



**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD  
ESCUELA PROFESIONAL DE FARMACIA Y BIOQUÍMICA**

**ANÁLISIS DEL NIVEL DE ACRILAMIDA EN CHIFLES  
“CHIPS” COMERCIALES Y ARTESANALES  
ELABORADOS A PARTIR DE *Musa paradisiaca* VAR.  
*HARTON*.**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE QUÍMICO  
FARMACÉUTICO**

**AUTORES:**

Bach. ALTEZ ROJAS, CECILIA YISEL  
Bach. CASTRO MARTINEZ, JUAN CARLOS  
Bach. REYES MACHUCA, YOSSELIN ADELAIDA

**ASESOR:**

M.Sc. HUALPA CUTIPA, EDWIN

**LIMA – PERÚ**

**2020**

## **DEDICATORIA**

La presente tesis está dedicada a nuestro señor Jesús, ya que gracias a él logramos concluir nuestra carrera profesional.

A nuestros padres por brindarnos su apoyo y confianza en todo lo necesario para cumplir nuestros objetivos como, estudiantes, mejores personas a través de sus ejemplos, consejos y amor.

A nuestros hijos por ser nuestra gran bendición y motor que nos impulsa a seguir adelante con nuestros sueños y retos.

A nuestros hermanos que han estado ahí presente siempre, y mucho más cuando les hemos necesitado, a nuestros familiares y amigos por su aliento y apoyo incondicional.

Muestro agradecimiento eterno a nuestra universidad. Después de años de esfuerzo, sacrificios, dedicación y grandes alegrías llegó el día en que miramos hacia atrás el camino recorrido por tus pasillos y aulas, y nos detenemos para agradecerte mi Alma Mater! y todos los docentes y de manera especial a nuestro asesor y revisores.

## RESUMEN

Actualmente existe preocupación por la presencia de un compuesto nocivo para la salud como la acrilamida, que se forma a temperaturas superiores a 120°C al freír, Hornear o tostar alimentos ricos en almidón (glucosa y fructuosa) y aminoácidos principalmente la asparagina. La exposición a altas concentraciones de acrilamida causa cambios en el sistema nervioso central y la administración prolongada de dosis bajas da lugar a una neuropatía periférica. El propósito de este proyecto fue evaluar, por primera vez, los niveles de acrilamida en chifles “CHIPS” comerciales y artesanales elaborados a partir de *Musa paradisiaca* Var. *Hartón*. El método empleado para analizar las muestras fue a través de HPLC-DAD, el cual permitió evaluar los niveles de acrilamida presentes en las muestras seleccionadas. De las 10 muestras analizadas 3 de ellas mostraron la presencia de acrilamida, dando lugar a una diferencia significativa entre los valores de los grupos al valor sugerido por el Diario Oficial de la Unión Europea.

Hay que tener en cuenta el tipo de alimento a preparar, la duración del proceso y la temperatura, lo que es muy importante para reducir la concentración de acrilamida en los chifles, a fin evitar daños a la salud.

**Palabras Claves:** *Acrilamida, chifles “CHIPS” comerciales, chifles “CHIPS” artesanales.*

## ABSTRACT

There is currently concern about the presence of a harmful compound such as acrylamide, which forms at temperatures above 120°C when frying, baking or roasting foods rich in starch (glucose and fructose) and amino acids, primarily asparagine. Exposure to high concentrations of acrylamide causes changes in the central nervous system and prolonged administration of low doses results in peripheral neuropathy. The purpose of this project was to evaluate, for the first time, acrylamide levels in commercial and artisanal "CHIPS" chifles made from *Musa paradisiaca* Var. Hartón. The method used to analyze the samples was through HPLC-DAD, which allowed evaluating the levels of acrylamide present in the selected samples. Of the 10 samples analyzed, 3 of them showed the presence of acrylamide, giving rise to a significant difference between the values of the groups to the value suggested by the Official Journal of the European Union.

It is necessary to take into account the type of food to be prepared, the duration of the process and the temperature, which is very important to reduce the concentration of acrylamide in the chifles, in order to avoid damage to health.

***Keywords:*** *Acrylamide, commercial "CHIPS" chifles, handmade "CHIPS" chifles*

## ÍNDICE GENERAL

<b>DEDICATORIA</b> .....	i
<b>RESUMEN</b> .....	ii
<b>ABSTRACT</b> .....	iii
<b>ÍNDICE GENERAL</b> .....	iv
<b>LISTA DE TABLAS Y FIGURAS</b> .....	vi
<b>TABLAS</b> .....	vi
<b>FIGURAS</b> .....	vi
<b>INTRODUCCION</b> .....	1
<b>1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN</b> .....	2
1.1 Planteamiento del problema .....	2
1.2 Formulación del problema .....	3
1.2.1 Problema general .....	3
1.2.2 Problemas específicos.....	3
<b>1.3 Objetivos</b> .....	<b>4</b>
1.3.1 Objetivo general.....	4
1.3.2 Objetivos específicos .....	4
<b>1.4 Justificación</b> .....	<b>4</b>
<b>2. MARCO TEÓRICO</b> .....	<b>5</b>
<b>2.1 Antecedentes</b> .....	<b>5</b>
2.1.1 Antecedentes internacionales.....	5
2.2.2 Antecedentes nacionales .....	7
<b>2.2 Base teórica</b> .....	<b>8</b>
2.2.1 Acrilamida. ....	8
2.2.2. Formación de acrilamida. ....	9
2.2.3 Precursores de acrilamida. ....	12
2.2.4 Metabolismo. ....	13
2.2.5 Regulaciones de acrilamida. ....	16
2.2.6 Métodos de extracción de la acrilamida. ....	17
2.2.7 Métodos de detección. ....	17
2.2.8 Plátano Bellaco Verde ( <i>Musa paradisiaca</i> Var. <i>Harton</i> )......	23
2.2.9 Chifles “CHIPS” artesanales de <i>Musa paradisiaca</i> Var. <i>Harton</i> . ....	24
<b>2.3 Definición de términos básicos</b> .....	<b>25</b>

<b>2.4 Hipótesis.....</b>	<b>28</b>
2.4.1 Hipótesis general: .....	28
<b>3. MATERIALES Y MÉTODOS .....</b>	<b>28</b>
<b>3.1 Tipo de investigación .....</b>	<b>28</b>
<b>3.2 Nivel de investigación .....</b>	<b>28</b>
<b>3.3 Diseño de investigación.....</b>	<b>28</b>
<b>3.4 Área de estudio.....</b>	<b>28</b>
<b>3.5 Población y muestra. Criterios de inclusión y exclusión .....</b>	<b>29</b>
<b>3.6 Variable y operacionalización de variables .....</b>	<b>30</b>
<b>3.7 Instrumento de recolección de datos.....</b>	<b>31</b>
<b>3.8 Validación de instrumentos de recolección de datos .....</b>	<b>31</b>
<b>3.9 Procedimiento de recolección de datos .....</b>	<b>31</b>
3.9.1 Preparación de la muestra. ....	32
3.9.2 Preparación del Estándar. ....	33
3.9.3 Metodología para la determinación del contenido de acrilamida. ....	34
<b>3.10 Componente ético de la investigación. ....</b>	<b>34</b>
<b>3.11 Procesamiento y análisis de datos. ....</b>	<b>35</b>
<b>4. RESULTADOS. ....</b>	<b>35</b>
<b>5. DISCUSIONES. ....</b>	<b>52</b>
<b>6. CONCLUSIONES. ....</b>	<b>53</b>
<b>7. RECOMENDACIONES. ....</b>	<b>53</b>
<b>8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>54</b>
<b>9. ANEXOS.....</b>	<b>65</b>
<b>9.1 Matriz de consistencia .....</b>	<b>65</b>
<b>9.2 Ficha de recolección de datos.....</b>	<b>67</b>
<b>9.3 Recolección de muestras.....</b>	<b>68</b>
<b>9.4 Preparación de la muestra .....</b>	<b>70</b>
<b>9.5 Materiales, reactivos y estándar.....</b>	<b>72</b>
<b>9.6. Resultados.....</b>	<b>73</b>

## LISTA DE TABLAS Y FIGURAS

### TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Niveles de referencia para detectar la presencia de acrilamida en los productos alimenticios presentados por el Diario Oficial de la Unión Europea. ....	11
<b>Tabla 2.</b> Cantidad de acrilamida en [ ] $\mu\text{g}/\text{kg}$ por muestras. ....	49
<b>Tabla 3.</b> Reporte de cantidad de acrilamida en [ ] $\mu\text{g}/\text{kg}$ por cada muestras. ....	50
<b>Tabla 4.</b> Comparación con valor normado según el Diario Oficial de la Unión Europea .....	51

### FIGURAS

Figura 1. Estructura química de la acrilamida .....	8
Figura 2. Vías propuestas para la formación de acrilamida .....	10
Figura 3. Principales rutas metabólicas de la acrilamida.....	13
Figura 4. Cromatografía Líquida de Alta Precisión.....	20
Figura 5. Espectro electromagnético y las longitudes de onda y los números de onda asociados a cada región.....	21
Figura 6. Esquema de un instrumento FTIR que incluye un interferómetro Michelson.	22
Figura 7. Etiqueta para identificación de muestras.....	32
Figura 8. Proceso de preparación de la muestras.....	32
Figura 9. Cromatograma de la muestra A1R1 de chifles "CHIPS" comerciales elaborados a partir de <i>Musa paradisiaca</i> Var. <i>Harton</i> .....	35
Figura 10. Cromatograma de la muestra A1R2 de chifles "CHIPS" comerciales elaborados a partir de <i>Musa paradisiaca</i> Var. <i>Harton</i> .....	36
Figura 11. Cromatograma de la muestra A2R1 de chifles "CHIPS" comerciales elaborados a partir de <i>Musa paradisiaca</i> Var. <i>Harton</i> .....	36

Figura 12. Cromatograma de la muestra A2R2 de chifles "CHIPS" comerciales elaborados a partir de <i>Musa paradisiaca</i> Var. <i>Harton</i> .....	37
Figura 13. Cromatograma de la muestra A3R1 de chifles "CHIPS" comerciales elaborados a partir de <i>Musa paradisiaca</i> Var. <i>Harton</i> .....	37
Figura 14. Cromatograma de la muestra A3R2 de chifles "CHIPS" comerciales elaborados a partir de <i>Musa paradisiaca</i> Var. <i>Harton</i> .....	38
Figura 15. Cromatograma de la muestra A4R1 de chifles "CHIPS" artesales elaborados a partir de <i>Musa paradisiaca</i> Var. <i>Harton</i> .....	38
Figura 16. Cromatograma de la muestra A4R2 de chifles "CHIPS" artesales elaborados a partir de <i>Musa paradisiaca</i> Var. <i>Harton</i> .....	39
Figura 17. Cromatograma de la muestra A5R1 de chifles "CHIPS" artesales elaborados a partir de <i>Musa paradisiaca</i> Var. <i>Harton</i> .....	39
Figura 18. Cromatograma de la muestra A5R2 de chifles "CHIPS" artesales elaborados a partir de <i>Musa paradisiaca</i> Var. <i>Harton</i> .....	40
Figura 19. Cromatograma de la muestra A6R1 de chifles "CHIPS" artesales elaborados a partir de <i>Musa paradisiaca</i> Var. <i>Harton</i> .....	40
Figura 20. Cromatograma de la muestra A6R2 de chifles "CHIPS" artesales elaborados a partir de <i>Musa paradisiaca</i> Var. <i>Harton</i> .....	41
Figura 21. Cromatograma de la muestra A7R1 de chifles "CHIPS" artesales elaborados a partir de <i>Musa paradisiaca</i> Var. <i>Harton</i> .....	41
Figura 22. Cromatograma de la muestra A7R2 de chifles "CHIPS" artesales elaborados a partir de <i>Musa paradisiaca</i> Var. <i>Harton</i> .....	42
Figura 23. Cromatograma de la muestra A8R1 de chifles "CHIPS" artesales elaborados a partir de <i>Musa paradisiaca</i> Var. <i>Harton</i> .....	42
Figura 24. Cromatograma de la muestra A8R2 de chifles "CHIPS" artesales elaborados a partir de <i>Musa paradisiaca</i> Var. <i>Harton</i> .....	43
Figura 25. Cromatograma de la muestra A9R1 de chifles "CHIPS" artesales elaborados a partir de <i>Musa paradisiaca</i> Var. <i>Harton</i> .....	43
Figura 26. Cromatograma de la muestra A9R2 de chifles "CHIPS" artesales elaborados a partir de <i>Musa paradisiaca</i> Var. <i>Harton</i> .....	44



Figura 27. Cromatograma de la muestra A10R1 de chifles "CHIPS" artesales elaborados a partir de <i>Musa paradisiaca</i> Var. <i>Harton</i> .....	44
Figura 28. Cromatograma de la muestra A10R2 de chifles "CHIPS" artesales elaborados a partir de <i>Musa paradisiaca</i> Var. <i>Harton</i> .....	45
Figura 29. Cromatograma de la muestra A1R1 de chifles "CHIPS" comerciales elaborados a partir de <i>Musa paradisiaca</i> Var. <i>Harton</i> .....	46
Figura 30. Cromatograma de la muestra A1R2 de chifles "CHIPS" comerciales elaborados a partir de <i>Musa paradisiaca</i> Var. <i>Harton</i> .....	46
Figura 31 Cromatograma de la muestra A2R1 de chifles "CHIPS" comerciales elaborados a partir de <i>Musa paradisiaca</i> Var. <i>Harton</i> .....	47
Figura 32. Cromatograma de la muestra A2R2 de chifles "CHIPS" comerciales elaborados a partir de <i>Musa paradisiaca</i> Var. <i>Harton</i> .....	47
Figura 33. Cromatograma de la muestra A3R1 de chifles "CHIPS" comerciales elaborados a partir de <i>Musa paradisiaca</i> Var. <i>Harton</i> .....	48
Figura 34. Cromatograma de la muestra A3R2 de chifles "CHIPS" comerciales elaborados a partir de <i>Musa paradisiaca</i> Var. <i>Harton</i> .....	48

## CUADROS

Cuadro 1. Composición nutricional de unidad media del plátano variedad bellaco peso neto 171,1g.....	23
Cuadro 2. Composición nutricional de los chifle (rodaja fina) peso neto 1,9g. ....	25

## INTRODUCCION

La acrilamida es un compuesto orgánico blanco, inodoro, cristalino, soluble en agua, típicamente usado en las industrias del papel, extracción de metales, textil, cosmética y tintorería. (1)

Como informó la Administración Nacional de Alimentos de Suecia en 2002, se encontró acrilamida en alimentos como resultado de procesos de cocción con temperaturas superiores a 120°C, en productos alimenticios con almidón como: papas, cereales (arroz), palomitas de maíz, derivados del café, cereales para el desayuno, productos de panadería como: panes, galletas, entre otros productos alimenticios. (2)

Las altas temperaturas durante la fritura o el horneado provocan cambios químicos causados por la reacción de Maillard o glicación de las proteínas en los alimentos, que se inicia por la reacción de grupos de aminoácidos proteínicos y péptidos o aminoácidos libres con grupos carbonilos de azúcares reductores (glucosa, fructosa). Esta reacción puede ser influenciada por varios factores, como la temperatura de cocción, el pH, el tiempo de cocción, el tipo de producto, etc. (3)

La detección de la formación de acrilamida en algunos alimentos es de inquietud para la OMS, ya que la acrilamida puede crear efectos cancerígenos, genotóxicos y neurotóxico en el organismo de los seres humanos, tras la administración oral de dosis mayores a 12 µg/kg de peso corporal por día. (4)

Los estudios en animales han demostrado que la acrilamida es un compuesto cancerígeno que causa la pérdida de las características fenotípicas y tiene el potencial de causar daños hereditarios en los genes y los cromosomas. También se ha descubierto que la acrilamida es neurotóxica, causando cambios en el sistema nervioso central, neuropatía y está clasificada por el Centro Internacional de Investigaciones sobre el Cáncer (CIIC) en el grupo 2A "como susceptible de causar cáncer". (5)

Existe preocupación por parte de la FAO/OMS y de los organismos de salud pública por los problemas de cáncer causados por este compuesto y la falta de información sobre el mismo en los alimentos para el público en general, por lo que por primera vez los niveles de acrilamida fueron analizados en chifles "CHIPS" comerciales y artesanales elaborados a partir de *Musa paradisiaca* Var. *Harton?*, en respuesta a las recomendaciones de las autoridades de salud pública, utilizando una metodología probada.

## 1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

### 1.1 Planteamiento del problema

A nivel mundial, la fritura es uno de los métodos de cocción de alimentos que tiene mayor aceptabilidad, ya sea por el sabor, aroma o su textura característica (1). Sin embargo, este método de cocción puede generar la producción de ciertos componentes nocivos para la salud. Durante varios años se ha investigado la presencia de estos componentes peligrosos en los alimentos. En el año 2002 varios estudios reportaron la presencia de acrilamida en cantidades muy superiores a los establecidos por la Organización Mundial de la Salud (OMS) en alimentos de consumo diario, tales papas fritas, pan, galletas o cereales (2) (3).

La acrilamida es un compuesto orgánico que se puede formar como producto de la cocción de alimentos ricos en almidón a elevadas temperatura (120°C) (4). Químicamente se forma a través de la reacción de Maillard que consiste en la transformación de la asparragina a partir de los alimentos ricos en carbohidratos. Esta sustancia es clasificada como “probable carcinógeno para los humanos” (Grupo 2A) por la Agencia Internacional de Investigación sobre el Cáncer (IARC) (5).

El Comité Mixto FAO/OMS considera que el consumo de alimentos que contengan este contaminante puede producir efectos cancerígenos y genotóxicos en consumidores de todas las edades, estableciendo un valor de ingesta diaria tolerable (IDT) de 12 µg/kg de peso corporal/ día (6).

Frente a la presencia de este contaminante en los alimentos, organizaciones a nivel mundial incluyeron a la acrilamida en su lista de sustancias prioritarias para la evaluación de riesgos (por ejemplo, la Organización Mundial de la Salud (OMS) y la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura y (FAO), Instituto Mixto de Inocuidad de los Alimentos y Nutrición Aplicada / Centro Nacional de Tecnología y Seguridad Alimentaria (JIFSAN / NCFST), la Administración de Alimentos y Medicamentos (FDA), el Comité del Codex sobre Aditivos Alimentarios y Contaminantes de los Alimentos (CCFAC) (7).

A nivel local existe un consumo excesivo de estos alimentos fritos en todas las regiones del Perú. Además, el Perú es uno de los grandes productores de varios alimentos con alto contenido de carbohidratos tales como: papa, camote, arroz,

plátano, etc. El consumo de plátano en nuestra región va en aumento no solo por su alto valor nutricional sino por ser ideal para acompañar todo tipo de carnes y pescados (8). En la ciudad de Lima existe una abundante comercialización y consumo de los chifles “CHIPS” que son envasados en bolsas de aluminio (industrializada) y también de manera artesanal. La preparación y venta informal de estos alimentos ponen en riesgo la salud de sus consumidores. Debido a que no se toman en cuenta medidas de salubridad en su elaboración, siendo de consumo rápido y al paso, tanto para niños y adultos. Por lo tanto, esta problemática planteada requiere un estudio que estará basado en analizar y determinar los niveles de acrilamida en chifles “CHIPS” comerciales y artesanales elaborados a partir de *Musa Paradisiaca* Var. *Harton*; la metodología propuesta para desarrollar la investigación es el uso de la HPLC-DAD (cromatografía líquida de alta eficacia - Detector de Arreglo de Diodo) para identificar la concentración de la acrilamida debido a que es una técnica rápida, simple y de bajo costo (9).

## **1.2 Formulación del problema**

### 1.2.1 Problema general

¿Cuál es el nivel de acrilamida en chifles “CHIPS” comerciales y artesanales elaborados a partir de *Musa paradisiaca* Var. *Harton*?

### 1.2.2 Problemas específicos

- a) ¿Cuál es el nivel de acrilamida en chifles “CHIPS” comerciales elaborados a partir de *Musa paradisiaca* Var. *Harton*?
- b) ¿Cuál es el nivel de acrilamida en chifles “CHIPS” artesanales elaborados a partir de *Musa paradisiaca* Var. *Harton*?

## 1.3 Objetivos

### 1.3.1 Objetivo general

Determinar el nivel de acrilamida en chifles “CHIPS” comerciales y artesanales elaborados a partir de *Musa paradisiaca* Var. *Harton*.

### 1.3.2 Objetivos específicos

- a) Identificar cualitativamente la acrilamida en chifles “CHIPS” comerciales elaborados a partir de *Musa paradisiaca* Var. *Harton*.
- b) Identificar cualitativamente la acrilamida en los chifles “CHIPS” artesanal elaborados a partir de *Musa paradisiaca* Var. *Harton*.
- c) Determinar cuantitativamente por el método de HPLC la acrilamida en chifles “CHIPS” comerciales elaborados a partir de *Musa paradisiaca* Var. *Harton*.
- d) Determinar cuantitativamente por el método de HPLC la acrilamida en los chifles “CHIPS” artesanales elaborados a partir de *Musa paradisiaca* Var. *Harton*.
- e) Comparar el nivel de acrilamida presentes en chifles artesanales.

## 1.4 Justificación

Desde un punto de vista teórico el presente trabajo genera información teórica valiosa que permite conocer los aspectos básicos de la presencia en los alimentos de este compuesto nocivo como la acrilamida, sobre todo en los alimentos del grupo de las frituras.

Metodológicamente este trabajo se justifica debido a que se aplicó una metodología específica para el análisis de las muestras, lo cual permite mejorar la detección de este compuesto en alimentos procesados o de manera artesanal como en caso de los chifles.

A nivel de la sociedad este trabajo de investigación aporta conocimientos sobre los riesgos que involucran el consumo de estos alimentos artesanales con un alto contenido de acrilamida, además concientizar a la población sobre este aspecto sanitario.

## 2. MARCO TEÓRICO

### 2.1 Antecedentes

#### 2.1.1 Antecedentes internacionales

Luren et al. 2019 (15), a través del método HPLC/MS midieron los niveles de acrilamida en panes planos comerciales hechos a base de papa, con 153 a 2.070  $\mu\text{g}/\text{kg}$  de acrilamida, en comparación de los panes planos experimentales elaborados a base de granos arroz integral, harina de maíz, avena, quinua, sorgo, trigo entre otros, con  $<3$  a 21,3  $\mu\text{g}/\text{kg}$  de acrilamida a una temperatura de  $195.5^{\circ}\text{C}$ , siendo estos últimos los más recomendados para el consumo por tener alto valor nutritivo y menor concentración de acrilamida.

En su estudio Dao et al. 2019 (16) analizando fideos no fritos, fideos de arroz, fideos, verduras secas, galletas de arroz, etc. mediante LC-MS/MS, confirmo la presencia de la acrilamida en estos alimentos en un rango de 1 a 3  $\mu\text{g kg}^{-1}$ . Por otra parte, el análisis de papas fritas, pasteles fritos y fideos fritos presento una alta concentración de acrilamida  $>500 \mu\text{g}/\text{kg}$ , lo cual estaba muy por encima de lo establecido en la dieta de la población de Vietnam. Este estudio concluye que la formación de la acrilamida depende del tipo de producto, almacenamiento y métodos de procesamiento.

Como menciona Murugam et al. 2019 (17) utilizando el instrumento de Cromatografía Líquida de Alta Presión (HPLC) método de detección UV comprobó altas concentraciones de acrilamida desde 434-1307  $\mu\text{g}/\text{kg}$  a 788,99-4191,82  $\mu\text{g}/\text{kg}$  en cinco grupos de aperitivos (fritos extruidos y de grasa profunda, alimentos horneados, cereales de desayuno y otros aperitivos). Los alimentos que presentaron mayor concentración de la acrilamida fueron los aperitivos producidos artesanalmente en comparación a los alimentos producidos industrialmente en los snacks de la India.

Según Mesias et al. 20018 (18) aplicando instrumentos de Cromatografía Líquida-ionización por electro-spray-Espectrometría de Masas, observo que existe una variabilidad que va desde  $<20 \mu\text{g}/\text{kg}$  hasta 1068  $\mu\text{g}/\text{kg}$  de acrilamida en papas

fritas en restaurantes reconocidos, sobrepasando el nivel permitido por la normativa (500  $\mu\text{g}/\text{kg}$ ). Por lo tanto, las condiciones de procesamiento de la fritura sumado a la falta de capacitación del supervisor estarían influyendo en la formación y variabilidad de la acrilamida.

Aplicando la técnica de Cromatografía Líquida en Tándem/Espectrometría de Masas, Hu et al. 2017 (19) reportaron rangos de oscilación de 10 a 3649  $\mu\text{g}/\text{kg}$  de acrilamida en alimentos ricos en carbohidratos como: patatas, maíz, alimentos instantáneos, arroz, trigo, y frutos secos consumidos en China. Concluyendo que tanto los alimentos procesados térmicamente de estilo occidental como los alimentos chinos contienen rangos elevados de la acrilamida.

Según estudios realizados por Shamla y Nisha 2016 (20) tras la cuantificación de glucosa y fructosa en diferentes etapas de maduración del plátano utilizando el HPLC, para identificar la formación de acrilamida en los chips de plátano. Los resultados obtenidos demostraron que desde la etapa I a la etapa V de maduración los valores oscilaban como sigue:  $49,8 \pm 2,4$ ;  $185,6 \pm 3,5$ ;  $240,2 \pm 3,6$ ;  $315 \pm 24,1$  y  $20602,0 \pm 26,9$   $\mu\text{g}/\text{kg}$  respectivamente. El aumento de glucosa y fructosa en los frutos tras su maduración también estaría incrementando la concentración de la acrilamida. Los autores recomiendan realizar una buena selección de frutos maduros los cuales probablemente reducirá la formación de la acrilamida.

Mehrajfatemala et al. 2015 (21), estudiaron la cinética de formación de la acrilamida en chips de plátanos maduros e inmaduros sometidos a 150, 170, 190 hasta 360°C. Para ello utilizaron la técnica de Cromatografía Líquida y Espectrometría de Masas en Tándem (LC-MS/MS), además realizaron un monitoreo de la humedad, color del aceite, textura de la muestra durante la fritura. Los resultados evidenciaron una alta concentración de acrilamida en las muestras maduras, debido al alto contenido de azúcares reductores a diferencia de las muestras inmaduras. Los autores concluyen que se debe realizar una selección de plátanos inmaduros para preparar estos alimentos debido a que presentan menores cantidades de azúcares reductores.

Como mencionan Shamlá y Nisha 2014 (22) el análisis de la concentración de acrilamida en aperitivos fritos en 80 productos importantes del sur de la India representado en cuatro categorías, a través de la técnica Cromatografía de Líquidos de Alta Resolución (HPLC) y el detector de diodos (DAD), resulto valores muy elevados en el grupo de patatas fritas de plátano maduro (24,8 - 2431,4  $\mu\text{g kg}$ ) y en patatas fritas de plátano (14,8 – 1690,5  $\mu\text{g kg}$ ). Llegando a la conclusión que aquellos alimentos más consumidos contienen concentraciones altas de la acrilamida siendo un riesgo general de exposición a los consumidores.

### 2.2.2 Antecedentes nacionales

Del Rosario, 2018 (23) en su estudio identificó los puntos críticos de control (PCC) en el proceso de preparación de chifles utilizando la técnica de información y el instrumento de observación. Analizando el parámetro de cocción, se encontró que la formación de acrilamida en chifles se debe básicamente a la falta de control de tiempo y temperatura de fritura del aceite que supera los  $150^{\circ}\text{C}$ . El autor concluye resaltando la importancia de vigilar y monitorear los puntos críticos en el proceso de preparación de dichos productos.

Según estudios realizados por Sánchez, 2018 (24) haciendo uso de la Cromatografía Líquida de Ultra-Performance acoplado a Espectrometría de Masas (UPLC-MS) con la finalidad de evaluar el contenido de acrilamida durante el proceso de elaboración de panetela. Se evidenció que la acrilamida alcanza una concentración de 2060  $\mu\text{g /kg}$  a una temperatura de  $122.3^{\circ}\text{C}$ . Por lo tanto, la temperatura es uno de los factores determinantes para la formación de la acrilamida en comparación al tiempo de exposición.

Aplicando la técnica de Cromatografía Líquida de Alta Resolución (HPLC), Antón y Saavedra, 2017 (25) evidenciaron la reducción de acrilamida en camotes con pretratamiento de escaldado (a  $90^{\circ}\text{C}$  durante 1 minuto). Logrando la reducción en un 56.11% a comparación del grupo control de camotes;



recomendando realizar investigación similares para mitigar la formación de acrilamida en alimentos pre-fritos.

Debido a la escasa información a nivel nacional acerca del contenido de acrilamida en los chifles artesanales, solo se han tomado como referencia los tres últimos antecedentes mencionados.

## 2.2 Base teórica

### 2.2.1 Acrilamida.

La acrilamida ( $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CO}-\text{NH}_2$ , prop-2-enamida, número de registro CAS 79-06-01), representada en la figura 1, es un sólido cristalino blanco sin olor. Su pequeña masa molar (71,08 g/mol) junto con su polaridad le permite ser soluble en agua, metanol, etanol, acetona, acetonitrilo, acetato de etilo y cloroformo en orden descendente. La acrilamida tiene un punto de fusión de 84.5C, un punto de ebullición de 136C a 3.3 kPa/25 mmHg y una presión de vapor de 0.007 mmHg a 25C (26). La acrilamida contiene un grupo amino un doble enlace reactivo electrofónico. La acrilamida se utiliza en muchos procesos industriales. El principal uso de la acrilamida es en la fabricación de polímeros que se utilizan en la perforación petrolera, como aglutinante en la industria cosmética y de papel, síntesis de genes en laboratorio, industria textil, extracción de metales, obtención de colorantes y en el tratamiento de aguas (27).

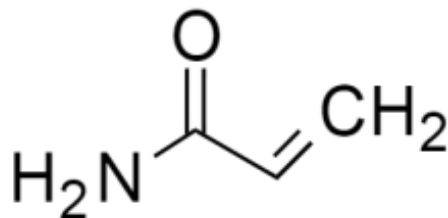


Figura 1: Estructura química de la acrilamida

Un informe escrito por la Centro Internacional de Investigaciones sobre el Cáncer (IARC) afirmaba que la acrilamida era sólo una preocupación importante para los trabajadores industriales, ya que se pensaba que la acrilamida era un producto químico sintético que se encontraba en las fábricas que trabajaban con ella. En el 2002, la Agencia Nacional de Alimentos de Suecia, junto con investigadores de la Universidad de Estocolmo, anunció que había identificado la acrilamida en ciertos alimentos (28). Específicamente, se encontró que los alimentos ricos en almidones que fueron horneados o fritos tenían niveles relativamente significativos de acrilamida. Se encontró acrilamida en niveles moderados (5-50 g/kg) y niveles más altos (150-4000 g/kg) en alimentos ricos en proteínas y carbohidratos respectivamente, mientras que no se detectó acrilamida en alimentos no calentados o hervidos (29). La presencia de acrilamida en los alimentos la ha convertido en un compuesto de interés para la industria alimentaria.

#### 2.2.2. Formación de acrilamida.

La formación de acrilamida en los alimentos se debe a la exposición a un proceso térmico en el hogar o en un entorno industrial. Aunque la vía exacta para la formación de la acrilamida no se ha determinado completamente, se han propuesto vías. Una vía propuesta muestra cómo la acrilamida podría formarse calentando la glucosa y el aminoácido asparagina, que es descarboxilado y desaminado para formar acrilamida (30). Otra vía propuesta tiene acrilamida como producto de la degradación de lípidos con acroleína como sustancia intermedia (31). Aunque existen otras vías sugeridas, en general se acepta que la mayor parte de la acrilamida formado en los alimentos se debe a la reacción de Maillard.

La alta concentración de acrilamida generada en los alimentos con almidón que se hornean, asan o fríen, según diferentes investigadores sugieren que puede ser un subproducto de la reacción de Maillard. Esta reacción ocurre cuando los aminoácidos y los azúcares reductores interactúan en un ambiente con alta temperatura, lo cual favorece el desarrollo del olor, color y sabor, sin embargo, esta reacción puede llevar a la formación de compuestos no deseados como la acrilamida (32). En la reacción de Maillard, la degradación del Strecker conduce a la descarboxilación y deaminación de aminoácidos, lo que conduce a la

formación de aldehídos, como se muestra en la Figura 2. Además, se encontró que la interacción específica entre el aminoácido asparagina y el azúcar reductor glucosa conducen a la formación de acrilamida.

Estudios realizados sobre el aminoácido asparagina revelan que es el principal responsable de la formación de acrilamida, debido a que, contiene un grupo de amidas unido a una cadena de dos moléculas de carbono (33). El mecanismo principal para la formación de acrilamida parece desarrollarse cuando la reacción entre la asparagina y un azúcar reductor forman el derivado N-glicosiloil. En esta reacción se libera agua a altas temperaturas y se forma una base de Schiff, la cual se reordena para formar los productos Amadori. Estos productos luego son eliminados para formar acrilamida (34).

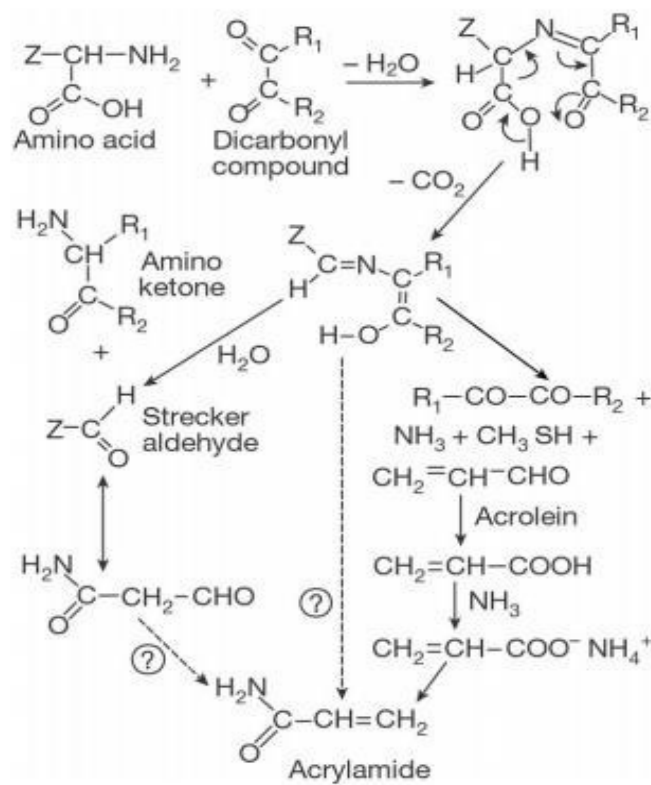


Figura 2: Vías propuestas para la formación de acrilamida (32).

Existen varios factores que promueven la formación de acrilamida en alimentos, entre ellos: el nivel de precursores y sus proporciones, la temperatura y tiempo de elaboración, la relación entre la superficie y volumen de los alimentos, el pH y

actividad del agua (35). Así como también, la diversidad de prácticas culinarias incrementa drásticamente el nivel de acrilamida en los alimentos (36). Otros factores como la variedad del cultivo, el tipo de aceite, la temperatura, el tiempo de prelavado y la cocción han demostrado que influyen en el incremento de la acrilamida, sin embargo el tiempo y la temperatura de cocción de la fritura son variables más importantes en la formación de acrilamida en los alimentos (37). En la tabla 1 se muestra los niveles de acrilamida en distintos alimentos presentados por el Diario Oficial de la Unión Europea.

