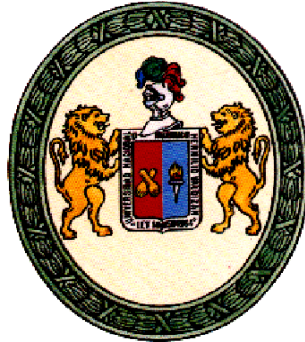


**UNIVERSIDAD NACIONAL “HERMILIO VALDIZAN”- HUÁNUCO**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AGROINDUSTRIAL**



---

**“EVALUACIÓN DE LOS NIVELES DE ACRILAMIDA EN  
LOS ALIMENTOS ELABORADOS A TEMPERATURAS  
ALTAS EN LA CIUDAD DE HUÁNUCO”**

---

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE: INGENIERO  
AGROINDUSTRIAL**

**BACHILLER: Julián ROJAS BALTAZAR**

**ASESOR: Dr. Juan Edson VILLANUEVA TIBURCIO**

**HUÁNUCO - PERÚ**

**2019**

## **DEDICATORIA:**

### **A DIOS.**

Por darme la bendición de vivir y por estar conmigo todo el tiempo, por fortalecer mi corazón e iluminar mi mente y por haber puesto en mi camino a aquellas personas que han sido mi soporte y compañía durante todo el periodo de estudio.

### **A MI PAPÁ.**

Alberto Rojas Santiago por ser padre y madre, por darme la vida, quererme mucho, creer en mí y porque siempre me apoyaste.

### **A MIS HIJAS.**

Camila y Génesis, por ser el gran motivo para lograr mis metas, por compartir los buenos y malos momentos. Todos aquellos familiares y amigos que no recordé al momento de escribir esta dedicatoria.

## **AGRADECIMIENTO.**

- En estas líneas quiero agradecer a todas las personas que hicieron posible esta investigación y que de alguna manera estuvieron conmigo en los momentos difíciles, alegres, y tristes. A mi papá por todo su amor, comprensión y apoyo pero sobre todo gracias infinitas por la paciencia que me ha tenido. No tengo palabras para agradecerle las incontables veces que me brinda su apoyo en todas las decisiones que he tomado a lo largo de mi vida, unas buenas, otras malas. Gracias por darme la libertad de desenvolverme como ser humano.
- De manera especial a mi Asesor de tesis al Dr. Juan Edson Villanueva Tiburcio, por haberme guiado, en la elaboración de este trabajo de titulación y haberme brindado el apoyo para desarrollarme profesionalmente y seguir cultivando mis valores.
- A la UNHEVAL, por haberme brindado tantas oportunidades y enriquecerme en conocimientos.

## RESUMEN.

Según varias investigaciones hay mucha información por un nuevo compuesto encontrado en los alimentos cuando se preparan a temperatura mayores de 120 °C formándose la acrilamida, el consumo son de 1,04 a 1,29 ug/g acrilamida/persona/día, de acuerdo a la (OMS). Como objetivo planteado en este proyecto fue, evaluar los niveles de acrilamida en los alimentos elaborados a temperaturas altas de la ciudad de Huánuco. El método utilizado fue la Cromatografía Líquida de Alta Performance con Detector de Arreglo de Diodos HPLC-DAD, los cuales reportan niveles de acrilamida en papas fritas de la pollería Sarita Grill acrilamida  $207,74 \pm 204,32$  ng/g y pasapas fritas de la pollería el Viajero acrilamida  $68,46 \pm 59,89$  ng/g y las papas fritas de la pollería Shorton Grill y La Canasta no hay componentes de acrilamida. Es necesario nuevas alternativas tecnológicas de preparación de los alimentos y disminuir la ingesta de alimentos con contenido de acrilamida, previniendo daños a la salud.

**Palabras clave:** asparagina, azúcares reductores, reacción de maillard, HPLC-DAD.

## SUMMARY.

According to several investigations, there is a lot of information about a new compound found in foods when they are prepared at a temperature higher than 120 ° C forming acrylamide, the consumption is 1,04 to 1,29 ug/g acrylamide / person / day, according to the (OMS). The objective of this project was to evaluate the levels of acrylamide in processed foods at high temperatures in the city of Huánuco. The method used was High Performance Liquid Chromatography with HPLC-DAD Diode Array Detector, which report acrylamide levels in French fries from the Sarita Grill acrylamide  $207,74 \pm 204,32$  ng / g and chicken pastry fries the Traveler acrylamide  $68,46 \pm 59,89$  ng/g and French fries from the Shorton Grill and La Canasta poultry house There are no acrylamide components. New technological alternatives for food preparation and reducing food intake with acrylamide content are necessary, preventing damage to health.

**Key words:** asparagine, reducing sugars, maillard reaction, HPLC-DAD.

## ÍNDICE

I.	INTRODUCCIÓN.....	6
II.	MARCO TEÓRICO.....	8
	2.1. Fundamentación teórica.....	8
	2.1.1. Definición de la acrilamida.....	8
	2.1.2. Mecanismo de formación de acrilamida en alimento.....	8
	2.1.3. Reacción de Maillard.....	10
	2.1.4. Propiedades físicas químicas de acrilamida.....	12
	2.1.5. Alimentos con contenido de acrilamida.....	13
	2.2. Antecedentes.....	20
	2.3. Hipótesis.....	21
	2.4. Variables y operacionalización de variables.....	22
III.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	23
	3.1. Tipo y nivel de investigación.....	23
	3.2. Lugar de ejecución.....	23
	3.3. Población, muestra y unidad de análisis.....	23
	3.4. Tratamientos en estudio.....	23
	3.5. Prueba de hipótesis.....	24
	3.5.1. Diseño de la investigación.....	24
	3.5.2. Datos registrados.....	25
	3.5.3. Técnicas e instrumentos de recolección y procesamiento de la información.....	25
	3.6. Materiales y equipos.....	26
	3.7. Conducción de la investigación.....	27
IV.	RESULTADOS.....	30
V.	DISCUSIÓN.....	38
VI.	CONCLUSIONES.....	43
VII.	RECOMENDACIONES.....	44
VIII.	LITERATURA CITADA.....	45
	ANEXOS.....	49

## I. INTRODUCCIÓN.

La acrilamida es un compuesto orgánico de tipo amida de color blanco, inodoro, cristalino, soluble en agua, e insoluble en heptano, normalmente se emplea en la fabricación de papel, extracción de metales, industria textil y obtención de colorante. Según lo reportado por la Autoridad Alimentaria Nacional Sueca en el año 2002, se encontró acrilamida en los alimentos como resultado de los procesos de cocción con calor superiores a 120 °C, en productos alimentarios contenido con almidón como papas, cereales, palomitas comerciales, pizza, derivados de café, productos de panadería (galletas, churros), entre otros alimentos (Garzón, 2014).

Las altas temperaturas de fritura u horneado producen cambios químicos originados por la reacción de Maillard o glicación de proteínas en los alimentos, la cual inicia con la reacción de los grupos amino de la proteína y los péptidos o aminoácidos libres con los grupos carbonilo de azúcares reductores (glucosa, fructosa, entre otros); Generando la característica de caramelizarían en los alimentos. Esta reacción puede verse afectada por diferentes factores como la temperatura de cocción, pH, tiempo de cocción, presión, entre otros, y se favorece por la presencia de metales de transición como el cobre y el hierro. La variación de cualquiera de estos elementos altera la velocidad y los productos finales de la reacción (Pastoriza, 2013).

Según FAO/OMS (2007). Mencionan que existen tres estrategias principales para reducir la formación de acrilamida en papas. Materia prima en papas: La concentración de azúcares reductores es el factor más importante relacionado con las materias primas, que puede utilizarse en la práctica para influir en la formación de acrilamida en papas y productos a base de estas. Existe una fuerte correlación entre el contenido de azúcar reductor y la formación de acrilamida a través de la cocción en las papas. Además, la concentración de azúcares reductores ejerce un efecto mayor sobre los niveles finales de acrilamida que la concentración de asparagina. Toda una serie de factores influye sobre los niveles de azúcar reductor, como las condiciones climáticas, la temperatura y el tiempo de almacenamiento, el tamaño de los tubérculos, y el porcentaje de utilización de fertilizantes.

Sin duda alguna el tema que se aborda en este documento es de vital importancia para la industria de la alimentación, con la finalidad de garantizar las condiciones especiales para la preparación de los alimentos; sin dañar sus características organolépticas, nutricionales y conservar sus propiedades físicas y químicas; esta es la preocupación en esta investigación como las acrilamidas aparecen en los alimentos que se preparan a altas temperaturas y que pueden tener efectos en la salud de los seres humanos.

En los alimentos de la ciudad de Huánuco la acrilamida no es muy conocida y los consumidores no tienen forma de saber qué productos contienen este compuesto.

**Objetivo general.**

Evaluar los niveles de acrilamida en los alimentos elaborados a temperaturas altas de la ciudad de Huánuco.

**Objetivos específicos.**

- Evaluar las características físicas químicas de las papas fritas de las pollerías de la ciudad de Huánuco.
- Evaluar el contenido de acrilamida en papas fritas de las pollerías de la ciudad de Huánuco.

## II. MARCO TEÓRICO.

### 2.1. Fundamentación teórica.

#### 2.1.1. Definición de la acrilamida.

La acrilamida es un sólido cristalino incoloro, inodoro y altamente soluble en agua. Este químico ha sido producido comercialmente desde 1954 y se obtiene mediante la hidratación catalítica del acetonitrilo, sus principales usos son industriales, como floculante en la clarificación de agua, elaboración de pegamentos, estabilizante de suelo, etc. Es una amida insaturada muy reactiva, ya que contiene un doble enlace activado, y es usado alrededor del mundo para sintetizar poliacrilamida (Figura 1). La acrilamida es estable a temperatura ambiente, pero polimeriza en la fusión o expuesta a radiación ultravioleta. Posee un punto de fusión de 84,5 °C y un punto de ebullición de 136 °C (Muñoz, 2015).

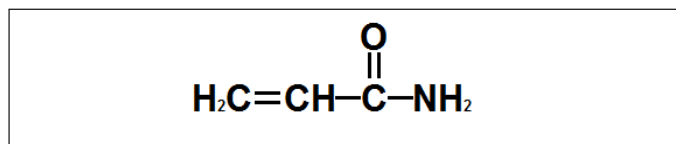


Figura 1. Molécula de Acrilamida.

Fuente: Muñoz (2015).

#### 2.1.2. Mecanismo de formación de acrilamida en alimentos.

La acrilamida se puede formar a temperaturas elevadas por varias reacciones, dependiendo de las características del alimento. La cantidad formada depende de condiciones como lo es la temperatura y el tiempo de calentamiento. La reacción más importante y común es una reacción química del tipo de la reacción de Maillard, entre un azúcar reductor (fructosa, glucosa) y las proteínas (fuente principal de nitrógeno y aminoácidos presentes como la asparagina), siendo así consecuente de la formación de melanoidinas productoras de la pigmentación parda agradable para el consumidor caramelización de los alimentos (Muñoz, 2015).

La formación de acrilamida a partir de aminoácidos libres, más concretamente de la asparragina, está relacionada con la



reacción de Maillard, en la que estos aminoácidos reaccionan con compuestos carbonilos durante el calentamiento. Ésta se describe como un proceso no enzimático de pardeamiento, que genera compuestos que aumentan el sabor y olor de los alimentos. A partir de la asparragina y de los azúcares reductores se forma una base de Schiff, la cual puede reaccionar mediante distintos mecanismos hasta formarse la acrilamida. El paso clave de la reacción es la descarboxilación de la base de Schiff formándose los intermediarios de la reacción de Maillard (iminas) los cuales pueden liberar directamente acrilamida o indirectamente por la acción de su precursor 3-aminopropionamida. Tras el empleo de un modelo cinético desarrollado para que se dé la formación artificial de acrilamida a partir de asparragina y azúcares reductores, se observó que la acrilamida en realidad no era un producto final de la reacción de Maillard, sino otro producto intermedio que puede estar sujeto por tanto a una reacción de degradación (Moreno *et al.*, 2007).

La acrilamida se absorbe con facilidad en el tubo digestivo, es neurotóxica, genotóxica, cancerígena, puede alcanzar a los fetos y también pasa a la leche materna. Una vez formada, la acrilamida es estable, y no desaparece en proporciones significativas, salvo en almacenamientos muy prolongados (meses, en el caso del café tostado). Los alimentos con mayores contenidos de acrilamida son las patatas fritas al estilo tradicional (300 microgramos por kilogramo de media) las patatas chips (unos 700 microgramos por kg) las galletas (350 microgramos por kg) y el café (300 microgramos de acrilamida por kg). La ingesta promedio diaria para adultos se ha estimado entre 0,3 y 3 microgramos de acrilamida por kg de peso y día, con ingestas máximas de 5,1 microgramos de acrilamida por kg de peso y día. La ingestión diaria de los niños, por kg de peso, puede llegar a triplicar estas cifras. Prevención de la formación de acrilamida dados los riesgos que presenta la acrilamida, los organismos internacionales responsables de temas de salud han recomendado que se reduzca el contenido de esta

substancia en los alimentos procesados. Sin embargo, no se ha fijado hasta el momento un límite legal. La selección de la materia prima condiciona los contenidos de azúcares reductores y de asparagina. En teoría, es posible reducir mucho la formación de acrilamida tratando las materias primas con asparaginasa antes del procesado térmico. En la práctica, su uso presenta problemas técnicos según el alimento, e implica además una elevación de los costes. Otros compuestos amínicos que compitan con la asparagina en la reacción también pueden reducir la formación de acrilamida. La aproximación con más posibilidades de éxito es la modificación (temperatura y tiempo) de las condiciones de procesado, dadas las grandes diferencias que se observan en un mismo alimento dependiendo de la procedencia (Calvo, 2007).

### **2.1.3. Reacción de Maillard.**

Reacción de Maillard fue descubierta por el químico francés Louis Maillard, sin embargo, no fue hasta 1953 cuando el químico norteamericano John Hodge presentó el primer esquema coherente de la reacción y que es todavía utilizado (Muñoz, 2015).

Que las especies fluorescentes son precursoras de la formación de los pigmentos marrones. El color ocurre debido a la formación de grupos cromóforos, de componentes poliméricos de alto peso molecular conocidos como melanoidinas. Estos son, generalmente, formados por la reacción de los productos de Amadori, es decir, entre compuestos dicarbonílicos y aminoácidos. El pH y la temperatura influyen en la formación de especies fluorescentes y pardas. Las fracciones heterocíclicas como pirazinas, pirroles, piridinas, oxazoles y oxalinas son generalmente los responsables del aroma de Maillard (Miranda *et al.*, 2007).

Se encontró que a altas temperaturas, la de carboxilación y de aminación de la asparragina producía acrilamida. Sin embargo, otros estudios no detectaron formación de acrilamida al someter asparragina por sí sola a altas temperaturas. Finalmente, se estableció que la formación de acrilamida requería la presencia de

azúcares reductores y temperaturas sobre 100 °C. Esto llevó a la conclusión de que la formación de acrilamida está íntimamente ligada a la bien conocida reacción de Maillard. (Valenzuela & Ronco., 2007).

Las mayores fuentes de acrilamida en la dieta de los adultos son las patatas fritas a nivel doméstico, las patatas fritas industriales y el café. La mayor exposición para lactantes, bebés y niños de corta edad son los alimentos infantiles a base de cereales y otros, mientras que para niños mayores de un año y adolescentes la mayor fuente de exposición a acrilamida son las patatas fritas a la inglesa tipo “chips”. (Cámara *et al.*, 2017).

La reacción de Maillard es considerada una reacción de pardeamiento no enzimático que se utiliza industrialmente para generar aromas y colores especiales en los alimentos. Además, la reacción de Maillard no sólo ocurre en alimentos sino que también se produce en organismos vivos bajo ciertas condiciones fisiológicas. En etapas iniciales de la reacción de Maillard, el grupo amino se condensa con el grupo carbonilo del azúcar reductor para producir un derivado N-glucosilo del aminoácido (Valenzuela & Ronco., 2007).

El primer paso es la condensación de la asparagina y el carbonilo reactivo, seguido por la deshidratación a una base de Schiff como intermediario alternativo de baja energía en la formación de un producto de Amadori. La amina neutra, descarboxilada del compuesto de Amadori, se forma por transferencia de protones, y finalmente, una  $\beta$ -eliminación de pH produce la acrilamida (Calderón, 2015). Como se muestra en la Figura 2 la formación de acrilamida a través de la reacción de maillard.

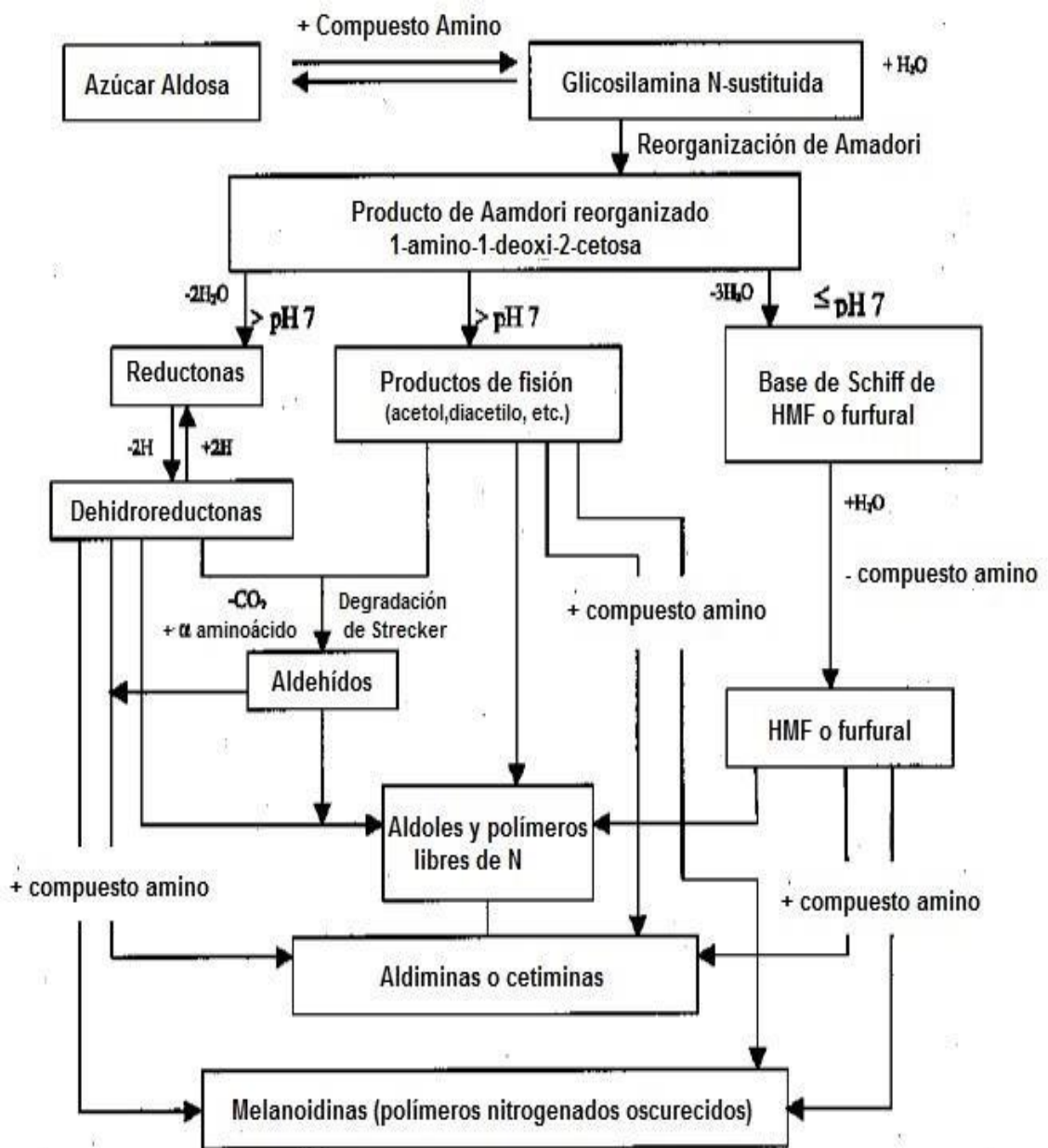


Figura 2. Formación de acrilamida a través de la reacción de maillard.

Fuente: Muñoz (2015).

#### 2.1.4. Propiedades físicas químicas de acrilamida.

En la Tabla 1 se presenta datos de información sobre propiedades físicas químicas básicas de acrilamida (Roth, 2015).

Tabla 1. Propiedades físicas químicas de acrilamida.

<b>Aspecto</b>	
Estado físico:	sólido (cristalinas)
Color:	incolora
Olor:	inodoro
Umbral olfativo:	No existen datos disponibles
<b>Otros parámetros físicos y químicos</b>	
pH (valor):	5 - 7 (agua: 50 g/l, 20 °C)
Punto de fusión/punto de congelación:	84,5 °C a 1 atm
Punto inicial de ebullición e intervalo de ebullición:	241 °C
Punto de inflamación:	138 °C
Inflamabilidad (sólido, gas):	No inflamable
Densidad:	1,13 g/cm <sup>3</sup> a 20 °C
Densidad aparente:	500 kg/m <sup>3</sup>
<b>Solubilidad</b>	
Hidrosolubilidad:	2,155 g/la 30 °C
<b>Coefficiente de reparto</b>	
Temperatura de auto-inflamación:	424 °C
Temperatura de descomposición:	no existen datos disponibles
Viscosidad:	no relevantes (materia sólida)

Fuente: Roth (2015).

