además del contenido de asparagina, azúcares reductores y polifenoles presentes en los tubérculos previo a la elaboración como una variable respuesta.

#### Factor Variedad:

Nivel 1: Variedad Desireé

Nivel 2: Variedad Yagana INIA

Nivel 3: Variedad Pukará INIA

Nivel 4: Variedad Michuñe roja

Nivel 5: Variedad Michuñe negra

Nivel 6: Variedad cabrita

#### Factor Almacenaje:

Nivel 1: 0 mes de almacenaje

Nivel 2: 3 meses de almacenaje.

Nivel 3: 6 meses de almacenaje

Nivel 4: 9 meses de almacenaje

Tras obtener los resultados se utilizará un test paramétrico ANDEVA y si  $p < 0.05$  se utilizará test de comparación múltiple Tukey con una significancia estadística representada. Para método no paramétrico se utilizará el test de Kruskal Wallis.

## 6. Bibliografía

Agrimundo.cl. 2012. Hábitos de consumo en Chile y snacks saludables. Programa de Innovación en alimentos más saludables (PIA+S de FIA y CORFO). Disponible en [http://www.chilecrecesano.com/medios/noticias/2012/diciembre/Habitos\\_Consumo\\_Snack\\_Saludables\\_v1.pdf](http://www.chilecrecesano.com/medios/noticias/2012/diciembre/Habitos_Consumo_Snack_Saludables_v1.pdf). Leído el 8 de abril del 2018.

Bonierbale, M., W. Amoros, E. Salas, y G. Burgos. 2011. Valor agregado y nutricional de la papa nativa. Disponible en [http://biblioteca.inia.cl/medios/subsitios/nodohortofruticola/SeminarioPapaJun09/Valoragregadoynutricionaldelapapa%20nativa\\_MeredithBonirbale.pdf](http://biblioteca.inia.cl/medios/subsitios/nodohortofruticola/SeminarioPapaJun09/Valoragregadoynutricionaldelapapa%20nativa_MeredithBonirbale.pdf). Leído el 7 de Mayo del 2018

Bustos, M. 2016. Nutrifrut snack saludable. 47 p. Proyecto Magíster en Marketing. Universidad de Chile, Santiago, Chile.

Chaves, C., M. Mata, y M. Arias, 2015. Formación de Acrilamida durante el procesamiento de alimentos. Rev. Costarricense de Salud Pública 25(2): 28-35.

Halford, N., T. Curtis, N. Muttucumaru, J. Postles, J. Elmore and D. Mottram. 2012. The acrylamide problem: a plant and agronomic science issue. Journal of Experimental Botany 63(8):2841–2851.

Hedegaard, R. 2007. Kinetic and mechanistic aspects in the formation of acrylamide. 115 p. PhD Thesis, University of Copenhagen, Copenhagen, Denmark.

Hurtado, M. 2001. Presente y perspectivas de la industria de “snacks” en Chile. 59 p. Universidad de Chile, Santiago, Chile.

Illanes, C. 2014. Efecto de la lixiviación de azúcares reductores sobre la formación de furano en papas fritas. 73 p. Memoria Ingeniería en Alimentos. Universidad de Chile, Santiago, Chile.

Instituto de Desarrollo Agropecuario. 2013. Productoras de papa nativa en Chiloé darán valor agregado a su cosecha a través de alianza con tika chips. Noticias y eventos. Disponible en <http://www.indap.gob.cl/noticias/> Leído el 8 de Mayo del 2018.

Kalita, D. D Holm and S. Jayanty. 2013. Role of polyphenols in acrylamide formation in the fried products of potato tubers with colored flesh. Food Research International (54) 753 - 759

Mottram, D. and R. Stadler. 2002. Acrylamide is formed in the Maillard reaction. Nature 419(6906):448-449.

Muñoz, M. 2014. Composición y aportes nutricionales de la papa. Revista Agrícola 14(137): 36-37.

Muñoz, J. 2007. Reducción del contenido de acrilamida en hojuelas de papas fritas por aplicación de pretratamientos y diferentes temperaturas de fritura. 67 p. Tesis Magister en Ciencias Agropecuarias. Universidad de Chile, Santiago, Chile.

Nielsen. 2014. Estudio global de snacks. Disponible en <http://www.nielsen.com/content/dam/nielsen-global/ar/docs/Nielsen%20Global%20Snackin%20Report%20September%202014.pdf>. Leído el 22 de julio de 2018.

Nielsen. 2016. Tendencia de los productos de consumo masivo. Disponible en <http://www.nielsen.com/cl/es/insights/reports/2016/Latin-america-quarter-by-numbers.html>. Leído el 22 de julio de 2018.