**Tabla 1.** Niveles de referencia para detectar la presencia de acrilamida en los productos alimenticios presentados por el Diario Oficial de la Unión Europea.

Alimento	Niveles de acrilamida µg/kg
Patatas fritas listas para consumir	500
Patatas fritas a la inglesa (chips) fabricadas con patatas frescas y con masa de patatas	750
Galletas saladas a base de patatas	
Otros productos con masa de patatas	
Pan de molde	
a) pan de molde a base de trigo	50
b) otro pan de molde	100
Cereales para el desayuno (a excepción del porridge)	
a) productos de salvado y cereales integrales, grano inflado	300
b) productos a base de trigo y centeno (1)	300
c) productos a base de maíz, avena, espelta, cebada y arroz (1)	150
Galletas y barquillos	350
Galletas saladas, excepto las de patata	400
Pan crujiente	350
Pan de especias	800
Productos similares a los demás productos de esta categoría	300
Café tostado	400
Café instantáneo (soluble)	850
Sucedáneos del café	
a) sucedáneos del café compuestos exclusivamente por cereales	500
b) sucedáneos del café compuestos por una mezcla de cereales y achicoria	(2)
c) sucedáneos del café compuestos exclusivamente por achicoria	4000
Alimentos elaborados a base de cereales para lactantes y niños de corta edad, excluidos las galletas y los biscotes (3)	40
Galletas y biscotes para lactantes y niños de corta edad (3)	150

Fuente: Datos tomados del Diario Oficial de la Unión Europea. (2017) [2]

### 2.2.3 Precursores de acrilamida.

La papa y los productos de panadería son las mayores fuentes de acrilamida (50 y 20%) consumida por las personas. Los productos a base de papa presentan los más altos niveles de acrilamida, debido a que, estos tubérculos contienen asparagina así como también, azúcares reductores como glucosa y fructosa, ocasionando la formación de acrilamida en papas fritas. (38).

La correlación directa entre el nivel de asparagina como precursor y el nivel de acrilamida que se forma en los productos alimenticios expuesto a altas temperaturas ha sido previamente reportada (39). Además agregando otros aminoácidos como al sistema de modelos de asparagina-glucosa y se halló, que la glutamina aumentaba también de forma considerable la formación de acrilamida, acelerando la velocidad de reacción en la formación de acrilamida en presencia de asparagina (40).

Algunos estudios resaltaron los niveles de azúcar reductor como un factor limitante que afecta directamente la formación de acrilamida (31). Se ha reportado que niveles de azúcares reductores en alimentos de diferentes variedades y durante su almacenamiento varían en comparación al contenido de asparagina (41). Por lo tanto, la elección de las variedades con bajo nivel de estos precursores de acrilamida y la búsqueda de genotipos con baja concentración de azúcares deberían evaluarse para programas de fitomejoramiento.

Factores como la variedad, la temperatura y tiempo de almacenamiento de productos alimenticios, así como también, el nivel de nitrógeno y fósforo en el suelo podrían alterar el nivel de precursores de dichos alimentos y por ende, la producción y concentración de acrilamida en los alimentos elaborados. El nivel más alto de precursores fue encontrado en tubérculos cultivados con alto contenido de N y bajo contenido de K (42).

El almacenamiento de tubérculos de papa a temperaturas inferiores a 8°C para evitar que broten y no se reacondicionen adecuadamente antes de su venta puede provocar una acumulación rápida de azúcares reductores (edulcoración en frío), debido a que, parte del almidón de estos alimentos se consume por respiración mediante su conversión en azúcares (43). Además, se ha demostrado que este aumento en el contenido de azúcar depende del genotipo, y que los cambios en el

nivel de precursores de acrilamida durante el almacenamiento dependían del cultivo. Autores atribuyen el mayor nivel de precursores a las condiciones climáticas extremas (un largo período de sequía y las consiguientes lluvias torrenciales). De manera similar se analizaron el contenido de azúcar reductor de las muestras de papa compradas en el mercado durante un período de 11 meses y reportaron variaciones de hasta 80 veces (44). Los climas secos y cálidos suelen reducir el nivel de azúcar (45), mientras que el clima frío retrasa la madurez y, por lo tanto, da lugar a un mayor contenido de azúcares reductores (46).

#### 2.2.4 Metabolismo.

Al ingerir acrilamida, ésta circula libremente en el cuerpo y eventualmente se excreta en la orina. En un estudio en humanos, después de consumir una comida que contenía 0,94 mg de acrilamida, se recuperó el sesenta por ciento en la orina en un lapso de 75 horas (47). Una vez en el cuerpo, la acrilamida se metaboliza en el derivado glycidamida. Aunque no existen estudios sobre el metabolismo en humanos, en ratones se encontró que la formación de la glycidamida a partir de la acrilamida es facilitada por la enzima citocromo P450 CYP 2E1 en ratones (48). Tanto la acrilamida como la glycidamida se conjugan directamente con el glutatión, como se ve en la Figura 3, antes de ser excretadas a través de la orina (48).

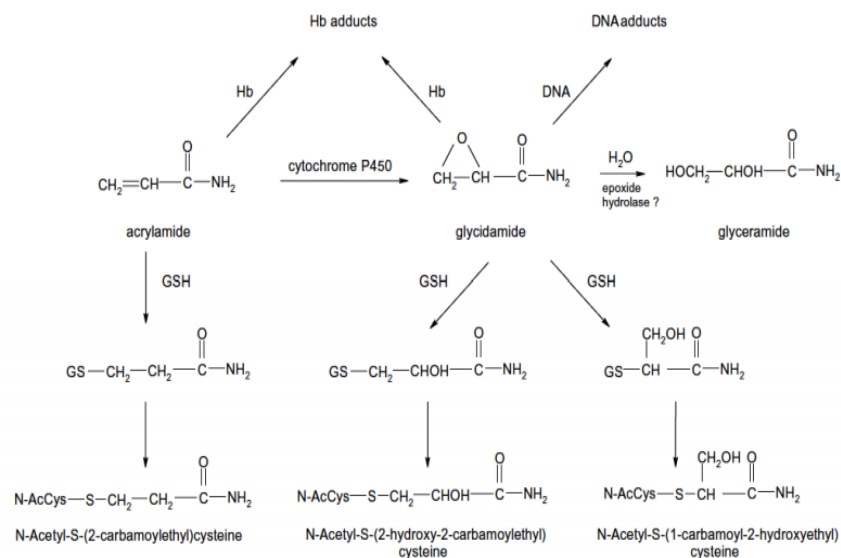


Figura 3: Principales rutas metabólicas de la acrilamida (49).

Tanto la acrilamida como la glycidamida son capaces de interactuar con los sitios nucleófilos de las macromoléculas biológicas, interactúan con el tiol y los grupos amino que se encuentran en las proteínas y los nitrógenos del ácido nucleico. La glycidamida puede interactuar con los nitrógenos del ADN, ya que son nucleófilos, creando aductos de ADN. Por la interacción entre la glycidamida y el ADN es la razón por lo que se cree que es la causa de síntomas cancerígenos y genotóxicos asociados con la enfermedad. Se cree que la acrilamida es responsable de la neurotoxicidad (49).

#### 2.2.4.1 Genotoxicidad.

La genotoxicidad de la acrilamida se refiere a la capacidad de los productos químicos para afectar al ADN. Aunque la acrilamida tiene una reactividad relativamente baja con el ADN en condiciones in vitro, se oxida fácilmente para formar la glycidamida. Se ha demostrado que la glycidamida produce una tasa más alta de aductos de ADN que la acrilamida. Los aductos de ADN son regiones del ADN que tienen compuestos cancerígenos unidos a ellos. Este estudio también encontró que la exposición a la glycidamida en ratones neonatales aumento de 5-7 veces en la formación de aductos de ADN, lo cual puede explicarse por la menor actividad de las enzimas oxidativas en ratones recién nacidos (50). En otro estudio, se inyectó acrilamida en ratas macho a una dosis de 5 x 50 mg/kg en intervalos de 24 horas. Las crías de estos machos fueron examinadas a los 21 días de edad en busca de fenotipos mutantes que estuvieran asociados con los loci marcados. Al exponerse a la acrilamida, la tasa de mutaciones localizadas aumentó significativamente, lo que significa que la acrilamida puede presentar características genotóxicas (51).

#### 2.2.4.2 Carcinogenicidad.

La Carcinogenicidad de la acrilamida se refiere específicamente a la capacidad de causar cáncer. Ha habido varios estudios en humanos que han tratado de relacionar la exposición dietética con la formación de cáncer. Usando datos prospectivos, en un estudio se observó a 61,467 mujeres en la

Swedish Mammography Cohort en un intento por encontrar una relación entre el consumo de acrilamida y la incidencia de cáncer colorrectal. Según el estudio, la ingesta media de acrilamida a través de la dieta fue de 24,6 g/día, con casi el 44% de acrilamida procedente del consumo de café; productos de papas fritas, pan crujiente y otros panes, representaron el 16%, 15% y 12% respectivamente. Después de ajustar los factores de confusión, no hubo correlación entre la ingesta estimada de acrilamida basada en las dietas y la incidencia de cáncer (52). Otro estudio analizó los datos obtenidos de una red de casos y controles en hospitales italianos y suizos para encontrar la relación entre la exposición dietética a la acrilamida y varios tipos de cáncer. En el conjunto de datos analizados no hubo correlaciones entre la ingesta de acrilamida y el desarrollo de cáncer (27).

Ningún estudio epidemiológico ha podido demostrar una buena correlación entre la carcinogenicidad y la exposición a la acrilamida. Aunque los estudios dietéticos en humanos no han podido reforzar la evidencia de la carcinogenicidad potencial de la acrilamida, ha habido estudios en animales que relacionan la exposición a la acrilamida con el desarrollo del cáncer. Se descubrió que la acrilamida no sólo es un iniciador de tumores de piel en ratas, sino que también aumenta la formación de tumores de pulmón en las ratas cuando la acrilamida se introduce en sus dietas a través del agua potable (53). El mismo estudio mostró que la acrilamida introducida sistémicamente era más potente que la acrilamida aplicada tópicamente. Un estudio puso un pico en el agua potable de ratas con 2 mg/kg pc/día de acrilamida durante dos años para estudiar la toxicidad crónica y los efectos cancerígenos de la acrilamida. Las ratas que fueron expuestas a esta concentración tuvieron una mayor incidencia de varios tipos de tumores, incluyendo el sistema nervioso central, la glándula tiroides-folicular, epitelio y tejidos orales (54). El desarrollo de células cancerosas en todo el cuerpo es consistente con la acrilamida que circula a través del cuerpo una vez que es consumido.



#### 2.2.4.3 Neurotoxicidad.

La neurotoxicidad de la acrilamida se refiere al daño al sistema nervioso debido a la exposición al producto químico. Se ha demostrado que la acrilamida es una neurotoxina por exposición ocupacional accidental y crónica. El síntoma principal de la exposición a la acrilamida es la neuropatía periférica, que generalmente provoca entumecimiento o espasmos. Se han reportado otros síntomas como daño a la célula de Purkinje y degradación distal del axón del sistema nervioso central (55). Ha habido varios estudios en animales que han reproducido los efectos neurotóxicos observados de la acrilamida y en estudios realizados en ratas que fueron expuestas a la acrilamida mostraron un aumento en el daño del nervio periférico, específicamente la degeneración del nervio tibial (54). Este mismo estudio determinó un nivel de efecto adverso no observado para el daño nervioso de 500 g/kg pc/día y un nivel de efecto adverso observado más bajo de 2000 g/kgw pc/día.

#### 2.2.5 Regulaciones de acrilamida.

Como la acrilamida es un producto tóxico, se espera que gobiernos opten por regulaciones correctas sobre los límites de concentraciones que se pueda encontrar en los alimentos.

Con el objetivo de normar los requisitos, condiciones y procedimientos higiénico-sanitarios a que debe sujetarse, la fabricación, el almacenamiento y el expendio de alimentos y bebidas de consumo humano, el Gobierno Peruano promulgo el DS 007-1998 Reglamento Sobre Vigilancia y Control Sanitario de Alimentos y Bebidas (56) recomendado por la Comisión del Codex Alimentarius.

Y el año 2006 según RM 449-2006 Norma Sanitaria para la Aplicación del Sistema HACCP en la Fabricación de Alimentos y Bebidas. Teniendo como objetivos principal establecer procedimientos para la aplicación del Sistema HACCP, con la finalidad de asegurar la calidad sanitaria y la inocuidad de los alimentos y bebidas de consumo humano (57).

## 2.2.6 Métodos de extracción de la acrilamida.

Antes del análisis mediante técnicas convencionales, se debe extraer la acrilamida de las muestras. Existen varias técnicas ampliamente utilizadas que han sido desarrolladas para la extracción eficiente de acrilamida. Después del proceso de extracción, las muestras están listas para ser analizadas mediante cromatografía de líquidos o cromatografía de gases junto con espectroscopia de masas.

### 2.2.6.1 Extracción en fase sólida.

Un método popular para la extracción de acrilamida de los alimentos emplea el uso de cartuchos de extracción en fase sólida (SPE) para eliminar cualquier material que pueda interferir con el análisis mediante métodos cromatográficos. En este método desarrollado por Roach, las muestras se mezclan con agua y se agitan vigorosamente. Las muestras se centrifugan y una parte alícuota del sobrenadante se centrifuga para eliminar los sólidos. Este sobrenadante se filtra a través de un cartucho Oasis HLB SPE y posteriormente se filtra a través de un Accucat SPE para eliminar cualquier compuesto residual en la matriz (58).

## 2.2.7 Métodos de detección.

Existe una variedad de métodos que se han aplicado para la detección y cuantificación de la acrilamida en los alimentos. Existen dos métodos ampliamente utilizados para la cuantificación de la acrilamida en los alimentos: la cromatografía de gases (CG) y la cromatografía de líquidos (CL). Ambos métodos generalmente emplean el uso de un espectrómetro de masas (MS) como detector. La mayoría de los métodos incluyen el uso de agua para extraer primero la acrilamida de la matriz alimentaria.

### 2.2.7.1 Cromatografía de gases.

El análisis por cromatografía de gases de la acrilamida se ha utilizado en una variedad de productos. En general, los métodos de GC se combinan a menudo con un paso de derivatización que incluye bromato de potasio y

bromuro de potasio para mejorar la separación. Investigadores desarrollaron un método usando GC con un detector de captura de electrones (ECD) para medir el contenido de acrilamida de una variedad de alimentos fritos incluyendo papas fritas y alitas de pollo (59). Antes del análisis de GC-ECD se lavaron las muestras con una solución de cloruro de sodio para extraer la acrilamida de los alimentos. El extracto se mezcló con bromato de potasio y bromuro de potasio para formar 2,3-dibromopropionamida y 2-bromopropenamida. El uso de ECD para la detección de acrilamida es una alternativa más barata a los métodos de EM en tándem. El límite de detección (LD) para este método se estimó en 0,1 g/kg.

Otro estudio que aplicó una técnica de brominación con reactivos ligeramente diferentes con el fin de medir el niveles de acrilamida en las patatas fritas. Este método incluyó el uso de bromuro de potasio y bromuro de hidrógeno para derivar la muestra. En este caso, la acrilamida de las muestras de alimentos se extrajo con agua caliente. Este extracto fue analizado mediante GC-MS en modo de monitorización de iones seleccionados (SIM) para identificar los compuestos por su m/z (60). El límite de cuantificación (LOQ) y LOD fue de 38,8 y 12,8 g/kg respectivamente.

Aunque la derivatización es una técnica popular utilizada con los métodos de cromatografía de gases, ha habido estudios que han renunciado al uso de tales técnicas. Estos estudios suelen emplear costosos detectores de EM en tándem para detectar la acrilamida. Un estudio que midió el contenido de acrilamida en varios alimentos procesados por calor utilizó una técnica de extracción en fase sólida dispersiva, que incluyó amina primaria-secundaria, seguida de inyección directa en un GC con un analizador de masa de tiempo de vuelo (TOF). Esta técnica dio como resultado un LC que osciló entre 15 y 40 g/kg (61). Otro estudio utilizó un espectrómetro de masas de tres cuadrupolos con un paso de microextracción en fase sólida (SPME) para detectar acrilamida con un LOD de 0,1 g/L. Aunque la mayoría de los estudios utilizan algún tipo de detector de EM en tándem, ha habido estudios que han utilizado el análisis directo de GC-MS para detectar la acrilamida en los alimentos (62).

### 2.2.7.2 Cromatografía de líquidos a alta presión.

Los métodos de cromatografía de líquida de alta presión o de cromatografía de líquida de alta resolución (HPLC) son los más empleados en laboratorios para el análisis de acrilamida en los alimentos. Desde el descubrimiento de la acrilamida en los alimentos hubo muchos métodos de LC desarrollados usando una variedad de detectores para determinar la acrilamida. Un laboratorio utilizó el HPLC junto con un detector ultravioleta para medir la acrilamida en una amplia variedad de productos alimenticios. Las muestras fueron medidas a 200 nm para cuantificar la acrilamida y la metacrilamida. Este método tenía un LD de 10 g/L (63). Otro método fue desarrollado utilizando HPLC junto con un detector de matriz de diodos (DAD) para determinar el contenido de acrilamida de los alimentos a base de papa (64). Este método incluía una extracción de metanol de acrilamida mediante clarificación con soluciones de Carrez I y II. La muestra fue evaporada y suspendida con agua antes de pasar por un cartucho de extracción en fase sólida (SPE) de Oasis HLB. El DAD se fijó en 226 nm para el análisis. Este método tiene un LOQ que se estima en 4 g/kg.

El HPLC junto con la EM y la EM en tándem son algunos de los métodos más populares para la determinación de la acrilamida en los alimentos. La LC-MS se ha utilizado en laboratorios debido a su costo relativamente bajo en comparación con sus homólogos de MS en tándem. Un estudio desarrolló un método para la detección de acrilamida en matrices alimenticias complejas tales como café, cacao y alimentos con alto contenido de sal. Estos métodos podrían ser aplicados tanto en instrumentos LC-MS como GC-MS cuadripolos (65). El método mencionado comienza con una extracción usando agua caliente seguida de una mezcla con dicloruro de etileno. La muestra se extrae con acetato de etilo y se concentra antes de ser analizada por LC-MS. Este método tiene un LOQ de 10 ppb y las muestras de papas fritas mostraron una desviación estándar relativa (RSD) de 5-8%. Varios estudios han desarrollado métodos para la determinación de acrilamida en alimentos utilizando LC junto con MS en tándem.

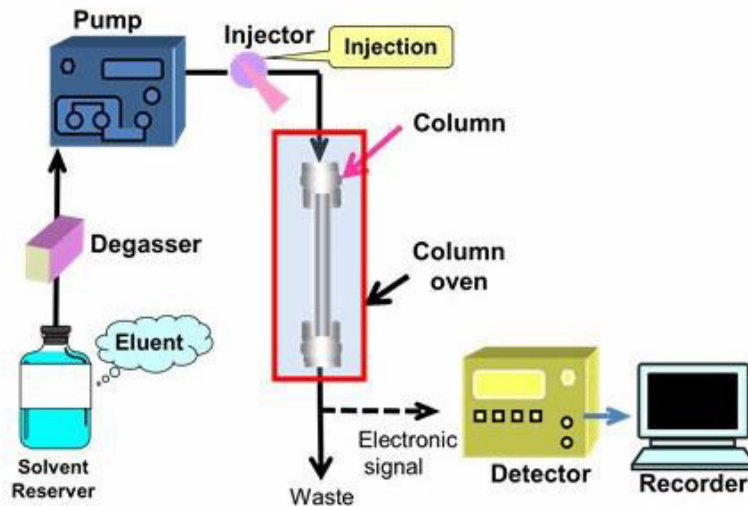


Figura 4. Cromatografía Líquida de Alta Precisión (66).

### 2.2.7.3 Espectroscopia infrarroja.

Cuando se elige un método analítico hay muchos factores a considerar. Típicamente, hay varios métodos que pueden ser aplicados a cualquier análisis, por lo que es importante sopesar las ventajas y desventajas. Por ejemplo, existen métodos muy precisos, GC-MS y LC-MS/MS, que pueden utilizarse para medir los niveles de acrilamida en los alimentos, pero estos métodos son caros, requieren mucho tiempo, requieren operadores capacitados y pueden producir desechos peligrosos. Las desventajas de estos métodos han creado la necesidad de la industria alimentaria de desarrollar una técnica rápida y sencilla para garantizar la calidad y la seguridad de los alimentos.

#### 2.2.7.3.1 Región infrarroja del espectro electromagnético.

La espectroscopia infrarroja (IR) puede aplicarse como método alternativo para examinar los parámetros de calidad de alimentos en un entorno industrial. La base de la espectroscopia infrarroja es el estudio de la interacción entre la luz infrarroja y la materia. Las ondas de luz se caracterizan por sus longitudes de onda, frecuencia, hertzios y energía. La luz infrarroja es una cierta región de luz en el espectro electromagnético, como se muestra en la Figura 4. La

región infrarroja también se divide en tres regiones distintas: cercana al IR (14.000 a 4.000  $\text{cm}^{-1}$ ), IR medio (4.000 a 400  $\text{cm}^{-1}$ ), y IR lejano (400 a 50  $\text{cm}^{-1}$ ) en orden decreciente de energía (66).

Después que las muestras son expuestas a ondas IR, sus componentes absorben algo de energía de las ondas, causando vibraciones, flexión y torsión de los enlaces químicos en la muestra. Los grupos funcionales son conjuntos de átomos que exhiben estos movimientos cuando se exponen a la luz infrarroja. Este fenómeno es particularmente interesante porque ciertos grupos funcionales absorberán energía de la misma área espectral, sin importar de qué molécula sean parte. Los patrones de absorción que se muestran en una muestra dada pueden dar una idea de qué tipo de grupos funcionales están presentes. La espectroscopia IR puede utilizarse para identificar incógnitas, confirmar las identidades de sustancias y cuantificar componentes conocidos en una muestra. En teoría, se trata de un instrumento increíblemente potente, pero una de las principales desventajas de la utilización de los infrarrojos es que el agua en las muestras y otras matrices complejas puede crear mucho ruido en los espectrogramas, lo que dificulta la interpretación de los datos (66).

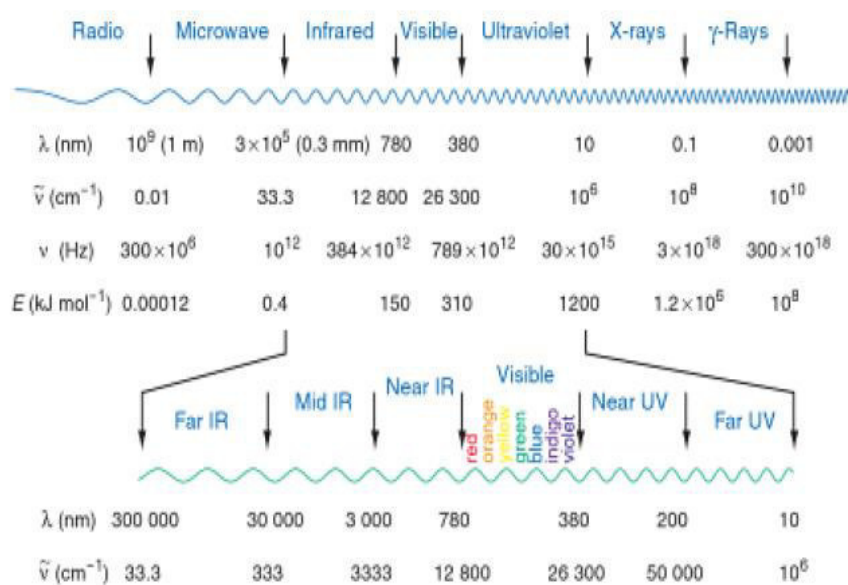


Figura 5. Espectro electromagnético y las longitudes de onda y los números de onda asociados a cada región (66).

### 2.2.7.3.2 Espectroscopia infrarroja por transformada de Fourier.

La espectroscopia infrarroja por transformada de Fourier (FTIR) es una tecnología de rápido crecimiento que se ha aplicado recientemente en la industria alimentaria con fines de calidad y seguridad. Un espectrómetro FTIR consiste en tres componentes principales que estarán presentes en todos los instrumentos de una forma u otra, una fuente de luz, un divisor de haz y un detector. El componente principal que distingue un espectrómetro FT de un espectrómetro regular es un interferómetro Michelson. Un interferómetro Michelson consta de tres componentes principales, un espejo móvil, un espejo fijo y un divisor de haz como se muestra en la Figura 5. La naturaleza del interferómetro Michelson permite la recolección simultánea de datos de todas las longitudes de onda en comparación con un espectrómetro de rejilla que sólo permite analizar una sola longitud de onda a la vez (67).

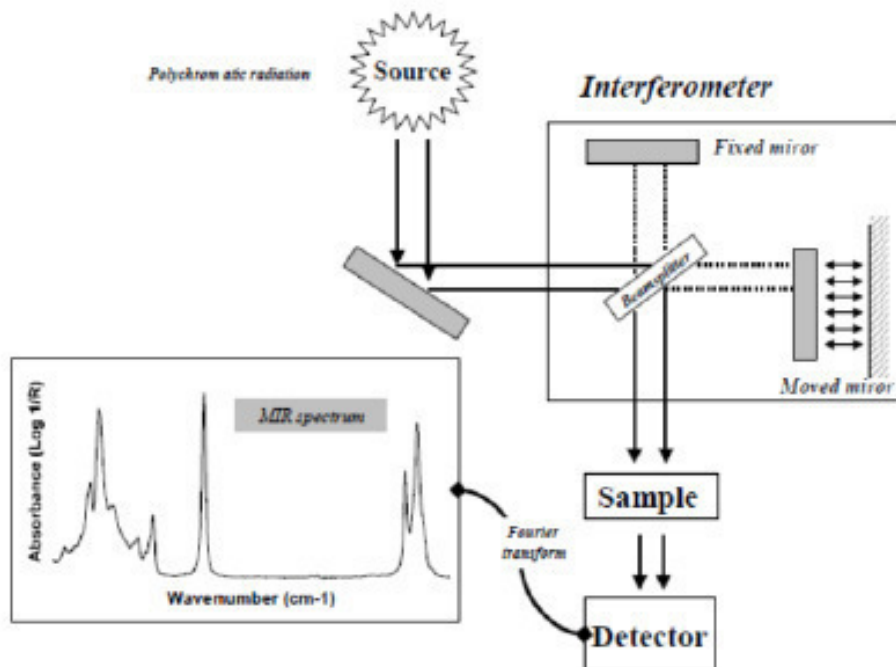


Figura 6: Esquema de un instrumento FTIR que incluye un interferómetro Michelson (68).

#### 2.2.7.4 La espectroscopia IR.

Aplicada a la detección de contaminantes en los alimentos. La espectroscopia IR se ha aplicado en la industria alimentaria para controlar diversos parámetros de calidad y seguridad. Por lo general, las pruebas analíticas de los alimentos requieren mucho tiempo, capital humano y pueden generar desechos tóxicos. Teniendo en cuenta todos estos factores, la industria alimentaria busca constantemente métodos alternativos para garantizar la calidad y la seguridad de sus productos. Han habido numerosas aplicaciones de la espectroscopia IR para la detección de contaminantes en los alimentos (69).

#### 2.2.8 Plátano Bellaco Verde (Musa paradisiaca Var. Harton).

Como podemos observar en el Cuadro 1, el plátano verde es una fruta tropical con alto contenido en carbohidratos complejos, vitaminas y minerales, pobre de proteínas y grasas (70). Además, estos alimentos son de fácil digestibilidad y alto valor energético similares a otros alimentos como tubérculos (patata, camote, etc.), los cuales forman parte de la dieta de millones de personas durante siglos (71).

**Cuadro 1. Composición nutricional de unidad media del plátano variedad bellaco peso neto 171,1g.**

Compuesto	Hartón verde	Unidad
Energía	260	kcal
Proteínas	1,7	g
Grasa total	0,3	g
Carbohidratos disponibles	66,0	g
Fibra dietaría	3,9	g
Calcio	13,7	mg
Zinc	0,2	mg
Hierro	0,9	mg
Vitamina A	117,0	µg
Vitamina C	1.1	mg

Fuente Ministerio De Salud Del Perú, Instituto Nacional De Salud y Centro Nacional De

Alimentación y Nutrición.



### 2.2.9 Chifles “CHIPS” artesanales de *Musa paradisiaca* Var. *Harton*.

“Chifle” es una denominación a un tipo de aperitivo a base de plátanos, de gran consumo en el Perú. Estos alimentos son típicos de la región Piura. Para su preparación primero se seleccionan plátanos verdes previos a la maduración, grandes y en buen estado sanitario, utilizando un chuchillo de acero inoxidable con filo se procede a cortar las puntas de ambos extremos del plátano y luego se pela cuidadosamente evitando algún maltrato a la pulpa. Acto seguido se procede a cortar transversalmente en hojuelas de 1 a 1.5 mm de espesor aproximadamente. Las hojuelas caen directamente a la freidora, se someten a la operación de fritura en aceite a temperatura de 150°C. El proceso de fritura dura de 3 a 5 minutos aproximadamente. Se recomienda controlar la temperatura y el tiempo de fritura para evitar reacción de Maillard (oscurecimiento no enzimático por exceso de temperatura). Cuando las hojuelas obtengan el color característicos se debe retirar de la freidora y escurrir para eliminar el exceso de aceite empleando un papel absorbente por un tiempo de una a dos horas.

Antes de ser envasado el chifle, se sazonan con sal (no más de 1.5 %), luego se colocan en bolsas de polipropileno de diferentes tamaños según su presentación y añadiéndolo además unos granos de cancha o carne deshidratada. Se pesan las bolsas con los chifles para verificar que la cantidad sea de acuerdo a lo indicado en la etiqueta. El peso depende de la presentación, en diferentes cantidades (50 g, 250 g, 500 g, etc.). Las bolsas son selladas herméticamente y etiquetadas, tratando de dejar la menor cantidad de oxígeno (aire) dentro de ella, ya que produce oxidaciones de la grasa. Debido a que la producción es artesanal, normalmente se hace el sellado con una selladora manual. Finalmente son almacenadas en cajas de cartón para evitar la luz solar, listas para ser distribuidas (21).

Dicho producto es consumido solo o acompañando en sopas, encebollado, ceviches, asados, etc. La variedad de plátanos denominado "Hartón" proceden del norte peruano (Tumbes) o son importados del Ecuador en temporadas de escasez. La composición nutricional se encuentra detallada en el cuadro 2 (70).

**Cuadro 2. Composición nutricional de los chifle (rodaja fina) peso neto 1,9g.**

<b>Compuesto</b>	<b>Rodaja fina de unidad mediana (tipo chips)</b>	<b>Unidad</b>
Energía	3	kcal
Proteínas	0	g
Grasa total	0	g
Carbohidratos disponibles	0,7	g
Fibra dietaria	0	g
Calcio	0,2	mg
Zinc	0	mg
Hierro	0	mg
Vitamina A	1,1	µg
Vitamina C	0,2	mg

Fuente Ministerio De Salud Del Perú, Instituto Nacional De Salud y Centro Nacional De Alimentación y Nutrición.

## **2.3 Definición de términos básicos**

### **2.3.1 HPLC (Cromatografía Líquida de Alta Resolución):**

Se trata de una técnica de separación que puede utilizarse para el análisis de moléculas orgánicas, iones, enantiómeros de muchas sustancias (72). Esta técnica se basa en el uso de una columna que mediante la acción de una bomba, se hace pasar una mezcla de compuestos o analitos utilizando un sistema disolvente comúnmente conocido como fase móvil. La fase móvil pasa a través de la columna cromatográfica, que contiene la fase estacionaria a una velocidad de flujo determinada. La separación de los compuestos se basa en la interacción entre la fase móvil y la fase estacionaria (73).

### **2.3.2 Azúcares Reductores:**

Los reductores son aquellos azúcares que tienen su grupo carbonilo (grupo funcional) intacto, y a través de él pueden reaccionar como reductores con otras moléculas. La reducción de los azúcares causa la alteración de las proteínas a través de la reacción de glucosilación no enzimática también llamada reacción de Maillard. Productos como las patatas tienen un alto contenido de azúcares reductores como la glucosa y la fructosa, siendo uno de los principales precursores de la formación de acrilamida (74).

### 2.3.3 Asparagina:

Aminoácido representado por la letra N o como Asn. La glucosilación de la asparagina es un fenómeno muy importante para las proteínas del espacio extracelular. Aminoácido no esencial involucrado en el control metabólico de las funciones celulares en el tejido nervioso y cerebral. Se biosintetiza con asparagina sintetizada a partir de ácido aspártico y amoníaco.

La asparagina se sintetiza en el hígado y se utiliza para ayudar a alimentar el sistema nervioso, este aminoácido se considera no esencial pero tiene un aspecto positivo en el cuerpo. Cuando el hígado es incapaz de producir cantidades suficientes de asparagina, el sistema nervioso sufre y esto puede notarse por dolor de cabeza severo y doloroso, aumento de la irritabilidad, síntomas de olvido y a veces depresión. El ácido ayuda al sistema a mantener el equilibrio emocional. Se utiliza para evitar el desarrollo de un alto grado de sensibilidad al sonido y al tacto. Se ha dicho que la asparagina es útil para los atletas porque ayuda a resistir la fatiga, aunque no se ha hecho mucho en esa área. Aunque la asparagina es producida por el cuerpo cuando se combina con lo que consumimos, se convierte en suficiente para las necesidades de la persona.

La asparagina es un aminoácido (no esencial) se puede encontrar en diferentes fuentes y en una gran variedad de alimentos a nivel mundial, también se ha descubierto en animales y en plantas. Este aminoácido se encuentra en espárragos, raíces vegetales como la papa; frutos secos, cereales integrales como trigo y avena, en mariscos, aves de corral, huevos, en productos lácteos como la leche y el queso. Todos estos alimentos son fuente importante de asparagina (75).

### 2.3.4 Reacción de Maillard:

La reacción de Maillard es una reacción muy compleja entre los aminoácidos y los azúcares reductores y ha sido objeto de una extensa investigación, debido a que, es la principal vía para la creación de sabores y olores en los alimentos cocidos. La reacción de Maillard se produce principalmente a temperaturas superiores a 100 °C durante distintos procesos de cocción de alimentos. Cuando la asparagina y los azúcares reductores reaccionan, se forma un derivado adecuado de N-glicosil asparagina. Al liberar agua a alta temperatura, se forma la base de

Schiff y luego se procesa para producir los productos Amadori. Esto es seguido por  $\beta$ -eliminación y la formación subsecuente de acrilamida. Esta ruta es considerada como el principal mecanismo de formación de la acrilamida incrementándose en condiciones de altas temperaturas y baja humedad (76).