### 2.1.5. Alimentos con contenido de acrilamida.

Los productos de Pan, galletas, empanados, croquetas, milanesas. Recuerda que cuando los alimentos toman un color oscuro estamos incrementando el contenido en acrilamida. Por ello no cocines estos alimentos a temperaturas superiores a 170 °C o antes de que el aceite humee en la sartén. Tuesta el pan hasta un color dorado y, en todo caso, evita siempre comerte las partes más oscuras (AECOSAN, 2018).

Recomiendan proseguir las actividades encaminadas a reducir las concentraciones de acrilamida en los alimentos. Las autoridades nacionales responsables de la inocuidad de los alimentos deben instar a los fabricantes pertinentes a esforzarse por mejorar las tecnologías de elaboración de alimentos con el fin de reducir sensiblemente el contenido de acrilamida en alimentos de gran consumo, como las patatas fritas (tanto en palitos como de

bolsa), el café, la bollería, las galletas dulces, los panes y las tostadas. En el cuerpo, la acrilamida se convierte en un compuesto químico llamado glicidamida, la cual causa mutaciones y daños al ADN. Sin embargo, un gran número de estudios epidemiológicos (tanto estudios de casos y controles como estudios de cohortes) en humanos no han encontrado una evidencia consistente de que la exposición a la acrilamida de la dieta esté asociada con el riesgo de algún tipo de cáncer. El informe de carcinógenos del Programa Nacional de Toxicología considera que se puede anticipar con razón que la acrilamida es un carcinógeno humano, según estudios con animales de laboratorio a los que se les dio acrilamida en el agua para beber. Sin embargo, estudios de toxicología han mostrado que los humanos y los roedores no solo tienen índices diferentes de absorción de la acrilamida, sino que también la metabolizan en forma diferente (FAO/OMS, 2005).

El contenido de azúcar reductor en las patatas destinadas para freír es un parámetro crítico que debe ser tan bajo como tecnológicamente posible. Operadores de empresa alimentaria en sus protocolos operativos un máximo contenido de azúcares reductores de 2,5 g/kg en papa congelado destinado para freír. Por lo tanto, los establecimientos de comida deben reforzar la selección de papas para freír con un bajo contenido en azúcares reductores con el fin de contribuir a la reducción de acrilamida (Mesías *et al.*, 2018).

Estudios de exposición en el entorno laboral han mostrado que la exposición ocupacional a concentraciones elevadas de acrilamida (la cual ocurre por inhalación) causa daño neurológico, por ejemplo, en los trabajadores que usan Polímeros de acrilamida para aclarar el agua en plantas de preparación de carbón. Sin embargo, los estudios de exposición ocupacional no han sugerido riesgos mayores de cáncer (NIH, 2017). En la Tabla 2 se muestran niveles de acrilamida en diferentes alimentos.

Tabla 2. Niveles de acrilamida en diferentes alimentos y grupos de productos alimenticios.

Grupo de productos alimenticios	Niveles de Acrilamida (µg/kg)			
	Media	Mediana	Mínima/Máxima	Número de muestras
papas fritas en rodajas	1312	1343	170-2287	38
Papas fritas en bastón	537	330	< 50-3500	39
Producto rebozados	36	36	< 30 - 42	2
Productos de panadería	112	< 50	< 50 - 450	19
Bizcochos, galletas, tostada, rodajas de pan	423	142	< 30 - 3200	58
Cereales para el desayuno	298	150	< 30 - 1346	29
Copos de maíz	218	167	34 - 416	7
Pan suave	50	30	< 30 - 162	41
Pescados y productos del mar, empanados, rebosado	35	35	30 - 39	4
Carnes de aves, empanados, rebosado	52	52	39 - 64	2
Bebidas de malta de instantáneas	50	50	< 50 - 70	3
Chocolate en polvo	75	75	< 50 - 100	2
Café en polvo	200	200	170 - 230	3
Cerveza	< 30	< 30	< 30	1

Fuente: FAO/OMS (2002).

### 2.1.6. Prácticas recomendadas para reducir su formación de acrilamida.

FAO/OMS (2007). Mencionan que existen tres estrategias principales para reducir la formación de acrilamida en un determinado producto.

- a. **Materias primas.** Reducir los niveles de asparagina y/o azúcares reductores en las materias primas.

- b. Control/adición de otros ingredientes.** Reducir la concentración efectiva de asparagina y/o azúcares reductores durante las primeras fases de la elaboración de los alimentos mediante el control/adición prudente de otros ingredientes.
- c. Elaboración y tratamiento térmico de los alimentos.** Modificación/control prudente de la elaboración de los alimentos y el perfil térmico de la cocción, para reducir al mínimo las condiciones que producen calor excesivo y escasa humedad.

#### **2.1.7. En papas prácticas recomendadas para reducir su formación de acrilamida.**

FAO/OMS (2007). Mencionan que existen tres estrategias principales para reducir la formación de acrilamida en papas.

- a. Materia prima en papas.** La concentración de azúcares reductores es el factor más importante relacionado con las materias primas, que puede utilizarse en la práctica para influir en la formación de acrilamida en papas y productos a base de estas. Existe una fuerte correlación entre el contenido de azúcar reductor y la formación de acrilamida a través de la cocción en las papas. Además, la concentración de azúcares reductores ejerce un efecto mayor sobre los niveles finales de acrilamida que la concentración de asparagina. Toda una serie de factores influye sobre los niveles de azúcar reductor, como las condiciones climáticas, la temperatura y el tiempo de almacenamiento, el tiempo de reacondicionamiento, el tamaño de los tubérculos, y el porcentaje de utilización de fertilizantes.

El almacenamiento de las papas a temperaturas inferiores a 9 y 10 °C incrementa la formación de azúcares reductores. Generalmente, los tubérculos se endulzan si se almacenan a estas temperaturas, algunos son menos propensos que otros a endulzarse a bajas temperaturas. Cuando las papas que han estado almacenadas a bajas temperaturas se



reacondicionan durante unas semanas a temperaturas más elevadas 12 – 25 °C, el contenido de azúcar reductor se reduce de nuevo, si bien no a los niveles antes de su almacenamiento.

- b. Control/adición de otros ingredientes.** Se ha demostrado que la adición de la enzima asparaginasa reduce la asparagina y por consiguiente los niveles de acrilamida en los productos elaborados a base de papas. Pese a que el tratamiento de asparaginasa todavía no se comercializa, dos empresas han presentado informes a la FDA de Estados Unidos de que el uso de la asparaginasa en determinados alimentos está reconocido generalmente como inocuo.
- c. Elaboración y tratamiento térmico de los alimentos.** Los niveles de acrilamida en las papas fritas o asadas se pueden reducir también disminuyendo la superficie; por ejemplo, cortando las papas en rodajas más gruesas o eliminando las partes delgadas antes o después de freírlas.

#### **2.1.8. En cereales prácticas recomendadas para reducir su formación de acrilamida.**

FAO/OMS (2007). Mencionan que existen tres estrategias principales para reducir la formación de acrilamida en cereales.

- a. Materias primas en cereales.** En el caso de los cereales y los productos elaborados con cereales, como el pan, las galletas y los cereales para el desayuno, el contenido de asparagina es la materia prima determinante más importante en la formación de acrilamida. Se dispone de poca información sobre el contenido de asparagina en los diversos cereales. Por lo común, la concentración de asparagina puede oscilar entre 75 a 2200 mg/kg en el trigo, 50 a 1400 mg/kg en la avena, 70 a 3000 mg/kg en el maíz, 319 a 880 mg/kg en el centeno, y de 15 a 25 mg/kg en el arroz. Este nivel de variación indica que puede haber un margen para reducir la acrilamida aprovechando la variabilidad de asparagina. Las

harinas ligeras contienen bastante menos asparagina que las harinas integrales. Sin embargo, si se reduce el contenido de harina integral se reducen las ventajas nutritivas del producto final.

- b. Control/adición de otros ingredientes.** En la producción de galletas se suele utilizar agentes leudantes, que por lo general consisten en una combinación de sodio y carbonato ácido de amonio. A través de análisis de modelos de productos horneados y pan de jengibre se ha demostrado que la presencia de carbonato ácido de amonio incrementa considerablemente la formación de acrilamida en las galletas y en otros productos de horneados. Por tanto, los fabricantes deberían considerar reducir si es posible los agentes leudantes que contienen amonio. En la producción de galletas se acostumbra a utilizar azúcar (sacarosa, glucosa, fructosa y/o jarabe de maíz con alto contenido en fructosa) para dar color y sabor. De estos azúcares, sólo la glucosa y la fructosa son azúcares reductores. Si en un contenido total de azúcar se incrementa la proporción de azúcar reductor en la receta, en el producto acabado aparecen niveles más altos de acrilamida. Además, se forman concentraciones mayores de acrilamida si el azúcar reductor es fructosa en vez de glucosa. Por tanto, siempre que sea posible, los fabricantes deberían reducir al mínimo el empleo de azúcares reductores en la producción de galletas. Alternativamente, opción efectiva podría ser sustituir la fructosa por glucosa; cuando se necesite jarabe de glucosa (que en Norteamérica se conoce también por jarabe de maíz), el nivel de fructosa debería ser lo más bajo posible. Otros ingredientes menores también pueden influir. Se ha observado que en algunas recetas la formación de acrilamida aumenta cuando se incorporan ingredientes como jengibre, miel y cardamomo durante la producción de galletas. Por el contrario, se ha visto que en algunos casos la nuez moscada hace disminuir la acrilamida. A fin de reducir

los niveles de acrilamida en los productos finales, los fabricantes podrían investigar el efecto de las distintas especias en sus propias recetas.

- c. **Elaboración y tratamiento térmico de los alimentos.** La fermentación con levadura de las masas de trigo para elaborar pan reduce el contenido de asparagina libre. La fermentación durante dos horas consume casi toda la asparagina contenida en modelos de masa de harina de trigo, pero una fermentación más breve es menos eficaz.

La medida de la formación de acrilamida durante el horneado depende mucho del tiempo y la temperatura que se utilicen, y del contenido de humedad del producto durante el horneado. Por regla general, a mayor contenido de agua menor será la formación de acrilamida. La formación de acrilamida puede reducirse modificando el tiempo y la temperatura del proceso de horneado, en particular reduciendo la temperatura en las últimas etapas, cuando el producto llega a la fase decisiva y vulnerable de poca humedad. Compensar mediante el aumento de la temperatura en las primeras fases del horneado no debería producir un aumento considerable de acrilamida, ya que en esos momentos el contenido de humedad es suficientemente grande como para prevenir la formación de acrilamida. También se forma acrilamida al tostar el pan, pero esto puede reducirse considerablemente tostando menos el pan, hasta darle un color más claro.

#### **2.1.9. Fritura al vacío.**

Fritura al vacío se define como el proceso de fritura que se realiza a presiones muy por debajo de los niveles atmosféricos, preferiblemente bajo 6,65 kPa (50 Torr). A bajas presiones, el punto de ebullición del agua en los alimentos es más bajo, por lo tanto, la freidora al vacío puede operar a temperaturas menores (< 100 °C) y aun así conseguir productos crocantes, bajos en aceite y

con un buen color. Por otra parte, la ausencia de aire durante la fritura, puede inhibir reacciones de oxidación (Muñoz, 2015).

La creatividad es la clave en la industria actual. Como resultado, se están usando cada vez más las tecnologías de fritura. La fritura multifase, también conocida como fritura de dos etapas, se divide, como su nombre lo dice, en dos etapas: prefreído atmosférico y freído al vacío. Inicialmente, se fríe el producto a una temperatura alta durante un corto periodo de tiempo para eliminar las enzimas y los azúcares. Después, el proceso se completa a una temperatura más baja en una freidora al vacío. La formación de acrilamida se reduce, lo que asegura un producto final más seguro y saludable (Jansse, 2016).

**Fritura al vacío** En esta técnica, el alimento es procesado bajo condiciones de presión reducida (subatmosférica) en un sistema cerrado, esto permite disminuir el punto de ebullición del agua contenida en el alimento y conseguir así, temperaturas más bajas de fritura. En este tipo de proceso, la temperatura del aceite se encuentra en promedio a 110 °C y 3,1 kPa (presión donde el agua hierve a 25 °C). El mecanismo de transferencia de calor, en la fritura al vacío, es similar a la fritura convencional presión atmosférica pero con la diferencia que la temperatura del aceite de fritura será menor en condición subatmosférica (Coronel, 2014).

## **2.2. Antecedentes.**

Mesías *et al.* (2018), en su artículo titulado “Contenido de acrilamida en patatas fritas preparado en establecimientos de servicios de alimentos”, reclutaron treinta establecimientos de restaurantes de las diez de la mayoría de los restaurantes de comida de marcas relevantes para la medición de la acrilamida, la determinación de acrilamida realizaron por espectrometría de masas de ionización-tándem cromatografía de electrospray líquido, que obtuvieron el contenido de acrilamida (<20 - 1068 µg/kg) y la media (303 µg/kg) estaban en línea con las estimaciones de la EFSA para patatas fritas. 13,5 % de las muestras informó acrilamida

por encima de 500 µg/kg (nivel de referencia establecido por el Reglamento de la UE 2158/2017). El aumento del nivel de automatización reducirá la variabilidad acrilamida entre los establecimientos de servicios de alimentos y reducirá al mínimo el impacto de las decisiones inadecuadas del manipulador de alimentos.

Xu *et al.* (2016), en su artículo titulado “El uso de asparaginasa para reducir los niveles de acrilamida en los alimentos cocinados”. Evaluaron el uso de asparaginasa a asparagina convertido a ácido aspártico que pudo proporcionar un medio para reducir la formación de acrilamida, mientras que se mantiene la calidad sensorial. El método fue la fermentación utilizando microorganismos para consumir la asparagina o azúcar reductor antes de la etapa de procesamiento de alimentos, se utilizó un medio de arranque que contiene bacterias de ácido láctico en la preparación de alimento. Resultado los niveles de acrilamida en papas fritas, enzima: *A. oryzae*, dosis: enzima 10000 ASNU/L, temperatura: 175 °C, 3 minutos y reducción de acrilamida 67 %. La asparaginasa se ha convertido en una herramienta poderosa para mitigar la acrilamida en la industria alimentaria, es probable que la asparaginasa se use cada vez más. Sin embargo, Si la aplicación de asparaginasa se vuelve comercialmente atractiva, su uso junto con materias primas bajo en asparagina puede proporcionar la solución al problema de acrilamida.

## **2.3. Hipótesis.**

### **2.3.1. Hipótesis general.**

Si evaluamos el contenido de acrilamida en papas fritas de las pollerías de la ciudad de Huánuco, entonces puede encontrarse un riesgo de salud en los consumidores de la población de la ciudad de Huánuco.

### **2.3.2. Hipótesis específico.**

El contenido de acrilamida evaluadas en papas fritas de las pollerías, presentan el componente de acrilamida entonces, podrá parecer un riesgo de salud en la población de la ciudad de Huánuco.

## 2.4. Variables y operacionalización de variables.

### 2.4.1. Variables independientes.

Papas fritas de las pollerías de la ciudad de Huánuco.

### 2.4.2. Variables dependientes.

- a. Características físico químicos de las papas fritas.
- b. Contenido de acrilamida de las papas fritas.

### 2.4.3. Indicadores.

Humedad, grasa, acidez, pH, color y contenido de acrilamida.

### 2.4.4. Operacionalización de variables.

En la tabla 3 se muestra la medición de variables que se realizó.

Tabla 3. Operacionalización de variables.

Variables	Dimensiones	Indicadores
<b>Independientes:</b>		
a. Papas fritas de las pollerías de la ciudad de Huánuco.	a. Papas fritas de las pollerías.	a. 4 Tratamientos, 3 repeticiones y 12 unidades experimentales de Papas fritas de las pollerías de la ciudad de Huánuco.
<b>Dependientes.</b>		
a. Características físicos químicos en las papas fritas de las pollerías.	a. Evaluación físicos químicos en las papas fritas de las pollerías.	a. Humedad b. Grasa c. Acidez d. pH e. color
b. Contenido de acrilamida.	b. Contenido de acrilamida en las papas fritas de las pollerías.	f. Acrilamida $\mu\text{g/g}$ .

### **III. MATERIALES Y MÉTODOS.**

#### **3.1. Tipo y nivel de investigación.**

##### **3.1.1. Tipo de investigación.**

El tipo de investigación fue aplicada porque se utilizó los conocimientos científicos sobre el manejo de laboratorio para la determinación de niveles de acrilamida en los alimentos preparados a temperaturas altas de la ciudad de Huánuco.

##### **3.1.2. Nivel de investigación.**

El nivel de investigación fue experimental porque se determinó los niveles de acrilamida en los alimentos de papas fritas.

#### **3.2. Lugar de ejecución.**

Se realizó en el laboratorio central y los laboratorios: Físico Químico y de análisis por instrumentación de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial de la UNHEVAL.

#### **3.3. Población, muestra y unidad de análisis.**

##### **3.3.1. Población.**

Estuvo constituida por las papas fritas de las pollerías de la ciudad de Huánuco.

##### **3.3.2. Muestra.**

Estuvo constituida de las papas fritas procedentes de las pollerías de: "Shorton Grill", "El Viajero", "Sarita Grill" y "La Canasta".

##### **3.3.3. Unidad de análisis.**

Los análisis fueron de 4 tratamientos 3 repeticiones y 12 unidades experimentales de las muestras de papas fritas procedentes de las pollerías de la ciudad de Huánuco.

#### **3.4. Tratamientos en estudio.**

Para evaluar los niveles de acrilamida en los alimentos elaborados a temperaturas altas, se consideró los siguientes tratamientos:

T<sub>1</sub> P<sub>-</sub>SG = Papas fritas de la pollería "Shorton Grill".

T<sub>2</sub>: P\_EV = Papas fritas de la pollería "El Viajero".

T<sub>3</sub>: P\_Sa = Papas fritas de la pollería "Sarita Grill".

T<sub>4</sub>: P\_LC = Papas fritas de la pollería "La Canasta".

### 3.5. Prueba de hipótesis.

#### Hipótesis nula.

H<sub>0</sub> = La evaluación del contenido de acrilamida en papas fritas de las pollerías de la ciudad de Huánuco, no existirá las composiciones del contenido de acrilamida en cada alimento.

H<sub>0</sub>: t<sub>1</sub> = t<sub>2</sub> = t<sub>3</sub> = t<sub>4</sub> = 0

#### Hipótesis de investigación.

H<sub>i</sub> = puede existir significativamente la composición del contenido de acrilamida en papas fritas de las pollerías de la ciudad de Huánuco.

H<sub>1</sub>: Al menos un t<sub>j</sub> ≠ 0

#### 3.5.1. Diseño de la investigación.

El diseño experimental empleado en el presente estudio fue el DCA (Fisher) este diseño es útil cuando las unidades experimentales son esencialmente, homogéneas, cuando la variación entre ellas es pequeña. La aleatorización, el proceso que aplicables las leyes del azar, se logra asignando tratamientos a las unidades experimentales de manera completamente aleatoria. 4 tratamientos 3 repeticiones y 12 unidades experimentales.

El modelo estadístico para el diseño es el siguiente.

$$Y_{ij} = \mu + T_i + \varepsilon_{ij}$$

Donde:

Y<sub>ij</sub> = Contenido de acrilamida de un j-ésima repetición de papa frita del i-ésimo tratamiento.

T<sub>i</sub> = Efecto del i-ésimo pollería.

ε<sub>ij</sub> = Efecto de error experimental.

μ = Efecto de la media general, media del universo, α<sub>1</sub> = μ<sub>1</sub> – μ.



### 3.5.2. Datos registrados.

Los datos registrados fueron el análisis fisicoquímico en % de su composición total y la evaluación de niveles de acrilamida en ng/g de las muestras de papas fritas de las pollerías de la ciudad de Huánuco.

### 3.5.3. Técnicas e instrumentos de recolección y procesamiento de la información.

#### a. Técnicas de investigación documental o bibliográfica:

- **Fichaje.** Se utilizó para construir el marco teórico y la bibliografía de dicha tesis.

#### b. Técnicas de campo.

- **Observación.** Permitió recolectar los datos directamente de los alimentos, comprados en establecimientos comerciales de Huánuco.

#### c. Fichas de investigación o documentación.

- **Artículos científicos.** Se utilizó para recopilación de información de las metodologías de HPLC.
- **Resumen.** Se utilizó para la recopilación de información de manera resumida de los textos bibliográficos, Hemerográficas y otros.

#### d. Fichas de registro o localización.

- **Bibliográficas.** Se utilizó para recopilar información de los libros.
- **Hemerográficas.** Se utilizó para recopilar información del Internet existentes sobre la investigación del contenido de acrilamida en alimentos preparados a temperaturas altas.
- **Internet.** Sirvió para recopilar la información existente en las páginas web y archivos disponibles en formato PDF, Word, y Excel.