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura y Organización Mundial de la Salud. 2005. Notas para los medios de Información. Las concentraciones de Acrilamida en los alimentos inquietan por sus posibles efectos en la salud pública, según



un comité de expertos de las Naciones Unidas. Disponible en <http://www.who.int/mediacentre/news/notes/2005/np06/es/>. Leído el 13 de julio de 2018.

Organización Mundial de la Salud y Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. 2012. Codex Alimentarius. Prevención y reducción de la contaminación de los alimentos y piensos. 192 p. OMS – FAO, Roma, Italia.

PapaChile. 2018. Almacenaje en los tubérculos. Disponible en <https://www.papachile.cl/almacenaje-en-los-tuberculos/> Leído el 10 de Noviembre del 2018.

Pedreschi, F., M.S. Mariotti, and K. Granby. 2014. Current issues in dietary acrylamide: formation, mitigation and risk assessment. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 94(1):9-20.

Petersson, C. S. Franceschi, F. Levi, and D. Trichopoulos. 2006. Critical factors and pitfalls affecting the extraction of acrylamide from foods; An optimisation study. *Analytica Chimica Acta* 557(1-2): 287-295.

Romero, F., K. Chávez y E. Bejarano y J. Moreno. 2011. Características industriales de las papas nativas colombianas. Disponible en [https://www.researchgate.net/publication/263349424\\_Caracteristicas\\_industriales\\_de\\_las\\_papas\\_nativas\\_colombianas\\_Industrial\\_characteristics\\_of\\_Colombian\\_native\\_potatoes\\_Freddy\\_Romero\\_Karen\\_Chavez\\_Eloisa\\_Bejarano\\_Jose\\_Dilmer\\_Moreno\\_Estudiantes\\_de\\_Ingenieria](https://www.researchgate.net/publication/263349424_Caracteristicas_industriales_de_las_papas_nativas_colombianas_Industrial_characteristics_of_Colombian_native_potatoes_Freddy_Romero_Karen_Chavez_Eloisa_Bejarano_Jose_Dilmer_Moreno_Estudiantes_de_Ingenieria). Leído el 13 de julio de 2018.

Rubilar M., M. Villarroel, M. Paillacar, D. Moenne-Loócz, C. Shene, E. Biolley and F. Acevedo. 2012. Native black Michuñe potato variety: characterization, frying conditions and sensory evaluation. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición* 62(1):87-93

Unión Europea. 2017. Reglamento (UE) 2017/2158 de la comisión del 20 de noviembre del 2017 en que se establecen medidas de mitigación y niveles de referencia para reducir

la presencia de acrilamida en los alimentos. 21 p. [Publicado en el Diario Oficial de la Unión Europea el: 21 de noviembre del 2017].

Vattem, D., and K. Shetty. 2003. Acrylamide in food: a model for mechanism of formation and its reduction. *Innovative Food Science & Emerging Technologies* 4(3): 331-338.

Velioglu, Y.S., G. Mazza, L. Gao, and B.D. Oomah. 1998. Antioxidant activity and total phenolics in selected fruits, vegetables, and grain products. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 46:4113- 4117

Yugsi, J. 2017. Estudio comparativo de los Métodos Fenol- Ácido Sulfúrico y Antrona para determinar la pureza de dos almidones; usando muestras de almidon de maíz (*Zea mays*) y papa (*Solanum tuberosum*). 79 p. Tesis Ingeniería en Alimentos. Universidad San Francisco de Quito, Quito, Ecuador.

**7. Plan de trabajo**

Cuadro N°1. Plan de trabajo y actividades.

Objetivos específicos y Actividades	2019												2020											
	Año 1												Año 2											
	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
<b>1. Evaluar el efecto del contenido de asparagina, azúcares reductores y polifenoles presentes en variedades de papas nativas y papas tradicionales, sometidas a proceso de fritura, sobre la producción de acrilamida.</b>																								
1.1 Adquisición de materiales y equipo.	■	■	■																					
1.2 Optimización de metodologías a utilizar		■	■																					
1.3 Medición de compuestos precursores (AR, asparagina y polifenoles).					■	■											■	■						
1.4 Elaboración de chips de papa.							■															■		
1.5 Medición de acrilamida.							■																■	
<b>2. Evaluar el efecto del almacenamiento refrigerado prolongado de las papas sobre la tasa de acumulación de azúcares reductores y contenido de acrilamida del producto final.</b>																								
2.1 Medición de azúcares reductores.		■				■			■		■		■				■			■		■		
2.2 Elaboración de chips de papa.		■				■			■		■		■				■			■		■		
2.3 Mediciones finales de acrilamida.		■				■			■		■		■				■			■		■		
<b>3. Comparar sensorialmente los snacks generados tras el proceso de fritura en base a su coloración, contenido de polifenoles y contenido de acrilamida.</b>																								
3.1 Organización y reclutamiento.			■	■											■	■								
3.2 Entrenamiento del panel.					■												■							
3.3 Ejecución del panel.						■												■						
Realizar análisis estadísticos										■												■		
Preparación del informe										■												■		
Informe Anual										■												■		

Fuente: Elaboración Propia (2018).