#### 2.3.5 Glicidamida:

La reacción de Maillard es una reacción muy compleja entre los aminoácidos y los azúcares reductores y ha sido objeto de una amplia investigación, porque es la principal forma de crear sabores y olores en los alimentos cocinados. La reacción de Maillard se produce principalmente a temperaturas superiores a los 100 °C durante los diferentes procesos de cocción de los alimentos. Cuando la asparagina y los azúcares reductores reaccionan, se forma un derivado N-glicosílico adecuado de la asparagina. Cuando el agua se libera a alta temperatura, se forma la base de Schiff y luego se procesa para producir productos Amadori. A esto le sigue la eliminación de  $\beta$  y la posterior formación de acrilamida. Se considera que este proceso es el principal mecanismo por el que se forma y aumenta la acrilamida en condiciones de alta temperatura y baja humedad (76)

Es un epóxido reactivo del metabolismo de la acrilamida. Su formación ocurre a través de una reacción catalizada por el citocromo P450 (CYP2E1). En los humanos hay diferencias en el metabolismo debido a la variabilidad interindividual de la cantidad de la enzima CYP2E1. La glicidamida puede metabolizarse a partir de una enzima (epoxi hidrolasa) para convertirse en gliceramida, también puede conjugarse con el glutatión y puede reaccionar con proteínas (hemoglobina) o con el ADN (77)

## **2.4 Hipótesis**

### **2.4.1 Hipótesis general:**

Los chifles ´CHIPS´ artesanales representan un nivel de acrilamida mayor en comparación a los valores normados por la Unión Europea.

## **3. MATERIALES Y MÉTODOS**

### **3.1 Tipo de investigación**

-Prospectivo: Los datos obtenidos para el estudio son recogidos de la muestra primaria y pueden ser medibles.

-Transversal: Se toma las muestras en una sola ocasión para poder realizar comparaciones.

-Descriptivo: Describir una problemática donde no se manipulan variables.

### **3.2 Nivel de investigación**

-Nivel descriptivo: Describimos la problemática de hoy en día para la sociedad.

### **3.3 Diseño de investigación**

-No Experimental: El estudio se realizó en la empresa "Centro Peruano de Investigación y Desarrollo Farmacéutico" (CEPIDEF). Se analizaron chifles "CHIPS" artesanales de *Musa paradisiaca* Var. *Harton*, seleccionados con el objetivo de identificar, cuantificar y comparar los niveles de la acrilamida en las muestras obtenidas.

### **3.4 Área de estudio**

Las muestras de chifles "CHIPS" comerciales y artesanales fueron adquiridos en puestos informales ubicados en la Av. Próceres de la Independencia San Juan Lurigancho Lima.

### **3.5 Población y muestra. Criterios de inclusión y exclusión**

Población:

Estuvo compuesta por veinte muestras de chifles “CHIPS” artesanales de *Musa paradisiaca* Var *Harton* y tres comerciales, adquiridos en puestos de venta ubicados en la Av. Próceres de la Independencia del Distrito de San Juan Lurigancho de Lima. Esta determinación de muestreo, es debido a que todos los elementos presentan una misma característica.

Muestra:

Se recolectaran 10 muestras que fueron seleccionadas del total de la población de forma aleatoria simple.

Criterios de inclusión:

- Chifles en buen estado.
- Muestras selladas.
- Muestras de chifles uniformes.

Criterios de exclusión:

- Chifles en mal estado.
- Chifles sin sello.

### 3.6 Variable y operacionalización de variables

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ÍTEMS	ESCALA DE MEDICIÓN
Nivel de Acrilamida	Es un producto químico de amplio uso en la industria (se utiliza en la síntesis de poliacrilamidas). Se presenta como un polvo blanco cristalino soluble en agua, etanol, metanol, dimetiléter y acetona. Se polimeriza rápidamente al alcanzar el punto de fusión o ser expuesto a la luz ultravioleta. La acrilamida sólida es estable a temperatura ambiente, pero puede polimerizarse violentamente cuando se mezcla o expone a agentes oxidantes. Esta sustancia es clasificada como “probable carcinógeno para los humanos” (Grupo 2A) por la Agencia Internacional de Investigación sobre el Cáncer (IARC)	La concentración de la acrilamida puede ser medido a través del uso de diversas técnicas como por ejemplo: Espectroscópicas y cromatográficas.	Concentración	a) $\mu\text{g}$ acrilamida en muestras comerciales. b) $\mu\text{g}$ acrilamida en muestras artesanales.	De acuerdo al formato de recolección	Numérico.

### **3.7 Instrumento de recolección de datos**

Se utilizó el equipo de HPLC - DAD para medir el contenido de acrilamida de chifles “CHIPS” comerciales y artesanales elaborados a partir de *Musa paradisiaca* Var *Harton*, el cual fue documentado en la Ficha de Registro.

### **3.8 Validación de instrumentos de recolección de datos**

Los métodos instrumentales ofrecen muchas ventajas sobre otros métodos. Por lo general son rápidas, requieren una preparación mínima de la muestra y menor consumo de productos químicos; además no suelen producir reacciones que afecten las muestras de manera negativa. Sin embargo, el equipo puede ser costoso y las mediciones a menudo requieren curvas de calibración, de carácter específico de acuerdo a diferentes componentes o análisis tomado en cuenta. A pesar de estas desventajas, los métodos instrumentales se utilizan ampliamente en los estudios cuyo objetivo es evaluar el control de calidad.

La ficha de registro empleada en el presente trabajo de investigación fue evaluada y validada por docentes expertos en el área.

### **3.9 Procedimiento de recolección de datos**

- Las muestras de chifles artesanales fueron recolectadas de diferentes puestos de venta informal ubicados en los paraderos urbanos de la Av. Próceres de la independencia San Juan Lurigancho Lima 2019, tipo de chips de mayor comercialización y en tiendas comerciales.
- Las muestras recolectadas fueron rotuladas con etiquetas considerando los siguientes datos: Nro. De Muestra, Cantidad, Temperatura, Nro. Lote, Lugar (Fig. 6).
- El transporte de las muestras fue en cajas de cartón a partir de los distintos puntos de recolección, hasta el laboratorio de la Universidad María Auxiliadora, ubicada en la Av. Canto Bello 431, San Juan de Lurigancho, para su limpieza, extracción y purificación.
- Cuando se obtuvo la extracción de las muestras, estas se llevaron a la empresa “Centro Peruano de Desarrollo Farmacéutico” (CEPIDEF), ubicado en la Av.



Coronel Francisco Bolognesi 615 Santa Anita, para la identificación y cuantificación de la acrilamida.

MUESTRA NRO:
CONTENIDO NETO:
TEMPERATURA:
NRO. DE LOTE
LUGAR:

Figura 7: Etiqueta para identificación de muestras.

### 3.9.1 Preparación de la muestra.

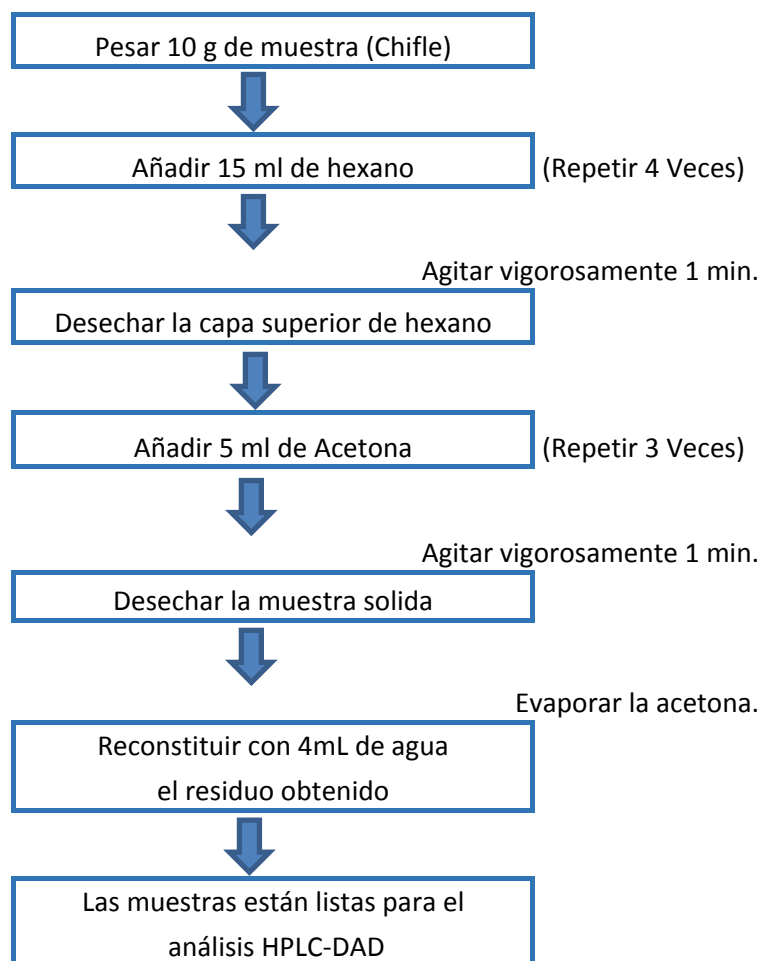


Figura 8: Proceso de preparación de la muestras.

#### 3.9.1.1 Limpieza.

Se pesaron 10.0 g (Aprox) de cada muestra de chifle, las cuales fueron trituradas con ayuda de un mortero. Se trasvaso a un Beaker, luego se agregó 15.0 mL de hexano, se agito vigorosamente durante 1 min, repitiendo 4 veces la acción con la finalidad de eliminar la grasa de la muestra.

#### 3.9.1.2 Extracción.

Obtenida la muestra desengrasada se procedió agregar 5 mL de acetona agitando vigorosamente durante 1 min repitiendo la acción por 3 veces con la finalidad de extraer la acrilamida de la muestra, se desechó la muestra sólida y se filtró el extracto esperando el tiempo necesario para la evaporización de la acetona.

#### 3.9.1.3 Purificación.

Finalmente, cuando la acetona se evaporó por completo, se agregó 4 mL de agua a la muestra agitándola para su disolución, esta muestra está lista para el análisis utilizando el HPLC – DAD.

#### 3.9.2 Preparación del Estándar.

Se pesó 10.2 mg de Acrilamida y se transfirió a un matraz volumétrico de 100 mL, se llevó a volumen con agua purificada grado HPLC. Se transfirió 10.0 mL a un matraz volumétrico de 100 mL y se llevó a volumen con el mismo solvente. Se filtró a través de una membrana de nylon de 0.45  $\mu\text{m}$  de tamaño de poro y se inyectó al cromatógrafo líquido. (Concentración aproximada: 0.01018 mg/mL). El cálculo de la concentración de acrilamida se realizó con la siguiente formula:

$$\text{Cálculo : \% de acrilamida} = \frac{A_{Mp}}{A_{St}} \times \frac{P_{St}}{100} \times \frac{10}{100} \times \text{Pot St} \times \frac{4}{P_{Mp}} \times 100$$

Dónde: Amp : Área de acrilamida en la muestra.

ASt : Área de acrilamida en el estándar.

PSt : Peso del estándar expresado en mg.

Pot St : Potencia del estándar expresado en fracción decimal como tal cual.

PMp : Peso de la muestra expresada en mg.

### 3.9.3 Metodología para la determinación del contenido de acrilamida.

El HPLC - DAD es una técnica utilizada para separar los componentes de una mezcla basándose en diferentes tipos de interacciones químicas entre las sustancias analizadas y la columna cromatografía.

Equipo: Cromatógrafo Líquido 1260 Marca Agilent, con detector DAD.

Columna Cromatográfica: Zorbax Hilic Plus

Largo: 50 mm

Diámetro: 4.6 mm

Tamaño de partícula: 3.5 μm

### 3.10 Componente ético de la investigación.

El presente trabajo de investigación se desarrolló acorde a parámetros de respeto según referencias de fuentes empleadas. Además, el estudio se realizó siguiendo los pasos del método científico lo cual garantiza la obtención de datos fiables y objetivos.

### 3.11 Procesamiento y análisis de datos.

Los datos fueron analizados utilizando el Software SPSS versión 22. Se elaboraron tablas y figuras de interés de estudio, de acuerdo a los objetivos de la investigación.

Como modelos estadísticos descriptivos, se calculó e interpreto el rango, el promedio y la desviación estándar.

## 4. RESULTADOS.

### 4.1 Identificación cualitativa de acrilamida en chifles “CHIPS” comerciales elaborados a partir de *Musa paradisiaca* Var. *Harton*.

A1

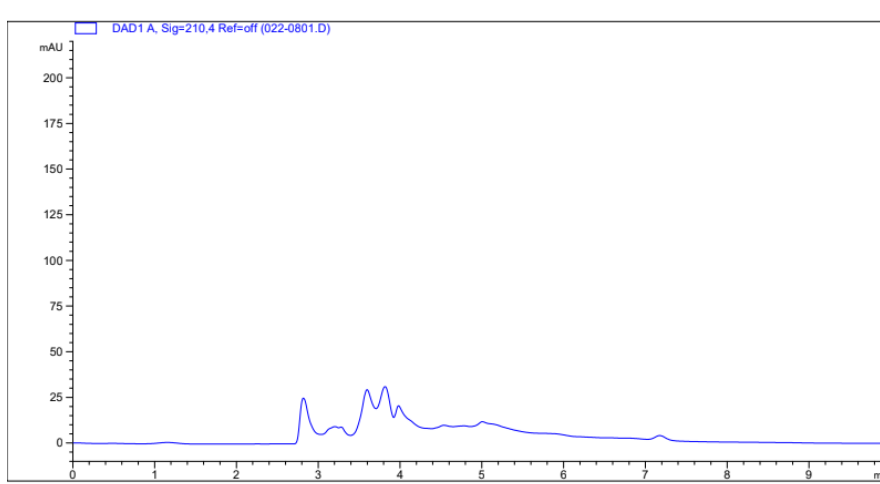


Figura 9. Cromatograma de la muestra A1R1 de chifles “CHIPS” comerciales elaborados a partir de *Musa paradisiaca* Var. *Harton*.

En la fig. 9 se visualiza el cromatograma obtenido a partir de la muestra A1R1, lo cual indica ausencia del componente acrilamida en la muestra evaluada.

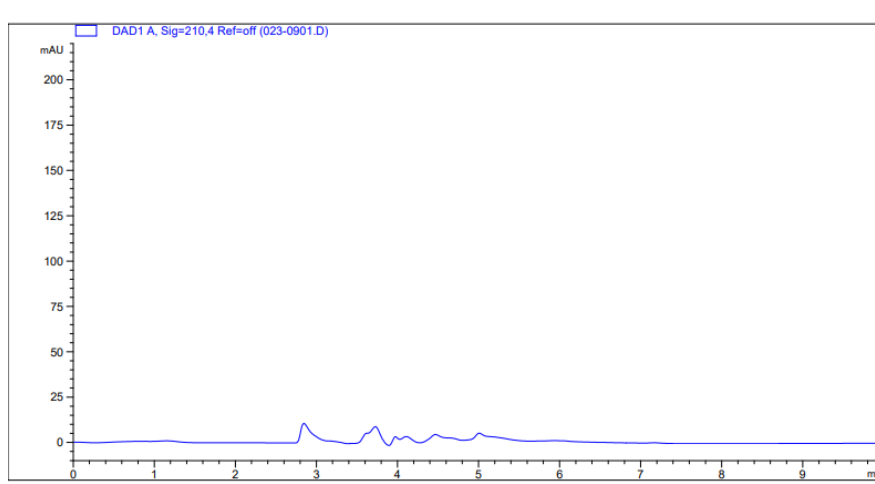


Figura 10. Cromatograma de la muestra A1R2 de chifles “CHIPS” comerciales elaborados a partir de *Musa paradisiaca* Var. Harton.

En la fig. 10 se visualiza el cromatograma obtenido a partir de la muestra A1R2, lo cual indica ausencia del componente acrilamida en la muestra evaluada.

## A2

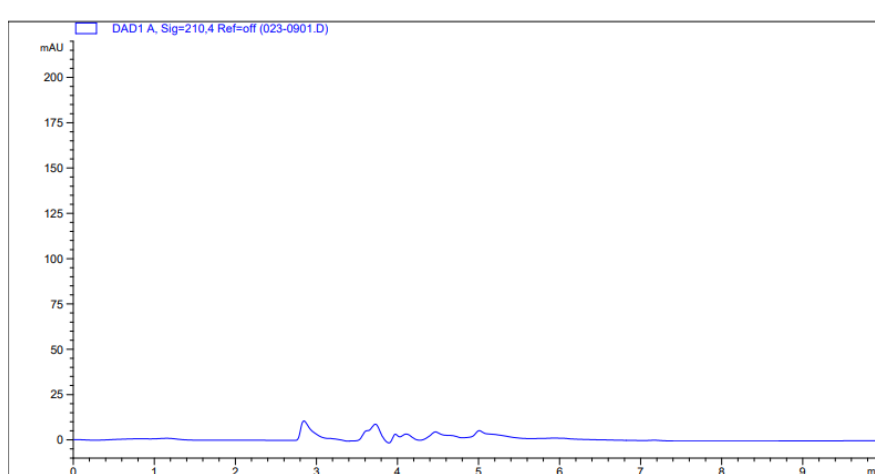


Figura 11. Cromatograma de la muestra A2R1 de chifles “CHIPS” comerciales elaborados a partir de *Musa paradisiaca* Var. Harton.

En la fig. 11 se visualiza el cromatograma obtenido a partir de la muestra A2R1, lo cual indica ausencia del componente acrilamida en la muestra evaluada.

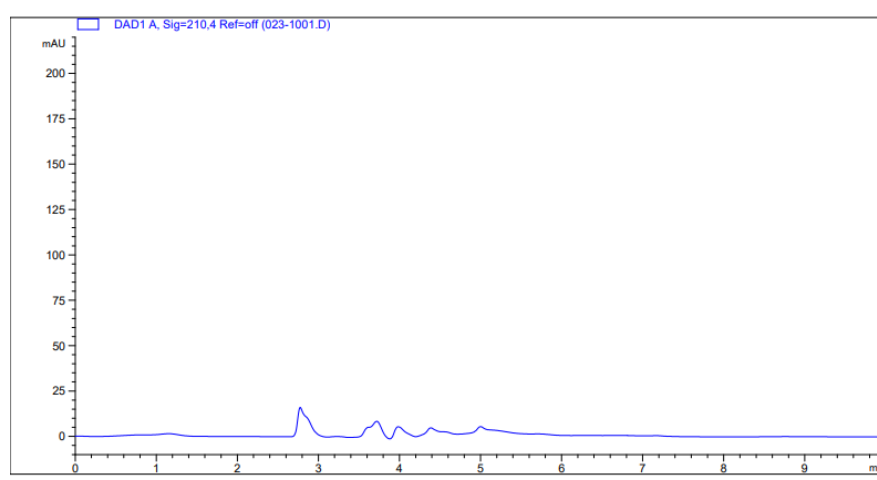


Figura 12. Cromatograma de la muestra A2R2 de chifles “CHIPS” comerciales elaborados a partir de *Musa paradisiaca* Var. *Harton*.

En la fig. 12 se visualiza el cromatograma obtenido a partir de la muestra A2R2, lo cual indica ausencia del componente acrilamida en la muestra evaluada.

### A3

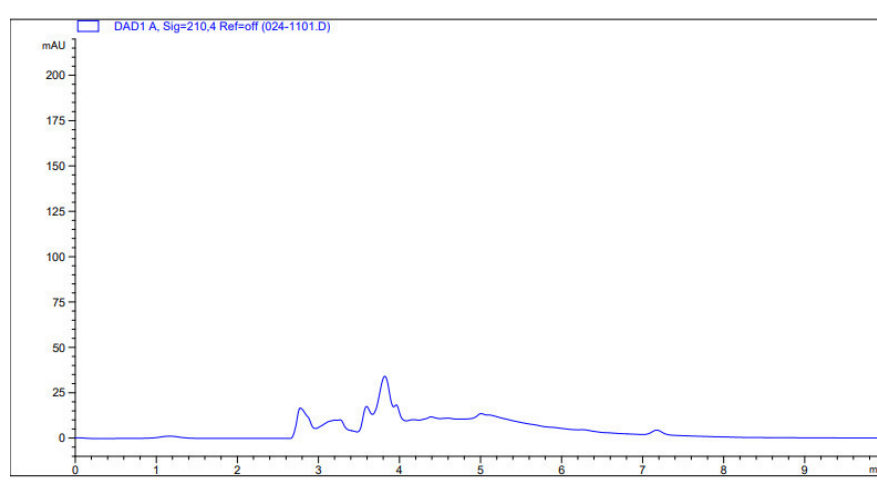


Figura 13. Cromatograma de la muestra A3R1 de chifles “CHIPS” comerciales elaborados a partir de *Musa paradisiaca* Var. *Harton*.

En la fig. 13 se visualiza el cromatograma obtenido a partir de la muestra A3R1, lo cual indica ausencia del componente acrilamida en la muestra evaluada.

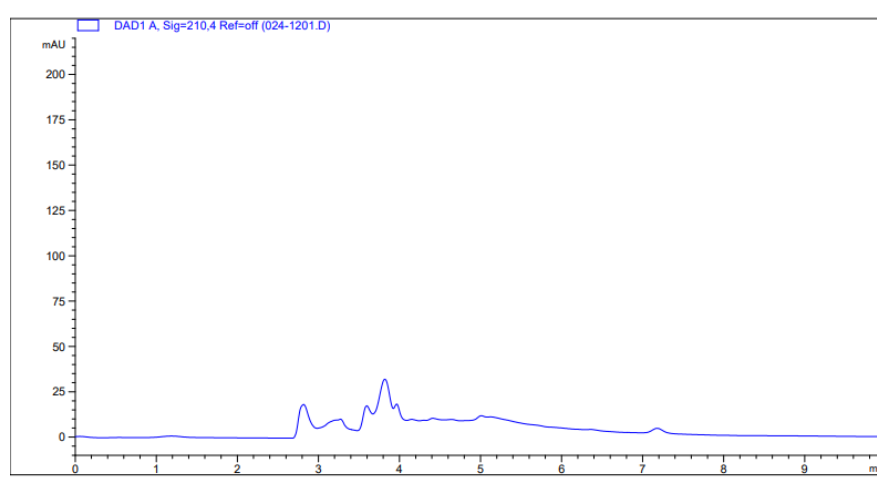


Figura 14. Cromatograma de la muestra A3R2 de chifles “CHIPS” comerciales elaborados a partir de *Musa paradisiaca* Var. *Hartón*.

En la fig. 14 se visualiza el cromatograma obtenido a partir de la muestra A3R2, lo cual indica ausencia del componente acrilamida en la muestra evaluada.

#### 4.2 Identificación cualitativa de acrilamida en chifles “CHIPS” artesanales elaborados a partir de *Musa paradisiaca* Var. *Hartón*.

#### A4

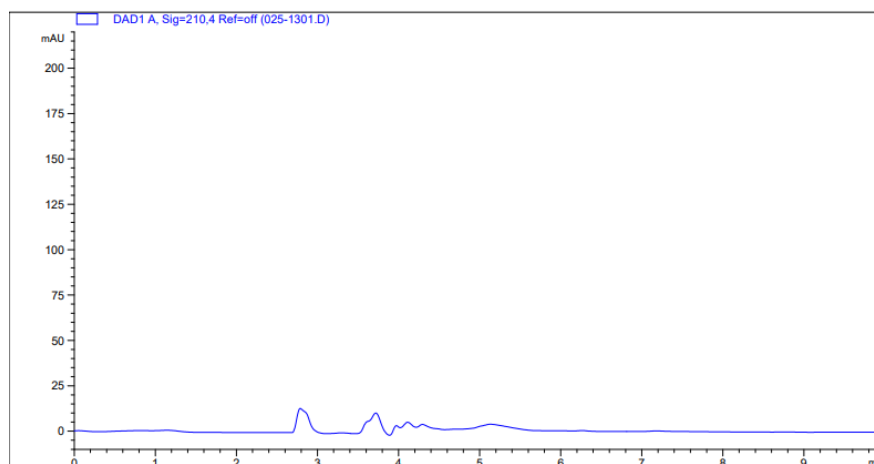


Figura 15. Cromatograma de la muestra A4R1 de chifles “CHIPS” artesanales elaborados a partir de *Musa paradisiaca* Var. *Hartón*.

En la fig. 15 se visualiza el cromatograma obtenido a partir de la muestra A4R1, lo cual indica ausencia del componente acrilamida en la muestra evaluada.

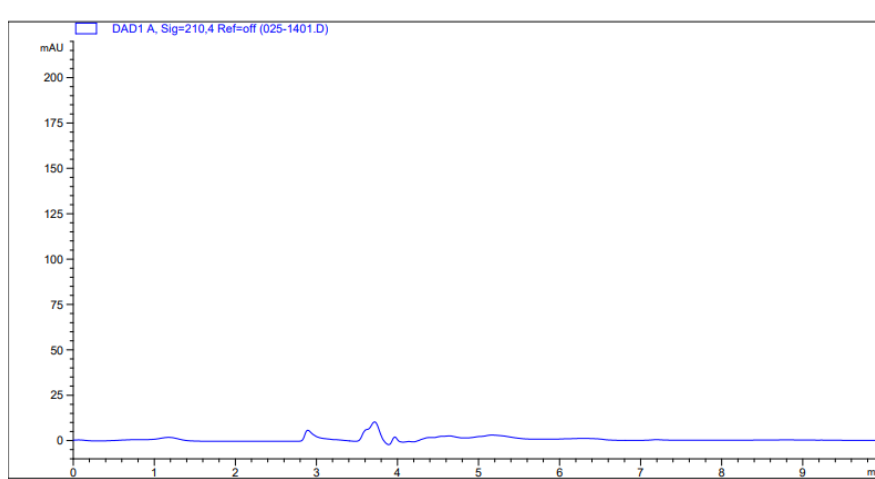


Figura 16. Cromatograma de la muestra A4R2 de chifles “CHIPS” artesales elaborados a partir de *Musa paradisiaca* Var. *Harton*.

En la fig. 16 se visualiza el cromatograma obtenido a partir de la muestra A4R2, lo cual indica ausencia del componente acrilamida en la muestra evaluada.

## A5

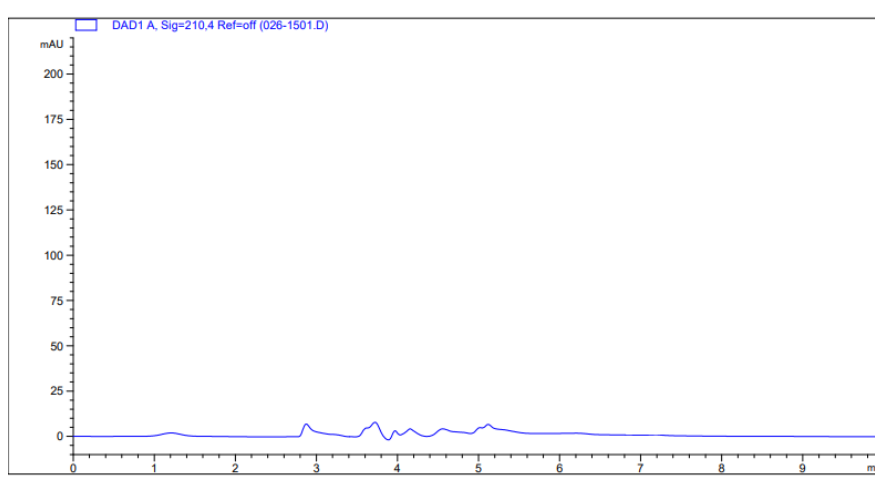


Figura 17. Cromatograma de la muestra A5R1 de chifles “CHIPS” artesales elaborados a partir de *Musa paradisiaca* Var. *Harton*.

En la fig. 17 se visualiza el cromatograma obtenido a partir de la muestra A5R1, lo cual indica ausencia del componente acrilamida en la muestra evaluada.



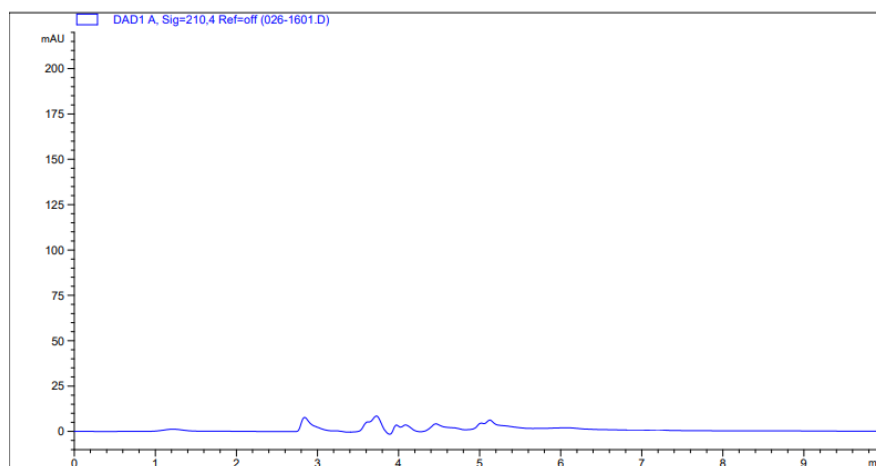


Figura 18. Cromatograma de la muestra A5R2 de chifles “CHIPS” artesales elaborados a partir de *Musa paradisiaca* Var. Harton.

En la fig. 18 se visualiza el cromatograma obtenido a partir de la muestra A5R2, lo cual indica ausencia del componente acrilamida en la muestra evaluada.

## A6

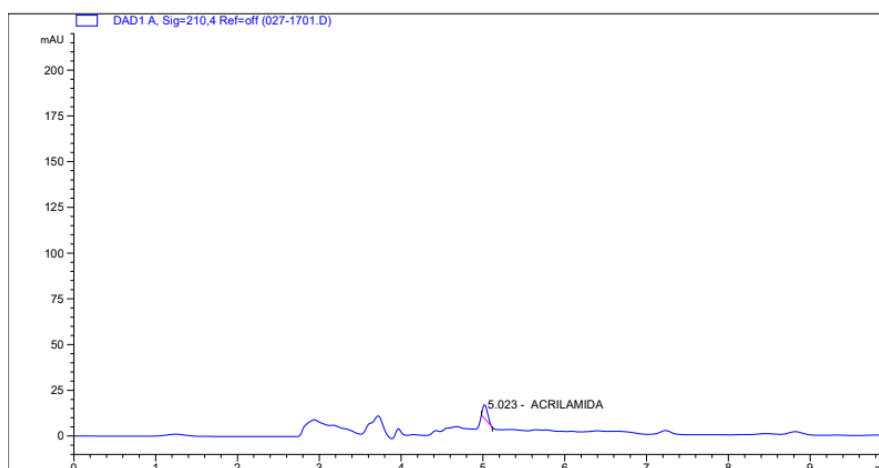


Figura 19. Cromatograma de la muestra A6R1 de chifles “CHIPS” artesales elaborados a partir de *Musa paradisiaca* Var. Harton.

En la fig. 19 se visualiza el cromatograma obtenido a partir de la muestra A6R1, lo cual indica presencia del componente acrilamida en la muestra evaluada.

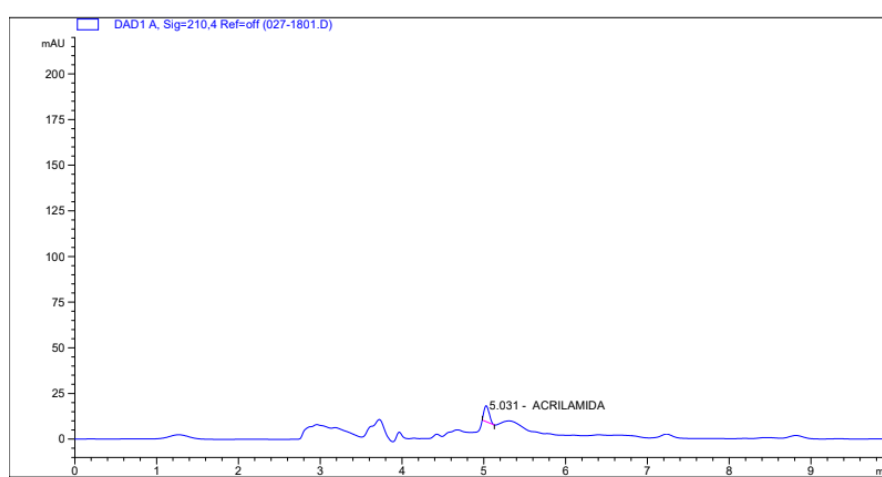


Figura 20. Cromatograma de la muestra A6R2 de chifles “CHIPS” artesales elaborados a partir de *Musa paradisiaca* Var. *Harton*.

En la fig. 20 se visualiza el cromatograma obtenido a partir de la muestra A6R2, lo cual indica presencia del componente acrilamida en la muestra evaluada.

## A7

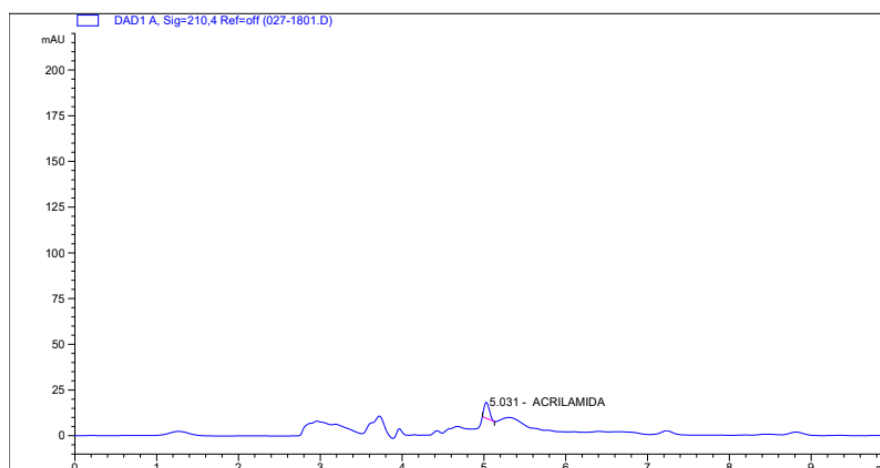


Figura 21. Cromatograma de la muestra A7R1 de chifles “CHIPS” artesales elaborados a partir de *Musa paradisiaca* Var. *Harton*.

En la fig. 21 se visualiza el cromatograma obtenido a partir de la muestra A7R1, lo cual indica presencia del componente acrilamida en la muestra evaluada.

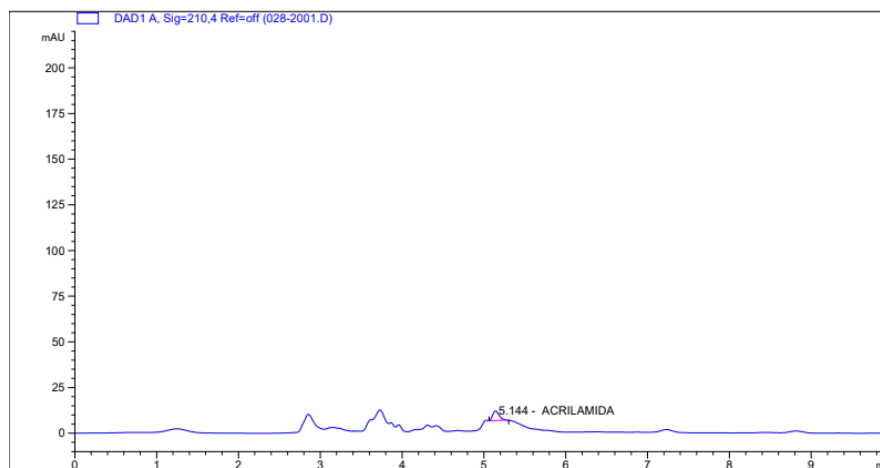


Figura 22. Cromatograma de la muestra A7R2 de chifles “CHIPS” artesales elaborados a partir de *Musa paradisiaca* Var. *Harton*.