#### e. Instrumento de recolección de información en laboratorio.

- **Libreta de apuntes.** Se utilizó para tomar datos del resultado de los flujos de operaciones en los

laboratorios, referente a la variable dependiente y sobre el desarrollo de las labores.

**f. Procesamiento y presentación de los resultados.**

- Los datos obtenidos fueron ordenados y procesados por una computadora utilizando el programa de acuerdo al diseño de investigación.

**3.6. Materiales y equipos.**

**3.6.1. Materiales de laboratorio.**

Embudo, Placas Petri, Probeta graduada, Vaso de precipitado, Pinza de metal, Crisol de porcelana, Tubos falcón, Puntas, Desecadores, Microtubos para centrifuga de 2 mL, Papel filtro paso rápido por pliego de 40 \* 40 cm, Puntas de 1000 uL, Puntas de 200 uL, Filtros de jeringa de 0.22 um \*25 mm de diámetro de PVDF, Tubos falcon de 50 mL con falda, Pissetas, Varillas de vidrio, Fiola de 100 mL, Gradillas de plástico, Calentador eléctrico, Licuadora y Termómetro.

**3.6.2. Equipos.**

- GPS.
- Balanza analítica: eléctrica, modelo AX324, marca OHAUS, de 0,001 g de sensibilidad, de procedencia China.
- Estufa: eléctrica, marca memmert, con panel de control de parámetros.
- Soxhlet: dispositivos de vidrio de procedencia Alemania.
- Colorímetro digital.
- pH metro digital: batería recargable, marca Milwaukee, de pH 55, de procedencia Rumania.
- Bureta de titulación.
- Refrigerador.
- Colorímetro digital: batería recargable, modelo LC100/SV100 paquete integrado, marca Lovibond.
- Micropipeta: batería recargable, marca BOECO, de 1000 uL de procedencia Alemania.

- Centrifuga: eléctrica, marca eppendorf, de velocidad 1000 rpm.
- HPLC: Cromatografía líquida de alto performance, DAD 6,1L, marca Azura, dirección Hegauer Weg 38, 14163 Berlín Alemania.
- termostato de columna CT 2,1 A05852 FCA160100009.
- Equipo de ordenador.

### 3.6.3. Reactivo.

- Éter de petróleo.
- Hidróxido de Sodio NaOH 0,1N.
- Fenolftaleína.
- Acrilamida.
- Agua ultra pura.

### 3.6.4. Materia prima.

Papas fritas de las pollerías de la ciudad de Huánuco.

### 3.6.5. Manejo de datos.

Los datos se procesaron con el software especializado *Statistical Package for the Social Sciences (SPSS)*.

## 3.7. Conducción de la investigación.

El procedimiento para la ejecución del presente trabajo de investigación consta de 2 etapas de estudio (ver Figura 3).

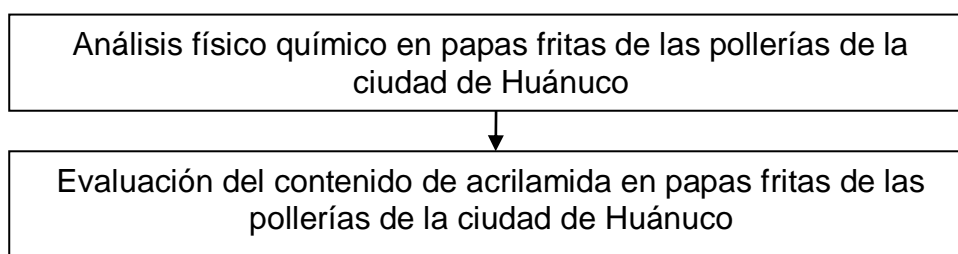


Figura 3. Conducción de la investigación de las papas fritas de las pollerías de la ciudad de Huánuco.

### 3.7.1. Análisis físico químico de las papas fritas de las pollerías de la ciudad de Huánuco.

Se realizó las respectivas compras de las muestras de las papas fritas de las pollerías: Shorton Grill, El Viajero, Sarita Grill y La Canasta de la ciudad de Huánuco, análisis:

- a. **Humedad.** Se realizó por el método de estufa a 80 °C por 2 horas, hasta obtener un peso constante (AOAC, 1997)
- b. **Grasa.** Por el método de Soxhlet a 69 °C por un tiempo de 4 horas (Nielsen, 2003)
- c. **pH:** se realizó por el método de potenciómetro digital (AOAC, 1997).
- d. **Acidez titulable.** Se determinó por el método volumétrico por titulación utilizando como indicador, fenolftaleína (AOAC, 1997).
- e. **Color.** Se determinó el color por el método de colorímetro digital.

### 3.7.2. Evaluación del contenido de acrilamida de las papas fritas de las pollerías de la ciudad de Huánuco.

- a. Flujo de operaciones para el análisis de niveles de acrilamida por HPLC – DAD.
  - Recolección de las muestras. Se realizó las compras de las muestras de papas fritas de las 4 pollerías diferentes de la ciudad de Huánuco.
  - Preparación de las muestras. Se realizó el machacado, pesado y preparación de materiales, equipos y reactivos de laboratorio.
  - Análisis físico – químico de las muestras. Se realizó la extracción de humedad por método de estufa, extracción de grasa por método de Soxhlet, determinación de pH por método de potenciómetro digital, determinación de acidez por método volumétrico.

- Análisis por HPLC – DAD. Se hizo la evaluación de niveles de acrilamida de las muestras. Ver en la figura 4.

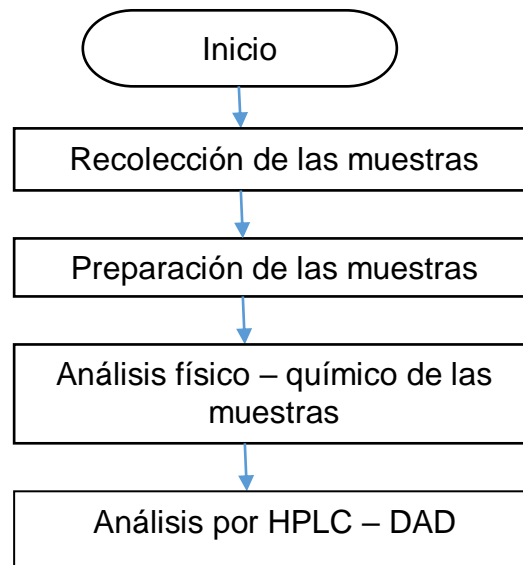


Figura 4. Evaluación general de nivel de acrilamida de las papas fritas de las pollerías de Huánuco.

**b. Condiciones cromatografías de HPLC.**

- La separación cromatografía se logró a Columna: Promosil C18.
- Fase móvil: agua ultra pura.
- Flujo: 0,6 mL. por minuto.
- Detección: 210 nm.
- Temperatura: 32 °C.
- Parada automática: 10 minutos.
- Detector 1: DAD 6,1L canal 1.
- Detector 2: DAD 6,1L canal 2.
- Máximo número de aciertos: 3.
- Se utilizó el método de (Arribas, 2011).

**c. Procesamiento de datos.**

- Análisis de cromatograma de HPLC.

**d. Análisis de datos.**

- cromatograma de HPLC.

## IV. RESULTADOS.

### 4.1. Análisis físico químico en papas fritas de las pollerías de la ciudad de Huánuco.

Tabla 4. Resultados de análisis físico químico de las papas fritas de las pollerías de Huánuco.

Físico químico en %	T1: P_SG	T2: P_EV	T3: P_Sa	T4: P_LC
Humedad	59,13 ± 1,07 a	55,58 ± 2,78 a	54,41 ± 1,52 a	57,14 ± 2,14 a
Grasa	16,88 ± 1,14 a	15,71 ± 1,52 ab	13,44 ± 1,31 b	16,74 ± 1,20 ab
pH	6,03 ± 0,06 ab	6,07 ± 0,21 a	5,50 ± 0,35 b	6,0 ± 0,12 a
Acidez	0,08 ± 0,02 a	0,05 ± 0,01 a	0,08 ± 0,01 a	0,07 ± 0,01 a

Todos los datos se expresaron como media ± desviación estándar, n=3.

#### Humedad.

Los resultados de humedad de las papas fritas de la pollerías se muestran en la tabla 4, primero Shorton Gill (T1: P\_SG), segundo la Canasta (T4: P\_LC), tercero el Viajero (T2: P\_EV) y cuarto Sarita Grill (T3: P\_Sa) ver anexo 5 procesos de análisis de humedad y anexo 11 resultados de ANOVA.

#### Grasa.

Los resultados de grasa de las papas fritas de la pollerías se muestran en la tabla 4, primero Shorton Gill (T1: P\_SG), segundo la Canasta (T4: P\_LC), tercero el Viajero (T2: P\_EV) y cuarto Sarita Grill (T3: P\_Sa) ver anexo 6 procesos de análisis de humedad y anexo 12 resultados de ANOVA.

#### pH y acidez.

Los resultados de mayor pH y acidez se muestran en la tabla 4, primero de las papas fritas de la pollería Sarita Grill (T3: P\_Sa), segundo el Viajero (T2: P\_EV), tercero la Canasta (T4: P\_LC) y cuarto Shorton Gill (T1: P\_SG), Anexo 15 resultado de pH, anexo 16 resultado de acidez y anexo 17 y 18 resultados de ANOVA.

### Expresando el color usando coordenadas L\*a\*b\* y ΔE\*.

A continuación en la tabla 5, anexo 7 se observan las coordenadas de los colores L\*a\*b\* y ΔE\*, de las papas fritas de las pollerías de Huánuco.

Tabla 5. Resultados del color usando coordenadas L\*a\*b\* y ΔE\*, de las papas fritas de las pollerías de Huánuco.

Color	T1: P_SG	T2: P_EV	T3: P_Sa	T4: P_LC
L*	73,60 ± 4,67 a	64,23 ± 4,58 a	72,20 ± 8,22 a	77,43 ± 3,95 a
a*	-1,83 ± 0,95 a	0,37 ± 1,31 a	0,30 ± 2,60 a	0,53 ± 0,75 a
b*	19,53 ± 2,76 a	21,37 ± 2,15 a	20,97 ± 3,84 a	23,27 ± 2,25 a
ΔE*	4,22 ± 1,89 a	3,90 ± 2,13 a	7,27 ± 3,14 a	3,57 ± 1,44 a

Todos los datos se expresaron como media ± desviación estándar, n=3.

➤ **Resultados de análisis de L\* de las papas fritas de las pollerías de Huánuco.**

Los resultados de luminosidad de las papas fritas de las pollerías, se muestran de mayor valor de L\* primero en la pollería la Canasta (T4: P\_LC), segundo Shorton Grill (T1: P\_SG), tercero Sarita Grill (T3: P\_Sa) y cuarto el Viajero (T2: P\_EV), como se observan en la tabla 5 y anexo 13 resultados de ANOVA.

➤ **Resultados de análisis de color a\* de las papas fritas de las pollerías de Huánuco.**

Los resultados de las coordenadas de color a\* se muestran de mayor enrojecimiento primero de la pollería la Canasta (T4: P\_LC), segundo el Viajero (T2: P\_EV), tercero Sarita Grill (T3: P\_Sa) y cuarto Shorton Grill (T1: P\_SG), como se observan en la tabla 5 y anexo 14 resultados de ANOVA.

➤ **Resultados de análisis de color b\* de las papas fritas de las pollerías de Huánuco.**

Los resultados de las coordenadas de color b\* se muestran de mayor amarillez primero de la pollería la Canasta (T4: P\_LC),

segundo el Viajero (T2: P\_EV), tercero Sarita Grill (T3: P\_Sa) y cuarto Shorton Grill (T1: P\_SG), como se observan en la tabla 5 y anexo 15 resultados de ANOVA.

➤ **Resultados de análisis de  $\Delta E^*$  de las papas fritas de las pollerías de Huánuco.**

Los resultados de análisis de  $\Delta E^*$  se muestran primero de la pollería Sarita Grill (T3: P\_Sa) segundo Shorton Grill (T1: P\_SG), tercero el Viajero (T2: P\_EV) y cuarto la Canasta (T4: P\_LC), como se observan en la tabla 5 y anexo 16 resultados de ANOVA.

**4.2. Resultado de evaluación del contenido de acrilamida en papas fritas de las pollerías de la ciudad de Huánuco.**

Los resultados se muestra en la tabla 6, de la evaluación del contenido de acrilamida de las papas fritas de las pollerías de Huánuco, los cuales reportan contenidos de acrilamida en papas fritas de la pollería Sarita Grill (acrilamida  $207,74 \pm 204,32$  ng/g) y en las papas fritas de la pollería El Viajero (acrilamida  $68,46 \pm 59,89$  ng/g) y en las papas fritas de la pollería Shorton Grill y la Canasta no contienen acrilamida, ver anexo 10 proceso de evaluación de niveles de acrilamida por método de HPLC-DAD y anexo 19 resultados de ANOVA.

Tabla 6. Resumen estadístico de evaluación del contenido de acrilamida ng/g de muestra de papas fritas de las pollerías de Huánuco.

	<b>T1: P_SG</b>	<b>T2: P_EV</b>	<b>T3: P_Sa</b>	<b>T4: P_LC</b>
Acrilamida	$0,00 \pm 0,00$ a	$68,46 \pm 59,89$ a	$207,74 \pm 204,32$ a	$0,00 \pm 0,00$ a

Todos los datos se expresaron como media  $\pm$  desviación estándar, n=3.



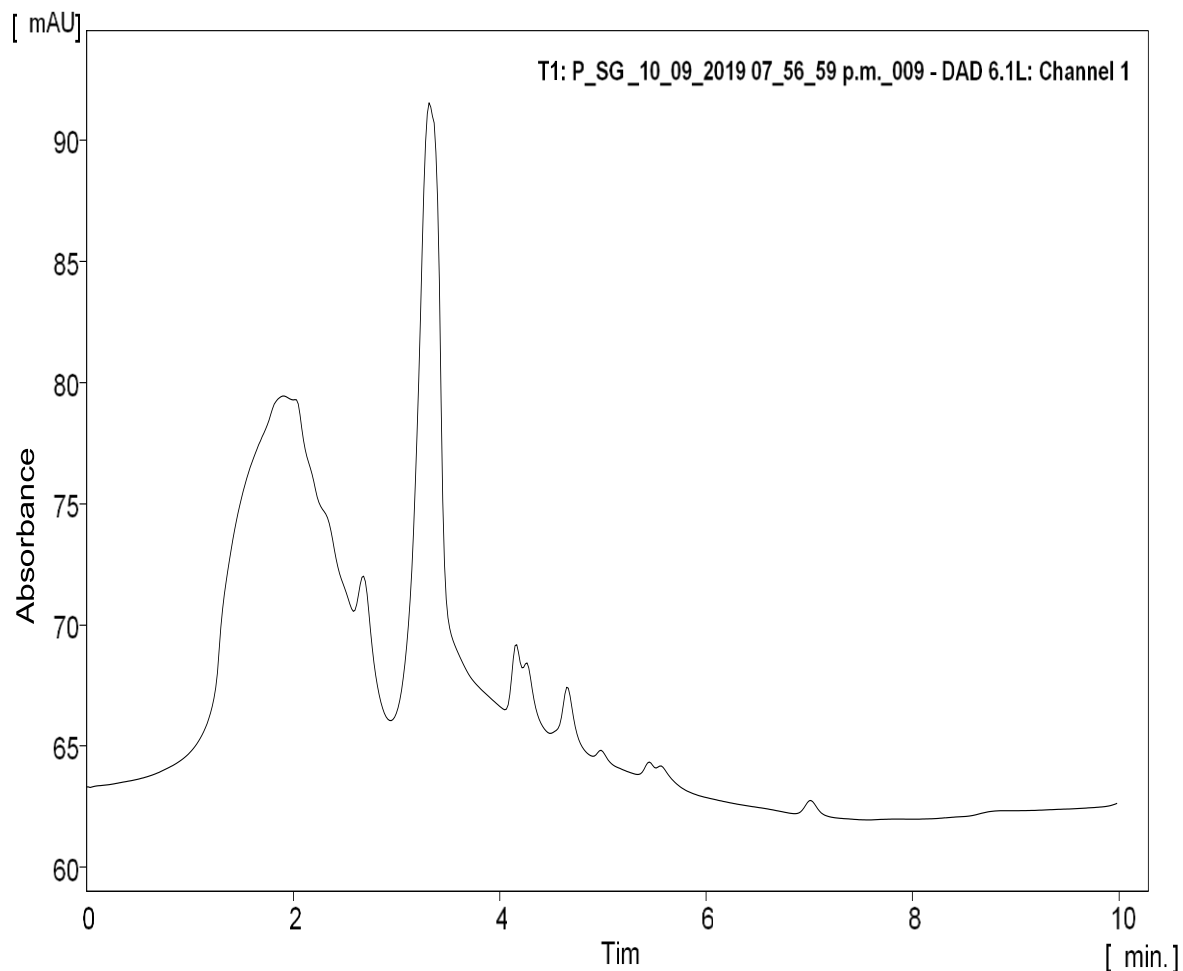


Figura 5. Cromatograma de recorrido de la muestra de papas fritas de la pollería Shorton Grill.

Tabla 7. Resultados de la muestra de papas fritas de la pollería Shorton Grill.

Tiempo de retención [min]	Resultado	Cantidad [ng/g]	Cantidad [Masa %]	PDA Peak Purity	Pico Tipo	Nombre Compuesto	PDA Name Match	PDA Best Match Name	PDA Best Match
No hay picos a reportar									

Fuente: Software de HPLC-DAD.

Se muestra en la figura 5, que no hay picos reportados de contenido de acrilamida y se observa el reporte en la tabla 7, del resultado de las muestras de las papas fritas de la pollería Shoton Grill.

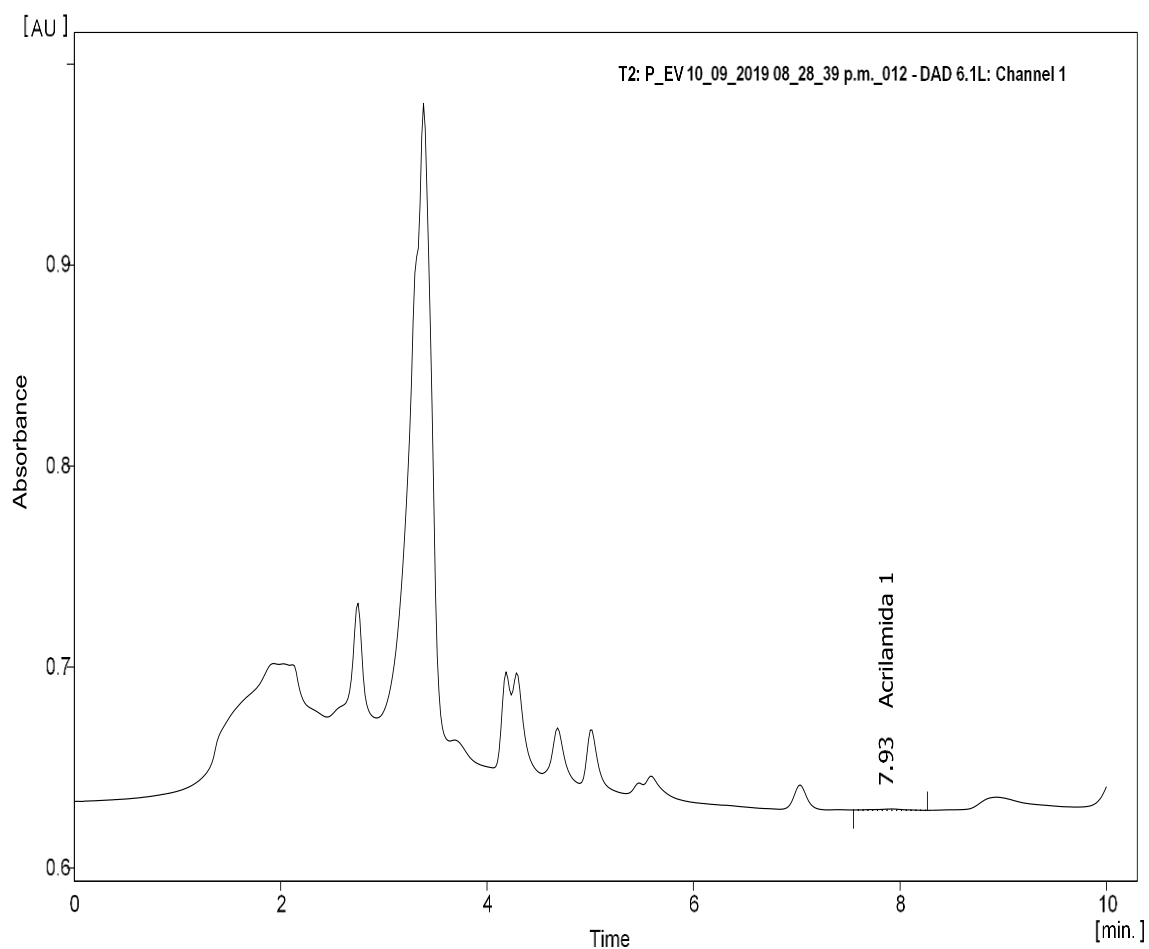


Figura 6. Cromatograma de recorrido de la muestra 1° de las papas fritas de la pollería el Viajero.