## 8. Resultados Esperados

Cuadro N°2. Objetivos específicos y resultados esperados.

Objetivos específicos	Resultado Esperado
<p>Evaluar el efecto del contenido de asparagina, azúcares reductores y polifenoles presentes en variedades de papas nativas y papas comunes, sometidas a proceso de fritura sobre la producción de acrilamida.</p>	<p>Se espera que variedades de papas nativas presenten una cantidad menor de precursores de la reacción de Malliard. Se espera que los azúcares reductores presentes se encuentren en un rango entre 0,2% a 0,3% del peso total. Del mismo modo se espera que los contenidos de asparagina sean menores en papas nativas. Respecto al contenido de polifenoles se espera que éste sea de 2 a 3 veces mayor en variedades nativas que en variedades comunes. Así mismo, al tener una menor cantidad de precursores se espera que contenido final de acrilamida luego de ser procesadas sea menor en los snacks generados a partir de papas nativas.</p>
<p>Evaluar el efecto del almacenamiento de las papas sobre el contenido de final de acrilamida.</p>	<p>Se espera que a medida que aumenta el tiempo de almacenaje las papas nativas tengan una tasa de liberación de azúcares reductores durante el almacenamiento menor que las papas utilizadas para fritura.</p>
<p>Comparar sensorialmente los snacks generados tras el proceso de fritura en base a su coloración, contenido de polifenoles y contenido de acrilamida.</p>	<p>Se espera que las papas nativas tengan mejor aceptación por parte del panel y que éstas a su vez tengan menor contenido de acrilamida.</p>

Fuente: Elaboración Propia (2018).

### 9. Organización

Cuadro N°3. Cargos y funciones.

Nombre del profesional	Formación	Cargo en el proyecto	Funciones	Costo del personal	Aporte Fondo Concursable
Gonzalo Oyarce	Ingeniero Agrónomo	Director	Organización del proyecto. Obtención del material y maquinaria. Medición de compuestos. Realización de informes y reportes	\$12.000.000	
Por confirmar	Técnico Agrícola	Técnico Agrícola de nivel Superior	Apoyar en labores de obtención de materiales y maquinarias. Apoyar en la medición de compuestos. Apoyar en la elaboración de snacks.	\$8.400.000	
Por confirmar	Auxiliar de Laboratorio	Técnico en Química	Apoyo en la medición de compuestos	\$2.400.000	

Fuente: Elaboración Propia (2018).

## 10. Presupuesto

Cuadro 3. Presupuesto total del proyecto.

	<b>Cuenta</b>	<b>Año 1</b>	<b>Año 2</b>	<b>Total MM\$</b>
A	Total Recursos Humanos	\$23,2	\$23,2	\$46,4
	Pecunario	\$20,8	\$20,8	\$41,6
	No Pecunario	\$2,4	\$2,4	\$4,8
B	Total Capacitación	\$2	\$0,2	\$2,2
	Pecunario	\$2	\$2	\$4
	No Pecunario	\$0	\$0	\$0
C	Total Gastos Inversión	\$1,69505	\$0	\$1,695
	Pecunario	\$0,319	\$0	\$0,319
	No Pecunario	\$1,37605	\$0	\$1,376050
D	Total Gastos Operación	\$44,94	\$44,94	\$89,88
	Pecunario	\$23,34	\$23,34	\$46,68
	No Pecunario	\$21,6	\$21,6	\$43,2
E	Total Gastos de Administración	\$2,4	\$2,4	\$4,8
	Pecunario	\$2,16	\$2,16	\$4,32
	No Pecunario	\$0,24	\$0,24	\$0,48
	<b>Total (MM\$)</b>	<b>\$74,23505</b>	<b>\$70,74</b>	<b>\$144,97505</b>
	Pecunario	\$48,619	\$48,3	\$96,919
	No Pecunario	\$25,61605	\$24,24	\$49,85605

Fuente: Elaboración Propia (2018).

## 11. Anexos

Cuadro 4. Evaluación Panel sensorial

Atributos	Variantes	Valor
<b>Color</b>	Amarillo Dorado	1
	Amarillo Marrón	2
	Anaranjado	3
	Café	4
<b>Crocancia</b>	Aceptable	1
	Media	2
	No Aceptable	3
<b>Sabor</b>	Gusta	1
	Indiferente	2
	No Gusta	3
	Desagrada	4
<i>Observación</i>		

Fuente:

Elaboración

Propia

(2019).