En la fig. 22 se visualiza el cromatograma obtenido a partir de la muestra A7R2, lo cual indica presencia del componente acrilamida en la muestra evaluada.

## A8

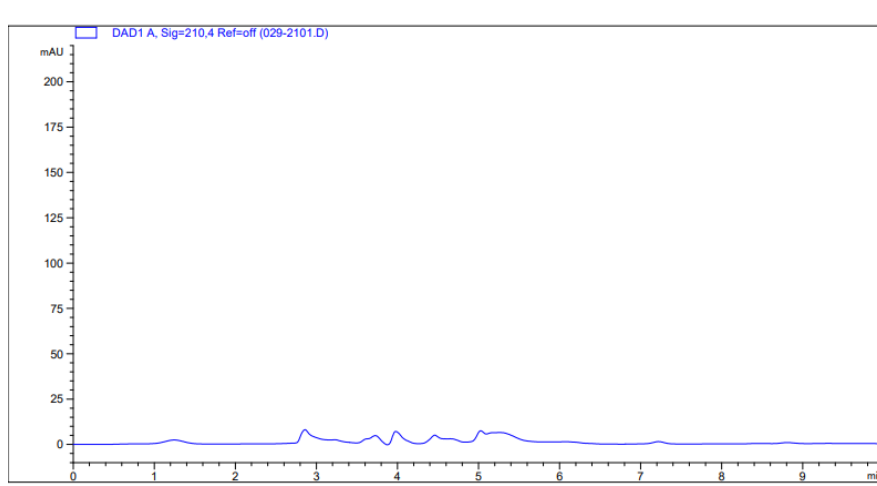


Figura 23. Cromatograma de la muestra A8R1 de chifles “CHIPS” artesales elaborados a partir de *Musa paradisiaca* Var. *Harton*.

En la fig. 23 se visualiza el cromatograma obtenido a partir de la muestra A8R1, lo cual indica ausencia del componente acrilamida en la muestra evaluada.

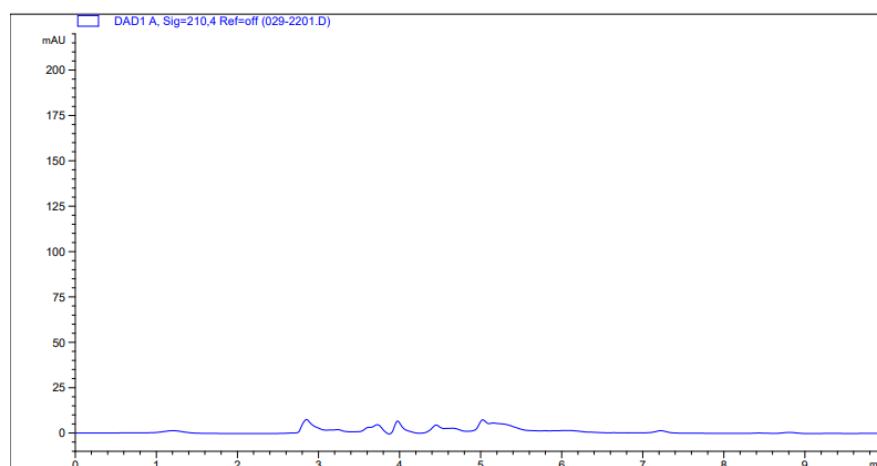


Figura 24. Cromatograma de la muestra A8R2 de chifles “CHIPS” artesales elaborados a partir de *Musa paradisiaca* Var. *Harton*.

En la fig. 24 se visualiza el cromatograma obtenido a partir de la muestra A8R2, lo cual indica ausencia del componente acrilamida en la muestra evaluada.

## A9

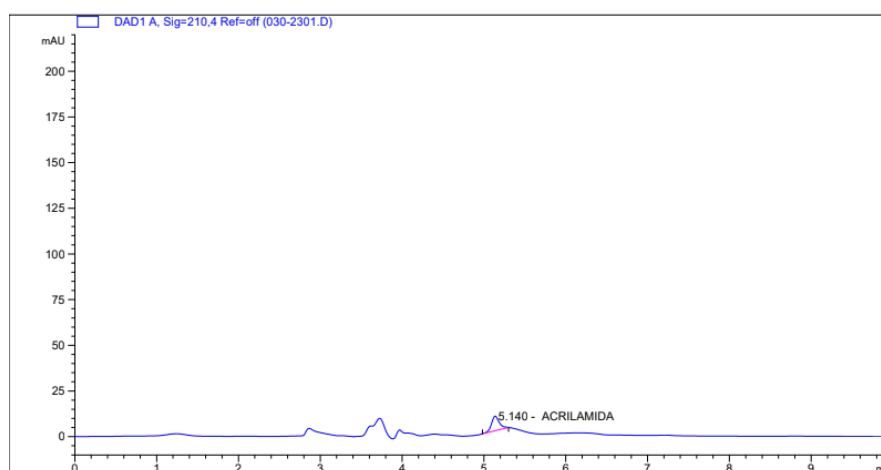


Figura 25. Cromatograma de la muestra A9R1 de chifles “CHIPS” artesales elaborados a partir de *Musa paradisiaca* Var. *Harton*.

En la fig. 25 se visualiza el cromatograma obtenido a partir de la muestra A9R1, lo cual indica presencia del componente acrilamida en la muestra evaluada.

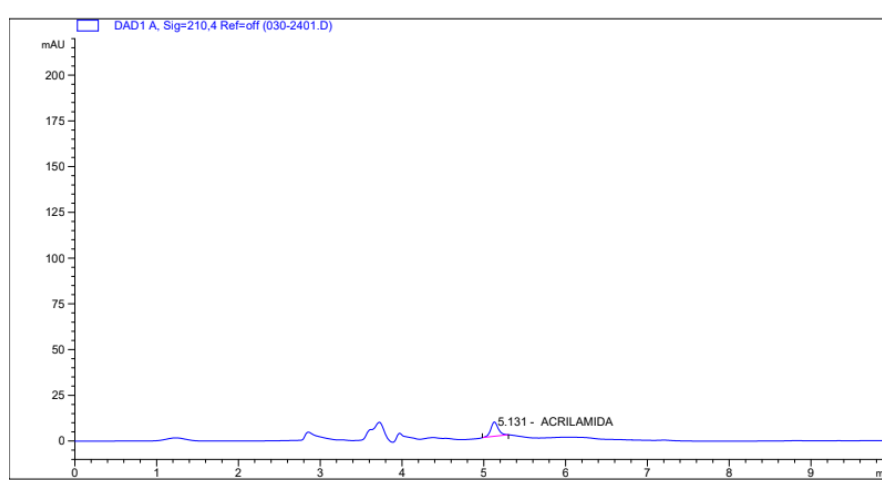


Figura 26. Cromatograma de la muestra A9R2 de chifles “CHIPS” artesales elaborados a partir de *Musa paradisiaca* Var. *Harton*.

En la fig. 26 se visualiza el cromatograma obtenido a partir de la muestra A9R2, lo cual indica presencia del componente acrilamida en la muestra evaluada.

## 10A

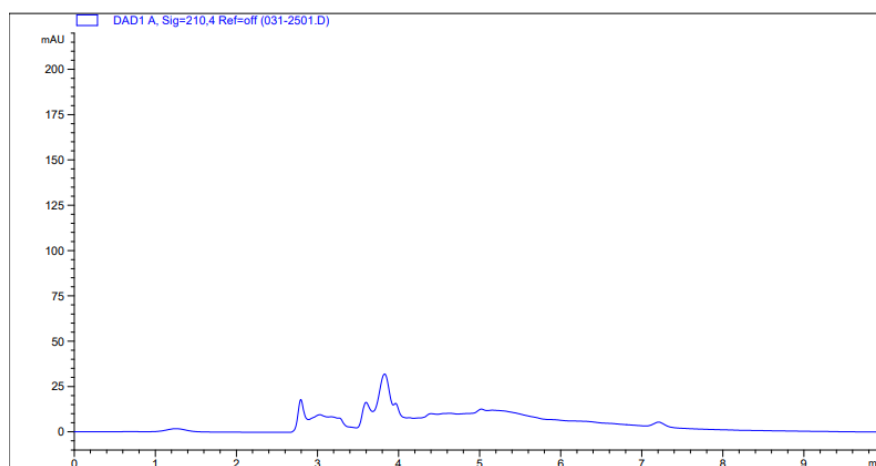


Figura 27. Cromatograma de la muestra A10R1 de chifles “CHIPS” artesales elaborados a partir de *Musa paradisiaca* Var. *Harton*.

En la fig. 27 se visualiza el cromatograma obtenido a partir de la muestra A10R1, lo cual indica ausencia del componente acrilamida en la muestra evaluada.

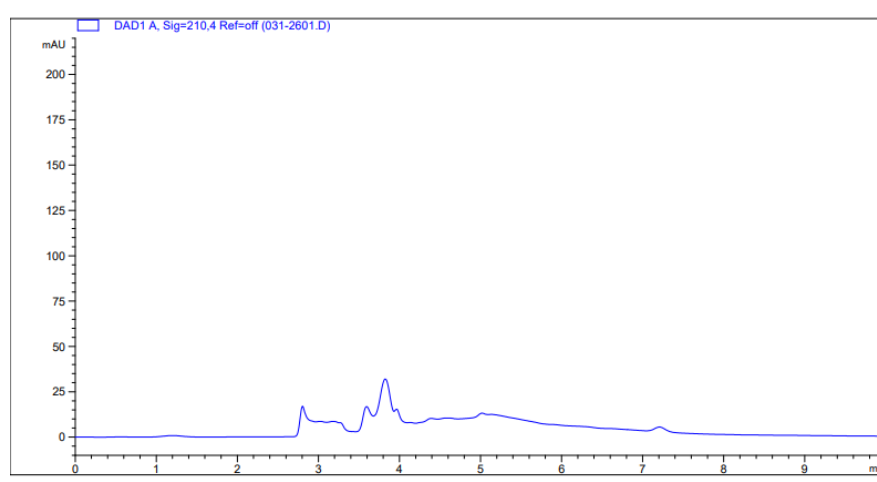


Figura 28. Cromatograma de la muestra A10R2 de chifles “CHIPS” artesales elaborados a partir de *Musa paradisiaca* Var. *Harton*.

En la fig. 28 se visualiza el cromatograma obtenido a partir de la muestra A10R2, lo cual indica ausencia del componente acrilamida en la muestra evaluada.

Se evidenciaron la presencia de acrilamida en tres muestras de siete.

#### 4.3 Determinación cuantitativa por el método HPLC la acrilamida en chifles “CHIPS” comerciales elaborados a partir de *Musa paradisiaca* Var. *Harton*.

A1

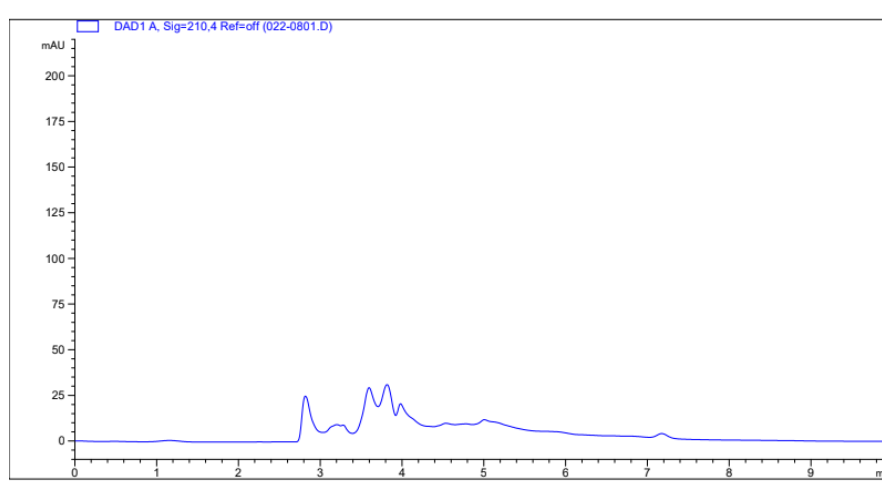


Figura 29. Cromatograma de la muestra A1R1 de chifles “CHIPS” comerciales elaborados a partir de *Musa paradisiaca* Var. *Harton*.

En la fig. 29 se visualiza el cromatograma obtenido a partir de la muestra A1R1, lo cual indica ausencia del componente acrilamida en la muestra evaluada.

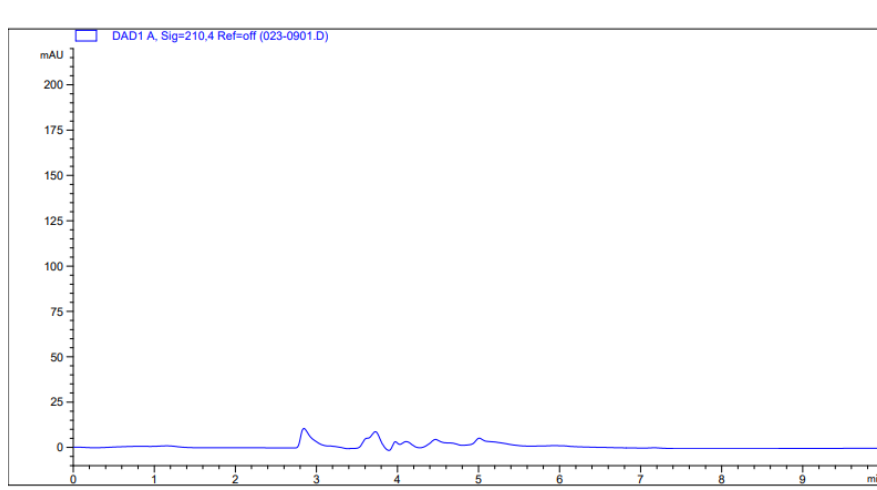


Figura 30. Cromatograma de la muestra A1R2 de chifles “CHIPS” comerciales elaborados a partir de *Musa paradisiaca* Var. *Harton*.

En la fig. 30 se visualiza el cromatograma obtenido a partir de la muestra A1R2, lo cual indica ausencia del componente acrilamida en la muestra evaluada.

A2

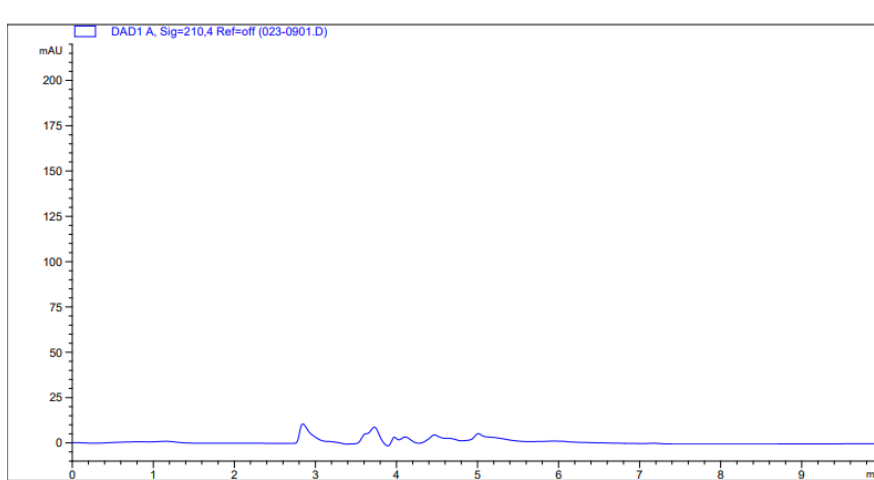


Figura 31 Cromatograma de la muestra A2R1 de chifles “CHIPS” comerciales elaborados a partir de *Musa paradisiaca* Var. Harton.

En la fig. 31 se visualiza el cromatograma obtenido a partir de la muestra A2R1, lo cual indica ausencia del componente acrilamida en la muestra evaluada.

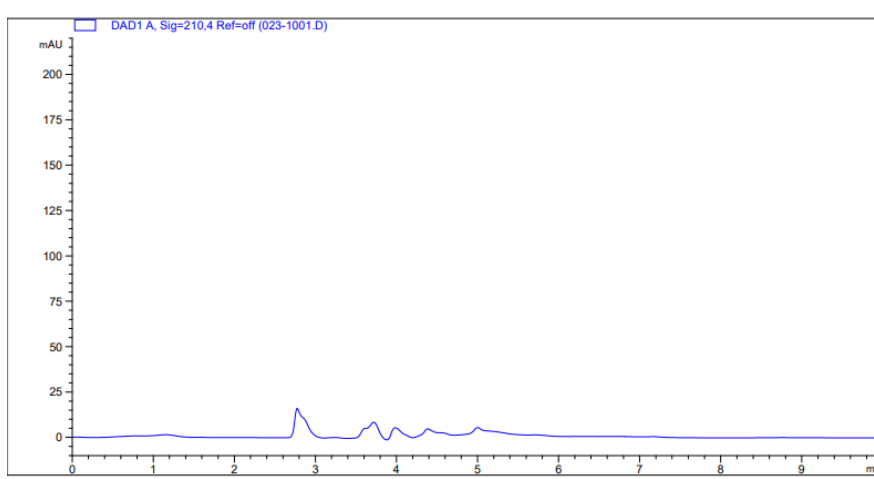


Figura 32. Cromatograma de la muestra A2R2 de chifles “CHIPS” comerciales elaborados a partir de *Musa paradisiaca* Var. Harton.

En la fig. 32 se visualiza el cromatograma obtenido a partir de la muestra A2R2, lo cual indica ausencia del componente acrilamida en la muestra evaluada.



A3

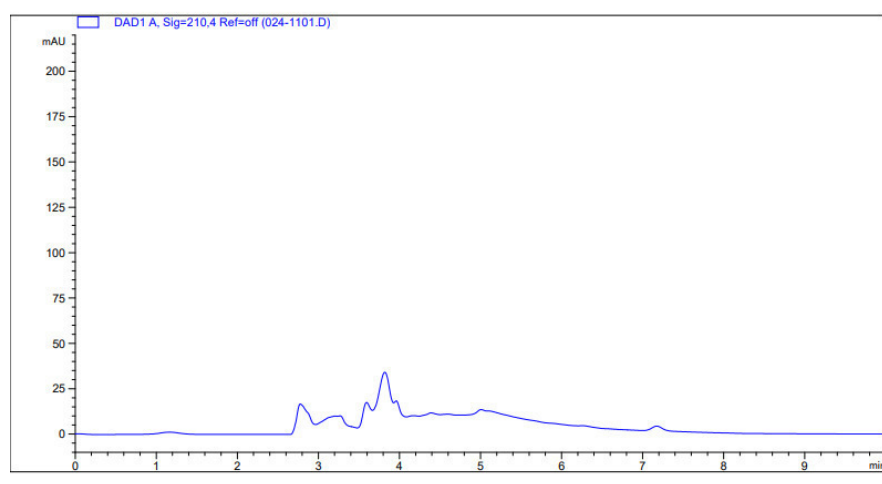


Figura 33. Cromatograma de la muestra A3R1 de chifles “CHIPS” comerciales elaborados a partir de *Musa paradisiaca* Var. *Harton*.

En la fig. 33 se visualiza el cromatograma obtenido a partir de la muestra A3R1, lo cual indica ausencia del componente acrilamida en la muestra evaluada.

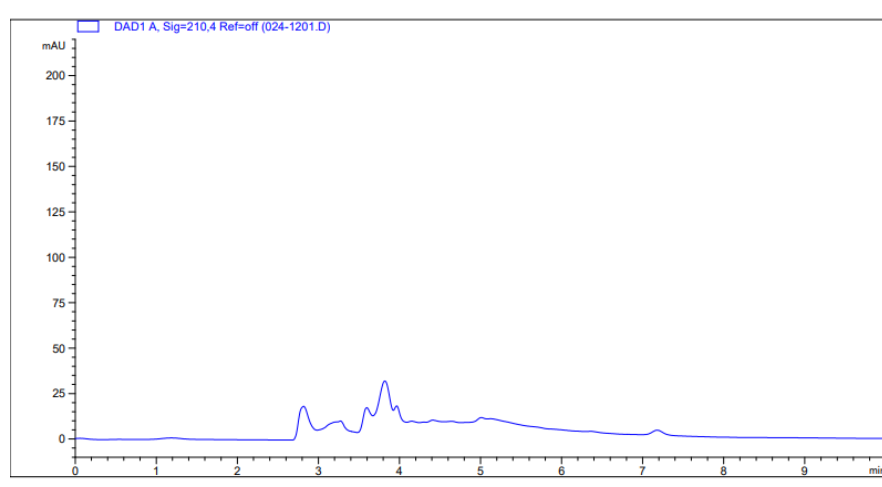


Figura 34. Cromatograma de la muestra A3R2 de chifles “CHIPS” comerciales elaborados a partir de *Musa paradisiaca* Var. *Harton*.

En la fig. 34 se visualiza el cromatograma obtenido a partir de la muestra A3R2, lo cual indica ausencia del componente acrilamida en la muestra evaluada.

Se inyectò la muestra por duplicado, no evidenciandose presencia de acrilamida.

4.4 Determinación cuantitativa por el método HPLC la acrilamida en chifles “CHIPS” artesanales elaborados a partir de *Musa paradisiaca* Var. *Harton*.

**Tabla 2.** Cantidad de acrilamida en [ ] µg/kg por muestras.

N° Muestras	Peso (mg)	Tiempo retención	Área	[ ] Relativa %	[ ] mg/10g	[ ] µg/10g	[ ] µg/kg	Límite máximo permitido según la Unión Europea
A1	10080	5.103	...	N.D	N.D	N.D	N.D	500 µg/kg
A1	10080	5.103	...	N.D	N.D	N.D	N.D	
A2	10050	5.103	...	N.D	N.D	N.D	N.D	
A2	10050	5.103	...	N.D	N.D	N.D	N.D	
A3	10050	5.103	...	N.D	N.D	N.D	N.D	
A3	10050	5.103	...	N.D	N.D	N.D	N.D	
A4	10080	5.103	...	N.D	N.D	N.D	N.D	
A4	10080	5.103	...	N.D	N.D	N.D	N.D	
A5	10130	5.103	...	N.D	N.D	N.D	N.D	
A5	10130	5.103	...	N.D	N.D	N.D	N.D	
A6	10090	5.023	32.37106	6.0568E-06	0.00060568	0.60568	605.68	
A6	10090	5.031	38.31561	7.1691E-06	0.00071691	0.71691	716.91	
A7	10030	5.149	34.01433	6.4024E-06	0.00064024	0.64024	640.24	
A7	10030	5.144	29.00707	5.4599E-06	0.00054599	0.54599	545.99	
A8	10080	5.103	...	N.D	N.D	N.D	N.D	
A8	10080	5.103	...	N.D	N.D	N.D	N.D	
A9	10020	5.14	52.34863	9.8632E-06	0.00098632	0.98632	986.32	
A9	10020	5.14	50.48235	9.5116E-06	0.00094512	0.95116	951.16	
A10	10010	5.103	...	N.D	N.D	N.D	N.D	
A10	10010	5.103	...	N.D	N.D	N.D	N.D	
<b>Promedio</b>	-	<b>5.105</b>	<b>39.42318</b>	<b>7.4105E-06</b>	<b>0.00074105</b>	<b>0.74105</b>	<b>741.05</b>	
RSD	-	<b>1.19</b>	-	<b>24.98</b>	-	-		

En la tabla 5 se detalla las cantidades exactas de las muestras de los chips donde pasaron por una columna y fue detectada la acrilamida por el DAD al minuto 5.105, el cual es el tiempo de retención, en un área de 39.42318, detectando una cantidad de acrilamida de 741.05 µg/kg en una muestra a 30°C.

#### 4.5 Comparación del nivel de acrilamida presentes en los chifles “CHIPS” artesanales.

**Tabla 3.** Reporte de cantidad de acrilamida en [ ] µg/kg por cada muestras.

N° Muestras	Peso (mg)	Tr	Área	[ ] Relativa %	[ ] µg/10g	[ ] µg/kg	Promedio	Desviación Estándar
A1	10080	5.103	...	N.D	N.D	N.D	...	...
A1	10080	5.103	...	N.D	N.D	N.D		
A2	10050	5.103	...	N.D	N.D	N.D	...	...
A2	10050	5.103	...	N.D	N.D	N.D		
A3	10050	5.103	...	N.D	N.D	N.D	...	...
A3	10050	5.103	...	N.D	N.D	N.D		
A4	10080	5.103	...	N.D	N.D	N.D	...	...
A4	10080	5.103	...	N.D	N.D	N.D		
A5	10130	5.103	...	N.D	N.D	N.D	...	...
A5	10130	5.103	...	N.D	N.D	N.D		
A6	10090	5.023	32.37106	6.0568E-06	0.60568	605.68	661.295	78.65148727
A6	10090	5.031	38.31561	7.1691E-06	0.71691	716.91		
A7	10030	5.149	34.01433	6.4024E-06	0.64024	640.24	593.115	66.64481413
A7	10030	5.144	29.00707	5.4599E-06	0.54599	545.99		
A8	10080	5.103	...	N.D	N.D	N.D	...	...
A8	10080	5.103	...	N.D	N.D	N.D		
A9	10020	5.14	52.34863	9.8632E-06	0.98632	986.32	968.74	24.86187443
A9	10020	5.131	50.48235	9.5116E-06	0.95116	951.16		
A10	10010	5.103	...	N.D	N.D	N.D	...	...
A10	10010	5.103	...	N.D	N.D	N.D		

En la tabla 7, se observa las cantidades exactas alcanzadas de las muestras, especificando tiempo de retención en el que eluye la acrilamida, área de la muestra y la cantidad de acrilamida detectada en cada muestra expresada en porcentaje. Y la cantidad de acrilamida expresada en µg/kg. de muestra.

**Tabla 4.** Comparación con valor normado según el Diario Oficial de la Unión Europea

	Valor de prueba = 500					
	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	95% Intervalo de confianza para la diferencia	
					Inferior	Superior
VAR00002	-2,319	10	,043	-252,4409091	-494,982909	-9,898909

De acuerdo a los datos de la tabla 7, se visualiza que existen diferencias significativas (valor p) al comparar el contenido de acrilamida en las muestras evaluadas, las cuales superan los niveles de referencia recomendado por el diario de la Unión Europea (500  $\mu\text{g}/\text{kg}$ ). **Confirmando ello la hipótesis de estudio planteada, sugiriendo que el consumo prolongado de estos alimentos podría resultar dañino para la salud.**

## 5. DISCUSIONES.

Las concentraciones de acrilamida en las muestras evaluadas en el presente estudio, oscilaron entre 545.99 – 986.32  $\mu\text{g}/\text{kg}$ , mostrando una elevada concentración de este componente en este alimento. Estos resultados se asemejan a los hallados por Shamla y Nisha (22) quienes evaluaron diferentes alimentos en la India, encontrando valores promedio de 24.8 – 1959.80  $\mu\text{g}/\text{kg}$  de acrilamida en chips elaborados a base de plátano maduro, mencionando que la presencia de este componente podría representar un riesgo para los consumidores. Otro estudio realizado por Mehrajfatemala et al. (21) sobre la cinética de formación del acrilamida en alimentos, encontraron que el contenido del acrilamida en plátanos maduros está relacionada con el alto contenido de carbohidratos y la exposición a altas temperaturas (360°C) de dicho alimento (701.05  $\mu\text{g}/\text{kg}$ ).

A partir de las muestras evaluadas, las concentraciones de acrilamida en los chifles comprendieron rangos de variación del contenido de acrilamida entre las distintas muestras, puede deberse a la composición química de la materia prima y las condiciones de su preparación. Estudios realizados por Shanla y Nisha (20) hallaron en chips de plátanos concentraciones de acrilamida considerables, similares al estudio realizado por Mehrafatemala et al. (21) Evidenciando mayor contenido de acrilamida en plátanos maduros que en los inmaduros sometiendo a 150, 170 y 190°C, responsabilizando al alto contenido de azúcares reductores en los grupos estudiados. Y Shanla y Nisha (20) concluyeron en su estudio sobre los precursores como los azúcares reductores y los 10 aminoácidos que a mayor azúcares reductores y menos aminoácidos incrementa la presencia de acrilamida.

La concentración de acrilamida identificadas en las muestras del presente trabajo son en promedio de 741.05  $\mu\text{g}/\text{kg}$ , por el contrario Shamla y Nisha (20) reportaron 570.64  $\mu\text{g}/\text{kg}$  en plátanos fritos.

## **6. CONCLUSIONES.**

- En el presente estudio se logró la identificación cualitativa y cuantitativa de acrilamida en chips artesanales de plátano, encontrándose que muchas de las muestras evaluadas presentaron valores que superan los niveles recomendados por la Unión Europea.
- Con respecto a los chifles “CHIPS” comerciales evaluados, no se detectaron niveles significativos de acrilamida que superen los niveles permitidos.

## **7. RECOMENDACIONES.**

- Se recomienda realizar investigaciones en alimentos a base de almidón utilizando el Método de HPLC-DAD ya que no hay tales estudios en el Perú.
- Realizar más estudios del plátano/banano por la poca información que se tiene hasta el momento.
- Recomendamos utilizar plátanos inmaduros y controlar la temperatura a la hora de la preparación.

## 8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. García-López A. Acrilamida en alimentos para consumo humano. Rev Sanid Milit. [Internet]. 2007 Nov; [Citado 2019 Feb 16]. 61(6):384–8. Disponible: <https://www.medigraphic.com/pdfs/sanmil/sm-2007/sm076g.pdf>
2. FAO / WHO Consultation on the Health Implications of Acrylamide in Food. [Internet]. 2002 Jun; [Citado 2019 Mar 20]. 25–7. Disponible: <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/67372/a76870.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
3. Löfstedt RE, Lo RE. Science Communication and the Swedish Acrylamide "Alarm" Science Communication and the Swedish Acrylamide 'Alarm' [Internet]. 2015 Nov; [Citado 2019 Mar 10]. 0730. Disponible: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/14530144>
4. Chaves Ullate C, Irias Mata A, Laura Arias Echandi M. Formación de Acrilamida Durante el Procesamiento de Alimentos. Una Revisión. Acrylamide formation during the processing of food. A review. M Arias Rev Costarric Salud Pública. [Internet]. 2015 Ene; [Citado 2019 Ene 05]. 2(2):28–35. Disponible: <https://www.scielo.sa.cr/pdf/rcsp/v25n2/1409-1429-rcsp-25-02-00028.pdf>
5. AECOSAN. Evaluación del riesgo de acrilamida. [Internet]. 2017 Jul; [Citado 2019 Ene 11]; 1–4. Disponible: [http://www.aecosan.msssi.gob.es/AECOSAN/docs/documentos/seguridad\\_alimentaria/gestion\\_riesgos/Acrilamida\\_ficha\\_ABR18.pdf](http://www.aecosan.msssi.gob.es/AECOSAN/docs/documentos/seguridad_alimentaria/gestion_riesgos/Acrilamida_ficha_ABR18.pdf)
6. Read JG. Acrilamida. Univ Belgrano [Internet]. 2011; [Citado 2019 Mar 21]. 12(2):1–7. Disponible: [http://www.ub.edu.ar/revistas\\_digitaless/Ciencias/Vol12Numero2/Articulo\\_acrilamida.pdf](http://www.ub.edu.ar/revistas_digitaless/Ciencias/Vol12Numero2/Articulo_acrilamida.pdf)
7. FAO/OMS. Documento debate sobre la Acrilamida-Programa conjunto de FAO/OMS sobre Normas Alimentarias. Codex Aliment. [Internet]. 2003 Dic; [Citado 2019 May 21]; 15(36):14. Disponible: [http://www.fao.org/tempref/codex/Meetings/CCFAC/CCFAC38/fa38\\_35s.pdf](http://www.fao.org/tempref/codex/Meetings/CCFAC/CCFAC38/fa38_35s.pdf)

8. Instituto Nacional de Estadística Informática INEI. Clasificación Sectorial Bursátil. 2019 Enero [Internet]. 2019 Mar; [Citado 2019 Jun 15]. Disponible: [https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/boletines/01-informe-tecnico-n01\\_produccion-nacional-nov2018.PDF](https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/boletines/01-informe-tecnico-n01_produccion-nacional-nov2018.PDF)
9. Geng Z, Jiang R, Chen M. Determination of acrylamide in starch-based foods by ion-exclusion liquid chromatography. *J Food Compos Anal.* [Internet]. 2008 Ago; [Citado 2019 Jun 21]. 21(2):178–82. Disponible: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0889157507001317>
10. Semla M, Goc Z, Martiniaková M, Omelka R, Formicki G. Acrylamide: A common food toxin related to physiological functions and health. *Physiol Res.* [Internet]. 2017 Feb; [Citado 2019 Ene 21]; 66(2):205–17. Disponible: <https://pdfs.semanticscholar.org/e1ad/775d9502d3fbf803302fb92cb2a6c380045b.pdf>
11. Scientific Opinion on acrylamide in food. *EFSA J.* [Internet]. 2015 ene; [Citado 2019 Jul 24]; 13(6):4104. Disponible: <https://efsa.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.2903/j.efsa.2015.4104>
12. Abramsson-Zetterberg L. Strongly heated carbohydrate-rich food is an overlooked problem in cancer risk evaluation. *Food Chem Toxicol.* [Internet]. 2018 [Citado 2019 Jul 24]. 121:151–5. Disponible: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/30142361>
13. Klaunig JE. Acrylamide carcinogenicity. *J Agric Food Chem.* [Internet]. 2008 May; [Citado 2019 May 5]; 56(15):5984–8. Disponible: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18624430>
14. Aras D, Cakar Z, Ozkavukcu S, Can A, Cinar O. In Vivo acrylamide exposure may cause severe toxicity to mouse oocytes through its metabolite glycidamide. *PLoS One.* [Internet]. 2017 Ene; [Citado 2019 May 14]; 12(2):1–11. Disponible: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/28182799>
15. Crawford LM, Kahlon TS, Chiu MCM, Wang SC, Friedman M. Acrylamide Content of Experimental and Commercial Flatbreads. *J Food Sci.* [Internet]. 2019 [Citado 2019 Jun 18]. 84(3):659–66. Disponible: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/1750-3841.14456>