Tabla 8. Resultados de la muestra 1° de las papas fritas de la pollería el Viajero.

Tiempo de retención F [min]	Resultado	Cantidad [ng/g]	Cantidad [Masa %]	PDA Peak Purity	Pico Tipo	Nombre Compuesto	PDA Name Match	PDA Best Match Name	PDA Best Match
7.93		94.21	100.00	990	Ordnr	Acrilamida			
<b>Total</b>		94.21	<b>100.00</b>						

Software de HPLC-DAD.

Se muestra en la figura 6, hay pico reportado de contenido de acrilamida 94,21 ng/g de muestra, tiempo de retención 7,93 minutos y se observa en la tabla 8 los resultados de la muestra 1° de papas fritas de la pollería el Viajero.

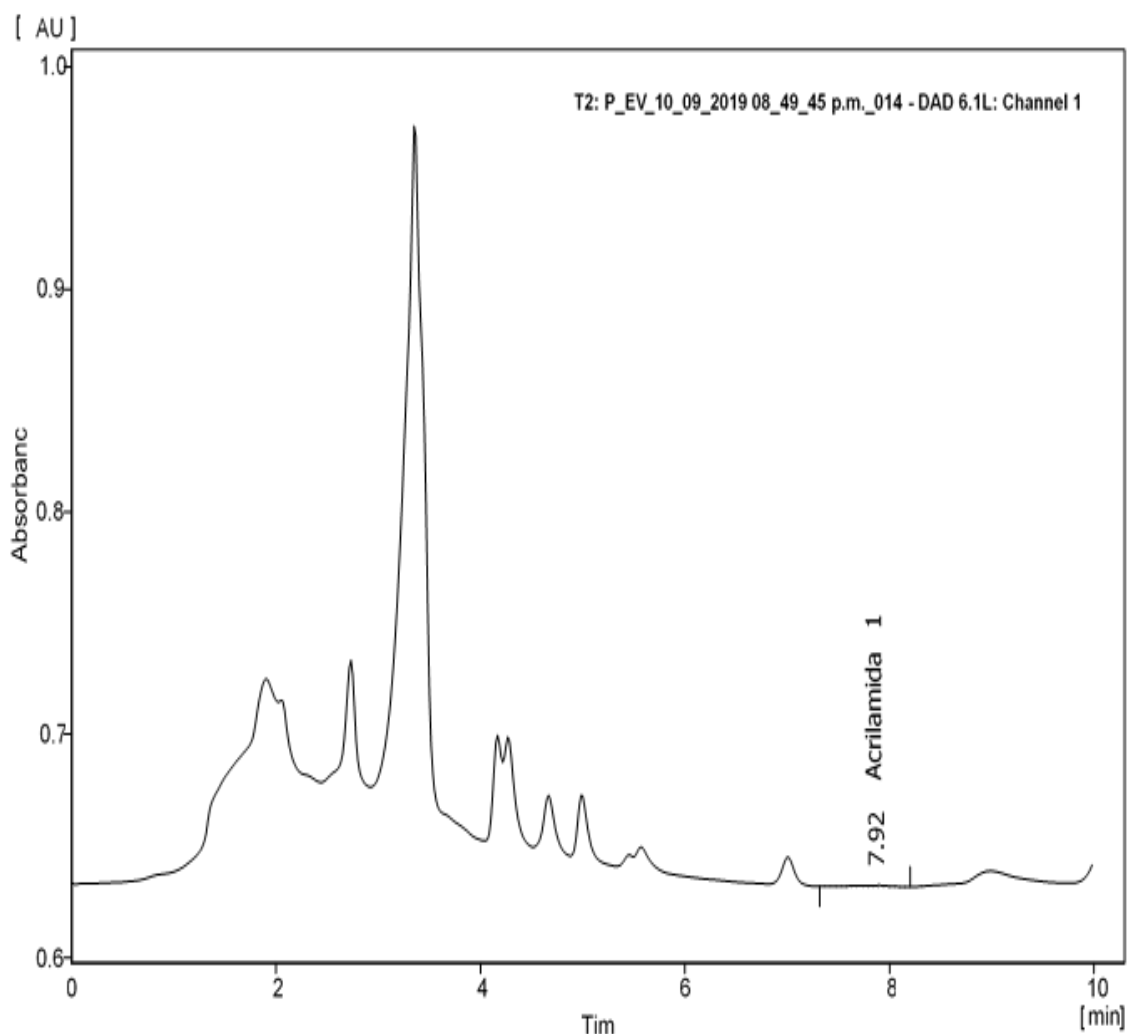


Figura 7. Cromatograma de recorrido de la muestra 3° de las papas fritas de la pollería el Viajero.

Tabla 9. Resultados de la muestra 3° de las papas fritas de la pollería el Viajero.

Tiempo de retención [min]	Resultado	Cantidad [ng/g]	Cantidad [Masa %]	PDA Peak Purity	Pico Tipo	Nombre Compuesto	PDA Name Match	PDA Best Match Name	PDA Best Match
7.92		111.18	100.00	965	Ordnr	Acrilamida			
<b>Total</b>		<b>111.18</b>	<b>100.00</b>						

Fuente: Software de HPLC-DAD.

Se muestra en la figura 7, hay pico reportado de contenido de acrilamida 111,18 ng/g de muestra, tiempo de retención 7,92 minutos y se observa en la tabla 9 los resultados de la muestra 3° de las papas fritas de la pollería el Viajero.

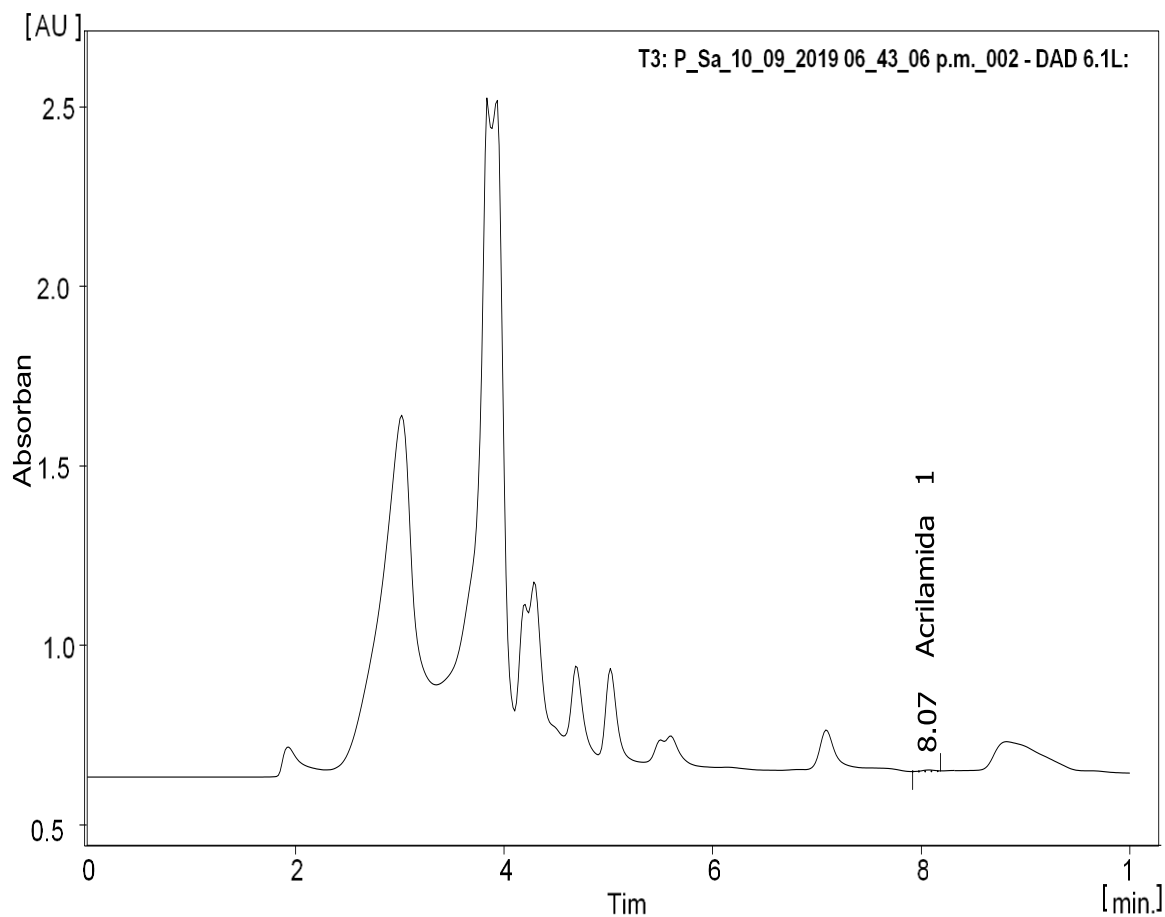


Figura 8. Cromatograma de recorrido de la muestra 1° de papas fritas de la pollería de Sarita Grill.

Tabla 10. Resultados de la muestra 1° de papas fritas de la pollería de Sarita Grill.

Tiempo de retención [min]	Resultado	Cantidad [ng/g]	Cantidad [Masa %]	PDA Peak Purity	Pico Tipo	Nombre Compuesto	PDA Name Match	PDA Best Match Name	PDA Best Match
8.07		214.77	100.00	996	Ordnr	Acrilamida			
<b>Total</b>		<b>214.77</b>	<b>100.00</b>						

Fuente: Software de HPLC-DAD.

Se muestra en la figura 8, hay pico reportado de contenido de acrilamida 214,77 ng/g de muestra, tiempo de retención 8,07 minutos y se observa en la tabla 10 los resultados de la muestra 1° de las papas fritas de la pollería Sarita Grill.

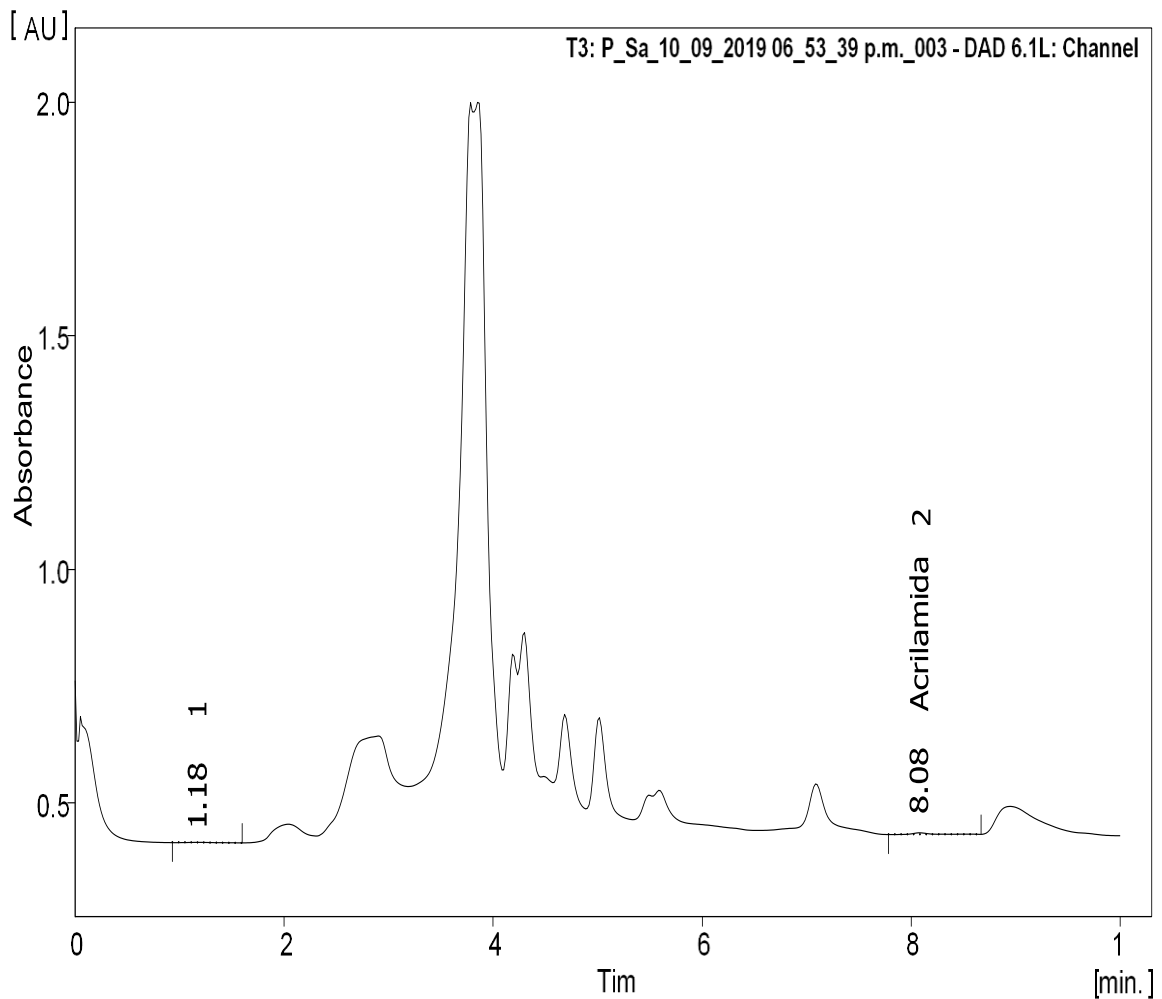


Figura 9. Cromatograma de recorrido de la muestra 2° de papas fritas de la pollería de Sarita Grill.

Tabla 11. Resultados de la muestra 2° de las papas fritas de la pollería de Sarita Grill.

F	U	Tiempo de retención [min]	Resultado	Cantidad [ng/g]	Cantidad [Masa %]	PDA Peak Purity	Pico Tipo	Nombre Compuesto	PDA Name Match	PDA Best Match Name	PDA Best Match
		8.08		408.46	100.00	1000	Ordnr	Acrilamida			
		<b>Total</b>		<b>408.46</b>	<b>100.00</b>						

Fuente: Software de HPLC-DAD.

Se muestra en la figura 9, hay pico reportado de contenido de acrilamida 408,46 ng/g de muestra, tiempo de retención 8,08 minutos y se observa en la tabla 11 los resultados de la muestra 2° de las papas fritas de la pollería Sarita Grill.

## V. DISCUSIÓN.

### 5.1. Análisis físico químico en papas fritas de las pollerías de la ciudad de Huánuco.

#### Humedad.

Los resultados obtenidos se pueden comparar con los resultados obtenidos por Lucas *et al.* (2011), a mayor temperatura y tiempo y un menor espesor el contenido de humedad disminuye, se puede evidenciar en el tratamiento con condiciones de temperatura de 180 °C, 2,5 mm y 1,5 minutos respectivamente, el cual presentó un contenido de humedad promedio del 43,46 %. Este resultado son distintas a las muestras adquiridas será probablemente relacionado con el tiempo y temperatura de fritura y variedad de papa.

#### Grasa.

Los resultados obtenidos se pueden comparar con los resultados obtenidos por Lucas *et al.* (2011), el contenido de grasa final es inversamente proporcional al promedio final de humedad de un chip, debido al reemplazo del agua por aceite, presentó en función del porcentaje un promedio de grasa del 17,79 %, pero se requiere de mayor tiempo y de una temperatura más alta para que las variables textura y humedad estén dentro de los rangos más bajos, debido a que son las que definen la aceptación.

#### Expresando el color usando coordenadas L\*a\*b\*.

Lucas *et al.* (2011), los resultados de los tratamientos en función del  $\Delta E^*$ . Al realizar las pruebas comparativas respectivas, se denota un mejor efecto promedio por parte de la temperatura de 180 °C, espesor de 1,5 mm y el tiempo de 3,5 minutos, con un  $\Delta E^*$  de 11.27.

Los resultados obtenidos se pueden comparar por Herrera (2019), el color de un producto influye en la elección de compra por parte del consumidor debido a que determina su grado de aceptabilidad individual y frente a otros productos con los que compite, siendo una de las características de calidad más importantes en los alimentos. Durante la elaboración de un producto se producen cambios en el color como consecuencia del horneado, maduración, congelamiento, almacenamiento, cocción, enfriado, etc., los cuales pueden ser medidos.

Existen diversos sistemas que permiten medir los colores de un determinado producto, entre ellos, se encuentra el sistema color Munsell, color CIE, espacios de color CIE  $L^*a^*b^*$  (CIELAB), espacios de color Hunter Lab y Lovibond. Uno de los espacios de color más usados en la actualidad es el espacio CIELAB, utilizado no solo en el campo de los alimentos, sino también en medicina, farmacia, minería y geología.

Las coordenadas de color que son utilizadas en el sistema CIELAB permiten ubicar un determinado color en el espacio y son las siguientes:  $L^*$ ,  $a^*$  y  $b^*$ .  $L^*$  indica luminosidad y  $a^*$  y  $b^*$  son coordenadas de cromaticidad.  $L^*$  representa la diferencia entre la luz ( $L^* = 100$ ) y la oscuridad ( $L^* = 0$ ). El componente  $a^*$  representa la diferencia entre verde ( $-a^*$ ) y rojo ( $+a^*$ ) y el componente  $b^*$  representa la diferencia entre azul ( $-b^*$ ) y amarillo ( $+b^*$ ) (Herrera, 2019). El espacio de color CIE  $L^*a^*b^*$  se muestra en la Figura 9. (Konica Minolta).

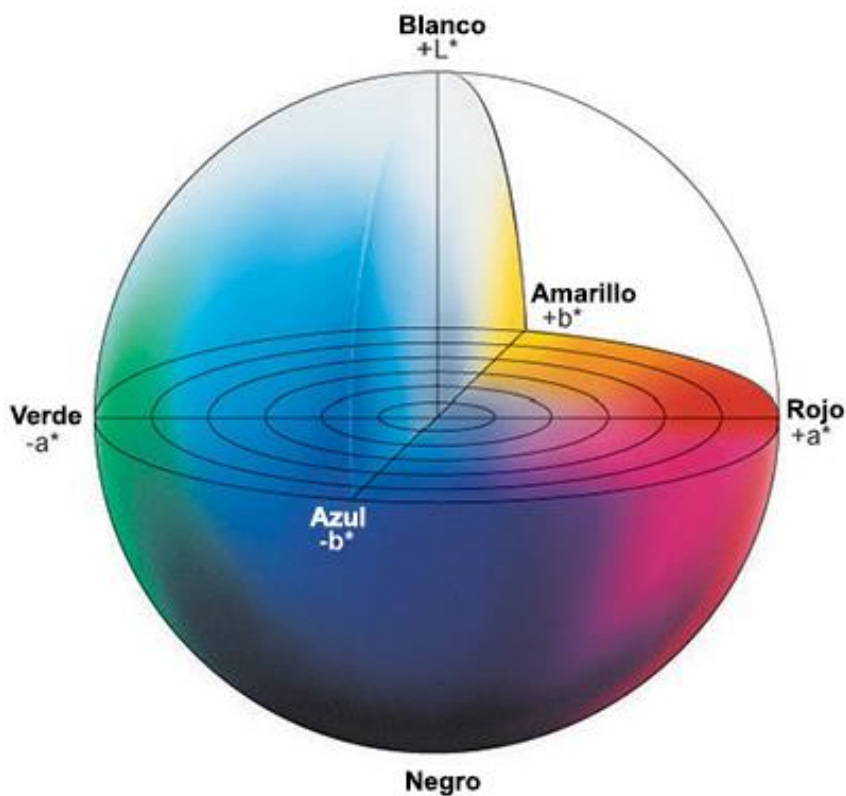


Figura 9. Espacio de color CIE  $L^*a^*b^*$ .

Fuente: Konica Minolta Sensing Américas Global USA.

### **pH y acidez.**

Si comparamos los resultados según investigación desarrollada por Obregón (2013), al presentar valores de pH (6,30 a 6,90) más altos y por ende valores de acidez (0,03 a 0,09) más bajos; esto es debido a que el contenido de ácidos orgánicos de la papa varía según su estado de madurez, aquellos tubérculos que son cosechados tempranamente presentan valores de acidez más bajos. Este resultado se relacionan a las muestras adquiridas será probablemente relacionado el mismo estado de madurez, cosechas tempranas y variedad.

### **5.2. Evaluación del contenido de acrilamida en papas fritas de las pollerías de la ciudad de Huánuco.**

Los resultados obtenidos se pueden comparar con los resultados obtenidos por Garzón (2014), papa a la francesa de restaurante de contenido promedio de acrilamida 661 ng/g; Papa criolla frita de contenido promedio de acrilamida 142 ng/g. Este resultado son distintas a las muestras adquiridas será probablemente relacionado con el tiempo y temperatura de fritura y variedad de papa.