16. Hai YD, Tran-Lam T-T, Nguyen TQ, Vu ND, Ma KH, Le GT. Acrylamide in daily food in the metropolitan area of Hanoi, Vietnam. *Food Addit Contam Part B* [Internet]. 2019 Feb; [Citado 2019 Jun 22]; 12(3):159–66. Disponible: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/19393210.2019.1576774?journalCode=tfab20>
17. Muthaiah PM, Govindaswamy A, Semwal AD, Sharma GK. HPLC-UV Quantitative Analysis of Acrylamide in Snack Foods of India. *Def Life Sci J*. [Internet]. 2018 [Citado 2019 Jun 12]. 4(1):45–54. Disponible: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/19393210.2014.894141>
18. Mesias M, Delgado-Andrade C, Holgado F, Morales FJ. Acrylamide content in French fries prepared in food service establishments. *Lwt* [Internet]. 2019 [Citado 2019 Jun 2]. 100(October 2018):83–91. Disponible: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S002364381830896X>
19. Hu F, Jin SQ, Zhu BQ, Chen WQ, Wang XY, Liu Z, et al. Acrylamide in thermal-processed carbohydrate-rich foods from Chinese market. *Food Addit Contam Part B Surveill* [Internet]. 2017 [Citado 2019 Jun 3]. 10(3):228–32. Disponible: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/28494690>
20. Shamla L, Nisha P. Acrylamide formation in plantain (*Musa paradisiaca*) chips influenced by different ripening stages: A correlation study with respect to reducing sugars, amino acids and phenolic content. *Food Chem*. [Internet]. 2017 [Citado 2019 Jun 5]. 222:53–60. Disponible: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0308814616320167>
21. Mulla MZ, Annapure US, Bharadwaj VR, Singhal RS. A STUDY ON THE KINETICS OF ACRYLAMIDE FORMATION IN BANANA CHIPS. [Internet]. 2016; [Citado 2019 Jun 10]; 00:1–10. Disponible: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/jfpp.12739>
22. Shamla L, Nisha P. Acrylamide in deep-fried snacks of India. [Internet]. 2014 [Citado 2019 Jun 5]. 15(6):1275–81. Disponible: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25029406/#:~:text=Acrylamide%20concentrations%20in%20the%20four,%C2%B5g%2Fkg%20for%20plantain%20chips.>
23. Del Rosario Arellano Da. Elaboración De Un Sistema Haccp Para La Producción De Chifles Embolsados a Base De Plátano En La Empresa La Hojuela. [Tesis

- pregrado]. [Perú]: Universidad Nacional de Piura 2018. 65 p. Disponible: <http://repositorio.unp.edu.pe/handle/UNP/1455>
24. Santín-Sánchez, de mayo, Facultad de Ingeniería. Evaluación Del Contenido De Acrilamida Durante El Procesamiento De Panela Granulada Y Propuesta De Reducción. [Tesis pregrado]. [Perú]: Universidad Nacional de Piura 2018. 82 p. Disponible: [https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/3514/ING\\_603.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/3514/ING_603.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
25. Antón B, Tatiana B, Saavedra B, Patricia B. Facultad de ingeniería, Influencia de la reducción de acrilamida en camotes (Ipomoea batatas) fritos, variedad amarillo. Universidad Señor de Sipan 2017. 124 p. Disponible: <http://repositorio.uss.edu.pe/bitstream/handle/uss/4084/Anton%20Bernal%20-%20Saavedra%20Bravo%20.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
26. Cloke M. Encyclopedia of chemical technology (4th edition). Edited by J. I. Kroschwitz, Wiley, New York, 1993, xxviii + 1092 pp., price £185.00. ISBN 0 471 52674 6. J Chem Technol Biotechnol [Internet]. 1995; [Citado 2019 Jun 10]; 62(1):104. Disponible: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/jctb.280620118>
27. Pelucchi C, Galeone C, Levi F, Negri E, Franceschi S, Talamini R, et al. Dietary acrylamide and human cancer [Internet]. 2005 Jul [Citado 2019 Ene 14]; 62(1):104;471(July 2005):467–71. Disponible: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16003724>
28. Fohgelberg P, Busk L, Zetterberg LA, Ionescu C. Acrylamide in Swedish food [Internet]. 2013; [Citado 2019 Mar 20]; 29. Disponible: [https://www.livsmedelsverket.se/globalassets/publikationsdatabas/rapporter/2013/2013\\_national\\_food\\_agency\\_25\\_acrylamide\\_in\\_swedish\\_food\\_targeted\\_sampling\\_2011\\_and\\_2012.pdf](https://www.livsmedelsverket.se/globalassets/publikationsdatabas/rapporter/2013/2013_national_food_agency_25_acrylamide_in_swedish_food_targeted_sampling_2011_and_2012.pdf)
29. Tareke E, Rydberg P, Institutet K, Eriksson S. Analysis of Acrylamide , a Carcinogen Formed in Heated Foodstuffs Analysis of Acrylamide , a Carcinogen Formed in Heated [Internet]. 2002 Ago. [Citado 2019 Mar 20]; 50 (17). Disponible: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12166997>
30. Gertz C. Analysis of acrylamide and mechanisms of its formation in deep-fried products [Internet]. 2002 [Citado 2019 May 2]; 104:762–71. Disponible:

<https://www.researchgate.net/publication/229982354> Analysis of acrylamide and mechanisms of its formation in deep-fried products

31. Gertz C. Analysis of acrylamide and mechanisms of its formation in deep-fried products [Internet]. 2001 [Citado 2019 Ene 30]; 104:762–71. Disponible: <https://www.researchgate.net/publication/229982354> Analysis of acrylamide and mechanisms of its formation in deep-fried products
32. Robert F, Hau J, Philippe A, Robert M, Riediker S. Acrylamide is formed in the Maillard reaction [Internet]. 2002 [Citado 2019 Jun 30]; 419:448–9. Disponible: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12368844>
33. Evaud ÄPD, Oldmann TILLG, Lank IMREB. In-Depth Mechanistic Study on the Formation of Acrylamide and Other Vinylogous Compounds by the Maillard Reaction [Internet]. 2004 [Citado 2019 Jul 30]; 5550–8. Disponible: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15315399>
34. Chem F. Why Asparagine Needs Carbohydrates To Generate Acrylamide [Internet]. 2003 [Citado 2019 Jul 30]; (Cds 1500):1753–7. Disponible: <https://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/jf0261506>
35. Regional W. Chemistry, Biochemistry, and Safety of Acrylamide . A Review [Internet]. 2003 [Citado 2019 Jul 13]; 4504–26. Disponible: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/14705871>
36. Taylor P, Ahn JS, Castle L, Clarke DB, Lloyd AS, Philo MR, et al. Verification of the findings of acrylamide in heated foods [Internet]. 2014 Ago [Citado 2019 Jul 13]; 37–41. Disponible: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/0265203021000048214?journalCode=tfac19>
37. Williams JSE. Food Chemistry Influence of variety and processing conditions on acrylamide levels in fried potato crisps [Internet]. 2005 [Citado 2019 Jul 23]; 90:875–81. Disponible: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S030881460400439X>
38. Keramat J, Lebail A, Prost C. Acrylamide in Baking Products : A Review Article. [Internet]. 2011 [Citado 2019 Jul 23]; 530–43. Disponible: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11947-010-0495-1>

39. Eaman STWS. Acrylamide in Foods: Occurrence, Sources, and Modeling [Internet]. 2003 [Citado 2019 Jul 23]; 802–8. Disponible: <https://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/jf020889y>
40. Technology M, Systems M, Leuven KU. Kinetics of Acrylamide Formation and Elimination during Heating of an Asparagine – Sugar Model System [Internet]. 2005 [Citado 2019 Jul 22]; Disponible: [https://www.researchgate.net/publication/7403548\\_Kinetics\\_of\\_Acrylamide\\_Formation\\_and\\_Elimination\\_during\\_Heating\\_of\\_an\\_Asparagine-Sugar\\_Model\\_System](https://www.researchgate.net/publication/7403548_Kinetics_of_Acrylamide_Formation_and_Elimination_during_Heating_of_an_Asparagine-Sugar_Model_System)
41. Pedreschi F. Current issues in dietary acrylamide : formation , mitigation and risk assessment [Internet]. 2013 Set [Citado 2019 Jun 13]; Disponible: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23939985>
42. Gerendás J, Heuser F, Sattelmacher B. Influence of Nitrogen and Potassium Supply on Contents of Acrylamide Precursors in Potato Tubers and on Acrylamide Accumulation in French Fries [Internet]. 2007 [Citado 2019 Jul 10]; 4167. Disponible: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/01904160701555846>
43. Hertog M. Latm, Tijsskens Lmm, Hak Ps. The effects of temperature and senescence on the accumulation of reducing sugars during storage of potato (*Solanum tuberosum* L.) tubers: A mathematical model. *Postharvest Biol Technol* [Internet]. 1997 [Citado 2019 Jul 10]; 10(1):67–79. Disponible: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0925521497872766>
44. Brunton N, Ronan G, Butle F, Cummins E, Danaher M, O’Keeffe M. Acrylamide Formation in Potato Products. Final Rep Proj RMIS No 5265 [Internet]. 2006 [Citado 2019 Jul 14]; 88(5265):16–9. Disponible: [https://tstor.teagasc.ie/bitstream/handle/11019/188/Report\\_81.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://tstor.teagasc.ie/bitstream/handle/11019/188/Report_81.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
45. Davies H V, Jefferies RA, Scobie L. Hexose Accumulation in Cold-stored Tubers of Potato ( *Solanum tuberosum* L .): The Effects of Water Stress. *J Plant Physiol* [Internet]. 1989 [Citado 2019 Jul 14]; 134(4):471–5. Disponible: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0176161789800124>

46. Estdagh Äricm, Ovaert Yag, Oghe Wio, Te S, Raselle ÄPF, Alus ÄC, et al. Selection Criteria for Potato Tubers To Minimize Acrylamide Formation during Frying [Internet]. 2006 [Citado 2019 Ago 1]; 199–205. Disponible: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16536596>
47. Fuhr U, Boettcher MI, Kinzig-schippers M, Fuhr U, Boettcher MI, Kinzig-schippers M, et al. Toxicokinetics of Acrylamide in Humans after Ingestion of a Defined Dose in a Test Meal to Improve Risk Assessment for Acrylamide Carcinogenicity [Internet]. 2006 [Citado 2019 Ago 1]; 266–71. Disponible: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16492914>
48. Sumner SCJ, Fennell TR, Moore TA, Chanas B, Gonzalez F, Ghanayem BI. Role of Cytochrome P450 2E1 in the Metabolism of Acrylamide and Acrylonitrile in Mice. [Internet]. 1999 [Citado 2019 Jul 24]; 1110–6. Disponible: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10563837>
49. Dybing E, Farmer PB, Andersen M, Fennell TR, Lalljie SPD. Human exposure and internal dose assessments of acrylamide in food [Internet]. 2005 [Citado 2019 Jun 21]; 43:365–410. Disponible: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15680675>
50. Churchwell MI, Hamilton LP, Tungeln LS Von, Beland FA, Marques MM, Doerge DR. DNA Adduct Formation from Acrylamide via Conversion To Glycidamide in Adult and Neonatal Mice [Internet]. 2003 [Citado 2019 Ago 13]; 1328–37. Disponible: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/14565774>
51. Division B, Ridge O, Ridge O. Induction of specific-locus mutations in male germ cells of the mouse by acrylamide monomer [Internet]. 1991 [Citado 2019 Set 3]; 262(222):101–7. Disponible: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/2000095>
52. Mucci LA, Adami H, Wolk A. Prospective study of dietary acrylamide and risk of colorectal cancer among women [Internet]. 2006 [Citado 2019 Set 1]; 173:169–73. Disponible: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16003738>
53. Bull RJ, Robinson M, Laurie RD, Stoner GD, Greisiger E, Meier JR, et al. Carcinogenic Effects of Acrylamide in Sencar and A / J Mice [Internet]. 1984 [Citado 2019 May 2]; 107–11. Disponible: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/6360343>

54. Johnson A, Gorzinski SJ, Bodner KM, Wolf CH, Friedman MA, Campbell ROYA, et al. Chronic Toxicity and Oncogenicity Study on Acrylamide Incorporated in the Drinking Water of Fischer 344 Rats [Internet]. 1986 [Citado 2019 May 2]; 154–68. Disponible: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/3764902>
55. Parzefall W. Minireview on the toxicity of dietary acrylamide [Internet]. 2008 [Citado 2019 Jun 22]; 46:1360–4. Disponible: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0278691507003171>
56. Sanitario C, Supremo BD. Aprueban el Reglamento sobre Vigilancia y Control Sanitario de Alimentos y Bebidas DECRETO SUPREMO No 007-98-SA. [Internet]. 1998 [Citado 2019 Set 12]; 1–47. <https://www.gob.pe/institucion/minsa/normas-legales/256394-007-98-sa>
57. Sanitaria N, Haccp S, Alimentos D, N ARM, Bebidas AY, Capítulo I, et al. SALUD Norma Sanitaria para la aplicación del Sistema HACCP en la fabricación de Alimentos y Bebidas ANEXO - RESOLUCION MINISTERIAL N° 449-2006-MINSA. [Internet]. 2006 [Citado 2019 Ago 7]. Disponible: [https://www.saludarequipa.gob.pe/desa/archivos/Normas\\_Legales/alimentos/RM\\_449\\_2006.pdf](https://www.saludarequipa.gob.pe/desa/archivos/Normas_Legales/alimentos/RM_449_2006.pdf)
58. Ortrup DAN, Usser STMM. Rugged LC-MS / MS Survey Analysis for Acrylamide in Foods [Internet]. 2003 [Citado 2019 Ago 7]. Disponible: <https://pubs.acs.org/doi/10.1021/jf0346354>
59. Zhang Y, Dong Y, Ren Y, Zhang Y. Rapid determination of acrylamide contaminant in conventional fried foods by gas chromatography with electron capture detector [Internet]. 2006 [Citado 2019 Ago 20]; 1116:209–16. Disponible: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16580677>
60. Fernandes JO, Soares C. Application of matrix solid-phase dispersion in the determination of acrylamide in potato chips. J Chromatogr A. [Internet]. 2007 [Citado 2019 Ago 20]; 1175(1):1–6. Disponible: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17991477>
61. Dunovská L, Čajka T, Hajšlová J, Holadová K. Direct determination of acrylamide in food by gas chromatography-high-resolution time-of-flight mass

- spectrometry. Anal Chim Acta [Internet]. 2006 [Citado 2019 Ago 5]; 578(2):234–40. Disponible: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17723717>
62. Jezussek M, Schieberle P. A New LC/MS-Method for the Quantitation of Acrylamide Based on a Stable Isotope Dilution Assay and Derivatization with 2-Mercaptobenzoic Acid. Comparison with Two GC/MS Methods. J Agric Food Chem [Internet]. 2003 [Citado 2019 Jul 3]; 51(27):7866–71. Disponible; <https://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/jf0349228>
63. Paleologos EK, Kontominas MG. Determination of acrylamide and methacrylamide by normal phase high performance liquid chromatography and UV detection. J Chromatogr A. [Internet]. 2005 [Citado 2019 Jul 3]; 1077(2):128–35. Disponible: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0021967305007958>
64. Gökmen V, Şenyuva HZ, Acar J, Sarioğlu K. Determination of acrylamide in potato chips and crisps by high-performance liquid chromatography. J Chromatogr A. [Internet]. 2005 [Citado 2019 Ene 30]; 1088(1–2):193–9. Disponible: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0021967304019715>
65. Arisseto AP, de Figueiredo Toledo MC, Govaert Y, van Loco J, Fraselle S, Degroodt J-M. A Modified Sample Preparation for Acrylamide Determination in Cocoa and Coffee Products. Food Anal Methods [Internet]. 2008 [Citado 2019 Mar 18]; 1(1):49–55. Disponible: <https://link.springer.com/article/10.1007/s12161-007-9001-4>
66. Smith B. Infrared Spectral Interpretation [Internet]. 1999 [Citado 2019 May 6]; 3–282 p. Disponible: <https://www.amazon.es/Infrared-Spectral-Interpretation-Systematic-Approach/dp/0849324637>
67. Rieppo J, Rieppo L, Saarakkala S, Jurvelin JS. Fourier Transform Infrared Imaging Spectroscopy in Biomedicine – Important Things to Consider When Planning a New Experiment [Internet]. Vol. 385, Fourier Transforms - New Analytical Approaches and FTIR Strategies. 2011 [Citado 2019 May 6]; 3–14 p. Disponible: <https://www.intechopen.com/books/fourier-transforms-new-analytical-approaches-and-ftir-strategies/fourier-transform-infrared-imaging-spectroscopy-in-biomedicine-important-things-to-consider-when-pla>

68. Baeten BV, Dardenne P. Spectroscopy : Developments in Instrumentation and Analysis [Internet]. 2002 [Citado 2019 Jun 2]; 53:45–63. Disponible: <https://pdfs.semanticscholar.org/e0d6/32b23a8aaeea7f30b2295d452be13e8034da.pdf>
69. Rasch C, Kumke M, Löhmannsröben H. Sensing of Mycotoxin Producing Fungi in the Processing of Grains [Internet]. 2010 [Citado 2019 Jun 27]; 908–16. Disponible: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11947-010-0364-y>
70. Centro Nacional de Alimentación y Nutrición. Tablas auxiliares para la formulación y evaluación de regímenes alimentarios [Internet]. 2016 [Citado 2019 Jun 15]; 143. Disponible: <https://repositorio.ins.gob.pe/handle/INS/98>
71. Cárdenas F. Informe Final de Consultoría: Estudio del Mercado de la Cadena de Plátano. Ministerio de la Agricultura del Perú [Internet]. 2009 [Citado 2019 May 7]; 101. Disponible: [http://agroaldia.minagri.gob.pe/biblioteca/download/pdf/manuales-boletines/banano/estudio\\_platano.pdf](http://agroaldia.minagri.gob.pe/biblioteca/download/pdf/manuales-boletines/banano/estudio_platano.pdf)
72. Lloyd R. Snyder Joseph J. Kirkland JLG. Practical HPLC method development, Second Edition [Internet]. 2012 [Citado 2019 Abr 22]; Disponible: <http://gen.lib.rus.ec/book/index.php?md5=9abb61b6c9bdc314ed05021b6ef39101>
73. Moldoveanu SC, David V. Selection of the HPLC Method in Chemical Analysis. Selection of the HPLC Method in Chemical Analysis [Internet]. 2016 [Citado 2019 Jul 5]; 1–588 p. Disponible: <https://www.sciencedirect.com/book/9780128036846/selection-of-the-hplc-method-in-chemical-analysis>
74. Stadler RH, Scholz G. Acrylamide: An update on current knowledge in analysis, levels in food, mechanisms of formation, and potential strategies of control. Nutr Rev. [Internet]. 2004 [Citado 2019 Jun 15]; 62(12):449–67. Disponible: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.1030.3224&rep=rep1&type=pdf>
75. Yaylayan VA, Wnorowski A, Perez Locas C. Why asparagine needs carbohydrates to generate acrylamide. J Agric Food Chem. [Internet]. 2003



[Citado 2019 Ago 17]; 51(6):1753–7. Disponible:  
<https://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/jf0261506>

76. Evaud ÄPD, Oldmann TILLG, Lank IMREB. In-Depth Mechanistic Study on the Formation of Acrylamide and Other Vinylogous Compounds by the Maillard Reaction [Internet]. 2004 [Citado 2019 Oct 3]; 5550–8. Disponible:  
<https://pubs.acs.org/doi/10.1021/jf0495486>
77. Pedreschi F, Segtnan VH, Knutsen SH. On-line monitoring of fat, dry matter and acrylamide contents in potato chips using near infrared interactance and visual reflectance imaging. Food Chem [Internet]. 2010 [Citado 2019 Oct 1]; 121(2):616–20. Disponible: <https://pubag.nal.usda.gov/catalog/778027>

## 9. ANEXOS

### 9.1 Matriz de consistencia

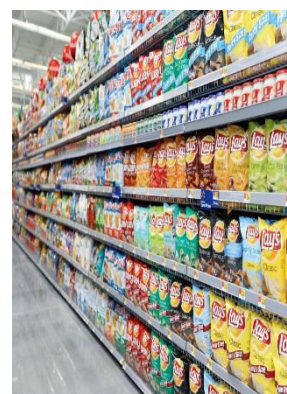
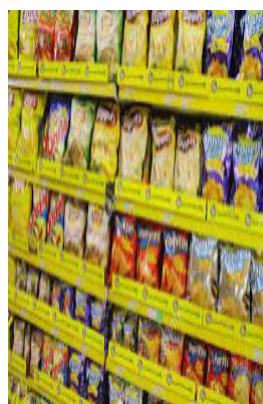
Título del proyecto	Formulación del problema	Objetivos	Hipótesis	Metodología
<p>Analisis del nivel de acrilamida en chifles “chips” comerciales y artesanales elaborados a partir de <i>Musa paradisiaca</i> var. <i>Harton</i>.</p>	<p><b>Problema General</b></p> <p>¿Cuál es el nivel de acrilamida en chifles “chips” comerciales y artesanal elaborados a partir de <i>Musa paradisiaca</i> Var. <i>Harton</i>?</p> <p><b>Problemas Específicos</b></p> <p>a) ¿Cuál es el nivel de acrilamida en chifles “chips” comerciales elaborados a partir de <i>Musa paradisiaca</i> Var. <i>Harton</i>?</p> <p>b) ¿Cuál es el nivel de acrilamida en chifles “Chips” artesanales elaborados a partir de <i>Musa paradisiaca</i> Var. <i>Harton</i>?</p>	<p><b>Objetivo General</b></p> <p>Determinar el nivel de acrilamida en chifles “chips” comerciales y artesanal elaborados a partir de <i>Musa paradisiaca</i> var. <i>Harton</i></p> <p><b>Objetivo Específicos</b></p> <p>a) Identificar cualitativamente la acrilamida en chifles “chips” comerciales elaborados a partir de <i>Musa paradisiaca</i> Var. <i>Harton</i>.</p> <p>b) Identificar cualitativamente la acrilamida en los chifles “chips” artesanal elaborados a partir de <i>Musa paradisiaca</i> Var. <i>Harton</i>.</p> <p>c) Determinar cuantitativamente por el método de HPLC la acrilamida en chifles “chips” comerciales elaborados a partir de <i>Musa paradisiaca</i> Var. <i>Harton</i>.</p> <p>d) Determinar cuantitativamente por el método de HPLC la acrilamida en los chifles “chips” artesanales elaborados a partir de <i>Musa paradisiaca</i> Var. <i>Harton</i>.</p> <p>e) Comparar el nivel de acrilamida presentes en chifles comerciales y artesanales.</p>	<p><b>Hipótesis General</b></p> <p>El Los chifles ‘CHIPS’ artesanales representan un nivel de acrilamida mayor en comparación a los valores normados por el Diario Oficial de la Unión Europea.</p>	<p><b>Tipo de Investigación</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Prospectivo: Los datos obtenidos para el estudio son recogidos de la muestra primaria y pueden ser medibles.</li> <li>• Transversal: Se toma las muestras en una sola ocasión para poder realizar comparaciones.</li> <li>• Descriptivo: Describir la problemática del nivel de acrilamida en chifles “chips” comerciales y artesanales elaborados a partir de <i>Musa Paradisiaca</i> Var. <i>Harton</i>.</li> </ul> <p><b>Nivel de Investigación</b></p> <p>Nivel descriptivo: Describimos la problemática de hoy en día para la sociedad.</p> <p><b>Diseño de la Investigación</b></p> <p>No Experimental: El estudio se realizará en la empresa “Centro Peruano de Investigación y Desarrollo Farmacéutico” (CEPIDEF). Se analizarán chifles (chips) artesanales de <i>Musa paradisiaca</i> Var. <i>Harton</i>, seleccionados con el objetivo de identificar, cuantificar y comparar los niveles de la acrilamida en las muestras obtenidas.</p> <p><b>Área de estudio</b></p> <p>Muestras de chifles (chips) comerciales y artesanales adquiridos en puestos informales ubicados en la Av. Próceres de la Independencia San Juan Lurigancho Lima.</p>

Título del proyecto	Formulación del problema	Objetivos	Hipótesis	Metodología
				<p style="text-align: center;"><b>Población</b></p> <p>Siete muestras de chifles “chips” artesanales de <i>Musa paradisiaca</i> Var <i>Harton</i> y tres comerciales, adquiridos en puestos de venta ubicados en la Av. Próceres de la Independencia del Distrito de San Juan Lurigancho de Lima. Esta determinación de muestreo, es debido a que todos los elementos presentan una misma característica.</p> <p style="text-align: center;"><b>Muestra</b></p> <p>Se recolectaran 10 muestras que fueron seleccionadas del total de la población de forma aleatoria simple.</p> <p style="text-align: center;">CRITERIOS DE INCLUSIÓN</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Muestra de chifles en buen estado.</li> <li>• Muestra de chifles uniformes.</li> </ul> <p style="text-align: center;">CRITERIOS DE EXCLUSIÓN</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Muestra de chifles en mal estado.</li> </ul>

9.2 Ficha de recolección de datos.

<b>MUESTRA</b>	<b>MUESTRA POR μG/10g</b>	<b>MUESTRA POR μG/10g</b>	<b>MUESTRA POR μG/10g</b>
<b>1A</b>	-	-	
<b>2A</b>	-	-	
<b>3A</b>	-	-	
<b>4A</b>	-	-	
<b>5A</b>	-	-	
<b>6A</b>	<b>0.60568</b>	<b>0.71691</b>	
<b>7A</b>	<b>0.64024</b>	<b>0.54599</b>	
<b>8A</b>	-	-	
<b>9A</b>	<b>0.98632</b>	<b>0.95116</b>	
<b>10A</b>	-	-	

9.3 Recolección de muestras.



9.3.1 Muestras de chifles "CHIPS" comerciales



9.3.2 Muestras de chifles "CHIPS" artesanales



## 9.4 Preparación de la muestra

### 9.4.1 Limpieza.



1

2

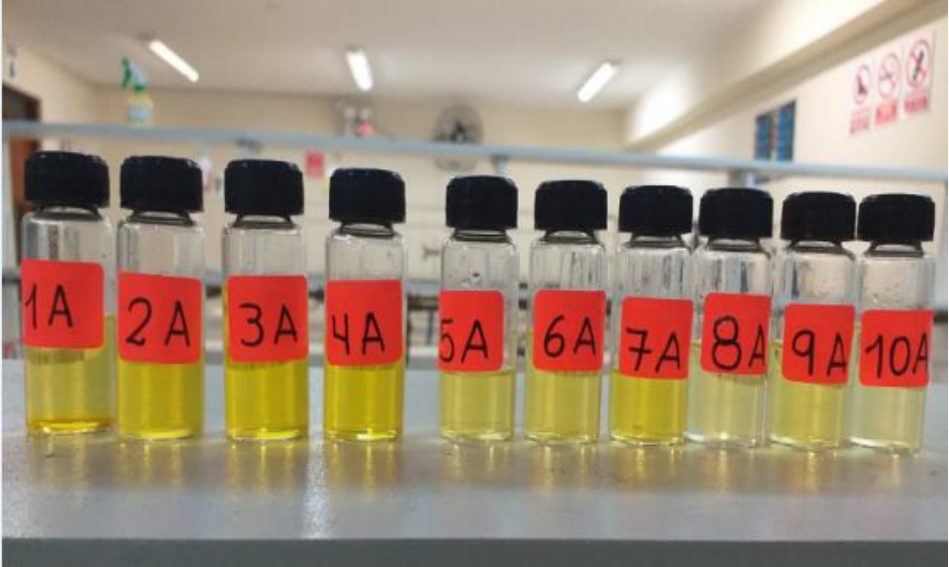
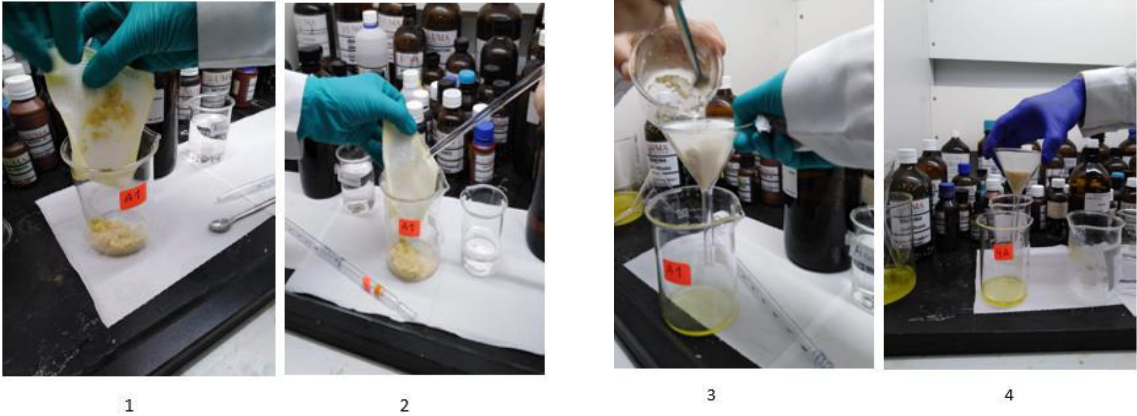
3



4

5

9.4.2 Extracción.



9.4.3 Purificación.



## 9.5 Materiales, reactivos y estándar.

### 9.5.1 Materiales.

- Morteros
- Beaker 250ml
- Probetas de 50ml
- Varilla de vidrio
- Pipetas volumétricas de 2 y 10ml
- Embudos
- Frascos de vidrio con tapa
- Papel de filtro
- Papel de seda
- Balanza
- Espátula
- Cartuchos de extracción
- Chifle de la marca: Diversos

### 9.5.2 Reactivos.

- Hexano N° CAS:110-54-3
- Acetona N° CAS:67-64-1
- Acetonitrilo grado HPLC N° CAS:75-05-8
- Agua purificada grado HPLC N° CAS:7732-18-5

### 9.5.3 Estándar.

- Acrilamida N° CAS:79-06-1 Lote: XDV250718 Potencia: 99.8% T/C.

## 9.6. Resultados



# CENTRO PERUANO DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO FARMACÉUTICO

## INFORME ANALÍTICO

<b>Solicitante:</b>	Cecilia Altez Rojas. Universidad María Auxiliadora.
<b>Muestra:</b>	10 muestras con códigos: 1A, 2A, 3A, 4A, 5A, 6A, 7A, 8A, 9A, 10A.
<b>Análisis:</b>	Dosaje de Acetilaminida por cromatografía de líquidos.
<b>Fecha de entrega de Resultados:</b> 2 de diciembre 2019	

### I. RESULTADOS

En las páginas 2 a 6 del presente informe.

Atentamente,

**QF. Walter Jonathan Altez Clemente**

Centro Peruano de Investigación y  
Desarrollo Farmacéutico – Unidad de  
Cromatografía  
Celular: 943397349

CENTRO PERUANO DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO FARMACÉUTICO

SEQUENCE

SUMMARY

REPORT

.....

Date/Signature

Data File C:\ChemStation\1\Data\ACRILAMIDA\ACRILAMIDA 2019-11-30 09-32-03\021-0201.D Sample Name: STD

=====  
Acq. Operator : CECILIA ALTEZ                      Seq. Line : 2

Sample Operator : CECILIA ALTEZ

Acq. Instrument : HPLC AT 1260-1 (IDE-E50)      Location : 21

Injection Date : 2019-11-30 9:43:36 AM          Inj : 1

Inj Volume : 5.000 µl

Sequence File : C:\ChemStation\1\Data\ACRILAMIDA\ACRILAMIDA 2019-11-30 09-32-03\ACRILAMIDA.S

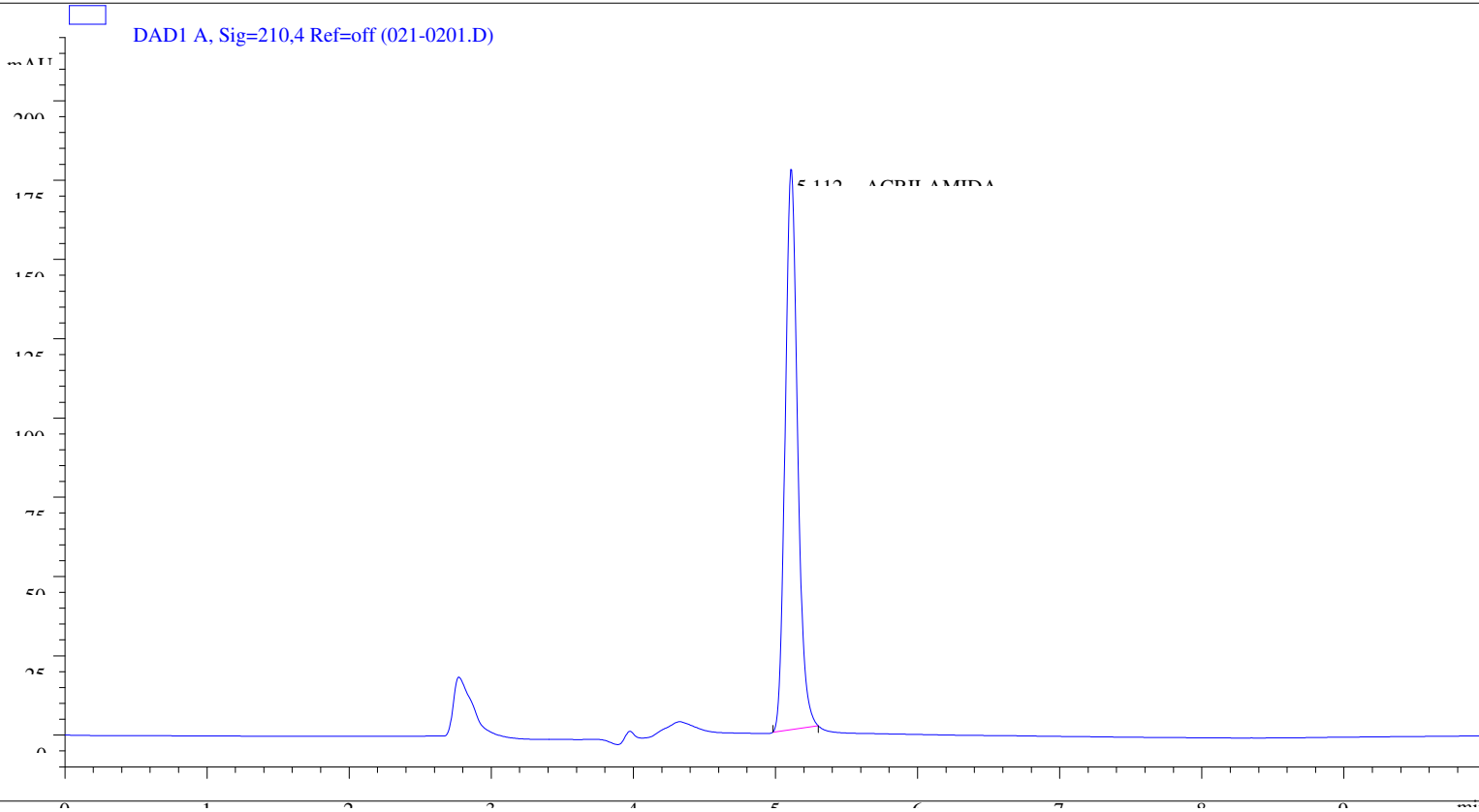
Acq. Method : C:\ChemStation\1\Data\ACRILAMIDA\ACRILAMIDA 2019-11-30 09-32-03\ACRILAMIDA.M Last changed : 2019-11-30 9:31:39 AM by CECILIA ALTEZ

Analysis Method : C:\ChemStation\1\Data\ACRILAMIDA\ACRILAMIDA 2019-11-30 09-32-03\ACRILAMIDA.M (                      Sequence Method)

Last changed : 2019-12-05 7:08:04 AM by C. ALTEZ

(recalibrated in sequence after loading)

Method Info : Determinacion y cuantificacion de Acrilamida en muestras alimenticias.