Los resultados se pueden comparar obtenidos por Plata (2015), análisis de precursores en patatas crudas: azúcares reductores y aminoácidos, contenido promedio en azúcares reductores 0.59 % y aminoácidos 0,66 %. Determinación de acrilamida en patatas fritas tipo francés obtenidos tras fritura de las patatas a 170 °C y 190 °C, según tratamientos y temperatura de fritura acrilamida  $587 \pm 114$  µg/kg a 170 °C y  $1018 \pm 65,1$  µg/kg a 190 °C. Este resultado son distintas a las muestras adquiridas será probablemente relacionado con contenido promedio en azúcares reductores, aminoácidos, el tiempo y temperatura de fritura y variedad de papa, los efectos del pH son complejos, ya que cada una de las etapas de pardeamiento tiene un pH óptimo a pH < 3 el pardeamiento es bajo y se incrementa conforme aumenta el pH hasta un máximo de 10; la adición de bisulfito sódico al 1 %, ácido cítrico al 0,5-1 %, bicarbonato sódico al 1 % y ácido ascórbico al 0,5 % al agua de remojo de patatas destinadas a fritura redujo el contenido de acrilamida en el producto final



independientemente de la temperatura de fritura. La adición de bisulfito sódico da lugar un producto final más claro y con menor contenido de acrilamida, el remojo con ácido cítrico produce una reducción de acrilamida del 50% y el color es similar al obtenido con el remojo sin adición del ácido. Teniendo en cuenta la ingesta de patatas fritas tipo francés de la población encuestada el consumo de acrilamida es de 0,35 µg/kg/día.

Investigaciones recientes existe las estimaciones puntuales existentes del cáncer factor dependiente de riesgo y riesgos implícitos de por vida para los humanos, todos derivado extrapolando de altas dosis en animales. Estudian a dosis bajas en humanos. La Agencia de Protección basó su estimación de  $4,5 \times 10^{-3}$  por µg de acrilamida por kg de peso corporal por día en la hembra tumores de rata, incluidos todos los tumores con significación estadísticamente significativa aumenta en las hembras expuestas es decir, mamaria y tiroides glándulas, útero y cavidad oral, informó un factor dependiente de cáncer de  $1,3 \times 10^{-3}$  por µg/kg/día en base a los adenomas de las glándulas mamarias, que seleccionado como el sitio del tumor individual más sensible. Usando dieta datos de entrada de Noruega, este factor de pendiente implica un límite superior estimación de riesgo de cáncer de por vida a partir de acrilamida dietética de 5 casos adicionales por cada 10.000 mujeres en la mediana de ingesta y 11 casos adicionales por cada 10.000 en el percentil 90 de la ingesta. Recientemente, el Comité Mixto FAO/OMS de Expertos en Alimentación Additives, 2005 estimó un factor dependiente de cáncer de  $3,3 \times 10^{-4}$  por µg / kg / día también se basa en tumores mamarios totales (Zepeda, 2018).

Al realizar la encuesta de frecuencia de consumo, se logra identificar los grupos de alimentos con mayor consumo en ambos sexos, los resultados en promedio de consumo son de 1,04 a 1,29 ug acrilamida/persona/día, de acuerdo a las tablas de la Organización Mundial de la Salud (OMS) predispone a posibles riesgos que pueden producir efectos cancerígenos y alteraciones en el sistemas reproductivo y genético, actualmente no es posible establecer una asociación directa entre la presencia de acrilamida en los alimentos y un riesgo para la

salud. No obstante se orientó y se llevaron a cabo recomendaciones ante el grupo sobre medidas de prevención así mismo evitando el consumo de alimentos fritos, asados o alimentos que sean expuestos a altas temperaturas lo cuales fueron expuestos (Zepeda, 2018).

## VI. CONCLUSIONES.

- Se cuantificó los niveles de acrilamida por HPLC-DAD Cromatografía Líquida de Alta Performance con Detector de Arreglo de Diodos, encontrándose en papas fritas de la pollería Sarita Grill acrilamida  $207,74 \pm 204,32$  ng/g, en papas fritas de la pollería el Viajero acrilamida  $68,46 \pm 59,89$  ng/g; en las papas fritas de la pollería Shorton Grill y la Canasta no contienen acrilamida. Los resultados son mínimamente diferentes en comparación de resultados de investigación de otros autores, será probablemente relacionado con el pre tratamiento de las papas picadas antes de freír, tiempo de fritura, temperatura de fritura, variedad de papa y pos cosecha.
- Se encontró correlación entre las características fisicoquímicas y el contenido de acrilamida en las papas fritas de las pollerías de la ciudad de Huánuco.

## **VII. RECOMENDACIONES.**

- Realizar más investigación en otros alimentos de contenido de acrilamida, posteriormente dar una alternativa de solución.
- Para la extracción de lípidos se puede utilizar diferentes solventes en el equipo Soxhlet, pero se recomienda la utilización del solvente éter de petróleo, debido a su bajo punto de ebullición de 69 °C.
- Informar acerca de la acrilamida y los efectos a la salud que conlleva.

## VIII. LITERATURA CITADA.

- AECOSAN (2018). *Acrilamida en los alimentos, nuevas normas y recomendaciones por tu salud*. NIPO papel: 690-18-006-3. Madrid España 8 de noviembre de 2018. Disponible en [https://www.riojasalud.es/f/rs/docs/CUADRIPTICO\\_ACRILAMIDA\\_AECOSAN\\_1.pdf](https://www.riojasalud.es/f/rs/docs/CUADRIPTICO_ACRILAMIDA_AECOSAN_1.pdf).
- Arribas (2011). *El aislamiento y la caracterización estructural de acrylamide pyridoxamine aductos*. Instituto de Ciencia y Tecnología de Alimentos y Nutrición, 28040. España 2011. [dx.doi.org/10.1021/tx100293](https://doi.org/10.1021/tx100293).
- Calderón (2015). *Aspectos sobre acrilamida: formación, cuantificación, mitigación y futuras consideraciones*. Caldas-Antioquia, Colombia 2014. Producción + Limpia - Enero - Junio de 2015. Vol.10, No.1 - 119•134. Disponible en <http://www.scielo.org.co/pdf/pml/v10n1/v10n1a11.pdf>.
- Calvo (2007). *Formación de acrilamida en los Alimentos*. Disponible en <http://milksci.unizar.es/bioquimica/temas/azucares/acrilamida.html>.
- Cámara et al. (2017). *Informe del Comité Científico de la Agencia Española de Consumo. Seguridad Alimentaria y Nutrición (AECOSAN) sobre los criterios de seguridad que limiten la exposición a acrilamida producida por la fritura de patatas*. Revista del Comité Científico de la AESAN, ISSN 1885-6586, N°. 26, 2017, p. 29-55.
- Capillo & Navarro (2019). *Efecto de la adición del extracto hidroetanólico de semilla de la calidad de la galleta ungurahui (Oenocarpus bataua Mart.) en forma libre y microencapsulado*. Tesis Para optar el Título Profesional de Ingeniero Agroindustrial. Universidad Nacional Mayor de San Marcos Lima Perú 2019. p. 70.
- Coronel (2014). *Fritura al Vacío: Un enfoque nutricional*. Copyright © 2014 Universidad Tecnológica Equinoccial. Quito – Ecuador. ISSN: 1390-6542. Disponible en <http://oaji.net/articles/2015/1783-1426288892.pdf>.
- FAO/OMS (2002). *Consecuencias para la Salud de Acrilamida en los Alimentos*. ISBN 92 4 356218 5. (Clasificación NLM: QD 305.A7). Disponible en <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/42635/9243562185.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- FAO/OMS (2007). *Programa conjunto sobre normas alimentarias Comité del Codex sobre contaminantes de los alimentos 1ª reunión beijing*

- (china), 16 al 20 de abril de 2007 anteproyecto de código de prácticas para la reducción de la acrilamida en los alimentos (N 06-2006). Viale delle Terme di Caracalla, 00153 Roma, Italia. Tema 12 del programa CX/CF 07/1/15 enero de 2007. Disponible en [http://www.fao.org/tempref/codex/Meetings/CCCF/cccf1/cf01\\_15s.pdf](http://www.fao.org/tempref/codex/Meetings/CCCF/cccf1/cf01_15s.pdf).
- FAO/OMS (2006). *Programa conjunto sobre normas alimentarias Comité del Codex sobre aditivos alimentarios y contaminantes de los alimentos*. Viale delle Terme di Caracalla, 00100 Roma Italia. Tema 14 (g) del programa CX/FAC 06/38/35 Marzo de 2006 p. 5-6. Disponible en [http://www.fao.org/tempref/codex/Meetings/CCFAC/CCFAC38/fa38\\_35s.pdf](http://www.fao.org/tempref/codex/Meetings/CCFAC/CCFAC38/fa38_35s.pdf).
  - Garzón (2014). *Evaluación de niveles de acrilamida en alimentos colombianos*. Trabajo de grado para optar al título de nutrición y dietética y microbiología industrial. Pontificia Universidad Javeriana Bogotá D.C. junio 09 de 2014. p. 36. Disponible en <https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/16060/GarzonBelenoAngelicaMaria2014.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
  - Jansse (2016). *Demanda creciente de snacks más saludables. Pack Aging para alimentos y bebidas*. Disponible en <http://www.packaging.enfasis.com/notas/76354-demanda-creciente-snacks-mas-saludables->
  - Lucas et al. (2011). *Evaluación de los parámetros de calidad durante la fritura de rebanadas de papa criolla*. Scientia Et Technica, vol. XVI, núm. 48, agosto, 2011, pp. 299-304. Universidad Tecnológica de Pereira Colombia. ISSN: 0122-1701. Disponible en <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=84922622053>.
  - Miranda et al. (2007). *Actividad citotóxica y antioxidante de los productos de la reacción de Maillard de los sistemas modelo D-glucosa – glicina y D-glucosa – L-lisina*. Revista de la Sociedad Química del Perú [online]. 2007, vol.73, n.4, pp.215-225. ISSN: 1810-634X. Disponible en [http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S1810634X2007000400005&script=sci\\_abstract](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S1810634X2007000400005&script=sci_abstract).
  - Moreno et al. (2007). *La acrilamida, contaminante químico de procesado*. Revista de Toxicología, vol. 24, núm. 1, 2007, pp. 1-9 Asociación Española de Toxicología Pamplona, España 2007. ISSN: 0212-7113. p.1-9. Disponible en <https://www.redalyc.org/pdf/919/91924101.pdf>.

- Muñoz (2015). *Mitigación de la formación de acrilamida en hojuelas de papas mediante el uso de fritura al vacío*. Memoria para optar al título de Ingeniero en Alimentos. Santiago, Chile. 2015. p. 12-13. Disponible en <http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/134944/Mitigacion-de-la-formacion-de-acrilamida-en-hojuelas-de-papas-mediante-el-uso-de-fritura.pdf?sequence=1>.
- Mesias et al. (2018). Contenido de acrilamida en patatas fritas preparado en establecimientos de servicios de alimentos. Instituto de Ciencia de los Alimentos, Tecnología y Nutrición (ICTAN-CSIC), Madrid, España 2018. Disponible en <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2018.10.050>
- NIH (2017). *Acrilamida y el riesgo de cáncer*. Disponible en <https://www.cancer.gov/espanol/cancer/causasprevencion/riesgo/dieta/hoja-informativa-acrilamida>.
- Obregón (2013). *Evaluación fisicoquímica y bromatológica de cuatro variedades nativas de papa (Solanum SPP)*. Ciencia e Investigación 2013; 16(1): 38-40 UNMSM 2013. Edición impresa: ISSN 1561-0861 Edición electrónica: ISSN 1609-9044. p. 38-40. Disponible en [file:///C:/Users/BALTAZAR/Downloads/8634Texto%20del%20art%C3%ADculo-29931-1-10-20140805%20\(7\).pdf](file:///C:/Users/BALTAZAR/Downloads/8634Texto%20del%20art%C3%ADculo-29931-1-10-20140805%20(7).pdf).
- Pastoriza (2013). *Efectos de la ingesta de compuestos avanzados de la reacción de maillard sobre el metabolismo gastrointestinal*. Tesis doctoral. Universidad de Granada 2013. ISBN: 978-84-9028-586-2. p. 4-6. Disponible en <file:///C:/Users/BALTAZAR/Documents/21915076.pdf>.
- Plata (2015). *Determinación, valoración y reducción de acrilamida en alimentos hidrocarbonados*. tesis doctoral. Universidad de Granada noviembre de 2015. ISBN: 978-84-9125-595-4. p 106 - 112.
- Roth (2015). *Ficha de datos de seguridad*. Servicio de Información Toxicológica Instituto Nacional de Toxicología y Ciencias Forenses. Número de artículo: 7871 Versión: 2.0 es. Reemplaza la versión de: 18.11.2015 Versión: (1) fecha de emisión: 18.11.2015 Revisión: 12.09.2019. Disponible en [https://www.carlroth.com/downloads/sdb/es/7/SDB\\_7871\\_ES\\_ES.pdf](https://www.carlroth.com/downloads/sdb/es/7/SDB_7871_ES_ES.pdf).
- Valenzuela & Ronco (2007). *Acrilamida en los Alimentos*. Revista Chilena de nutrición [online]. 2007, vol.34, n.1, pp.8-16. ISSN 0717-7518. Disponible en [https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S071775182007000100001&lng=es&nrm=iso&tlng=es](https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S071775182007000100001&lng=es&nrm=iso&tlng=es).
- Xu et al. (2016). El uso de asparaginasa para reducir los niveles de acrilamida en los alimentos cocinados. 0308-8146 / 2016 el Sevier Ltd.


Departamento de Alimentos y Ciencias de la Nutrición, Universidad de Reading, Whiteknights, Reading RG6 6AP, Reino Unido. Disponible en <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.04.105>

- Zepeda (2018). *Ingesta de Acrilamida en Adolescentes de Nivel Secundaria*. Tesis profesional. Universidad de ciencias y artes de Chiapas México mayo 2018. p. 16. Disponible en <https://repositorio.unicach.mx/bitstream/20.500.12114/1622/1/TESIS%20ACRILAMIDA.pdf>.




# ANEXOS


**Anexo 1. Formato integrado de información de recolección de muestras de papas fritas de la Pollería “Shorton Grill S.A.C.” de la ciudad de Huánuco.**

Posicionamiento Global del Giro						
Sistema de Coordenadas:	UTM	Datum:		WGS - 84		
Zona geográfica:	18	Norte:		8902319.6	m	
Altitud:	Nivel Medio del Mar	1561.58	m	Este:	364097.4	m
Evaluación del producto						
Responsable:	Julián Rojas Baltazar					
Producto:	Papas fritas					
Calidad del producto:	Aceptable					
Proveedor:	Pollería “Shorton Grill S.A.C.”					
Fotografía del producto						
						


**Anexo 2. Formato integrado de información de recolección de muestras de papas fritas de la Pollería “El Viajero E.I.R.L.” de la ciudad de Huánuco.**

Posicionamiento Global del Giro						
Sistema de Coordenadas:	UTM	Datum:		WGS - 84		
Zona geográfica:	18	Norte:		8902025.8	m	
Altitud:	Nivel Medio del Mar	1849.88	m	Este:	363659.0	m
Evaluación del producto						
Responsable:	Julián Rojas Baltazar					
Producto:	Papas fritas					
Calidad del producto:	Aceptable					
Proveedor:	Pollería “El Viajero E.I.R.L.”					
Fotografía del producto						
						

**Anexo 3. Formato integrado de información de recolección de muestras de papas fritas de la Pollería “Sarita Grill” de la ciudad de Huánuco.**

Posicionamiento Global del Giro						
Sistema de Coordenadas:	UTM	Datum:		WGS - 84		
Zona geográfica:	18	Norte:		8901814.6	m	
Altitud:	Nivel Medio del Mar	1955.08	m	Este:	363255.2	m
Evaluación del producto						
Responsable:		Julián Rojas Baltazar				
Producto:		Papas fritas				
Calidad del producto:		Aceptable				
Proveedor:		Pollería “Sarita Grill”				
Fotografía del producto						
						

**Anexo 4. Formato integrado de información de recolección de muestras de papas fritas de la Pollería “La Canasta” de la ciudad de Huánuco.**

Posicionamiento Global del Giro						
Sistema de Coordenadas:	UTM	Datum:		WGS - 84		
Zona geográfica:	18	Norte:		8901153.6	m	
Altitud:	Nivel Medio del Mar	1881.22	m	Este:	362808.6	m
Evaluación del producto						
Responsable:	Julián Rojas Baltazar					
Producto:	Papas fritas					
Calidad del producto:	Aceptable					
Proveedor:	Pollería “La Canasta”					
Fotografía del producto						
						

## **Anexo 5. Extracción de Humedad por el método de estufa de las muestras de papas fritas de las pollerías de la ciudad de Huánuco.**

- Recolección de muestras de papas fritas de las pollerías.
- Machacado de las muestras de papas fritas en placas petri grande con una cuchara.
- Lavado de placas petri chico con abundante agua de caño y luego enjuague con agua destilada.
- Secado de placas petri chico en estufa por 30 minutos.
- Enfriado de placas petri chico en desecador grande durante 20 minutos hasta llegar a temperatura ambiente.
- Pesado de placas petri chico en balanza analítica.
- Pesado de muestras de papas fritas en balanza analítica.
- Secado de placas petri chico contenido con muestras de papas fritas en estufa a temperatura de 80 °C durante 2 horas.
- Enfriado de placas petri chico contenido con muestras de papas fritas en desecador durante 20 minutos.
- Pesado de placas petri chico con muestras de papas fritas enfriadas.
- Fórmula para calcular el % de humedad de las papas fritas de las pollerías.

Fórmula para calcular en índice de humedad.

$$\% H^{\circ} = \frac{(W_2 + W_1) - (W_3)}{(W_1)} * 100$$

Donde:

H° % = porcentaje de humedad.

W1 = Peso de la muestra.

W2 = Peso de las placas petri.

W3 = Peso de la placa petri más muestra.

## **Anexo 6. Extracción de grasa por el método de Soxhlet de las muestras de papas fritas de las pollerías de la ciudad de Huánuco.**

- Preparación de muestras.
- Se pesó las muestras de papas fritas secadas conjuntamente con papel filtro en una balanza analítica.
- Se preparó los cartuchos con papel filtro las muestras de papas fritas.
- Colocación de cartuchos al extractor, adición de éter de petróleo de 50 ml y ebullición a 69 °C durante 4 horas con una estufa eléctrica a una refrigeración constante con agua.
- Enfriado a temperatura ambiente de los balones con grasa extraída.
- Secado de balones con grasa extraída en estufa a una temperatura de 80 °C por un tiempo de 1 hora.
- Se enfrió el balón con la grasa secada en un desecador grande durante 30 minutos.
- Pesado de balones con contenido de grasas extraídas secada.
- Fórmula para calcular el % de grasa de las muestras de papas fritas de las pollerías.

Fórmula para calcular en índice de grasa.

$$\% \text{ Grasa} = \frac{(W_3 - W_2)}{(W_1)} * 100$$

Donde:

Grasa % = porcentaje de Grasa.

W1 = Peso de la muestra.

W2 = Peso de las placas petri.

W3 = Peso de la placa petri más muestra.

## **Anexo 7. Análisis de las coordenadas de color L\*a\*b\* de las papas fritas procedentes de la ciudad de Huánuco.**

- Se tomó un bastón de papas fritas de cada tratamiento y luego se puso sobre un papel tisú blanco.
- Se calibró el colorímetro espectral digital.
- Toma de muestra visibles LED UV para una medición de color.
- Posicionamiento preciso en la muestra.
- Tiempo de medición de poco más de un segundo.
- Captura de información de las coordenadas de color L\*a\*b\*.



**Tabla 7,1. Resumen estadístico de las coordenadas de color L\*a\*b\* y ΔE\* de las papas fritas.**

Repetición	T1: P_SG				T2: P_EV				T3: P_Sa				T4: P_LC			
	L	a*	b*	ΔE*	L	a*	b*	ΔE*	L	a*	b*	ΔE*	L	a*	b*	ΔE*
1	78,90	-1,80	21,90	5,80	65,70	0,80	21,90	1,62	80,10	-1,20	25,20	9,09	76,70	1,4	21,5	2,10
2	70,10	-2,80	16,50	4,73	59,10	-1,10	19,00	5,84	72,80	-1,20	17,70	3,64	73,90	0,1	22,5	3,64
3	71,80	-0,90	20,20	2,13	67,90	1,40	23,20	4,23	63,70	3,30	20,00	9,07	81,70	0,1	25,8	4,98
<b>Promedio</b>	<b>73,60</b>	<b>-1,83</b>	<b>19,53</b>	<b>4,22</b>	<b>64,23</b>	<b>0,37</b>	<b>21,37</b>	<b>3,90</b>	<b>72,20</b>	<b>0,30</b>	<b>20,97</b>	<b>7,27</b>	<b>77,43</b>	<b>0,53</b>	<b>23,27</b>	<b>3,57</b>
<b>SD</b>	<b>4,67</b>	<b>0,95</b>	<b>2,76</b>	<b>1,89</b>	<b>4,58</b>	<b>1,31</b>	<b>2,15</b>	<b>2,13</b>	<b>8,22</b>	<b>2,60</b>	<b>3,84</b>	<b>3,14</b>	<b>3,95</b>	<b>0,75</b>	<b>2,25</b>	<b>1,44</b>

### **Anexo 8. Análisis de pH por el método de Potenciómetro digital de las muestras de papas fritas.**

- Preparación de muestra.
- Se pesó 10 g de papas fritas en una balanza analítica.
- Se procedió a calentar agua destilada en una estufa eléctrica hasta llegar a temperatura ebullición.
- Se mezcló 10 g de papas fritas con 100 ml de agua destilada hervida en un vaso precipitado.
- Se homogenizó la mezcla en una licuadora por 3 minutos.
- Se filtró las mezclas homogenizadas con papel filtro, por medio de un embudo a una fiola chica obteniendo una solución líquida de la muestra.
- Calibración de potenciómetro y lavado de los electrodos con agua destilado en cada tratamiento realizado.
- Se tomó 25 ml de solución líquida de la muestra en un vaso precipitado y luego se introdujo el electrodo del potenciómetro a la solución líquida para determinar el pH.
- Se registró el pH analizado.