=====  
Calibration Table (after recalibration)  
=====

Calib. Data Modified : Thursday, December 5, 2019 7:08:04 AM

Level 1 calibrated: Replace Response Factors,

Replace Retention Times

Signal 1: DAD1 A, Sig=210,4 Ref=off

RetTime Lvl Amount Area Amt/Area Ref Grp Name

[min] Sig [mg/g]

-----|---|-----|-----|---|-----

5.112 1 1 1.02000e-2 1078.14917 9.46066e-6 ACRILAMIDA

Data File

C:\ChemStation\1\Data\ACRILAMIDA\ACRILAMIDA 2019-11-30 09-32-03\021-0201.D Sample Name: STD

Correct All Ret. Times: No, only for identified peaks

Curve Type : Linear

Origin : Included

Weight : Equal

=====  
=====  
External Standard Report (after recalibration)  
=====

Sorted By : Signal

Calib. Data Modified : Thursday, December 5, 2019 7:08:04 AM

Multiplier : 1.0000

Dilution : 1.0000

Do not use Multiplier & Dilution Factor with ISTDs

Signal 1: DAD1 A, Sig=210,4 Ref=off

RetTime Type Area Amt/Area Amount Grp Name

[min] [mAU\*s] [mg/g]

-----|---|-----|-----|---|-----

5.112 BBA 1078.14917 9.46066e-6 1.02000e-2 ACRILAMIDA

Totals : 1.02000e-2

=====  
=====  
\*\*\* End of Report \*\*\*

=====  
Acq. Operator : CECILIA ALTEZ                      Seq. Line : 3

Sample Operator : CECILIA ALTEZ

Acq. Instrument : HPLC AT 1260-1 (IDE-E50)      Location : 21

Injection Date : 2019-11-30 9:54:08 AM          Inj : 1

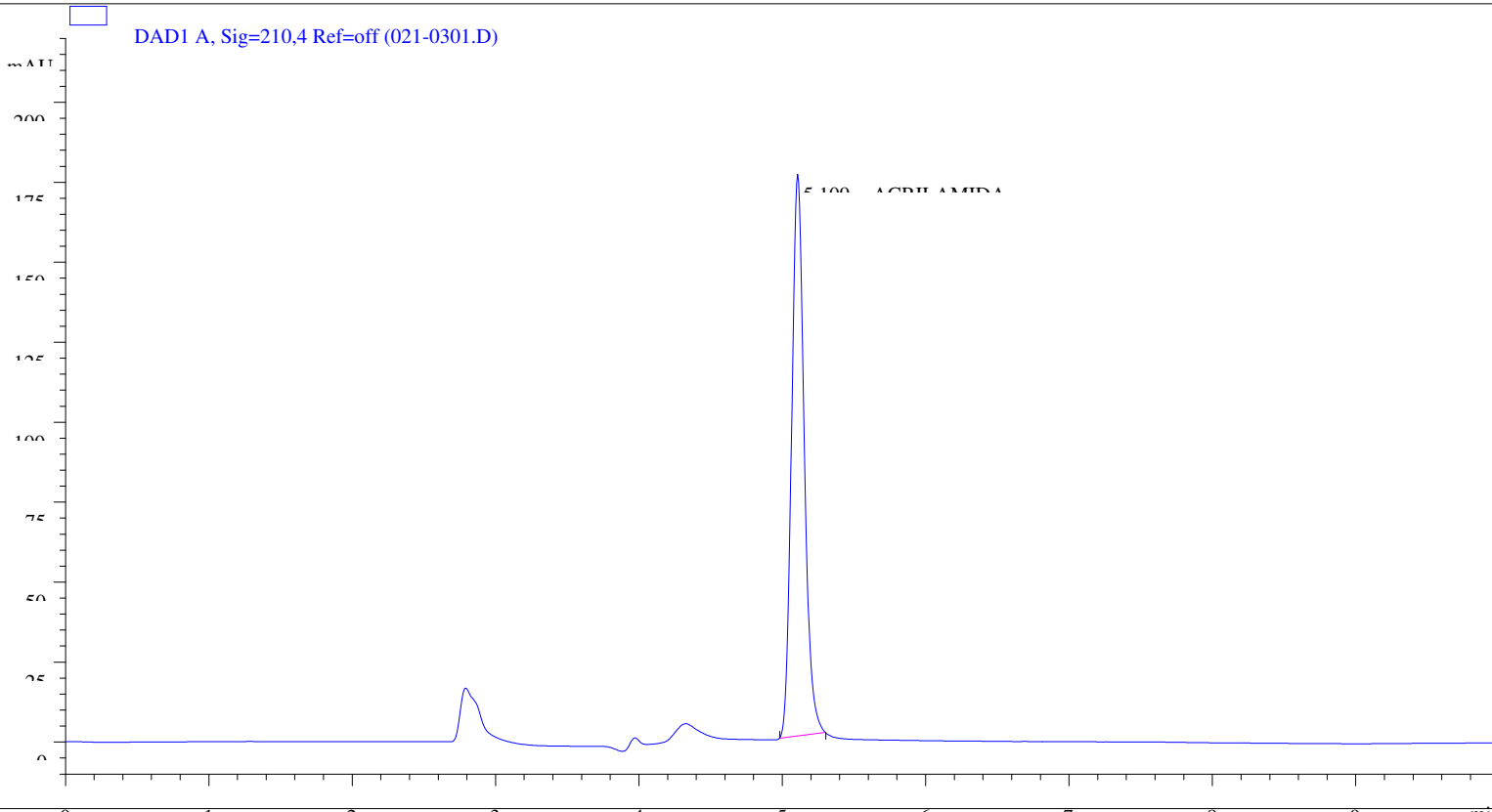
Inj Volume : 5.000 µl

Sequence File : C:\ChemStation\1\Data\ACRILAMIDA\ACRILAMIDA 2019-11-30 09-32-03\ACRILAMIDA.S

Acq. Method : C:\ChemStation\1\Data\ACRILAMIDA\ACRILAMIDA 2019-11-30 09-32-03\ACRILAMIDA.M Last changed : 2019-11-30 9:31:39 AM by CECILIA ALTEZ

Analysis Method : C:\ChemStation\1\Data\ACRILAMIDA\ACRILAMIDA 2019-11-30 09-32-03\ACRILAMIDA.M (                      Sequence Method)

Last changed : 2019-12-05 7:08:08 AM by C. ALTEZ  
(recalibrated in sequence after loading)



Method Info : Determinacion y cuantificacion de Acrilamida en muestras alimenticias.

=====  
Calibration Table (after recalibration)  
=====

Calib. Data Modified : Thursday, December 5, 2019 7:08:08 AM

Level 1 calibrated: Average Response Factors of all calibrations,

Floating Average of Retention Times, New 75%

Signal 1: DAD1 A, Sig=210,4 Ref=off

RetTime Lvl Amount Area Amt/Area Ref Grp Name

[min] Sig [mg/g]

-----|---|-----|-----|-----|---|-----

5.110 1 1 1.02000e-2 1078.22540 9.45999e-6 ACRILAMIDA

Data File

C:\ChemStation\1\Data\ACRILAMIDA\ACRILAMIDA 2019-11-30 09-32-03\021-0301.D Sample Name: STD

Correct All Ret. Times: No, only for identified peaks

Curve Type : Linear

Origin : Included

Weight : Equal

=====  
=====  
External Standard Report (after recalibration)  
=====

Sorted By : Signal

Calib. Data Modified : Thursday, December 5, 2019 7:08:08 AM

Multiplier : 1.0000

Dilution : 1.0000

Do not use Multiplier & Dilution Factor with ISTDs

Signal 1: DAD1 A, Sig=210,4 Ref=off

RetTime Type Area Amt/Area Amount Grp Name

[min] [mAU\*s] [mg/g]

-----|---|-----|-----|-----|---|-----

5.109 BBA 1078.30164 9.45999e-6 1.02007e-2 ACRILAMIDA

Totals : 1.02007e-2

=====  
=====  
\*\*\* End of Report \*\*\*  
=====

=====  
Acq. Operator : CECILIA ALTEZ                      Seq. Line : 4

Sample Operator : CECILIA ALTEZ

Acq. Instrument : HPLC AT 1260-1 (IDE-E50)      Location : 21

Injection Date : 2019-11-30 10:04:40 AM      Inj : 2

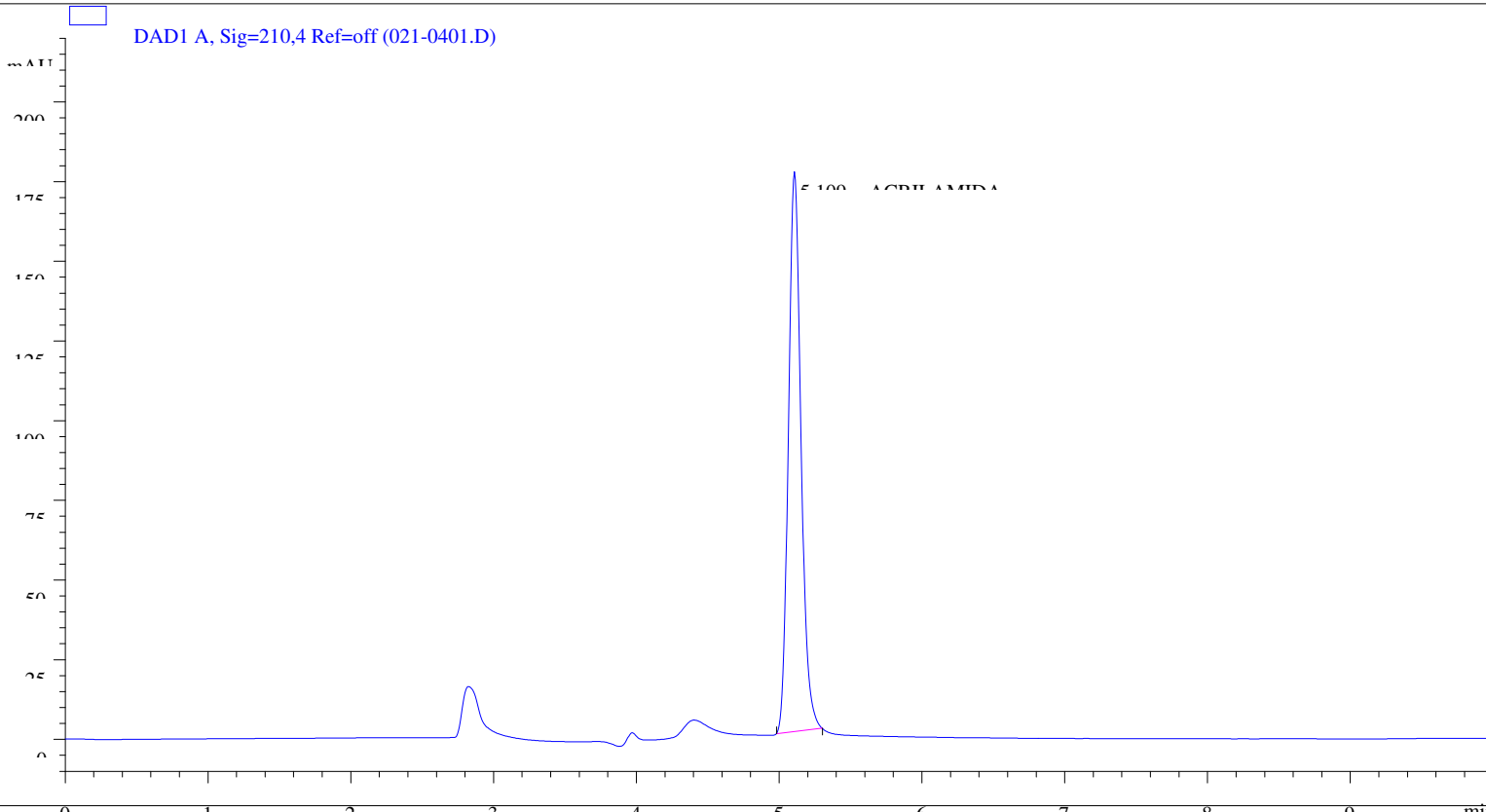
Inj Volume : 5.000 µl

Sequence File : C:\ChemStation\1\Data\ACRILAMIDA\ACRILAMIDA 2019-11-30 09-32-03\ACRILAMIDA.S

Acq. Method : C:\ChemStation\1\Data\ACRILAMIDA\ACRILAMIDA 2019-11-30 09-32-03\ACRILAMIDA.M Last changed : 2019-11-30 9:31:39 AM by CECILIA ALTEZ

Analysis Method : C:\ChemStation\1\Data\ACRILAMIDA\ACRILAMIDA 2019-11-30 09-32-03\ACRILAMIDA.M (                      Sequence Method)

Last changed : 2019-12-05 7:08:11 AM by C. ALTEZ  
(recalibrated in sequence after loading)



Method Info : Determinacion y cuantificacion de Acrilamida en muestras alimenticias.

=====  
Calibration Table (after recalibration)  
=====

Calib. Data Modified : Thursday, December 5, 2019 7:08:11 AM

Level 1 calibrated: Average Response Factors of all calibrations,



Floating Average of Retention Times, New 75%

Signal 1: DAD1 A, Sig=210,4 Ref=off

RetTime Lvl Amount Area Amt/Area Ref Grp Name

[min] Sig [mg/g]

-----|---|-----|-----|---|-----

5.110 1 1 1.02000e-2 1078.43648 9.45814e-6 ACRILAMIDA

Data File

C:\ChemStation\1\Data\ACRILAMIDA\ACRILAMIDA 2019-11-30 09-32-03\021-0401.D Sample Name: STD

Correct All Ret. Times: No, only for identified peaks

Curve Type : Linear

Origin : Included

Weight : Equal

=====  
=====  
External Standard Report (after recalibration)  
=====

Sorted By : Signal

Calib. Data Modified : Thursday, December 5, 2019 7:08:11 AM

Multiplier : 1.0000

Dilution : 1.0000

Do not use Multiplier & Dilution Factor with ISTDs

Signal 1: DAD1 A, Sig=210,4 Ref=off

RetTime Type Area Amt/Area Amount Grp Name

[min] [mAU\*s] [mg/g]

-----|---|-----|-----|---|-----

5.109 BBA 1078.85864 9.45814e-6 1.02040e-2 ACRILAMIDA

Totals : 1.02040e-2

=====  
=====  
\*\*\* End of Report \*\*\*

=====  
Acq. Operator : CECILIA ALTEZ                      Seq. Line : 5

Sample Operator : CECILIA ALTEZ

Acq. Instrument : HPLC AT 1260-1 (IDE-E50)      Location : 21

Injection Date : 2019-11-30 10:15:12 AM          Inj : 3

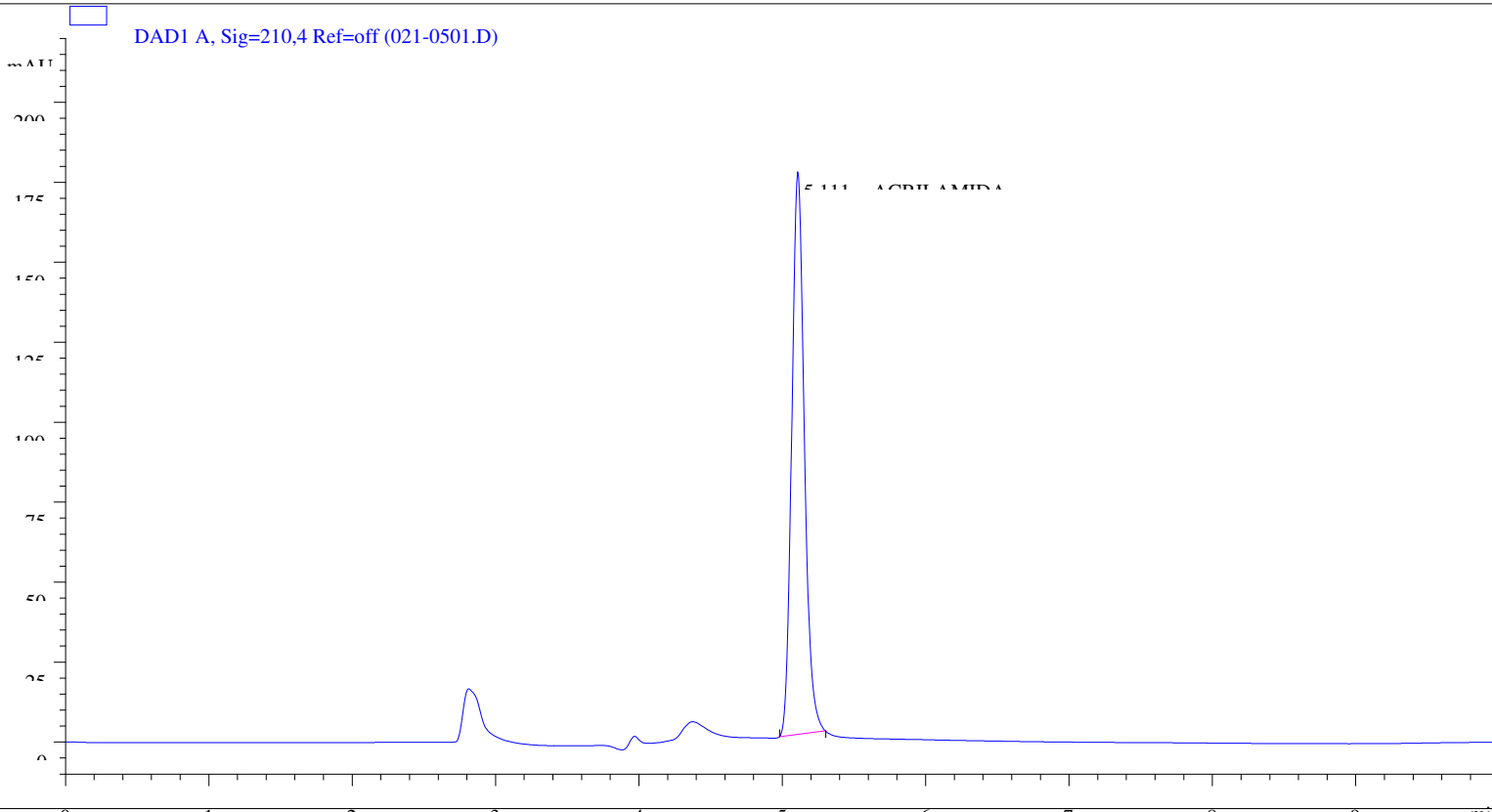
Inj Volume : 5.000 µl

Sequence File : C:\ChemStation\1\Data\ACRILAMIDA\ACRILAMIDA 2019-11-30 09-32-03\ACRILAMIDA.S

Acq. Method : C:\ChemStation\1\Data\ACRILAMIDA\ACRILAMIDA 2019-11-30 09-32-03\ACRILAMIDA.M Last changed : 2019-11-30 9:31:39 AM by CECILIA ALTEZ

Analysis Method : C:\ChemStation\1\Data\ACRILAMIDA\ACRILAMIDA 2019-11-30 09-32-03\ACRILAMIDA.M (                      Sequence Method)

Last changed : 2019-12-05 7:08:15 AM by C. ALTEZ  
(recalibrated in sequence after loading)



Method Info : Determinacion y cuantificacion de Acrilamida en muestras alimenticias.

=====  
Calibration Table (after recalibration)  
=====

Calib. Data Modified : Thursday, December 5, 2019 7:08:15 AM

Level 1 calibrated: Average Response Factors of all calibrations,

Floating Average of Retention Times, New 75%

Signal 1: DAD1 A, Sig=210,4 Ref=off

RetTime Lvl Amount Area Amt/Area Ref Grp Name  
[min] Sig [mg/g]

RetTime	Lvl	Amount	Area	Amt/Area	Ref	Grp Name
5.111	1	1.02000e-2	1078.83820	9.45462e-6		ACRILAMIDA

C:\ChemStation\1\Data\ACRILAMIDA\ACRILAMIDA 2019-11-30 09-32-03\021-0501.D Sample Name: STD

Data File

Correct All Ret. Times: No, only for identified peaks

Curve Type : Linear

Origin : Included

Weight : Equal

External Standard Report (after recalibration)

Sorted By : Signal

Calib. Data Modified : Thursday, December 5, 2019 7:08:15 AM

Multiplier : 1.0000

Dilution : 1.0000

Do not use Multiplier & Dilution Factor with ISTDs

Signal 1: DAD1 A, Sig=210,4 Ref=off

RetTime Type Area Amt/Area Amount Grp Name  
[min] [mAU\*s] [mg/g]

RetTime	Type	Area	Amt/Area	Amount	Grp Name
5.111	BBA	1080.04333	9.45462e-6	1.02114e-2	ACRILAMIDA

Totals : 1.02114e-2

\*\*\* End of Report \*\*\*

=====  
 Acq. Operator : CECILIA ALTEZ                      Seq. Line : 6

Sample Operator : CECILIA ALTEZ

Acq. Instrument : HPLC AT 1260-1 (IDE-E50)          Location : 21

Injection Date : 2019-11-30 10:25:44 AM          Inj : 4

Inj Volume : 5.000 µl

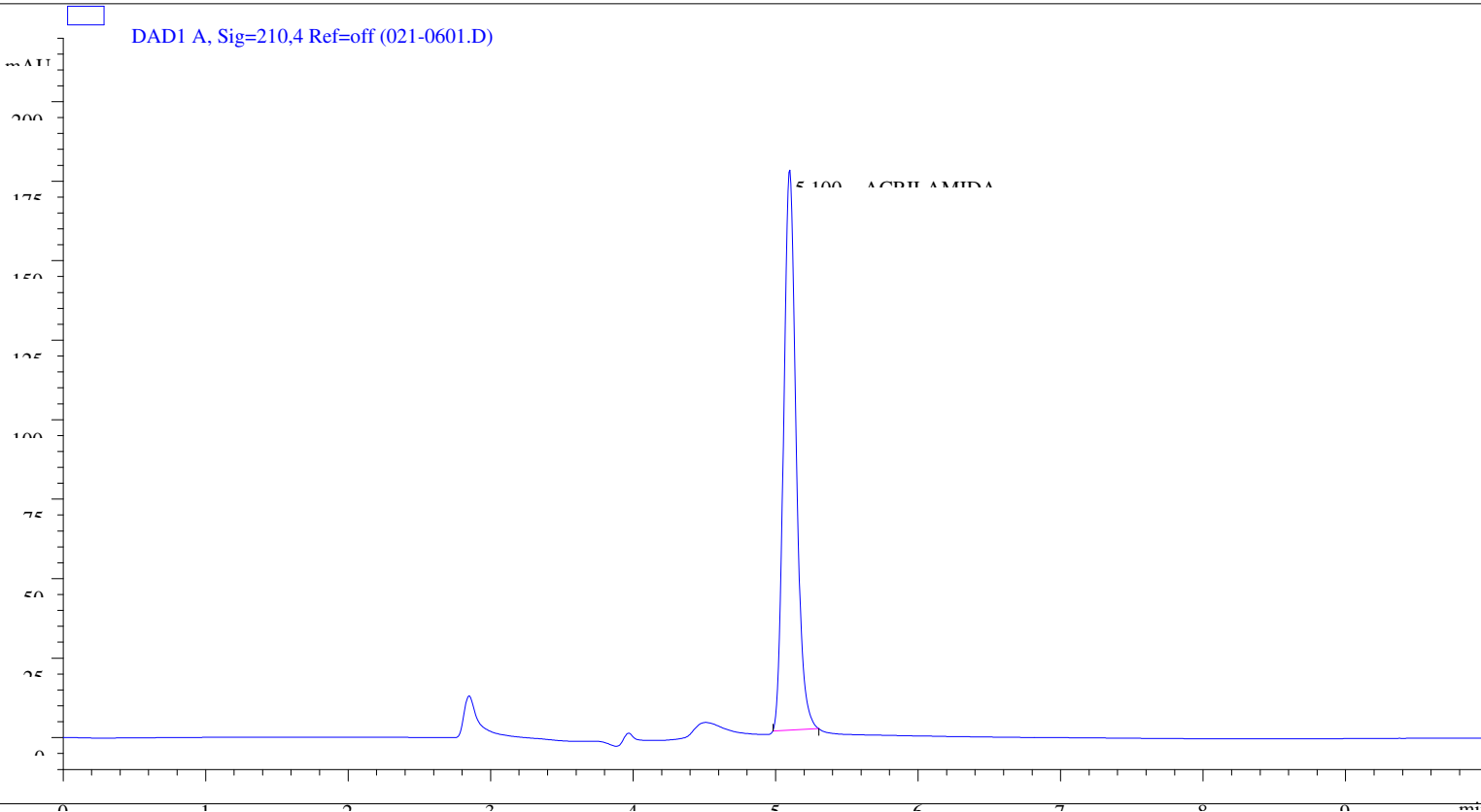
Sequence File : C:\ChemStation\1\Data\ACRILAMIDA\ACRILAMIDA 2019-11-30 09-32-03\ACRILAMIDA.S

Acq. Method : C:\ChemStation\1\Data\ACRILAMIDA\ACRILAMIDA 2019-11-30 09-32-03\ACRILAMIDA.M Last changed : 2019-11-30 9:31:39 AM by CECILIA ALTEZ

Analysis Method : C:\ChemStation\1\Data\ACRILAMIDA\ACRILAMIDA 2019-11-30 09-32-03\ACRILAMIDA.M (                      Sequence Method)

Last changed : 2019-12-05 7:08:19 AM by C. ALTEZ

(recalibrated in sequence after loading)



Method Info : Determinacion y cuantificacion de Acrilamida en muestras alimenticias.

=====  
 Calibration Table (after recalibration)  
 =====

Calib. Data Modified : Thursday, December 5, 2019 7:08:19 AM

Level 1 calibrated: Average Response Factors of all calibrations,

Floating Average of Retention Times, New 75%

Signal 1: DAD1 A, Sig=210,4 Ref=off

RetTime	Lvl	Amount	Area	Amt/Area	Ref	Grp Name
[min]	Sig	[mg/g]				

-----|---|-----|-----|---|-----

5.103 1 1 1.02000e-2 1078.39597 9.45849e-6 ACRILAMIDA  
C:\ChemStation\1\Data\ACRILAMIDA\ACRILAMIDA 2019-11-30 09-32-03\021-0601.D Sample Name: STD

Data File

Correct All Ret. Times: No, only for identified peaks

Curve Type : Linear

Origin : Included

Weight : Equal

=====  
=====  
External Standard Report (after recalibration)  
=====

Sorted By : Signal

Calib. Data Modified : Thursday, December 5, 2019 7:08:19 AM

Multiplier : 1.0000

Dilution : 1.0000

Do not use Multiplier & Dilution Factor with ISTDs

Signal 1: DAD1 A, Sig=210,4 Ref=off

RetTime	Type	Area	Amt/Area	Amount	Grp	Name
[min]		[mAU*s]	[mg/g]			

-----|---|-----|-----|---|-----

5.100	BBA	1076.62708	9.45849e-6	1.01833e-2		ACRILAMIDA
-------	-----	------------	------------	------------	--	------------

Totals : 1.01833e-2

=====  
=====  
\*\*\* End of Report \*\*\*

=====

Acq. Operator : CECILIA ALTEZ                      Seq. Line : 7

Sample Operator : CECILIA ALTEZ

Acq. Instrument : HPLC AT 1260-1 (IDE-E50)      Location : 22

Injection Date : 2019-11-30 10:36:15 AM      Inj : 1

                    Inj Volume : 5.000 µl

Sequence File : C:\ChemStation\1\Data\ACRILAMIDA\ACRILAMIDA 2019-11-30 09-32-03\ACRILAMIDA.S

Acq. Method : C:\ChemStation\1\Data\ACRILAMIDA\ACRILAMIDA 2019-11-30 09-32-03\ACRILAMIDA.M

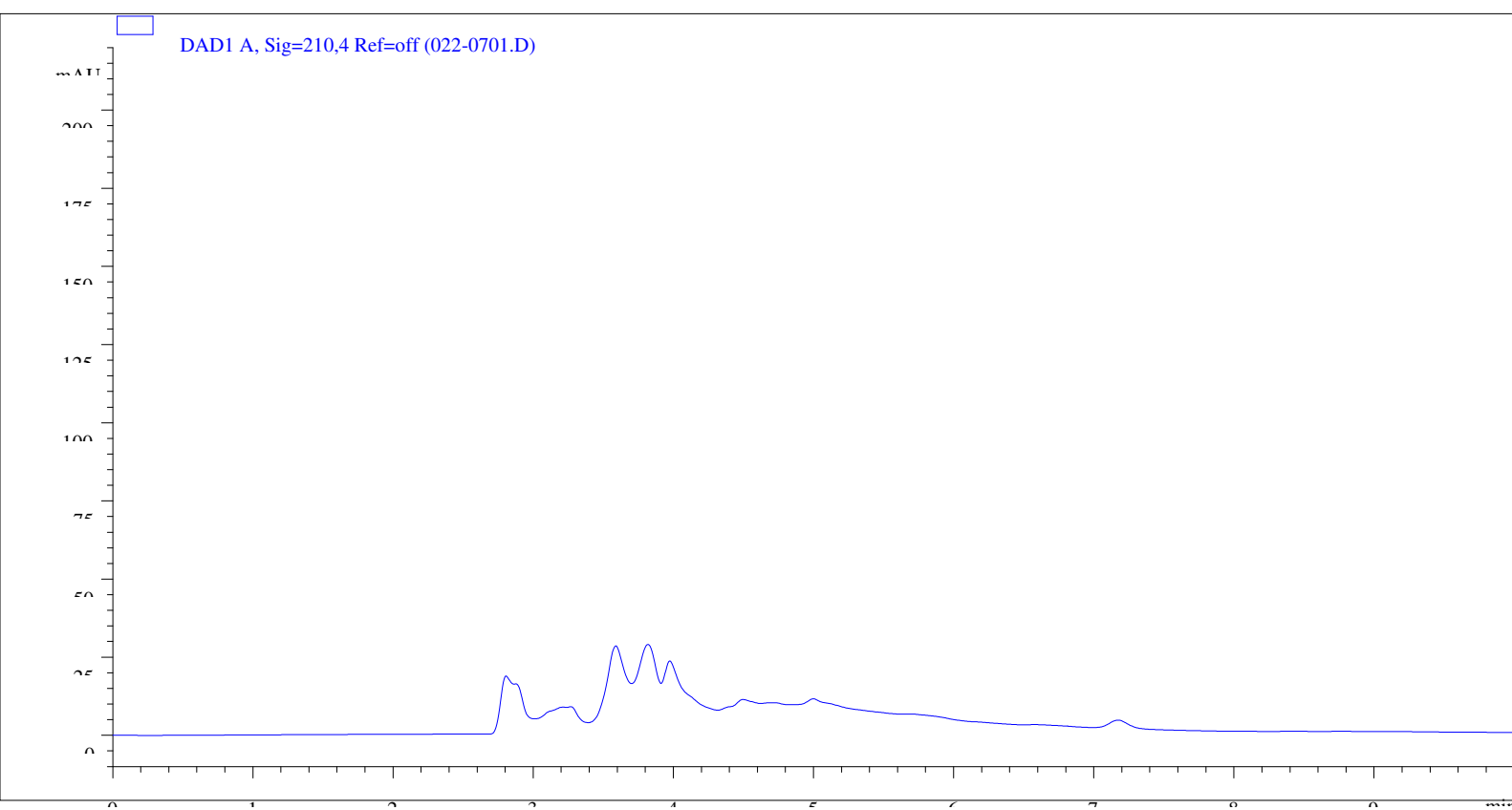
Last changed : 2019-11-30 10:42:52 AM by CECILIA ALTEZ

(modified after loading)

Analysis Method : C:\ChemStation\1\Data\ACRILAMIDA\ACRILAMIDA 2019-11-30 09-32-03\ACRILAMIDA.M (                      Sequence  
Method)

Last changed : 2019-12-05 7:08:19 AM by C. ALTEZ

Method Info : Determinacion y cuantificacion de Acrilamida en muestras alimenticias.



=====

External Standard Report

=====

Sorted By : Signal

Calib. Data Modified : 2019-12-05 7:08:19 AM

Multiplier : 0.2000

Dilution : 1.0000

Do not use Multiplier & Dilution Factor with ISTDs

Signal 1: DAD1 A, Sig=210,4 Ref=off

RetTime	Type	Area	Amt/Area	Amount	Grp	Name
---------	------	------	----------	--------	-----	------

[min]	[mAU*s]	[mg/g]
5.103	-	ACRILAMIDA

Totals : 0.00000

1 Warnings or Errors :

Data File C:\ChemStation\1\Data\ACRILAMIDA\ACRILAMIDA 2019-11-30 09-32-03\022-0701.D Sample Name: A1

Warning : Calibrated compound(s) not found

=====  
 Area Percent Report  
 =====

Sorted By : Signal  
 Calib. Data Modified : 2019-12-05 7:08:19 AM  
 Multiplier : 0.2000  
 Dilution : 1.0000  
 Do not use Multiplier & Dilution Factor with ISTDs

Signal 1: DAD1 A, Sig=210,4 Ref=off

Peak #	RetTime [min]	Type	Width [min]	Area [mAU*s]	Area %	Name
1	5.103		0.0000	0.00000	0.0000	ACRILAMIDA

Totals : 0.00000

1 Warnings or Errors :

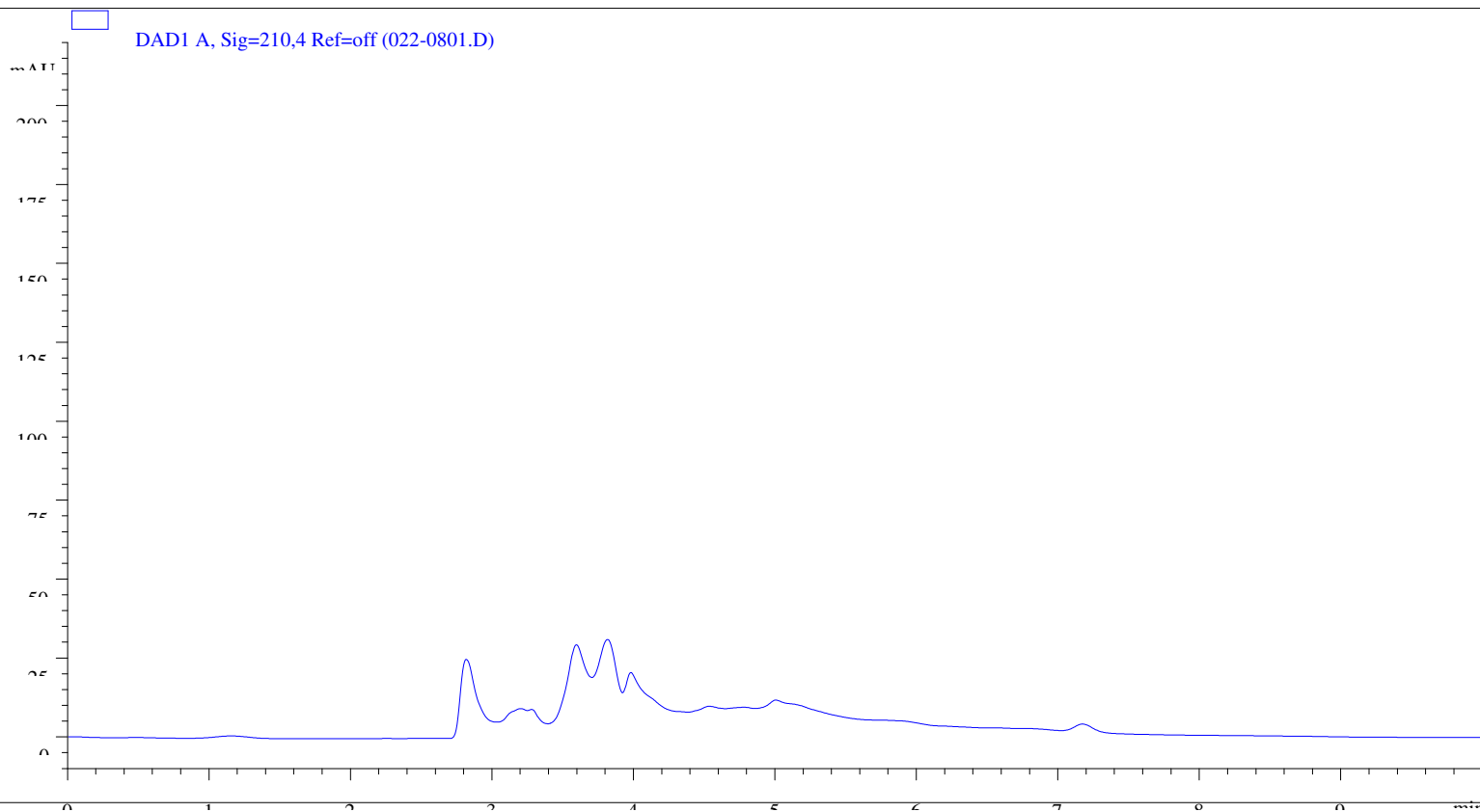
Warning : Calibrated compound(s) not found

=====  
 \*\*\* End of Report \*\*\*

=====

Acq. Operator : CECILIA ALTEZ                      Seq. Line : 8  
Sample Operator : CECILIA ALTEZ  
Acq. Instrument : HPLC AT 1260-1 (IDE-E50)      Location : 22  
Injection Date : 2019-11-30 10:46:47 AM          Inj : 2  
   Inj Volume : 5.000 µl

Sequence File : C:\ChemStation\1\Data\ACRILAMIDA\ACRILAMIDA 2019-11-30 09-32-03\ACRILAMIDA.S  
Acq. Method : C:\ChemStation\1\Data\ACRILAMIDA\ACRILAMIDA 2019-11-30 09-32-03\ACRILAMIDA.M Last changed : 2019-11-30 10:42:52 AM by CECILIA ALTEZ  
Analysis Method : C:\ChemStation\1\Data\ACRILAMIDA\ACRILAMIDA 2019-11-30 09-32-03\ACRILAMIDA.M (                      Sequence Method)  
Last changed : 2019-12-05 7:08:19 AM by C. ALTEZ  
Method Info : Determinacion y cuantificacion de Acrilamida en muestras alimenticias.