## **Anexo 9. Análisis de acidez por el método volumétrico de las muestras de papas fritas.**

- Preparación de muestra.
- Se pesó 10 g de papas fritas en una balanza analítica.
- Se procedió a calentar agua destilada en una estufa eléctrica hasta llegar a temperatura ebullición.
- Se mezcló 10 g de papas fritas con 100 ml de agua destilada hervida en un vaso precipitado.
- Se homogenizó la mezcla en una licuadora por 3 minutos.
- Se filtró las mezclas homogenizadas con papel filtro, por medio de un embudo a una fiola chica.
- Se mezcló en un vaso precipitado 25 ml de solución filtrada a temperatura de 50 °C y luego se adicionó 3 gotas de fenolftaleína.
- Se procedió a la titulación de muestra de solución agitando constantemente con el gasto de NaOH hasta obtener la solución de color aproximado a rosa.
- Se registró la acidez analizada.

## **Anexo 10. Proceso de evaluación de niveles de acrilamida por método de HPLC – DAD.**

- Preparación de muestra.
- Se pesó 2 gramos de muestra de papas fritas desgrasadas y secas con 50 ml de agua ultra pura.
- Hidrolizado. Se realizó la hidrólisis de 2 gramos de muestra de papas fritas desgrasadas y secas en 50 ml de agua ultra pura durante 30 minutos.
- Homogenización. La solución obtenida se homogeneizó con licuadora marca Oster a 10000 rpm durante 5 minutos.
- Centrifugación. Se realizó a 1000 rpm durante 10 minutos.
- Filtración. Después de la centrifugación se colocaron 1.5 ml de sobrenadante en las jeringas con filtros.
- Llenado en viales. Luego de filtración se procedió al llenado de sobrenadantes de 1 ml en cada uno de los viales.
- Análisis HPLC-DAD. Luego los viales fueron cargados al autoinyector del sistema HPLC-DAD.

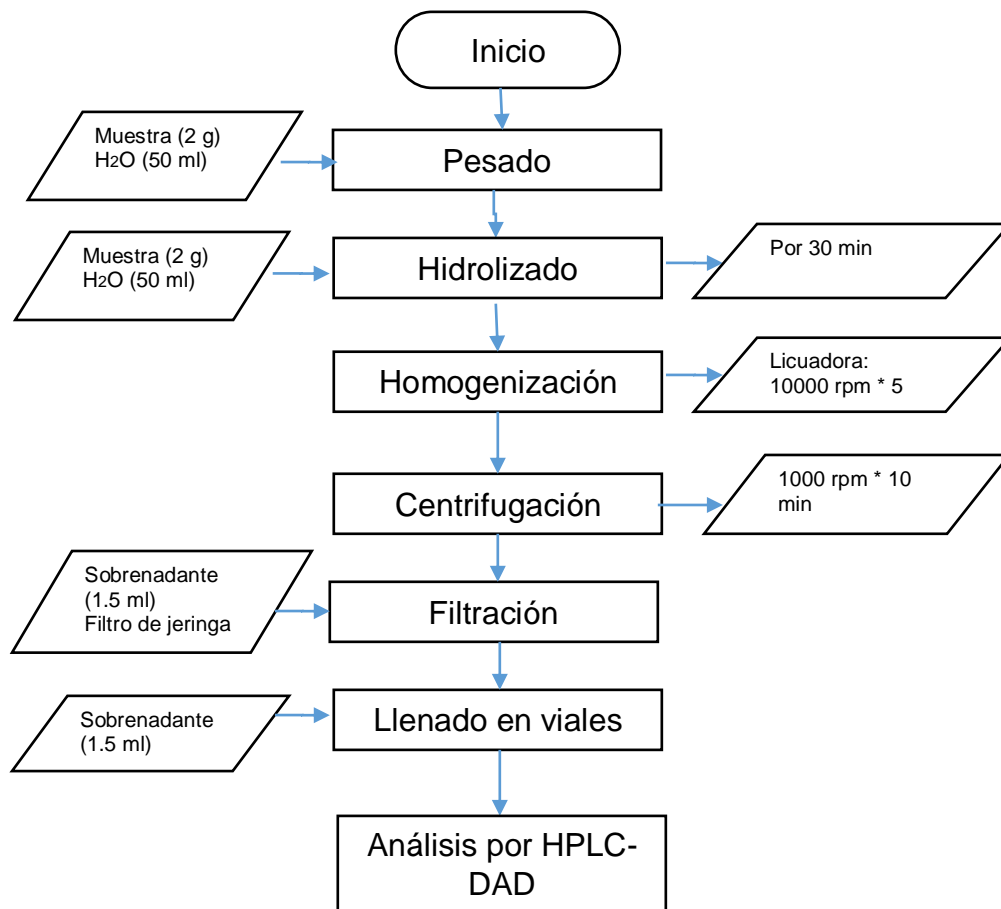


Figura 10,1. Diagrama de flujo de operaciones para la evaluación de niveles de acrilamida por HPLC – DAD.

**Anexo 11. Análisis estadístico de resultados de Humedad de las papas fritas de las pollerías de la ciudad de Huánuco.**

Tabla 11,1. Resumen estadístico para Humedad.

Repetición	T1: P_SG humedad	T2: P_EV humedad	T3: P_Sa humedad	T4: P_LC humedad
1	59,05	58,60	53,09	57,03
2	58,10	55,01	54,07	55,06
3	60,24	53,12	56,08	59,33
Promedio	59,13	55,58	54,41	57,14
SD	1,07	2,78	1,52	2,14

Tabla 11,2. Análisis de varianza para Humedad.

ANOVA					
Humedad					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	33,552	3	11,184	1,950	,200
Dentro de grupos	45,882	8	5,735		
Total	79,434	11			

Puesto que el valor-P de la razón-F es mayor o igual que 0,05, no existe una diferencia estadísticamente significativa entre la media de Humedad, con un nivel del 95,0% de confianza.

Tabla 11,3. Subconjuntos homogéneos.

Humedad		
HSD Tukey <sup>a</sup>		
Tratamiento	N	Subconjunto para alfa = 0.05
		1
3	3	54,4133
2	3	56,2433
4	3	57,1400
1	3	59,0567
Sig.		,160

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 3.000.

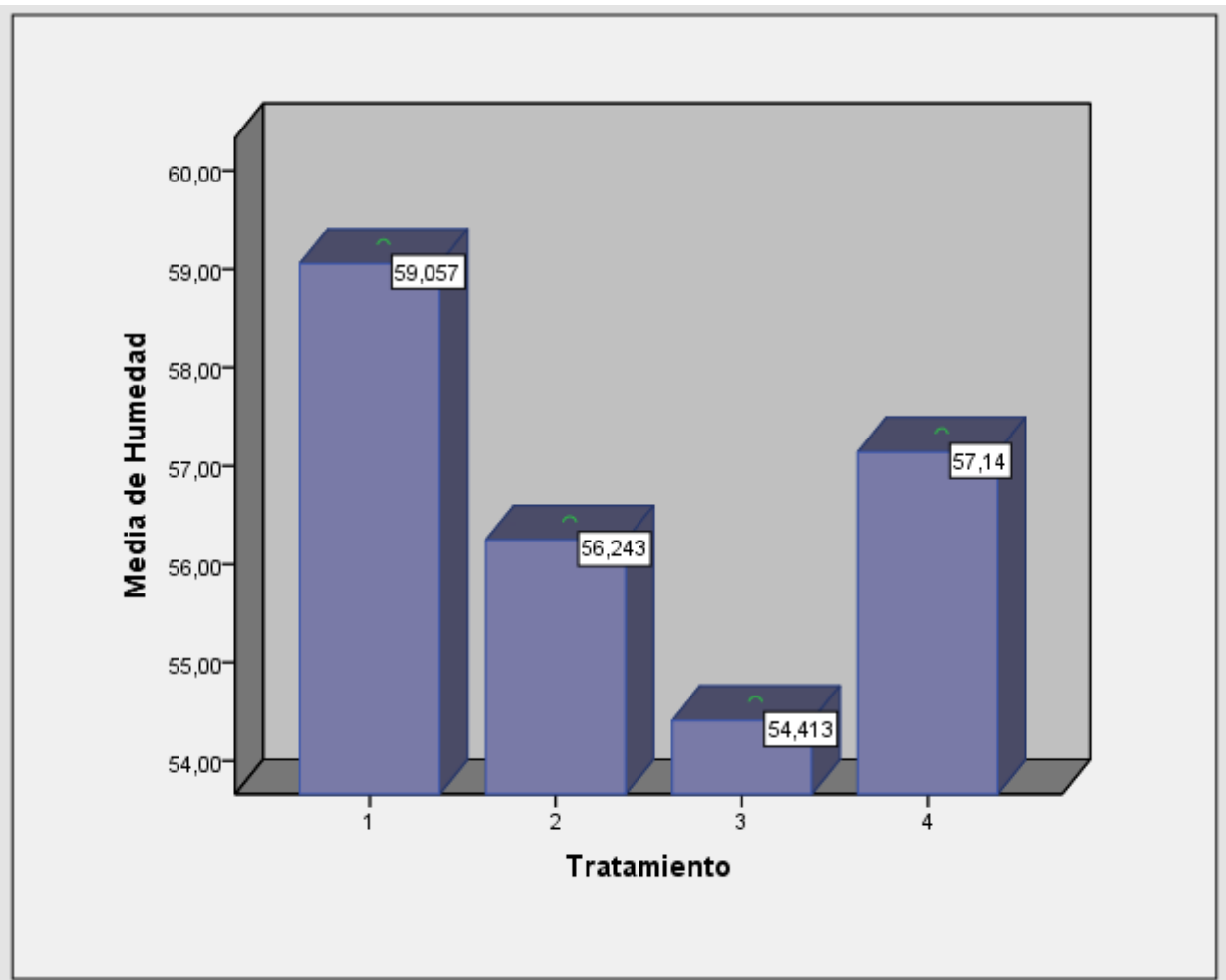


Figura 11,1. Gráfico de medias de humedad de las papas fritas de las pollerías de la ciudad de Huánuco.

## Anexo 12. Análisis estadístico de resultados de Grasa de las papas fritas de las pollerías de la ciudad de Huánuco.

Tabla 12,1. Resumen estadístico para Humedad.

Repetición	T1: P_SG grasa	T2: P_EV grasa	T3: P_Sa grasa	T4: P_LC grasa
1	15,74	16,06	12,04	15,65
2	18,01	17,03	14,64	16,55
3	16,89	14,05	13,65	18,02
Promedio	16,88	15,71	13,44	16,74
SD	1,14	1,52	1,31	1,20

Tabla 12,2. Análisis de varianza para Humedad.

ANOVA					
Grasa					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	22,700	3	7,567	4,483	,040
Dentro de grupos	13,504	8	1,688		
Total	36,203	11			

Puesto que el valor-P de la razón-F es mayor o igual que 0,05, existe una diferencia estadísticamente significativa entre la media de grasa, con un nivel del 95,0% de confianza.

Tabla 12,3. Subconjuntos homogéneos.

Grasa				
HSD Tukey <sup>a</sup>				
Tratamiento	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		1	2	
3	3	13,4433		
2	3	15,7133	15,7133	
4	3	16,7400	16,7400	
1	3		16,8800	
Sig.		,057	,700	

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 3.000.



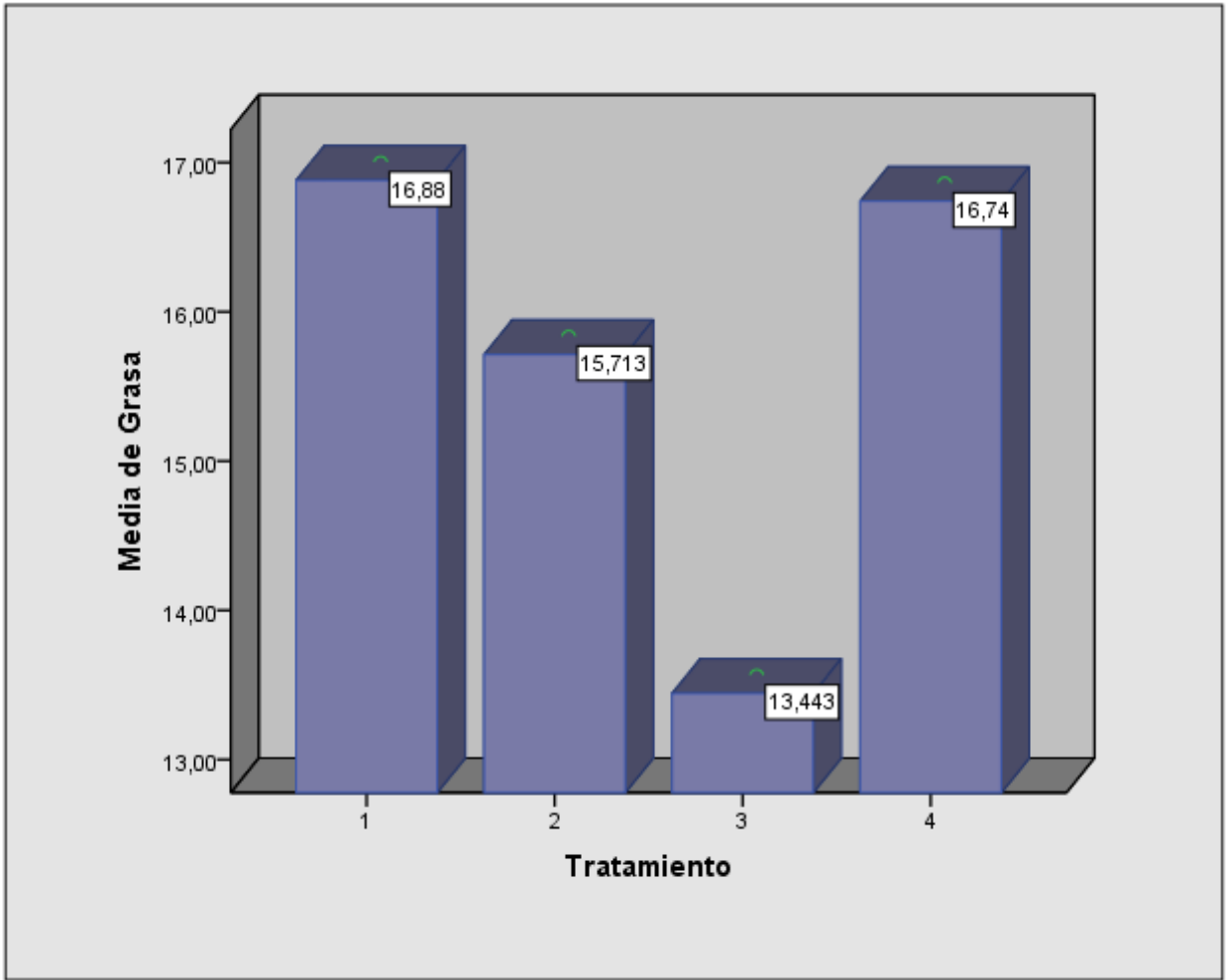


Figura 12,1. Gráfico de medias de grasa de las papas fritas de las pollerías de la ciudad de Huánuco.

**Anexo 13. Análisis estadístico de resultados de L\* = luminosidad de las papas fritas de las pollerías de la ciudad de Huánuco.**

Tabla 13,1. Resumen estadístico para L\*=luminosidad.

Repetición	T1: P_SG	T2: P_EV	T3: P_Sa	T4: P_LC
	L*	L*	L*	L*
1	78,9	65,7	80,1	76,7
2	70,1	59,1	72,8	73,9
3	71,8	67,9	63,7	81,7
Promedio	73,60	64,23	72,20	77,43
SD	4,67	4,58	8,22	3,95

Tabla 13,2. Análisis de varianza para L\*=luminosidad.

ANOVA					
Luminosidad					
	Suma de		Media		
	cuadrados	gl	cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	277,113	3	92,371	2,935	,099
Dentro de grupos	251,773	8	31,472		
Total	528,887	11			

Puesto que el valor-P de la razón-F es mayor o igual que 0,05, no existe una diferencia estadísticamente significativa entre la media de L\*=luminosidad, con un nivel del 95,0% de confianza.

Tabla 13,3. Subconjuntos homogéneos.

Luminosidad		
HSD Tukey <sup>a</sup>		
Pollerías	N	Subconjunto para alfa = 0.05
2	3	64,2333
3	3	72,2000
1	3	73,6000
4	3	77,4333
Sig.		,079

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 3.000.

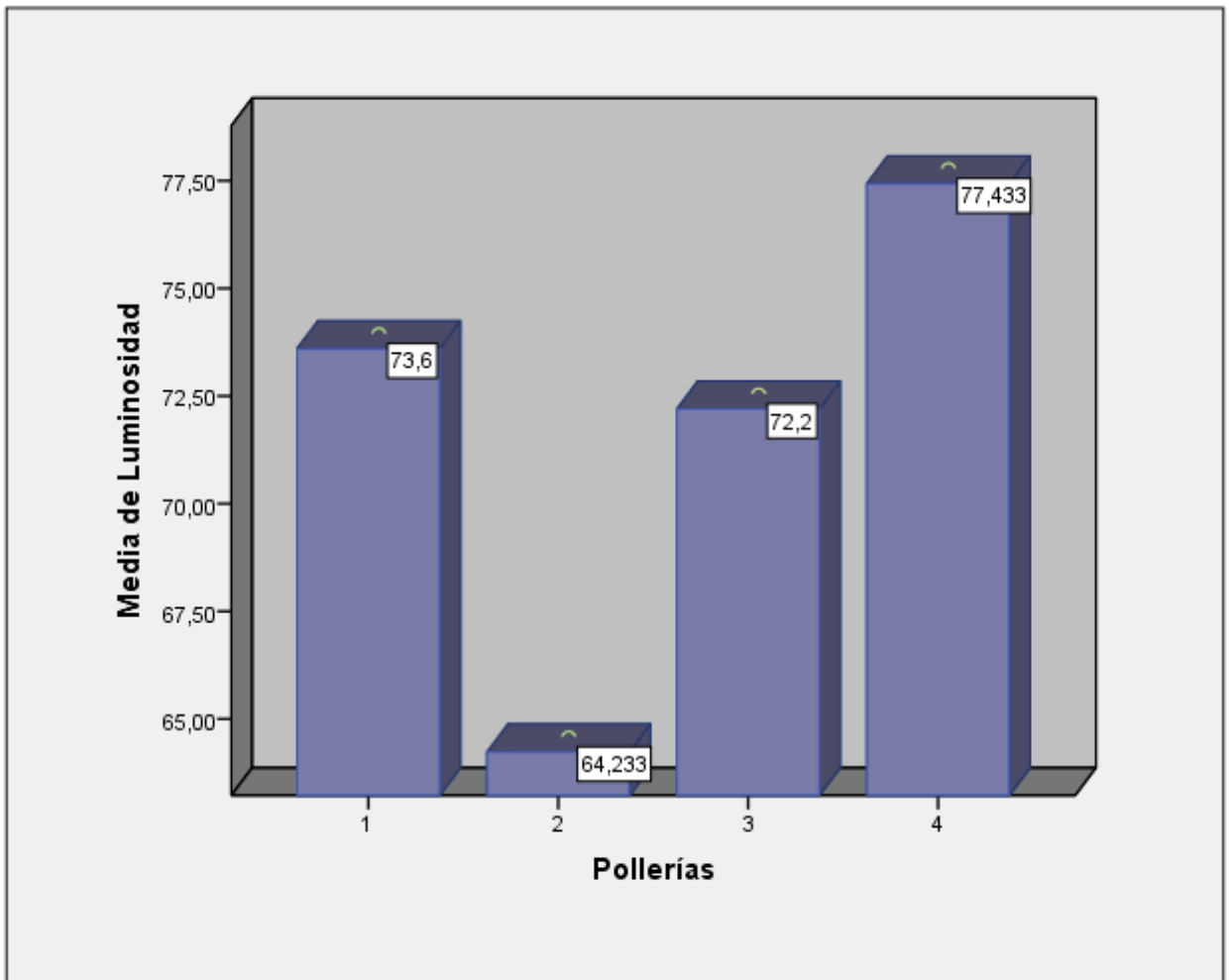


Figura 13,1. Gráfico de medias de L\* = Luminosidad de las papas fritas de las pollerías de la ciudad de Huánuco.