=====

External Standard Report

=====

Sorted By : Signal  
Calib. Data Modified : 2019-12-05 7:08:19 AM  
Multiplier : 0.2000



Dilution : 1.0000

Do not use Multiplier & Dilution Factor with ISTDs

Signal 1: DAD1 A, Sig=210,4 Ref=off

RetTime Type Area Amt/Area Amount Grp Name

[min] [mAU\*s] [mg/g]

Data File C:\ChemStation\1\Data\ACRILAMIDA\ACRILAMIDA 2019-11-30 09-32-03\022-0801.D Sample Name: A1

=====  
=====  
Area Percent Report  
=====

Sorted By : Signal

Calib. Data Modified : 2019-12-05 7:08:19 AM

Multiplier : 0.2000

Dilution : 1.0000

Do not use Multiplier & Dilution Factor with ISTDs

Signal 1: DAD1 A, Sig=210,4 Ref=off

Peak RetTime Type Width Area Area Name

# [min] [min] [mAU\*s] %

Peak #	RetTime [min]	Type	Width [min]	Area [mAU*s]	Area %	Name
1	5.103		0.0000	0.00000	0.0000	ACRILAMIDA

Totals : 0.00000

1 Warnings or Errors :

Warning : Calibrated compound(s) not found

=====  
=====  
\*\*\* End of Report \*\*\*

=====  
Acq. Operator : CECILIA ALTEZ                      Seq. Line : 9

Sample Operator : CECILIA ALTEZ

Acq. Instrument : HPLC AT 1260-1 (IDE-E50)      Location : 23

Injection Date : 2019-11-30 10:57:18 AM      Inj : 1

Inj Volume : 5.000 µl

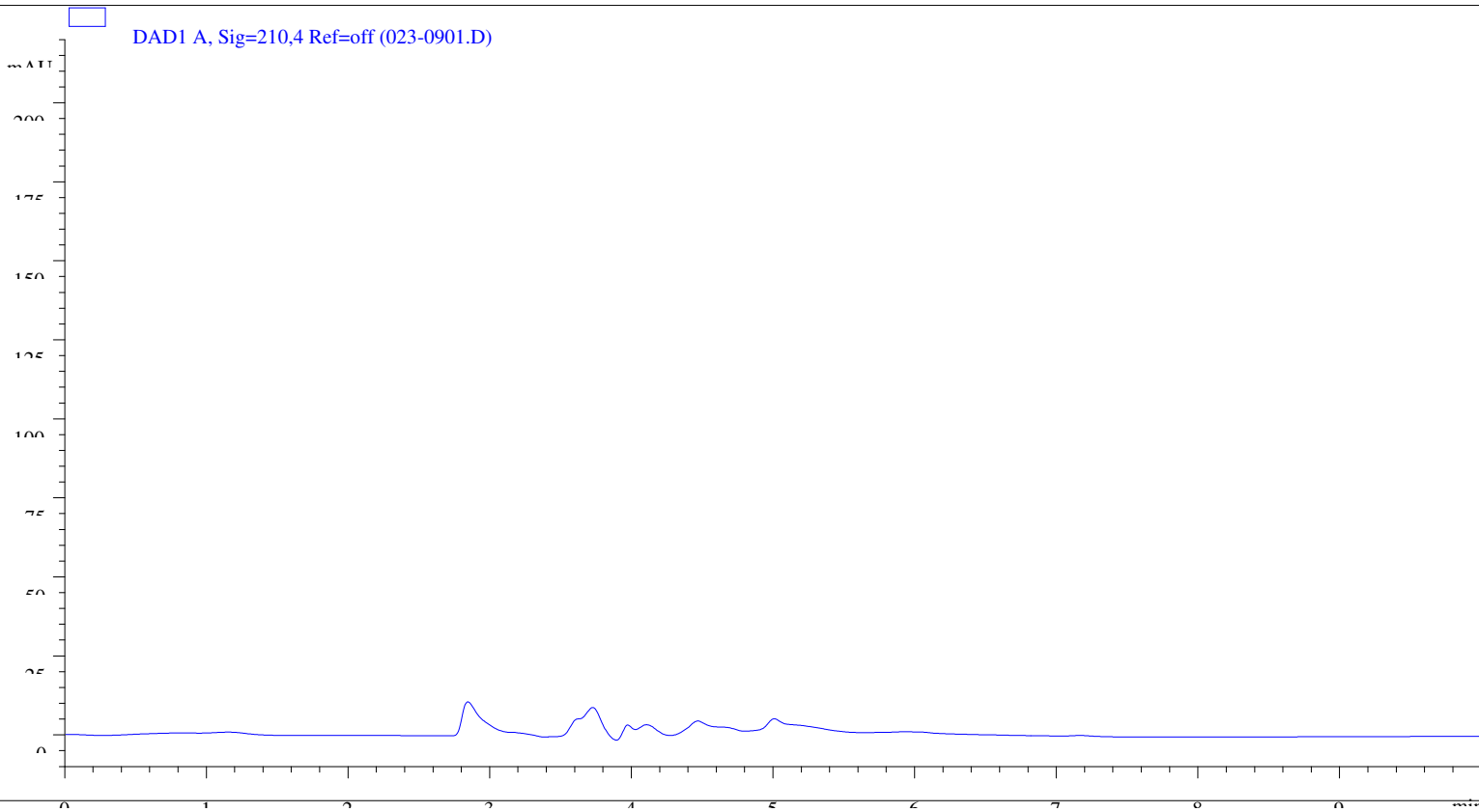
Sequence File : C:\ChemStation\1\Data\ACRILAMIDA\ACRILAMIDA 2019-11-30 09-32-03\ACRILAMIDA.S

Acq. Method : C:\ChemStation\1\Data\ACRILAMIDA\ACRILAMIDA 2019-11-30 09-32-03\ACRILAMIDA.M Last changed : 2019-11-30 10:42:52 AM by CECILIA ALTEZ

Analysis Method : C:\ChemStation\1\Data\ACRILAMIDA\ACRILAMIDA 2019-11-30 09-32-03\ACRILAMIDA.M (                      Sequence Method)

Last changed : 2019-12-05 7:08:19 AM by C. ALTEZ

Method Info : Determinacion y cuantificacion de Acrilamida en muestras alimenticias.



=====  
External Standard Report  
=====

Sorted By : Signal

Calib. Data Modified : 2019-12-05 7:08:19 AM

Multiplier : 0.2000

Dilution : 1.0000

Do not use Multiplier & Dilution Factor with ISTDs

Signal 1: DAD1 A, Sig=210,4 Ref=off

RetTime Type Area Amt/Area Amount Grp Name

[min] [mAU\*s] [mg/g]

Data File C:\ChemStation\1\Data\ACRILAMIDA\ACRILAMIDA 2019-11-30 09-32-03\023-0901.D Sample Name: A2

=====  
=====  
Area Percent Report  
=====

Sorted By : Signal

Calib. Data Modified : 2019-12-05 7:08:19 AM

Multiplier : 0.2000

Dilution : 1.0000

Do not use Multiplier & Dilution Factor with ISTDs

Signal 1: DAD1 A, Sig=210,4 Ref=off

Peak RetTime Type Width Area Area Name

# [min] [min] [mAU\*s] %

Peak #	RetTime [min]	Type	Width [min]	Area [mAU*s]	Area %	Name
1	5.103		0.0000	0.00000	0.0000	ACRILAMIDA

Totals : 0.00000

1 Warnings or Errors :

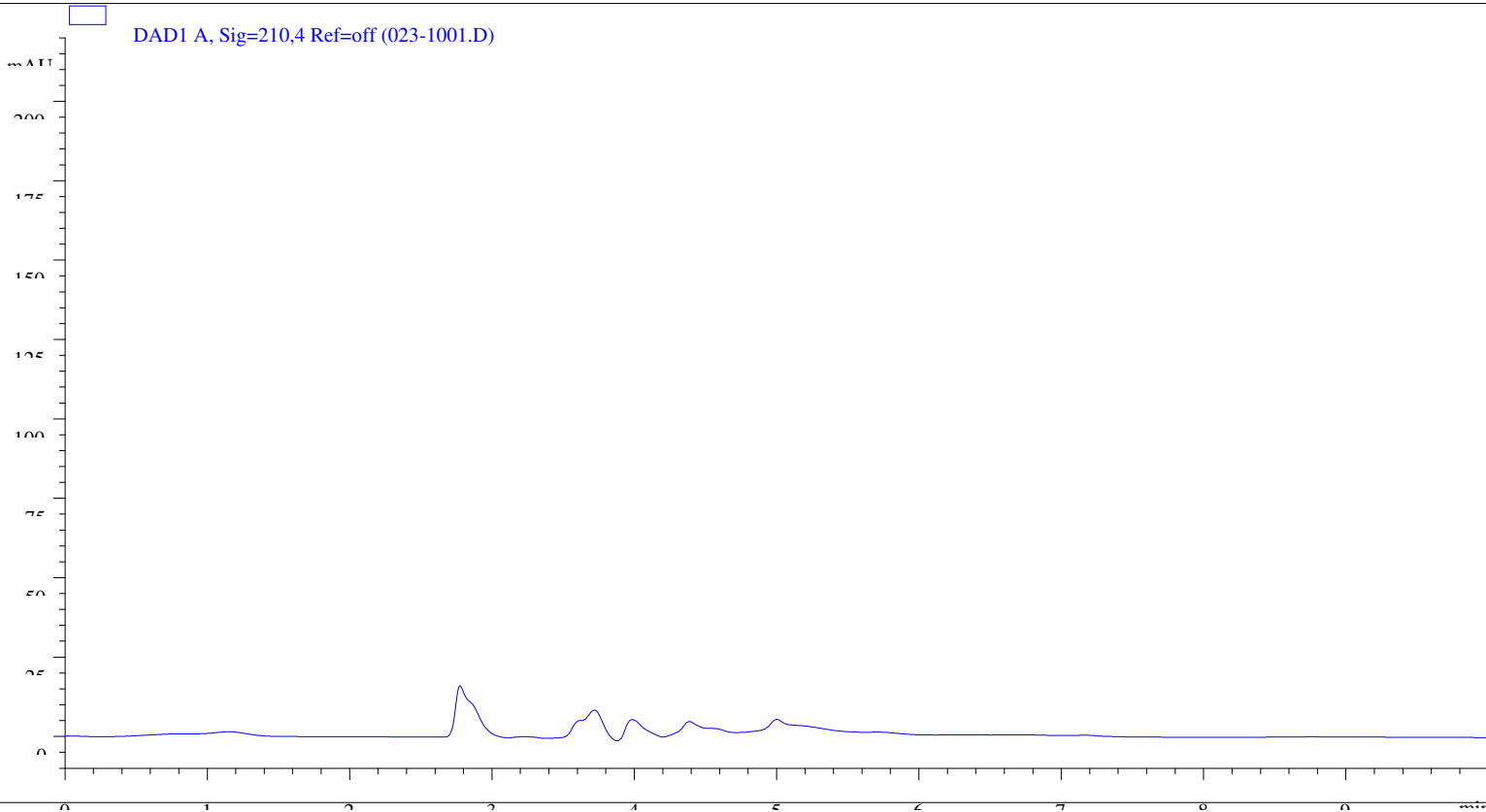
Warning : Calibrated compound(s) not found

=====  
=====  
\*\*\* End of Report \*\*\*

=====

Acq. Operator : CECILIA ALTEZ                   Seq. Line : 10  
Sample Operator : CECILIA ALTEZ  
Acq. Instrument : HPLC AT 1260-1 (IDE-E50)    Location : 23  
Injection Date : 2019-11-30 11:07:49 AM      Inj : 2  
                  Inj Volume : 5.000 µl

Sequence File : C:\ChemStation\1\Data\ACRILAMIDA\ACRILAMIDA 2019-11-30 09-32-03\ACRILAMIDA.S  
Acq. Method : C:\ChemStation\1\Data\ACRILAMIDA\ACRILAMIDA 2019-11-30 09-32-03\ACRILAMIDA.M Last changed : 2019-11-30 10:42:52 AM by CECILIA ALTEZ  
Analysis Method : C:\ChemStation\1\Data\ACRILAMIDA\ACRILAMIDA 2019-11-30 09-32-03\ACRILAMIDA.M (                   Sequence Method)  
Last changed : 2019-12-05 7:08:19 AM by C. ALTEZ  
Method Info : Determinacion y cuantificacion de Acrilamida en muestras alimenticias.



=====

External Standard Report

=====

Sorted By : Signal  
Calib. Data Modified : 2019-12-05 7:08:19 AM

Multiplier : 0.2000

Dilution : 1.0000

Do not use Multiplier & Dilution Factor with ISTDs

Signal 1: DAD1 A, Sig=210,4 Ref=off

RetTime Type Area Amt/Area Amount Grp Name

[min] [mAU\*s] [mg/g]

Data File C:\ChemStation\1\Data\ACRILAMIDA\ACRILAMIDA 2019-11-30 09-32-03\023-1001.D Sample Name: A2

=====  
=====  
Area Percent Report  
=====

Sorted By : Signal

Calib. Data Modified : 2019-12-05 7:08:19 AM

Multiplier : 0.2000

Dilution : 1.0000

Do not use Multiplier & Dilution Factor with ISTDs

Signal 1: DAD1 A, Sig=210,4 Ref=off

Peak RetTime Type Width Area Area Name

# [min] [min] [mAU\*s] %

-----|-----|-----|-----|-----|-----  
1 5.103 0.0000 0.00000 0.0000 ACRILAMIDA

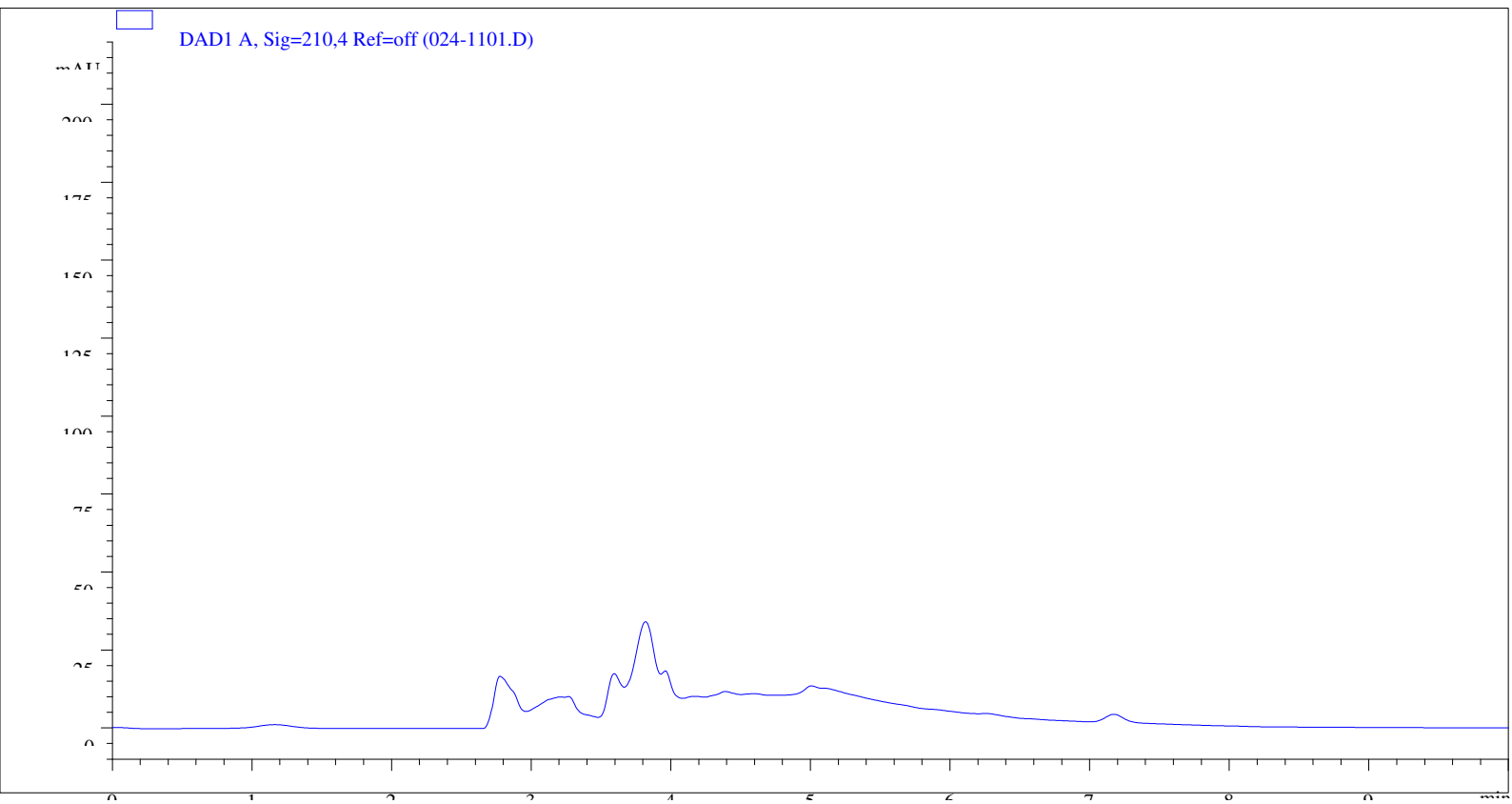
Totals : 0.00000

1 Warnings or Errors :

Warning : Calibrated compound(s) not found

=====  
=====  
\*\*\* End of Report \*\*\*

=====  
Acq. Operator : CECILIA ALTEZ                  Seq. Line : 11  
Sample Operator : CECILIA ALTEZ  
Acq. Instrument : HPLC AT 1260-1 (IDE-E50)     Location : 24  
Injection Date : 2019-11-30 11:18:21 AM        Inj : 1  
                               Inj Volume : 5.000  $\mu$ l  
Sequence File : C:\ChemStation\1\Data\ACRILAMIDA\ACRILAMIDA 2019-11-30 09-32-03\ACRILAMIDA.S  
Acq. Method : C:\ChemStation\1\Data\ACRILAMIDA\ACRILAMIDA 2019-11-30 09-32-03\ACRILAMIDA.M Last changed : 2019-11-30 10:42:52 AM by CECILIA ALTEZ  
Analysis Method : C:\ChemStation\1\Data\ACRILAMIDA\ACRILAMIDA 2019-11-30 09-32-03\ACRILAMIDA.M (                  Sequence Method)  
Last changed : 2019-12-05 7:08:19 AM by C. ALTEZ  
Method Info : Determinacion y cuantificacion de Acrilamida en muestras alimenticias.



=====  
External Standard Report  
=====

Sorted By : Signal  
Calib. Data Modified : 2019-12-05 7:08:19 AM  
Multiplier : 0.2000

Dilution : 1.0000

Do not use Multiplier & Dilution Factor with ISTDs

Signal 1: DAD1 A, Sig=210,4 Ref=off

RetTime Type Area Amt/Area Amount Grp Name

[min] [mAU\*s] [mg/g]

Data File C:\ChemStation\1\Data\ACRILAMIDA\ACRILAMIDA 2019-11-30 09-32-03\024-1101.D Sample Name: A3

=====  
=====  
Area Percent Report  
=====

Sorted By : Signal

Calib. Data Modified : 2019-12-05 7:08:19 AM

Multiplier : 0.2000

Dilution : 1.0000

Do not use Multiplier & Dilution Factor with ISTDs

Signal 1: DAD1 A, Sig=210,4 Ref=off

Peak RetTime Type Width Area Area Name

# [min] [min] [mAU\*s] %

-----|-----|-----|-----|-----|-----  
1 5.103 0.0000 0.00000 0.0000 ACRILAMIDA

Totals : 0.00000

1 Warnings or Errors :

Warning : Calibrated compound(s) not found

=====  
=====  
\*\*\* End of Report \*\*\*

```
=====
Acq. Operator : CECILIA ALTEZ       Seq. Line : 12
Sample Operator : CECILIA ALTEZ
Acq. Instrument : HPLC AT 1260-1 (IDE-E50)   Location : 24
Injection Date : 2019-11-30 11:28:52 AM    Inj : 2
                                           Inj Volume : 5.000 µl
```

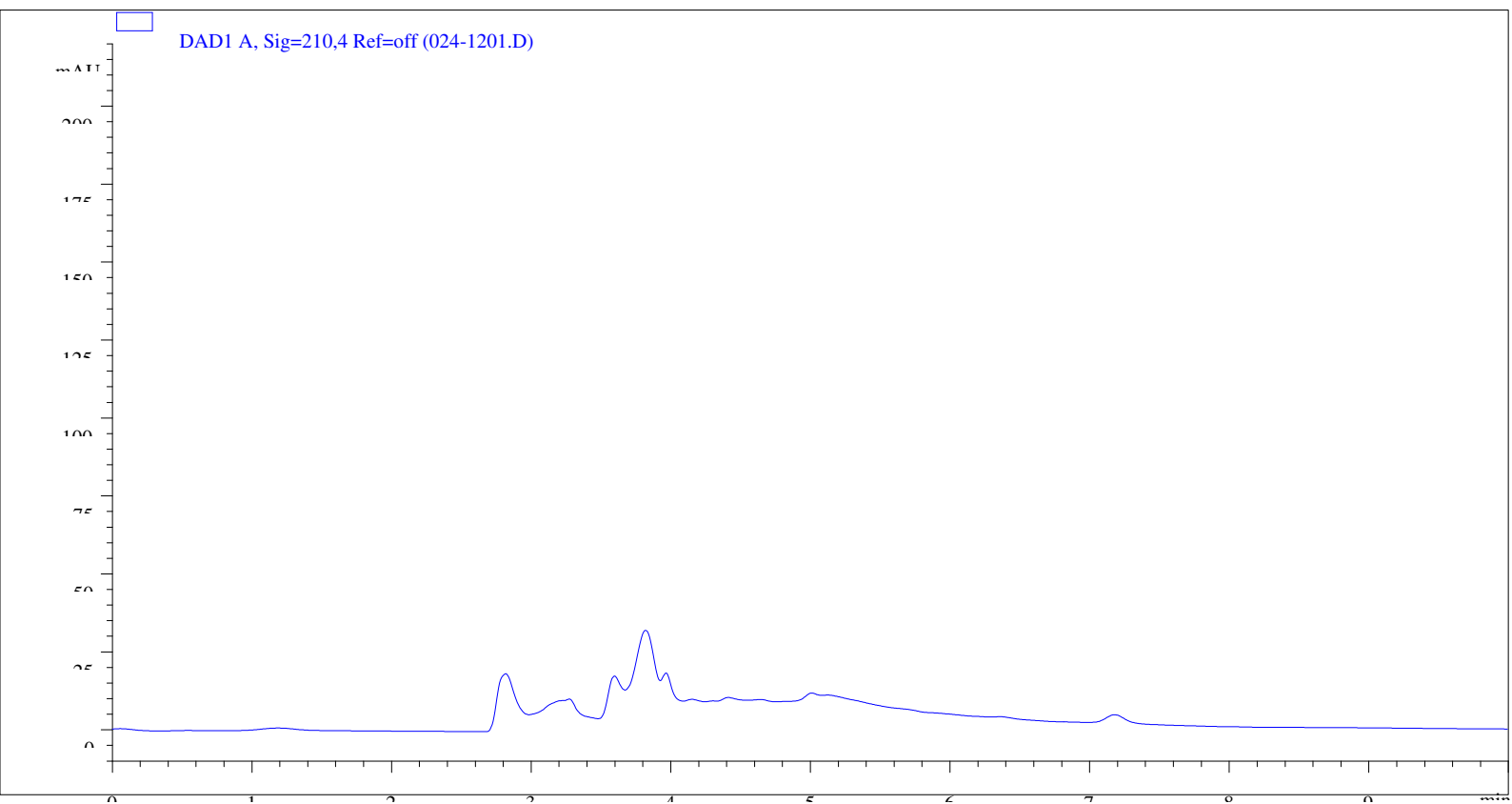
Sequence File : C:\ChemStation\1\Data\ACRILAMIDA\ACRILAMIDA 2019-11-30 09-32-03\ACRILAMIDA.S

Acq. Method : C:\ChemStation\1\Data\ACRILAMIDA\ACRILAMIDA 2019-11-30 09-32-03\ACRILAMIDA.M Last changed : 2019-11-30 10:42:52 AM by CECILIA ALTEZ

Analysis Method : C:\ChemStation\1\Data\ACRILAMIDA\ACRILAMIDA 2019-11-30 09-32-03\ACRILAMIDA.M ( Sequence Method)

Last changed : 2019-12-05 7:08:19 AM by C. ALTEZ

Method Info : Determinacion y cuantificacion de Acrilamida en muestras alimenticias.



```
=====
External Standard Report
=====
```

```
Sorted By      :   Signal
Calib. Data Modified : 2019-12-05 7:08:19 AM
Multiplier     : 0.2000
```



Dilution : 1.0000

Do not use Multiplier & Dilution Factor with ISTDs

Signal 1: DAD1 A, Sig=210,4 Ref=off

RetTime Type Area Amt/Area Amount Grp Name

[min] [mAU\*s] [mg/g]

Data File C:\ChemStation\1\Data\ACRILAMIDA\ACRILAMIDA 2019-11-30 09-32-03\024-1201.D Sample Name: A3

=====  
=====  
Area Percent Report  
=====

Sorted By : Signal

Calib. Data Modified : 2019-12-05 7:08:19 AM

Multiplier : 0.2000

Dilution : 1.0000

Do not use Multiplier & Dilution Factor with ISTDs

Signal 1: DAD1 A, Sig=210,4 Ref=off

Peak RetTime Type Width Area Area Name

# [min] [min] [mAU\*s] %

-----|-----|-----|-----|-----|-----  
1 5.103 0.0000 0.00000 0.0000 ACRILAMIDA

Totals : 0.00000

1 Warnings or Errors :

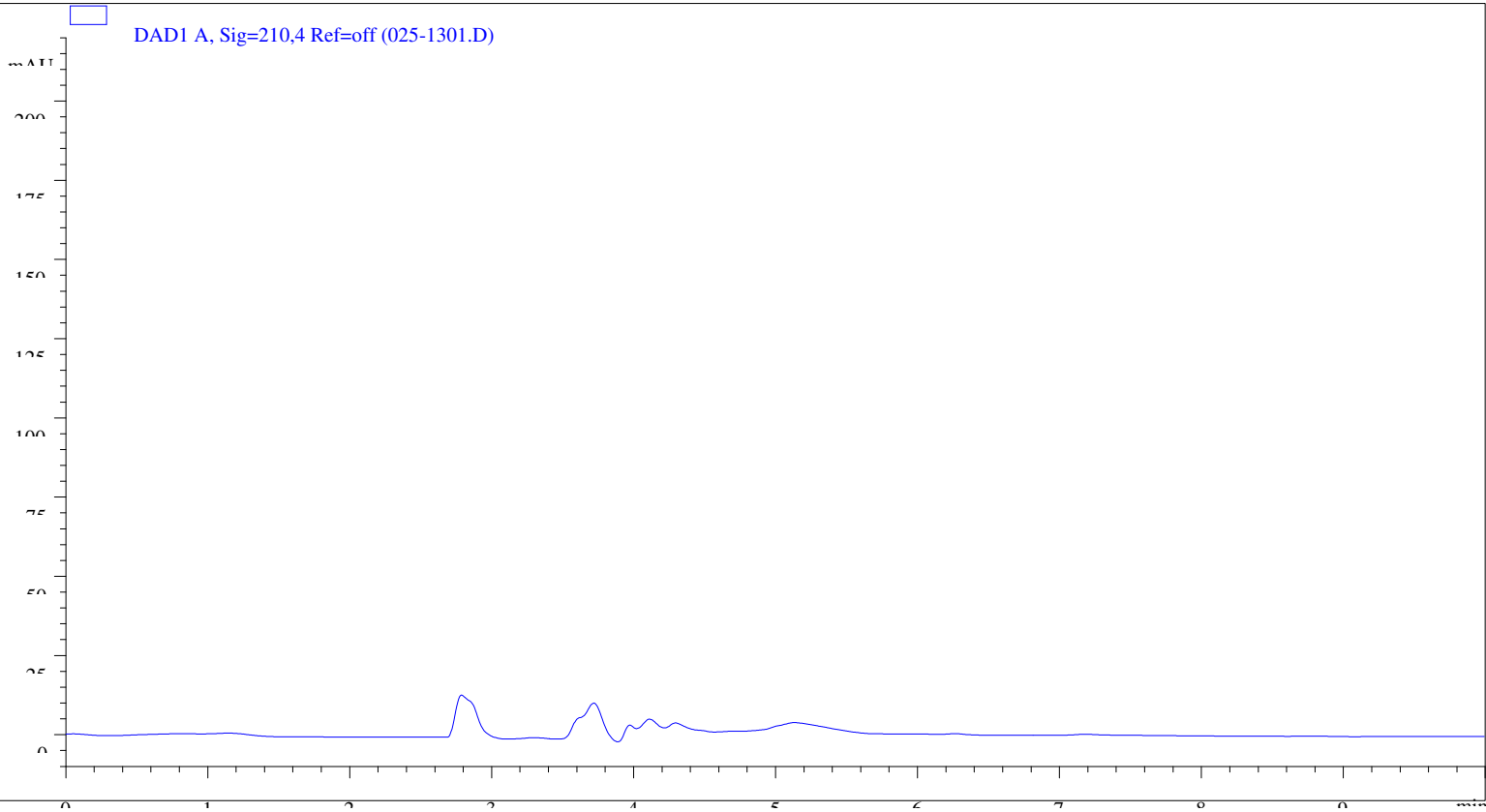
Warning : Calibrated compound(s) not found

=====  
=====  
\*\*\* End of Report \*\*\*

=====

Acq. Operator : CECILIA ALTEZ                   Seq. Line : 13  
Sample Operator : CECILIA ALTEZ  
Acq. Instrument : HPLC AT 1260-1 (IDE-E50)    Location : 25  
Injection Date : 2019-11-30 11:39:24 AM      Inj : 1  
                  Inj Volume : 5.000  $\mu$ l

Sequence File : C:\ChemStation\1\Data\ACRILAMIDA\ACRILAMIDA 2019-11-30 09-32-03\ACRILAMIDA.S  
Acq. Method : C:\ChemStation\1\Data\ACRILAMIDA\ACRILAMIDA 2019-11-30 09-32-03\ACRILAMIDA.M Last changed : 2019-11-30 10:42:52 AM by CECILIA ALTEZ  
Analysis Method : C:\ChemStation\1\Data\ACRILAMIDA\ACRILAMIDA 2019-11-30 09-32-03\ACRILAMIDA.M (                   Sequence Method)  
Last changed : 2019-12-05 7:08:19 AM by C. ALTEZ  
Method Info : Determinacion y cuantificacion de Acrilamida en muestras alimenticias.