**Anexo 14. Análisis estadístico de resultados de a\* = coordenadas rojo/verde de las papas fritas de las pollerías de la ciudad de Huánuco.**

Tabla 14,1. Resumen estadístico para a\* = coordenadas rojo/verde.

Repetición	T1: P_SG	T2: P_EV	T3: P_Sa	T4: P_LC
	a*	a*	a*	a*
1	-1,80	0,80	-1,20	1,4
2	-2,80	-1,10	-1,20	0,1
3	-0,90	1,40	3,30	0,1
Promedio	-1,83	0,37	0,30	0,53
SD	0,95	1,31	2,60	0,75

Tabla 14,2. Análisis de varianza.

ANOVA					
Color a*					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	11,309	3	3,770	1,520	,282
Dentro de grupos	19,840	8	2,480		
Total	31,149	11			

Puesto que el valor-P de la razón-F es mayor o igual que 0,05, no existe una diferencia estadísticamente significativa entre la media de color a\*, con un nivel del 95,0% de confianza.

Tabla 14,3. Subconjuntos homogéneos.

Color		
HSD Tukey <sup>a</sup>		
Pollería	N	Subconjunto para alfa = 0.05
		1
1	3	-1,8333
3	3	,3000
2	3	,3667
4	3	,5333
Sig.		,323

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 3.000.

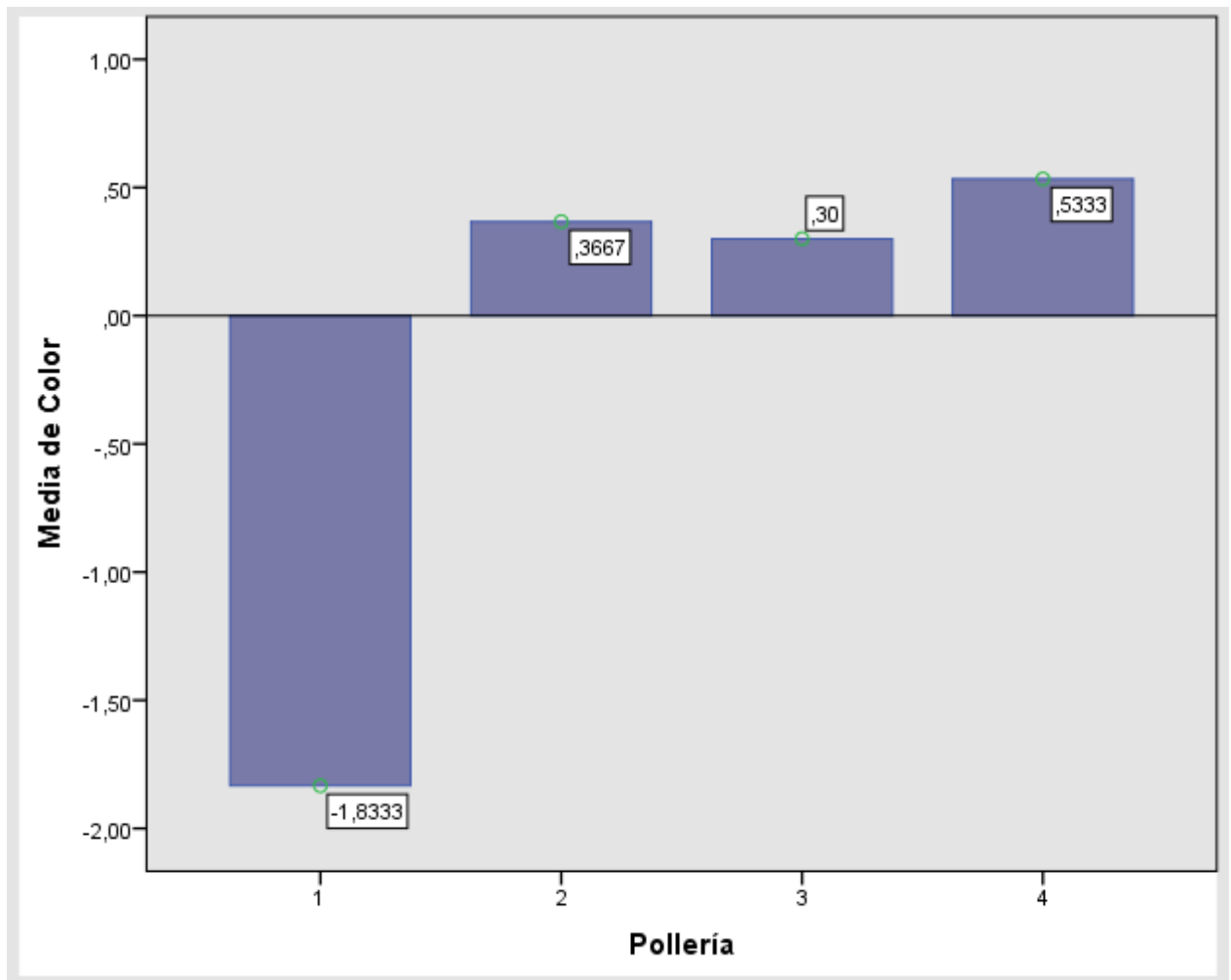


Figura 14,1. Gráfico de medias de color a\* de las papas fritas de las pollerías de la ciudad de Huánuco.

**Anexo 15. Análisis estadístico de resultados de b\* = coordenadas amarillo/azul de las papas fritas de las pollerías de la ciudad de Huánuco.**

Tabla 15,1. Resumen estadístico para b\* = coordenadas amarillo/azul.

Repetición	T1: P_SG	T2: P_EV	T3: P_Sa	T4: P_LC
	b*	b*	b*	b*
1	21,90	21,90	25,20	21,5
2	16,50	19,00	17,70	22,5
3	20,20	23,20	20,00	25,8
Promedio	19,53	21,37	20,97	23,27
SD	2,76	2,15	3,84	2,25

Tabla 15,2. Análisis de varianza para b\*.

ANOVA					
Color b*					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	11,309	3	3,770	1,520	,282
Dentro de grupos	19,840	8	2,480		
Total	31,149	11			

Puesto que el valor-P de la razón-F es mayor o igual que 0,05, no existe una diferencia estadísticamente significativa entre la media de color b\*, con un nivel del 95,0% de confianza.

Tabla 15,3. Subconjuntos homogéneos.

Color		
HSD Tukey <sup>a</sup>		
Pollería	N	Subconjunto para alfa = 0.05
		1
1	3	-1,8333
3	3	,3000
2	3	,3667
4	3	,5333
Sig.		,323

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 3.000.

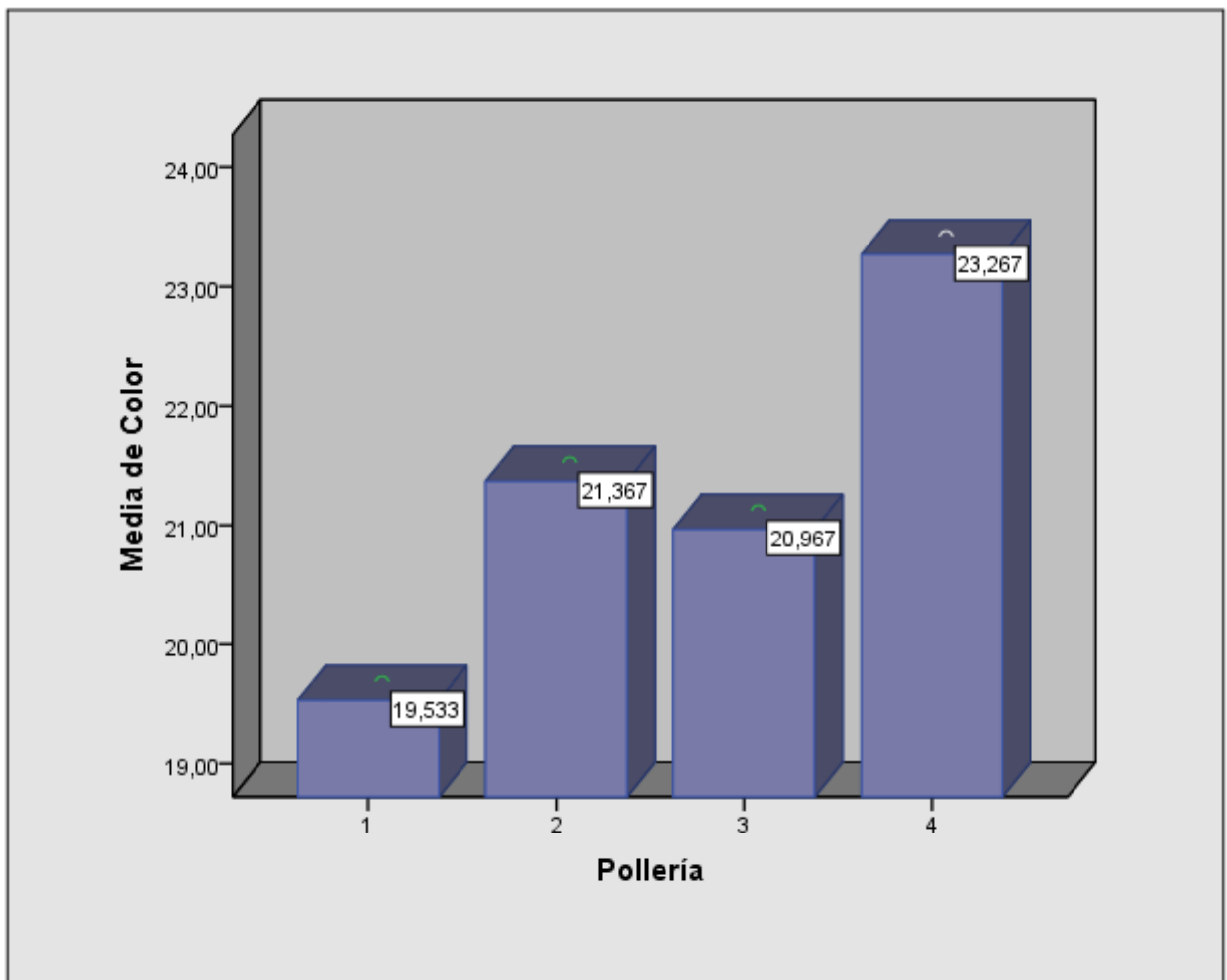


Figura 15,1. Gráfico de medias de color b\* de las papas fritas de las pollerías de la ciudad de Huánuco.

**Anexo 16. Análisis estadístico de resultados  $\Delta E^*$  = diferencia total de color de las papas fritas de las pollerías de la ciudad de Huánuco.**

Tabla 16,1. Resumen estadístico para  $\Delta E^*$  = diferencia total de color.

Repetición	T1: P_SG $\Delta E^*$	T2: P_EV $\Delta E^*$	T3: P_Sa $\Delta E^*$	T4: P_LC $\Delta E^*$
1	5,80	1,62	9,09	2,10
2	4,73	5,84	3,64	3,64
3	2,13	4,23	9,07	4,98
Promedio	4,22	3,90	7,27	3,57
SD	1,89	2,13	3,14	1,44

Tabla 16,2. Análisis de varianza para  $\Delta E^*$ .

ANOVA					
Color $\Delta E^*$					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	26,180	3	8,727	1,742	,236
Dentro de grupos	40,079	8	5,010		
Total	66,259	11			

Puesto que el valor-P de la razón-F es mayor o igual que 0,05, no existe una diferencia estadísticamente significativa entre la media de color  $\Delta E^*$ , con un nivel del 95,0% de confianza.

Tabla 16,3. Subconjuntos homogéneos.

Color		
HSD Tukey <sup>a</sup>		
Pollería	N	Subconjunto para alfa = 0.05
		1
4	3	3,5733
2	3	3,8967
1	3	4,2200
3	3	7,2667
Sig.		,257

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 3.000.



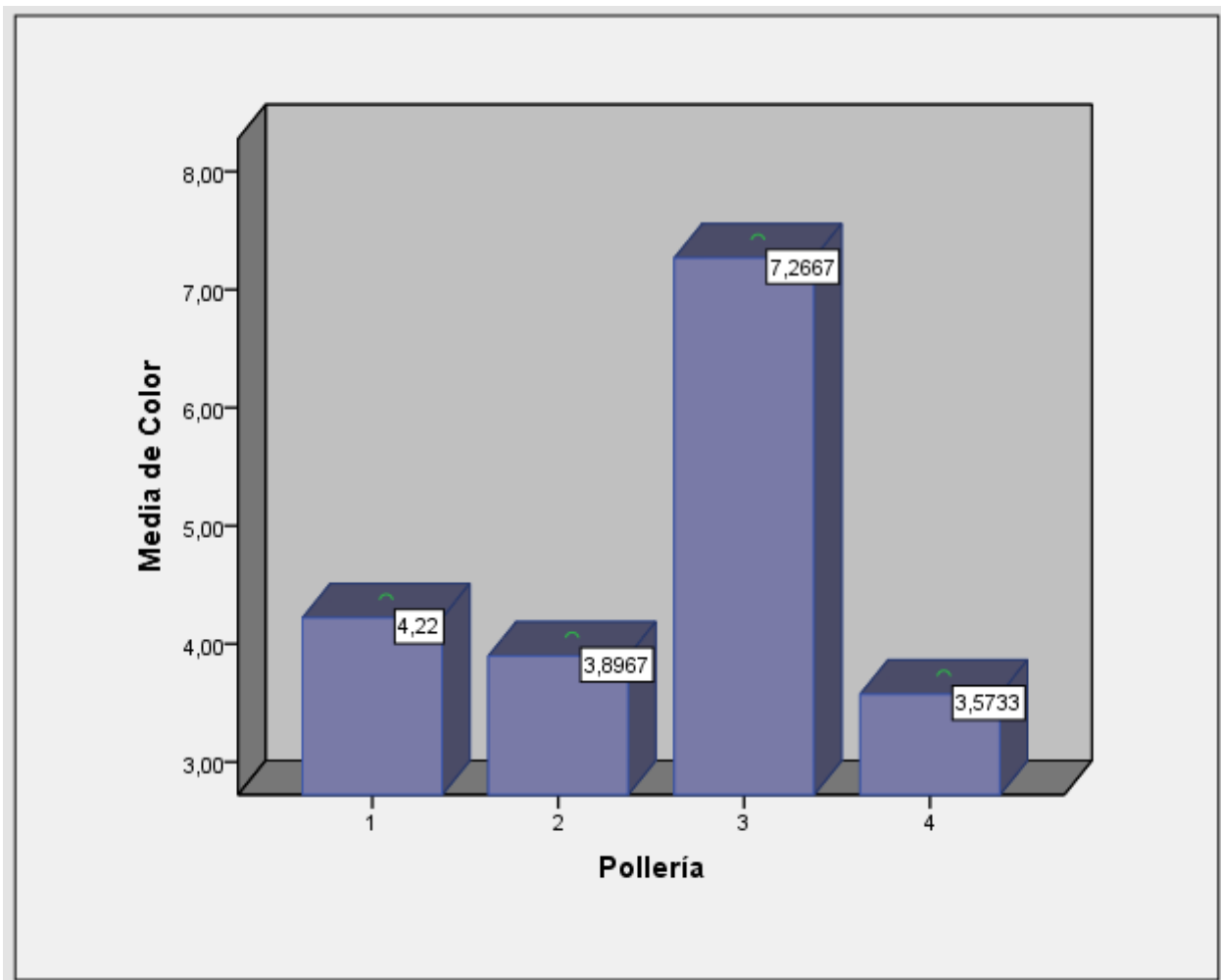


Figura 16,1. Gráfico de medias de  $\Delta E^*$  = Diferencia total de color de las papas fritas de las pollerías de la ciudad de Huánuco.

**Anexo 17: Análisis estadístico de resultados de pH de las papas fritas de las pollerías de la ciudad de Huánuco.**

Tabla 17,1. Resumen estadístico para pH.

Repetición	T1: P_SG	T2: P_EV	T3: P_Sa	T4: P_LC
	pH	pH	pH	pH
1	6,00	6,30	5,30	6,00
2	6,00	6,00	5,30	6,00
3	6,10	5,90	5,90	6,20
Promedio	6,03	6,07	5,50	6,07
SD	0,06	0,21	0,35	0,12

Tabla 17,2. Análisis de varianza para pH.

ANOVA					
pH					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	,697	3	,232	5,160	,028
Dentro de grupos	,360	8	,045		
Total	1,057	11			

Puesto que el valor-P de la prueba-F es menor que 0,05, existe una diferencia estadísticamente significativa entre la media de pH, con un nivel del 95,0% de confianza.

Tabla 17,3. Subconjuntos homogéneos.

pH			
HSD Tukey <sup>a</sup>			
Pollería	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
3	3	5,5000	
1	3	6,0333	6,0333
4	3		6,0667
2	3		6,0667
Sig.		,059	,997

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 3.000.

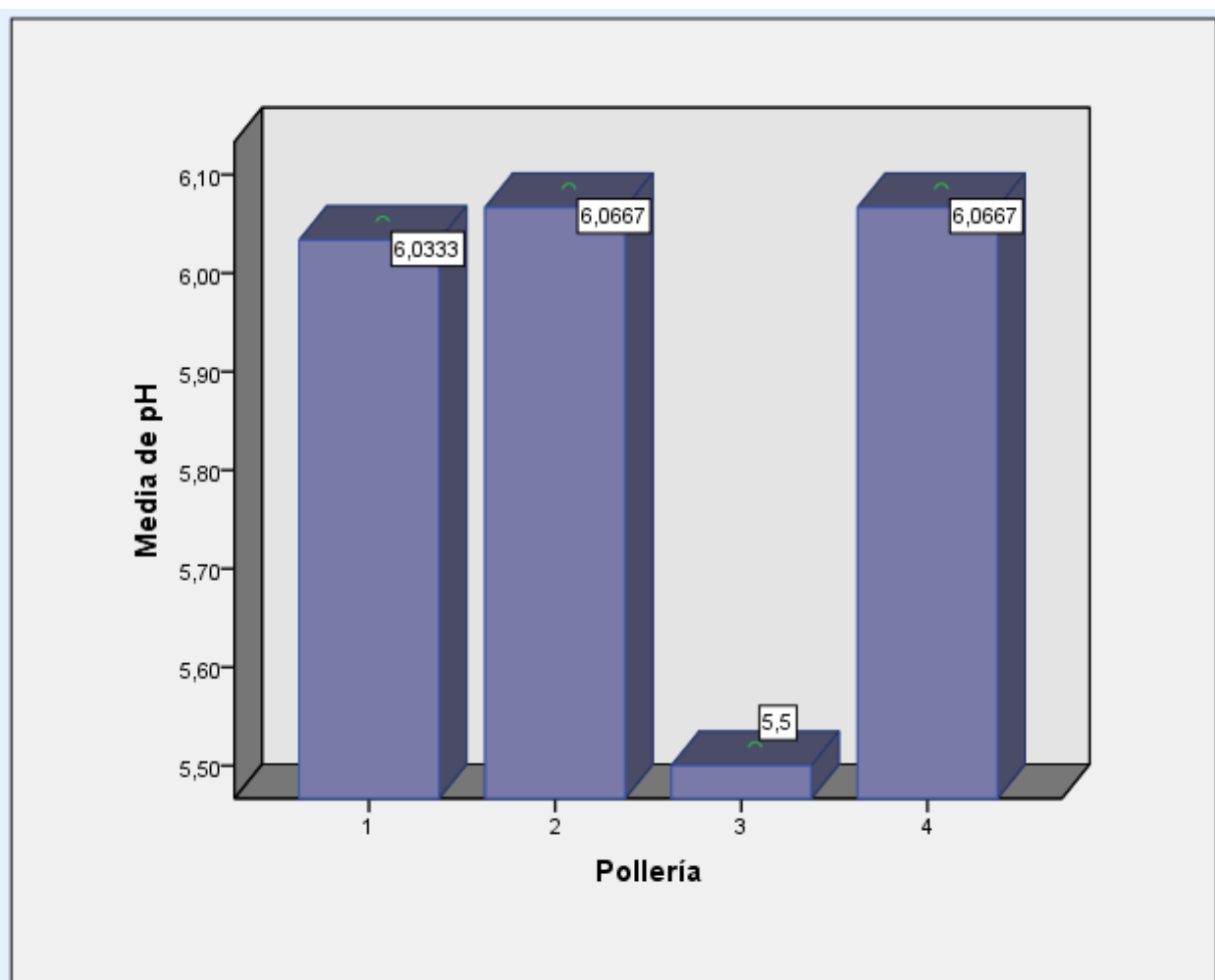


Figura 17,1. Gráfico de medias de pH de las papas fritas de las pollerías de la ciudad de Huánuco.

**Anexo 18: Análisis estadístico de resultados de acidez de las papas fritas de las pollerías de la ciudad de Huánuco.**

Tabla 18,1. Resumen estadístico para acidez.

Repetición	T1: P_SG	T2: P_EV	T3: P_Sa	T4: P_LC
1	0,10	0,06	0,08	0,07
2	0,07	0,05	0,08	0,07
3	0,06	0,05	0,07	0,06
Promedio	0,08	0,05	0,08	0,07
SD	0,02	0,01	0,01	0,01

Tabla 18,2. Análisis de varianza para acidez.

ANOVA					
Acidez					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	,001	3	,000	2,750	,112
Dentro de grupos	,001	8	,000		
Total	,002	11			

Puesto que el valor-P de la razón-F es mayor o igual que 0,05, no existe una diferencia estadísticamente significativa entre la media de acidez, con un nivel del 95,0% de confianza.

Tabla 18,3. Subconjuntos homogéneos.

Acidez		
HSD Tukey <sup>a</sup>		
Subconjunto para alfa = 0.05		
Pollería	N	1
2	3	,0533
4	3	,0667
1	3	,0767
3	3	,0767
Sig.		,139

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 3.000.

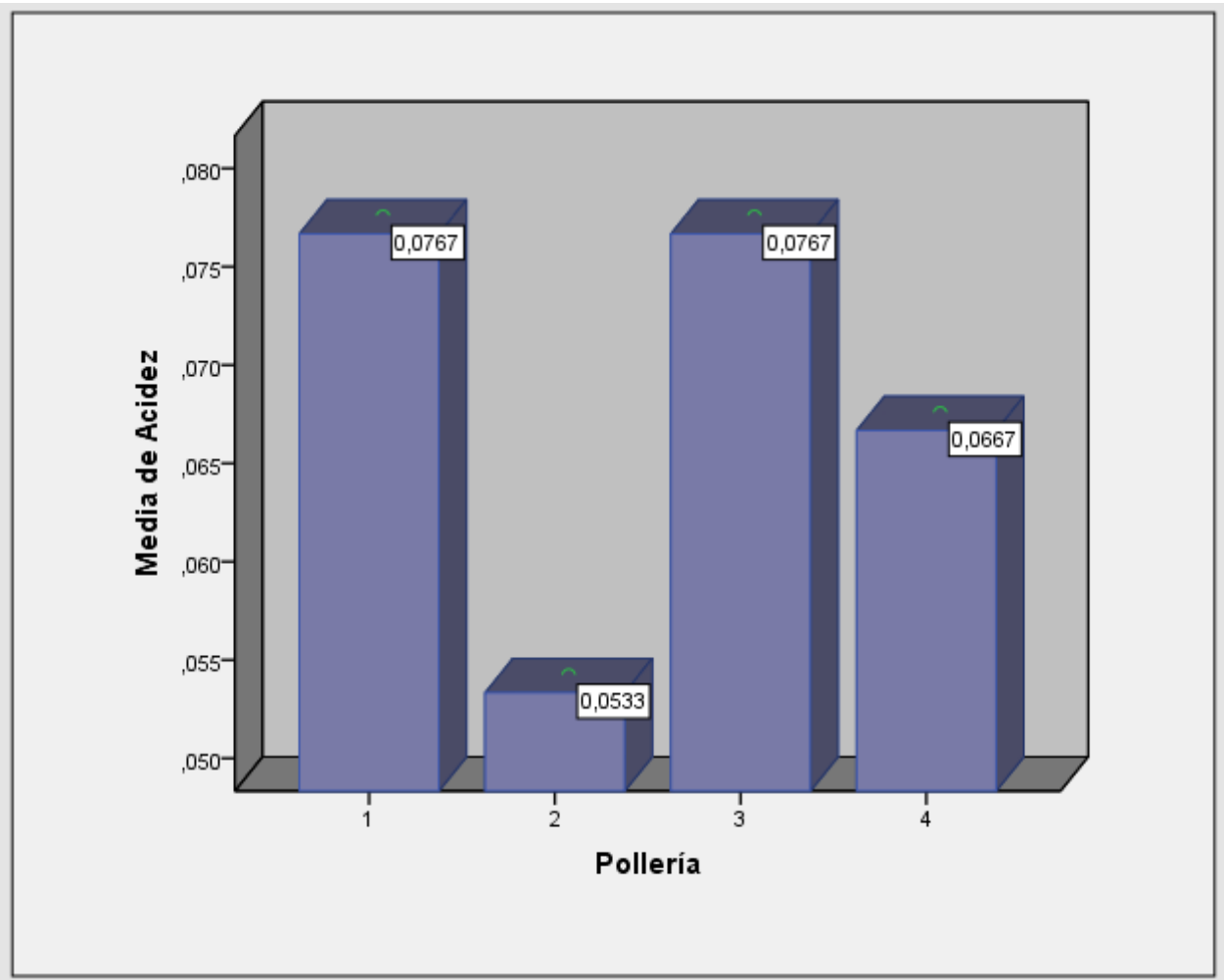


Figura 18,1. Gráfico de medias de acidez de las papas fritas de las pollerías de la ciudad de Huánuco.

**Anexo 19. Análisis estadístico de resultados del contenido de acrilamida en papas fritas de las pollerías de la ciudad de Huánuco.**

Tabla 19,1. Resumen estadístico para acrilamida.

Repetición	T1: P_SG	T2: P_EV	T3: P_Sa	T4: P_LC
	Acrilamida	Acrilamida	Acrilamida	Acrilamida
1	0,00	94,211	408,457	0,00
2	0,00	0,000	214,765	0,00
3	0,00	111,175	0,000	0,00
Promedio	0,00	68,46	207,74	0,00
SD	0,00	59,89	204,32	0,00

Tabla 19,2. Análisis de varianza para acrilamida.

ANOVA					
Acrilamida					
	Suma de		Media		
	cuadrados	gl	cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	86313,755	3	28771,252	2,539	,130
Dentro de grupos	90667,029	8	11333,379		
Total	176980,784	11			

Puesto que el valor-P de la razón-F es mayor o igual que 0,05, no existe una diferencia estadísticamente significativa entre la media de acrilamida con un nivel del 95,0% de confianza.

Tabla 19,3. Subconjuntos homogéneos.

Acrilamida		
HSD Tukey <sup>a</sup>		
Subconjunto para alfa = 0.05		
Pollería	N	1
1	3	,00000
4	3	,00000
2	3	68,46200
3	3	207,74067
Sig.		,157

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 3.000.

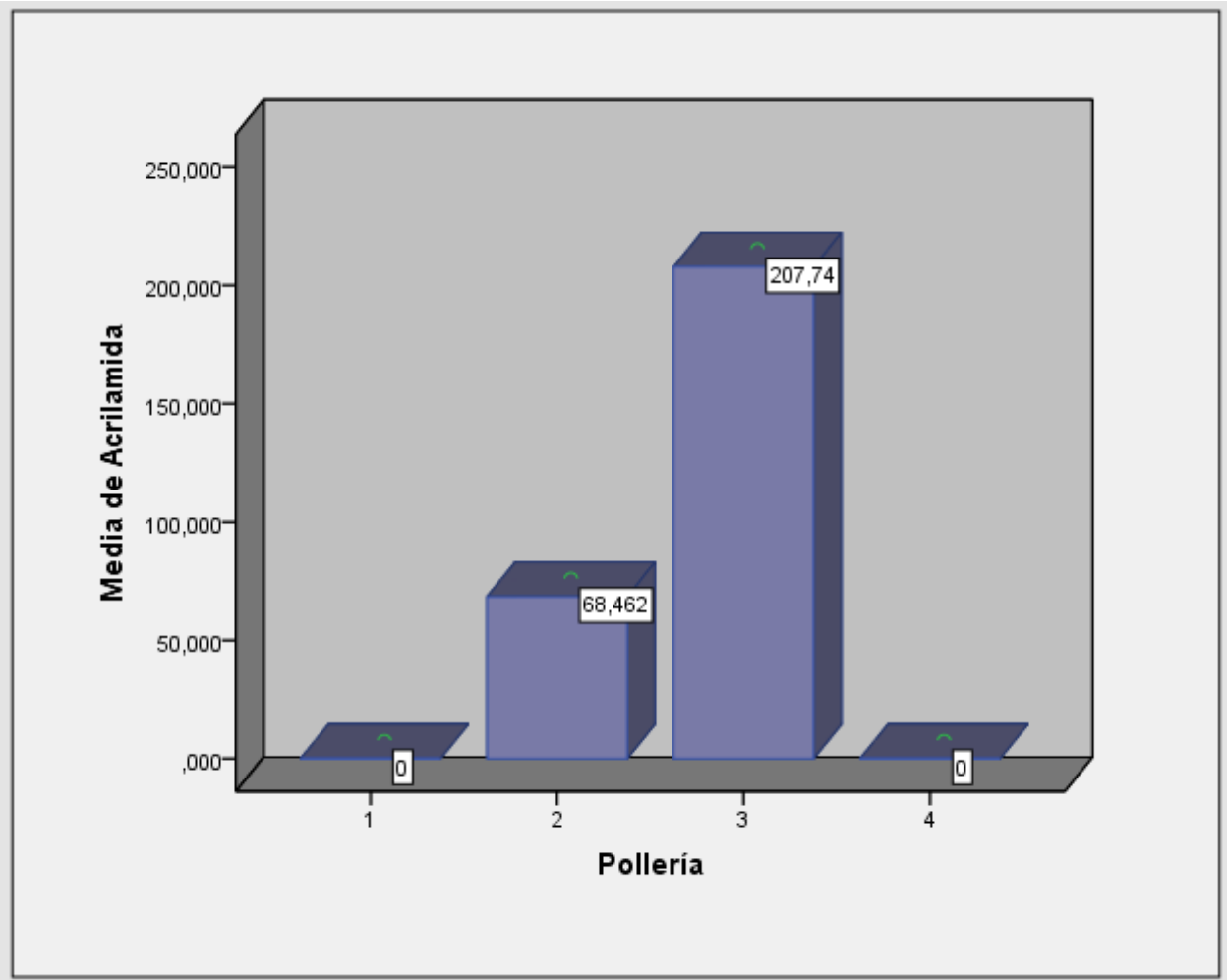


Figura 19,1. Gráfico de medias de acrilamida de las papas fritas de las pollerías de la ciudad de Huánuco.

**Anexo 20. Panel fotográfico de extracción de humedad por método de estufa de las muestras de papas fritas de las pollerías de la ciudad de Huánuco.**



Figura 20,1: Preparación de las muestra de papas fritas.





Figura 20,2. Machacado y pesado de las muestra de papas fritasm.



Figura 20,3. Secado en estufa de las muestra de papas fritas.



Figura N° 20,4. Enfriado y pesado de las muestra de papas fritas.

**Anexo 21. Panel fotográfico de extracción de grasa por el método Soxhlet de las muestras de papas fritas de las pollerías de la ciudad de Huánuco.**



Figura 21,1. Pesado y preparación de cartuchos de las muestra de papas fritas.



Figura 54,2. Colocación de cartuchos de las muestra de papas fritas y adición de éter de petróleo al equipo Soxhlet.



Figura 21,3. Extracción de grasa en ebullición de éter de petróleo en el equipo Soxhlet.



Figura 21,4. Enfriado a temperatura ambiente y secado en estufa.



Figura 21,4. Pesado de las grasas extraídas de las muestras de papas fritas.

**Anexo 22. Panel fotográfico de determinación de color de las muestras de papas fritas de las pollerías de la ciudad de Huánuco.**



Figura 22,1. Toma de bastones de muestras de papas fritas.



Figura 22,1. Análisis de color de muestras de papas fritas.

**Anexo 23. Panel fotográfico de determinación de pH de las muestras de papas fritas de las pollerías de la ciudad de Huánuco.**



Figura 23,1. Análisis de pH de la solución de muestras de papas fritas.

**Anexo 24. Panel fotográfico de determinación de acidez de las muestras de papas fritas de las pollerías de la ciudad de Huánuco.**



Figura 24,1. Pesado y mezclado con agua destilada de las muestras de papas fritas.



Figura 24,2. Licuado y filtrado de las muestras de papas fritas.



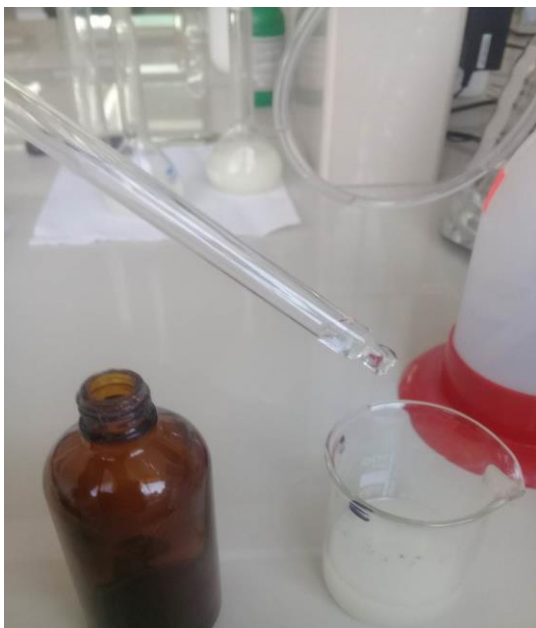


Figura 24,3: Titulación de acidez de la solución de muestras de papas fritas.

**Anexo 25. Panel fotográfico de análisis de niveles de acrilamida de las muestras de papas fritas por HPLC – DAD.**

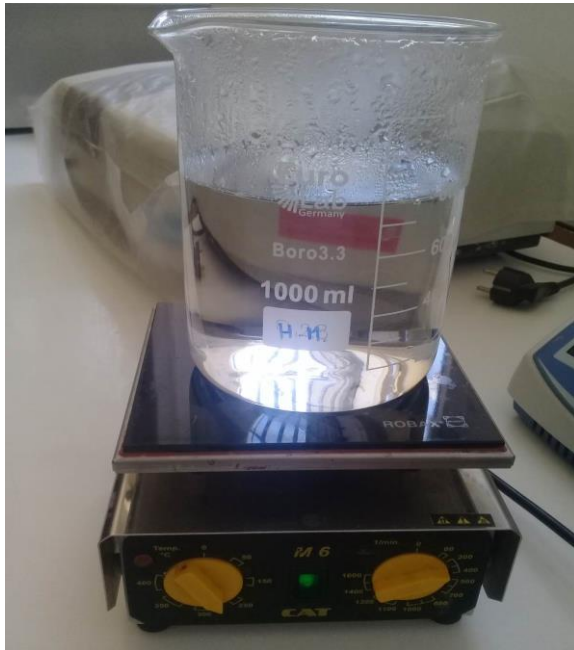


Figura 25,1. Ebullición de agua ultra pura y pesado de muestras de papas fritas.



Figura 25,2. Hidrolizado y licuado de muestras.



Figura 25,3. Llenado de muestras a los microtubos para la centrifugación.



Figura 25,4. Centrifugación de las muestras.



Figura 25,5. Extracción de líquido sobre nadantes de las muestras centrifugadas.



Figura 25,6. Filtrado y llenado de las muestras en los viales.

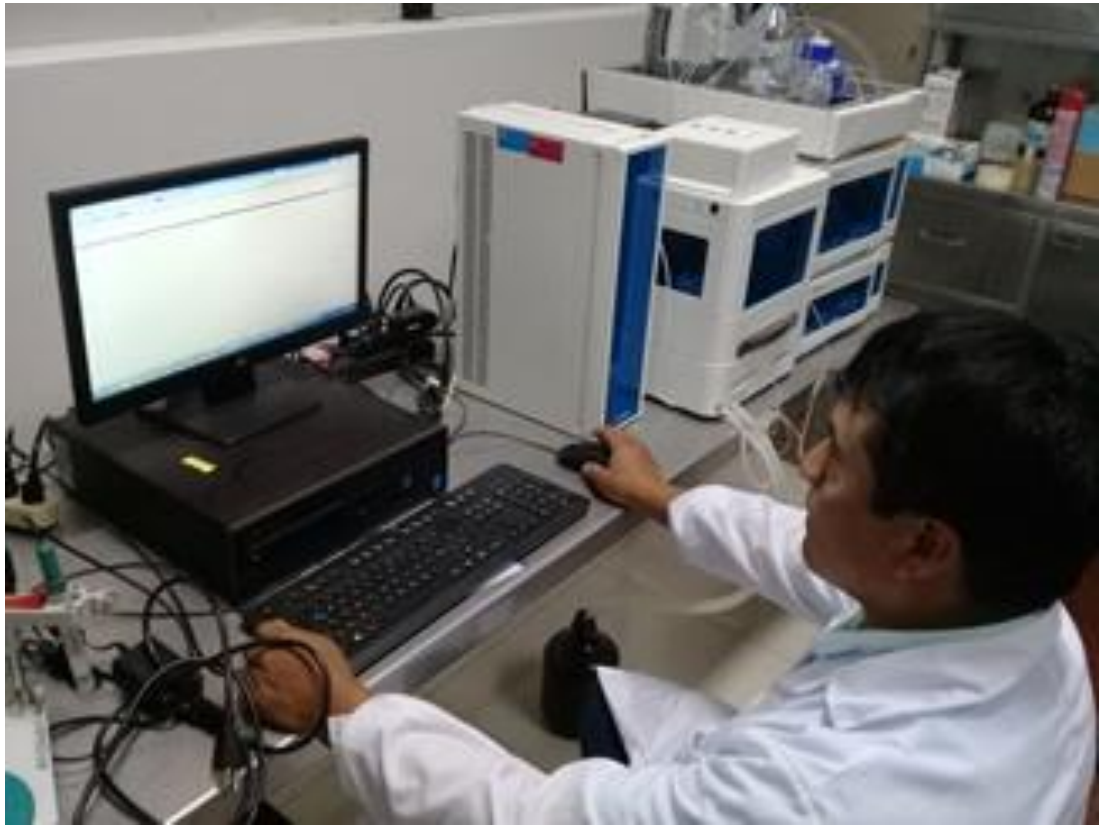


Figura 25,7. Análisis de muestras por HPLC -DAD.

## Anexo 26. Matriz de consistencia del proyecto de investigación.

MATRIZ DE CONSISTENCIA DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.						
TÍTULO: “EVALUACION DE LOS NIVELES DE ACRILAMIDA EN LOS ALIMENTOS ELABORADOS A TEMPERATURAS ALTAS - HUANUCO”.						
PROBLEMA	OBJETIVO	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIÓN	INDICADOR	DISEÑO DE INVESTIGACIÓN
<p><b>GENERAL.</b></p> <p>¿Es posible evaluar los niveles de acrilamida en los alimentos elaborados a temperaturas altas de la ciudad de Huánuco?</p>	<p><b>GENERAL.</b></p> <p>Evaluar los niveles de acrilamida en los alimentos elaborados a temperaturas altas de la ciudad de Huánuco.</p>	<p><b>GENERAL.</b></p> <p>Si evaluamos los niveles de acrilamida en los alimentos elaborados a temperaturas altas de la ciudad de Huánuco, entonces puede encontrarse un riesgo de salud en los consumidores de la población entera.</p>	<p><b>INDEPENDIENTE.</b></p> <p>Alimentos elaborados a temperaturas altas de la ciudad de Huánuco las papas fritas de las pollerías.</p>	<p>4 tratamientos, 3 repeticiones y 12 unidades experimentales de las papas fritas de las pollerías de la ciudad de Huánuco.</p>	<p>3 repeticiones de papas fritas de la pollería “Shorton Grill”.</p> <p>3 repeticiones de papas fritas de la pollería “El Viajero”.</p> <p>3 repeticiones de papas fritas de la pollería “Sarita Grill”.</p> <p>3 repeticiones de papas fritas de la pollería “La Canasta” Nivel de composición de acrilamida.</p>	<p><b>APLICADA.</b> Porque está orientada a la aplicación del conocimiento científico, para generar un conocimiento tecnológico alternativo para reducir la composición de acrilamida en papas fritas de las pollerías de Huánuco.</p> <p><b>NIVEL.</b> Es Experimental, porque se manipulará la variable independiente Evaluar los niveles de acrilamida en papas fritas de las pollerías de Huánuco.</p> <p><b>MÉTODOS.</b> El método a utilizar será el de observación directa, basado en el diagrama de flujo de laboratorio.</p> <p><b>TÉCNICAS DE MUESTREO.</b> Estadística.</p> <p><b>DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.</b> DCA (Fisher).</p> <p><b>MUESTRA.</b> Papas fritas de las pollerías.</p> <p><b>POBLACIÓN.</b> Alimentos elaborados a temperaturas altas de la ciudad de Huánuco.</p> <p><b>TÉCNICAS.</b> Experimental cuantitativo.</p>
<p><b>PROBLEMA ESPECÍFICO.</b></p> <p>¿Cuál será la composición del nivel de acrilamida en papas fritas de las pollerías.</p>	<p><b>OBJETIVO ESPECÍFICO.</b></p> <p>1. Evaluar las características físicas químicas de las papas fritas de las pollerías de la ciudad de Huánuco.</p> <p>2. Evaluar el nivel de acrilamida en papas fritas de las pollerías de la ciudad de Huánuco.</p>	<p><b>HIPÓTESIS ESPECÍFICAS.</b></p> <p>H1: Los niveles de acrilamida evaluadas en papas fritas de las pollerías presentaran las composiciones de acrilamida entonces, podrá parecer un riesgo de salud en la población de la ciudad.</p>	<p><b>DEPENDIENTE.</b></p> <p>Características físicas químicas de los alimentos.</p> <p>Niveles de acrilamida en papas fritas.</p>	<p>Evaluación físicos químicos de los alimentos.</p> <p>Evaluación de niveles de acrilamida.</p>		