=====

External Standard Report

=====

Sorted By : Signal  
Calib. Data Modified : 2019-12-05 7:08:19 AM  
Multiplier : 0.2000

Dilution : 1.0000

Do not use Multiplier & Dilution Factor with ISTDs

Signal 1: DAD1 A, Sig=210,4 Ref=off

RetTime Type Area Amt/Area Amount Grp Name

[min] [mAU\*s] [mg/g]

Data File C:\ChemStation\1\Data\ACRILAMIDA\ACRILAMIDA 2019-11-30 09-32-03\025-1301.D Sample Name: A4

=====  
=====  
Area Percent Report  
=====

Sorted By : Signal

Calib. Data Modified : 2019-12-05 7:08:19 AM

Multiplier : 0.2000

Dilution : 1.0000

Do not use Multiplier & Dilution Factor with ISTDs

Signal 1: DAD1 A, Sig=210,4 Ref=off

Peak RetTime Type Width Area Area Name

# [min] [min] [mAU\*s] %

-----|-----|-----|-----|-----|-----  
1 5.103 0.0000 0.00000 0.0000 ACRILAMIDA

Totals : 0.00000

1 Warnings or Errors :

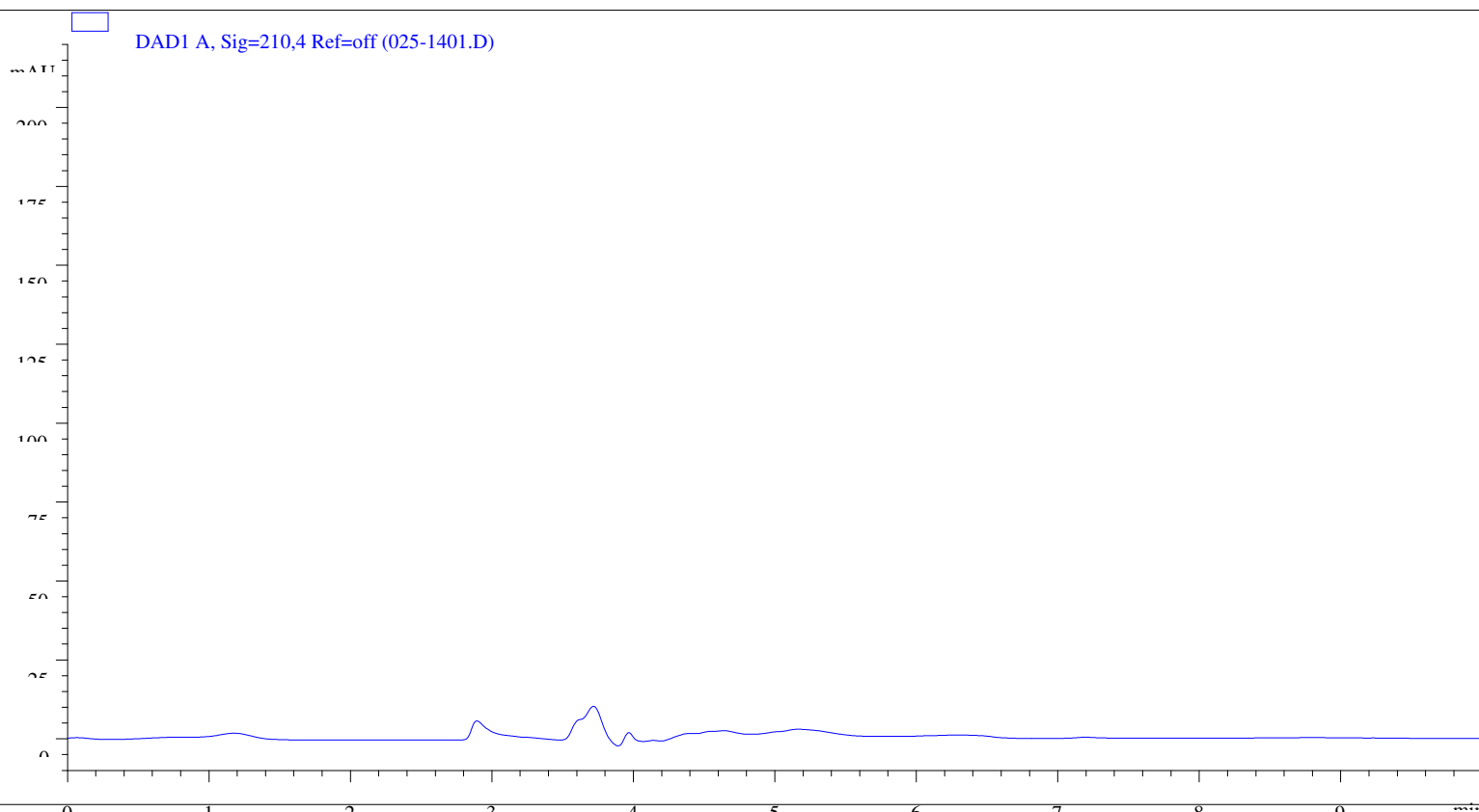
Warning : Calibrated compound(s) not found

=====  
=====  
\*\*\* End of Report \*\*\*

=====

Acq. Operator : CECILIA ALTEZ                    Seq. Line : 14  
Sample Operator : CECILIA ALTEZ  
Acq. Instrument : HPLC AT 1260-1 (IDE-E50)    Location : 25  
Injection Date : 2019-11-30 11:49:56 AM      Inj : 2  
   Inj Volume : 5.000 µl

Sequence File : C:\ChemStation\1\Data\ACRILAMIDA\ACRILAMIDA 2019-11-30 09-32-03\ACRILAMIDA.S  
Acq. Method : C:\ChemStation\1\Data\ACRILAMIDA\ACRILAMIDA 2019-11-30 09-32-03\ACRILAMIDA.M Last changed : 2019-11-30 10:42:52 AM by CECILIA ALTEZ  
Analysis Method : C:\ChemStation\1\Data\ACRILAMIDA\ACRILAMIDA 2019-11-30 09-32-03\ACRILAMIDA.M (                    Sequence Method)  
Last changed : 2019-12-05 7:08:19 AM by C. ALTEZ  
Method Info : Determinacion y cuantificacion de Acrilamida en muestras alimenticias.



=====

External Standard Report

=====

Sorted By : Signal  
Calib. Data Modified : 2019-12-05 7:08:19 AM  
Multiplier : 0.2000

Dilution : 1.0000

Do not use Multiplier & Dilution Factor with ISTDs

Signal 1: DAD1 A, Sig=210,4 Ref=off

RetTime Type Area Amt/Area Amount Grp Name

[min] [mAU\*s] [mg/g]

Data File C:\ChemStation\1\Data\ACRILAMIDA\ACRILAMIDA 2019-11-30 09-32-03\025-1401.D Sample Name: A4

=====  
=====  
Area Percent Report  
=====

Sorted By : Signal

Calib. Data Modified : 2019-12-05 7:08:19 AM

Multiplier : 0.2000

Dilution : 1.0000

Do not use Multiplier & Dilution Factor with ISTDs

Signal 1: DAD1 A, Sig=210,4 Ref=off

Peak RetTime Type Width Area Area Name

# [min] [min] [mAU\*s] %

-----|-----|-----|-----|-----|-----  
1 5.103 0.0000 0.00000 0.0000 ACRILAMIDA

Totals : 0.00000

1 Warnings or Errors :

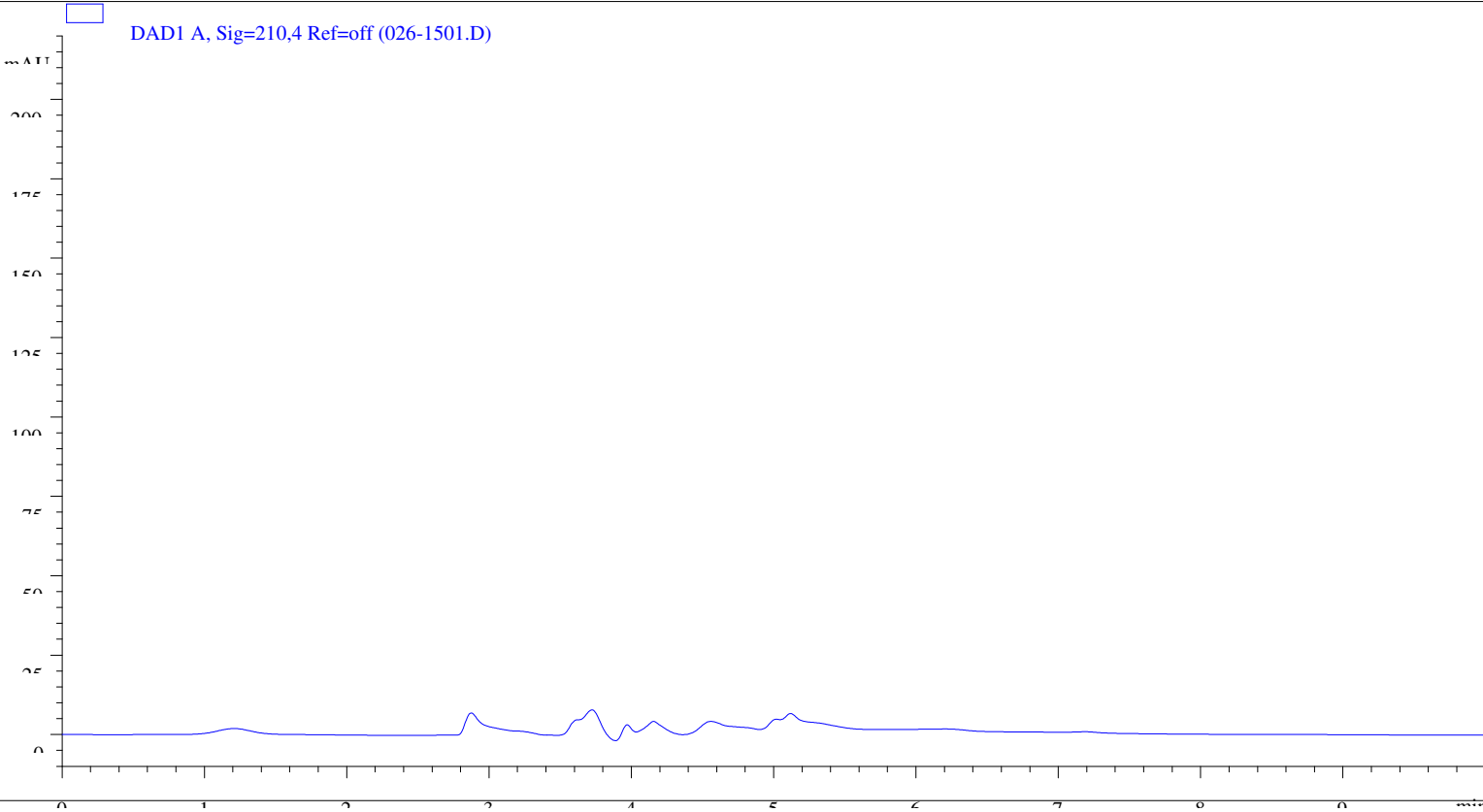
Warning : Calibrated compound(s) not found

=====  
=====  
\*\*\* End of Report \*\*\*

=====

Acq. Operator : CECILIA ALTEZ                      Seq. Line : 15  
Sample Operator : CECILIA ALTEZ  
Acq. Instrument : HPLC AT 1260-1 (IDE-E50)      Location : 26  
Injection Date : 2019-11-30 12:00:28 PM          Inj : 1  
                        Inj Volume : 5.000 µl

Sequence File : C:\ChemStation\1\Data\ACRILAMIDA\ACRILAMIDA 2019-11-30 09-32-03\ACRILAMIDA.S  
Acq. Method : C:\ChemStation\1\Data\ACRILAMIDA\ACRILAMIDA 2019-11-30 09-32-03\ACRILAMIDA.M Last changed : 2019-11-30 10:42:52 AM by CECILIA ALTEZ  
Analysis Method : C:\ChemStation\1\Data\ACRILAMIDA\ACRILAMIDA 2019-11-30 09-32-03\ACRILAMIDA.M (                      Sequence Method)  
Last changed : 2019-12-05 7:08:19 AM by C. ALTEZ  
Method Info : Determinacion y cuantificacion de Acrilamida en muestras alimenticias.



=====

External Standard Report

=====

Sorted By : Signal  
Calib. Data Modified : 2019-12-05 7:08:19 AM  
Multiplier : 0.2000

Dilution : 1.0000

Do not use Multiplier & Dilution Factor with ISTDs

Signal 1: DAD1 A, Sig=210,4 Ref=off

RetTime Type Area Amt/Area Amount Grp Name

[min] [mAU\*s] [mg/g]

Data File C:\ChemStation\1\Data\ACRILAMIDA\ACRILAMIDA 2019-11-30 09-32-03\026-1501.D Sample Name: A5

=====  
=====  
Area Percent Report  
=====

Sorted By : Signal

Calib. Data Modified : 2019-12-05 7:08:19 AM

Multiplier : 0.2000

Dilution : 1.0000

Do not use Multiplier & Dilution Factor with ISTDs

Signal 1: DAD1 A, Sig=210,4 Ref=off

Peak RetTime Type Width Area Area Name

# [min] [min] [mAU\*s] %

-----|-----|-----|-----|-----|-----  
1 5.103 0.0000 0.00000 0.0000 ACRILAMIDA

Totals : 0.00000

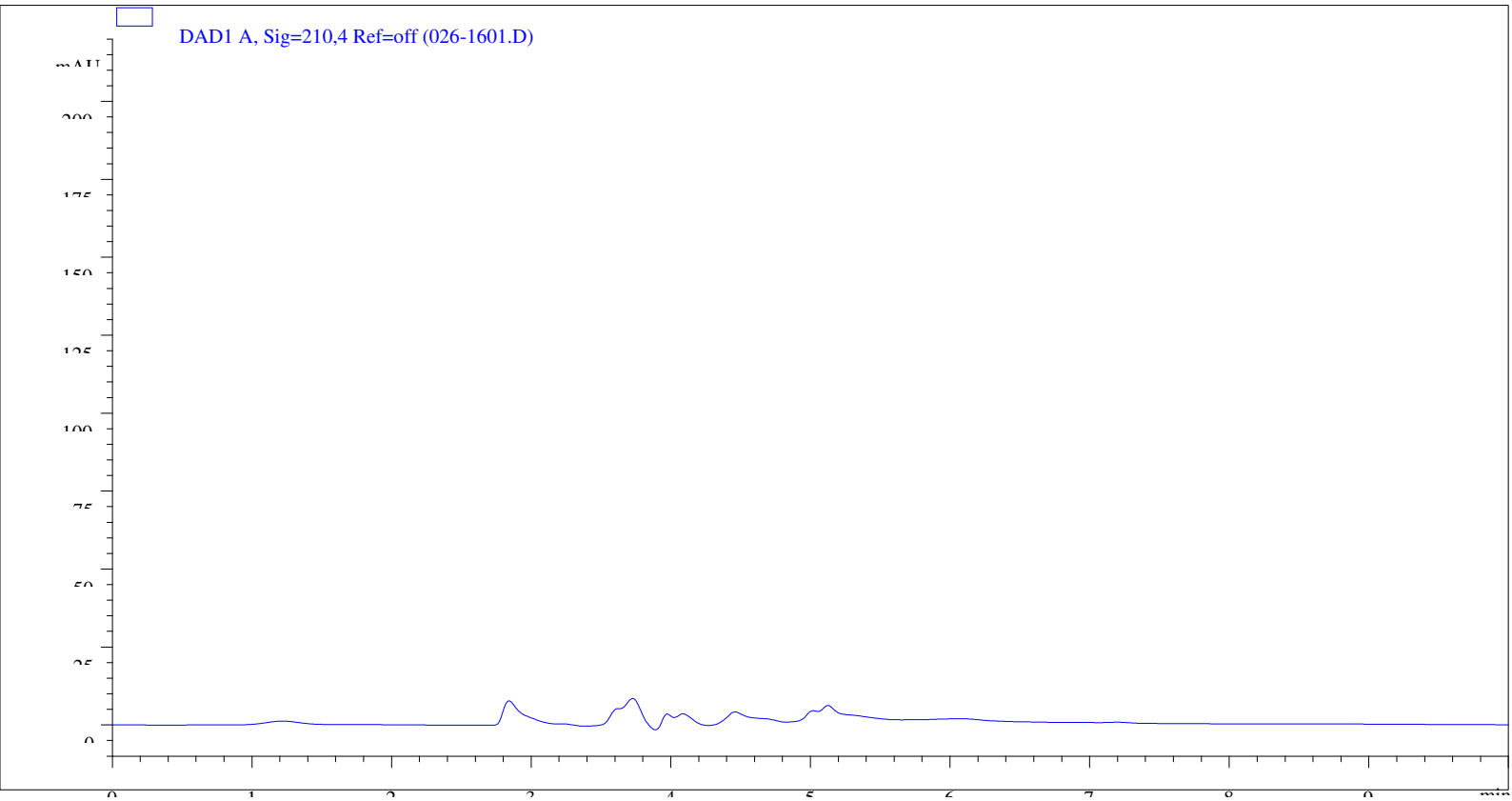
1 Warnings or Errors :

Warning : Calibrated compound(s) not found

=====  
=====  
\*\*\* End of Report \*\*\*

```
=====
Acq. Operator   : CECILIA ALTEZ           Seq. Line : 16
Sample Operator : CECILIA ALTEZ
Acq. Instrument : HPLC AT 1260-1 (IDE-E50)  Location  : 26
Injection Date  : 2019-11-30 12:11:00 PM   Inj       : 2
                                         Inj Volume: 5.000 µl
```

Sequence File : C:\ChemStation\1\Data\ACRILAMIDA\ACRILAMIDA 2019-11-30 09-32-03\ACRILAMIDA.S  
Acq. Method : C:\ChemStation\1\Data\ACRILAMIDA\ACRILAMIDA 2019-11-30 09-32-03\ACRILAMIDA.M Last changed : 2019-11-30 10:42:52 AM by CECILIA ALTEZ  
Analysis Method : C:\ChemStation\1\Data\ACRILAMIDA\ACRILAMIDA 2019-11-30 09-32-03\ACRILAMIDA.M ( Sequence Method)  
Last changed : 2019-12-05 7:08:19 AM by C. ALTEZ  
Method Info : Determinacion y cuantificacion de Acrilamida en muestras alimenticias.



```
=====
External Standard Report
=====
```

Sorted By : Signal  
Calib. Data Modified : 2019-12-05 7:08:19 AM  
Multiplier : 0.2000



Dilution : 1.0000

Do not use Multiplier & Dilution Factor with ISTDs

Signal 1: DAD1 A, Sig=210,4 Ref=off

RetTime Type Area Amt/Area Amount Grp Name

[min] [mAU\*s] [mg/g]

Data File C:\ChemStation\1\Data\ACRILAMIDA\ACRILAMIDA 2019-11-30 09-32-03\026-1601.D Sample Name: A5

=====  
=====  
Area Percent Report  
=====

Sorted By : Signal

Calib. Data Modified : 2019-12-05 7:08:19 AM

Multiplier : 0.2000

Dilution : 1.0000

Do not use Multiplier & Dilution Factor with ISTDs

Signal 1: DAD1 A, Sig=210,4 Ref=off

Peak RetTime Type Width Area Area Name

# [min] [min] [mAU\*s] %

-----|-----|-----|-----|-----|-----  
1 5.103 0.0000 0.00000 0.0000 ACRILAMIDA

Totals : 0.00000

1 Warnings or Errors :

Warning : Calibrated compound(s) not found

=====  
=====  
\*\*\* End of Report \*\*\*





Multiplier : 0.2000

Dilution : 1.0000

Do not use Multiplier & Dilution Factor with ISTDs

Signal 1: DAD1 A, Sig=210,4 Ref=off

RetTime Type Area Amt/Area Amount Grp Name

[min] [mAU\*s] [mg/g]

RetTime	Type	Area	Amt/Area	Amount	Grp Name
5.031	BB	38.31561	9.45849e-6	7.24816e-5	ACRILAMIDA

Totals : 7.24816e-5

Data File C:\ChemStation\1\Data\ACRILAMIDA\ACRILAMIDA 2019-11-30 09-32-03\028-1901.D Sample Name: A7

=====

Acq. Operator : CECILIA ALTEZ Seq. Line : 19  
Sample Operator : CECILIA ALTEZ  
Acq. Instrument : HPLC AT 1260-1 (IDE-E50) Location : 28  
Injection Date : 2019-11-30 12:42:37 PM Inj : 1  
Inj Volume : 5.000 µl

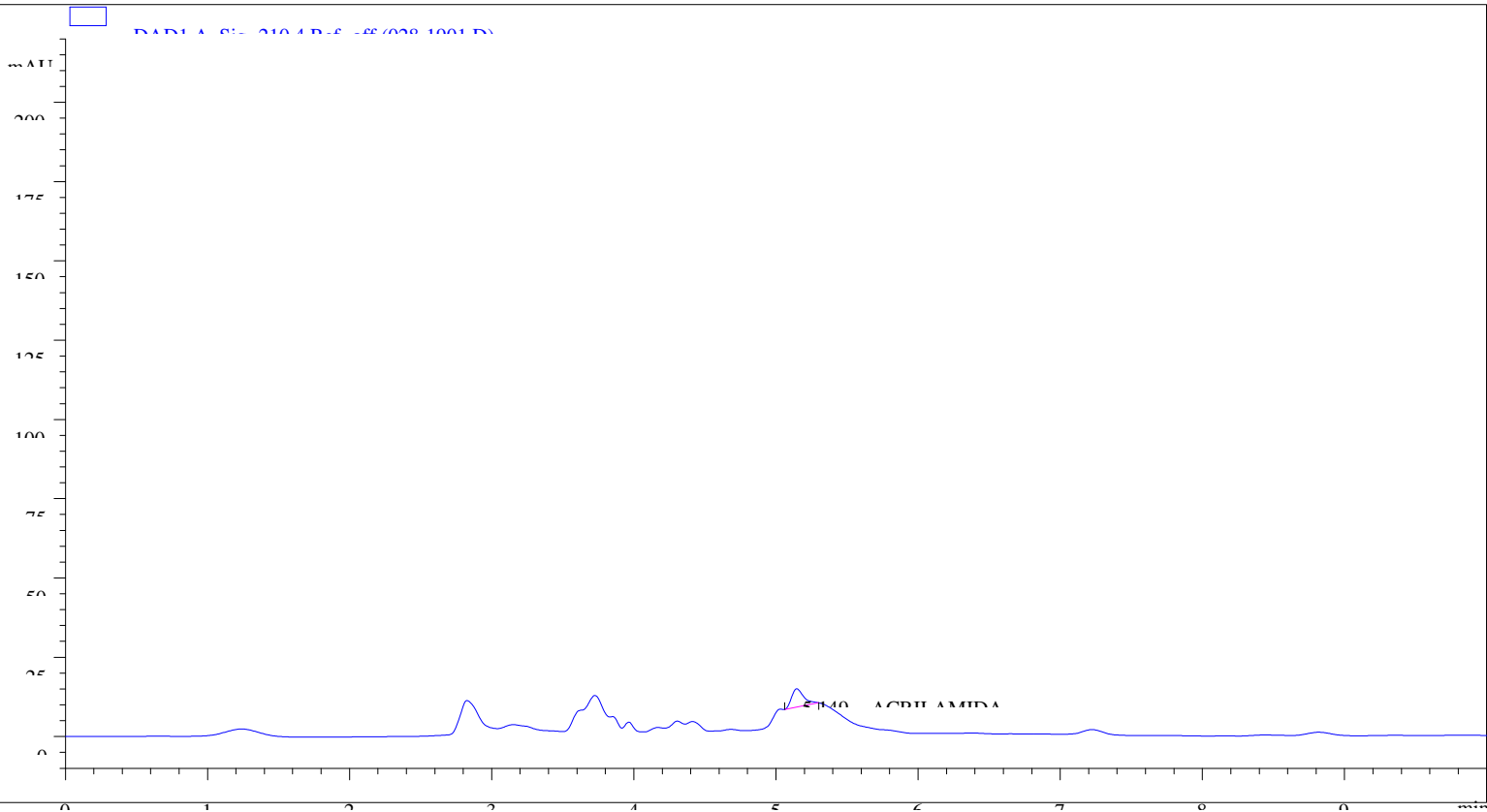
Sequence File : C:\ChemStation\1\Data\ACRILAMIDA\ACRILAMIDA 2019-11-30 09-32-03\ACRILAMIDA.S

Acq. Method : C:\ChemStation\1\Data\ACRILAMIDA\ACRILAMIDA 2019-11-30 09-32-03\ACRILAMIDA.M Last changed : 2019-11-30 10:42:52 AM by CECILIA ALTEZ

Analysis Method : C:\ChemStation\1\Data\ACRILAMIDA\ACRILAMIDA 2019-11-30 09-32-03\ACRILAMIDA.M ( Sequence Method)

Last changed : 2019-12-05 7:08:19 AM by C. ALTEZ

Method Info : Determinacion y cuantificacion de Acrilamida en muestras alimenticias.



External Standard Report

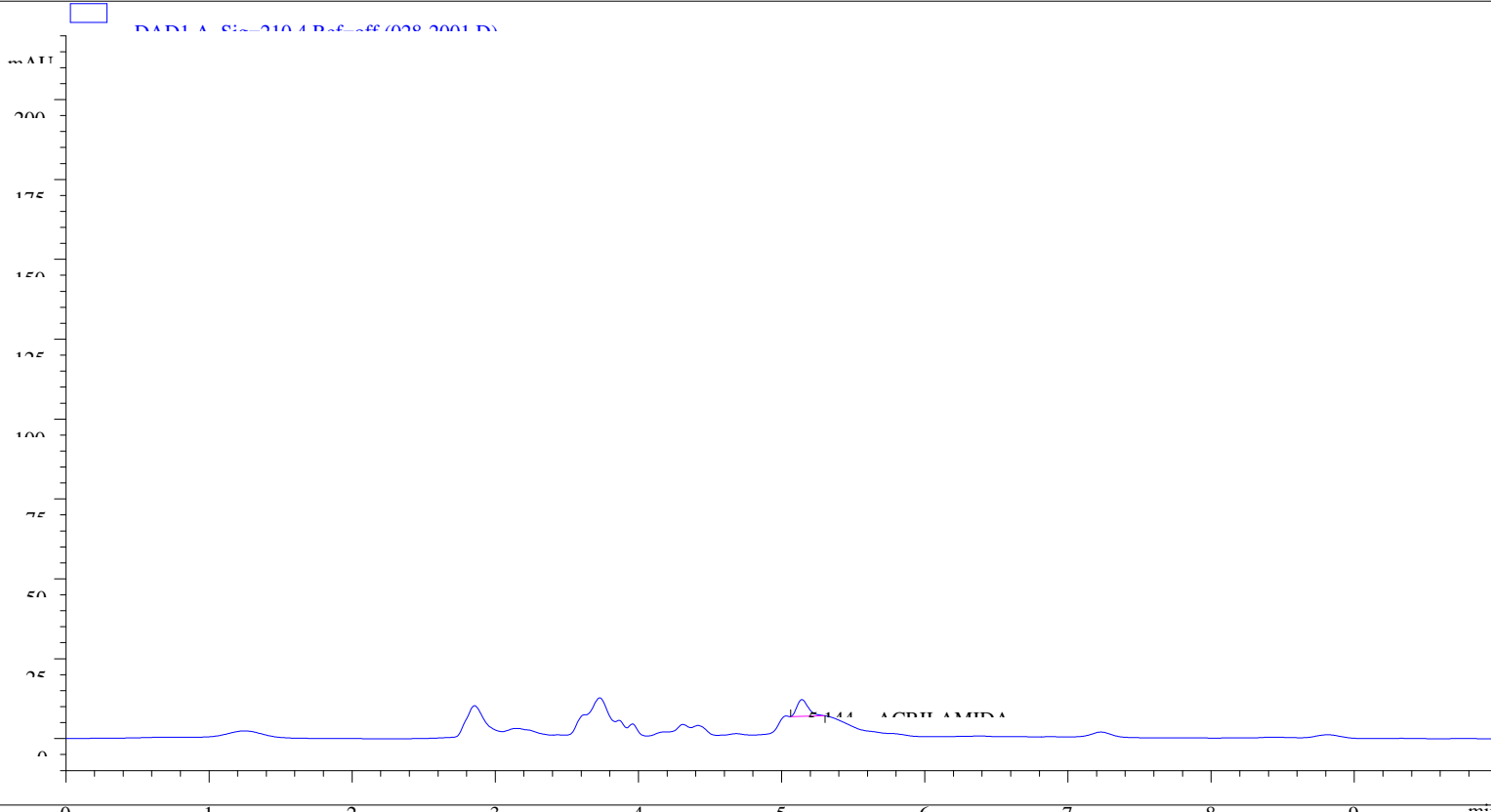
Sorted By : Signal  
Calib. Data Modified : 2019-12-05 7:08:19 AM  
Multiplier : 0.2000  
Dilution : 1.0000  
Do not use Multiplier & Dilution Factor with ISTDs  
Signal 1: DAD1 A, Sig=210,4 Ref=off  
RetTime Type Area Amt/Area Amount Grp Name  
[min] [mAU\*s] [mg/g]  
-----|-----|-----|-----|-----  
5.149 BBA 34.01433 9.45849e-6 6.43449e-5 ACILAMIDA

Totals : 6.43449e-5

Data File C:\ChemStation\1\Data\ACILAMIDA\ACILAMIDA 2019-11-30 09-32-03\028-2001.D Sample Name: A7

=====  
Acq. Operator : CECILIA ALTEZ Seq. Line : 20  
Sample Operator : CECILIA ALTEZ  
Acq. Instrument : HPLC AT 1260-1 (IDE-E50) Location : 28  
Injection Date : 2019-11-30 12:53:10 PM Inj : 2  
Inj Volume : 5.000 µl  
Sequence File : C:\ChemStation\1\Data\ACILAMIDA\ACILAMIDA 2019-11-30 09-32-03\ACILAMIDA.S  
Acq. Method : C:\ChemStation\1\Data\ACILAMIDA\ACILAMIDA 2019-11-30 09-32-03\ACILAMIDA.M Last changed : 2019-11-30 10:42:52 AM by CECILIA ALTEZ  
Analysis Method : C:\ChemStation\1\Data\ACILAMIDA\ACILAMIDA 2019-11-30 09-32-03\ACILAMIDA.M ( Sequence Method)  
Last changed : 2019-12-05 7:08:19 AM by C. ALTEZ

Method Info : Determinacion y cuantificacion de Acrilamida en muestras alimenticias.



=====  
External Standard Report  
=====

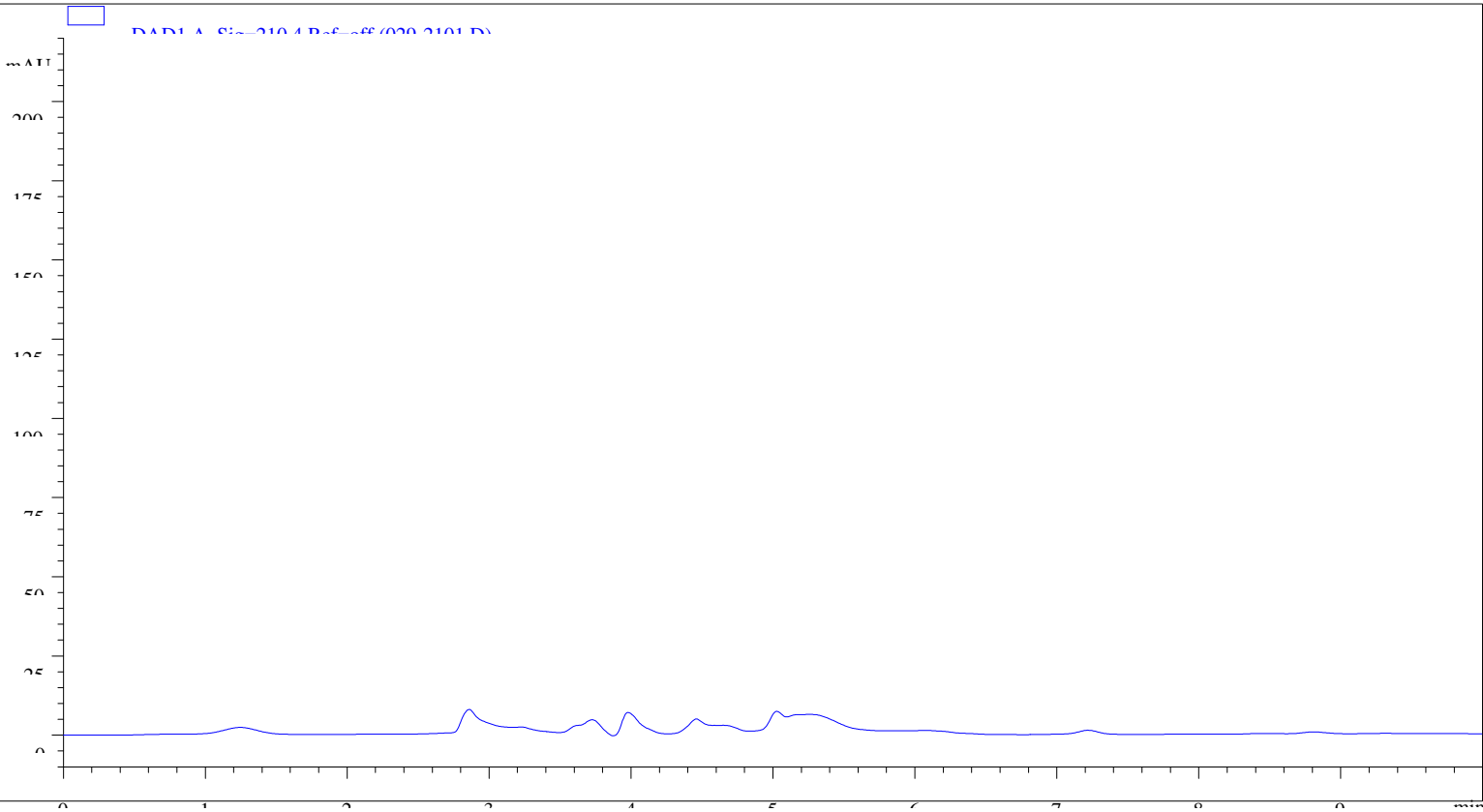
Sorted By : Signal  
Calib. Data Modified : 2019-12-05 7:08:19 AM  
Multiplier : 0.2000  
Dilution : 1.0000  
Do not use Multiplier & Dilution Factor with ISTDs  
Signal 1: DAD1 A, Sig=210,4 Ref=off

RetTime	Type	Area	Amt/Area	Amount	Grp	Name
[min]		[mAU*s]		[mg/g]		
5.144	BBA	29.00707	9.45849e-6	5.48726e-5		ACRILAMIDA

Totals : 5.48726e-5

Acq. Operator : CECILIA ALTEZ                      Seq. Line : 21  
 Sample Operator : CECILIA ALTEZ  
 Acq. Instrument : HPLC AT 1260-1 (IDE-E50)      Location : 29  
 Injection Date : 2019-11-30 1:03:42 PM          Inj : 1  
    Inj Volume : 5.000 µl

Sequence File : C:\ChemStation\1\Data\ACRILAMIDA\ACRILAMIDA 2019-11-30 09-32-03\ACRILAMIDA.S  
 Acq. Method : C:\ChemStation\1\Data\ACRILAMIDA\ACRILAMIDA 2019-11-30 09-32-03\ACRILAMIDA.M Last changed : 2019-11-30 10:42:52 AM by CECILIA ALTEZ  
 Analysis Method : C:\ChemStation\1\Data\ACRILAMIDA\ACRILAMIDA 2019-11-30 09-32-03\ACRILAMIDA.M (                      Sequence Method)  
 Last changed : 2019-12-05 7:08:19 AM by C. ALTEZ  
 Method Info : Determinacion y cuantificacion de Acrilamida en muestras alimenticias.



External Standard Report

Sorted By : Signal  
 Calib. Data Modified : 2019-12-05 7:08:19 AM  
 Multiplier : 0.2000  
 Dilution : 1.0000  
 Do not use Multiplier & Dilution Factor with ISTDs  
 Signal 1: DAD1 A, Sig=210,4 Ref=off  

RetTime	Type	Area	Amt/Area	Amount	Grp	Name
[min]		[mAU*s]		[mg/g]		
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

5.103 - - - ACRILAMIDA

Totals : 0.00000

1 Warnings or Errors :

Warning : Calibrated compound(s) not found

Data File C:\ChemStation\1\Data\ACRILAMIDA\ACRILAMIDA 2019-11-30 09-32-03\029-2101.D Sample Name: A8

=====  
=====  
Area Percent Report  
=====

Sorted By : Signal  
Calib. Data Modified : 2019-12-05 7:08:19 AM  
Multiplier : 0.2000  
Dilution : 1.0000  
Do not use Multiplier & Dilution Factor with ISTDs

Signal 1: DAD1 A, Sig=210,4 Ref=off

Peak #	RefTime [min]	Type	Width [min]	Area [mAU*s]	Area %	Name
1	5.103		0.0000	0.00000	0.0000	ACRILAMIDA

Totals : 0.00000

1 Warnings or Errors :

Warning : Calibrated compound(s) not found

=====  
\*\*\* End of Report \*\*\*

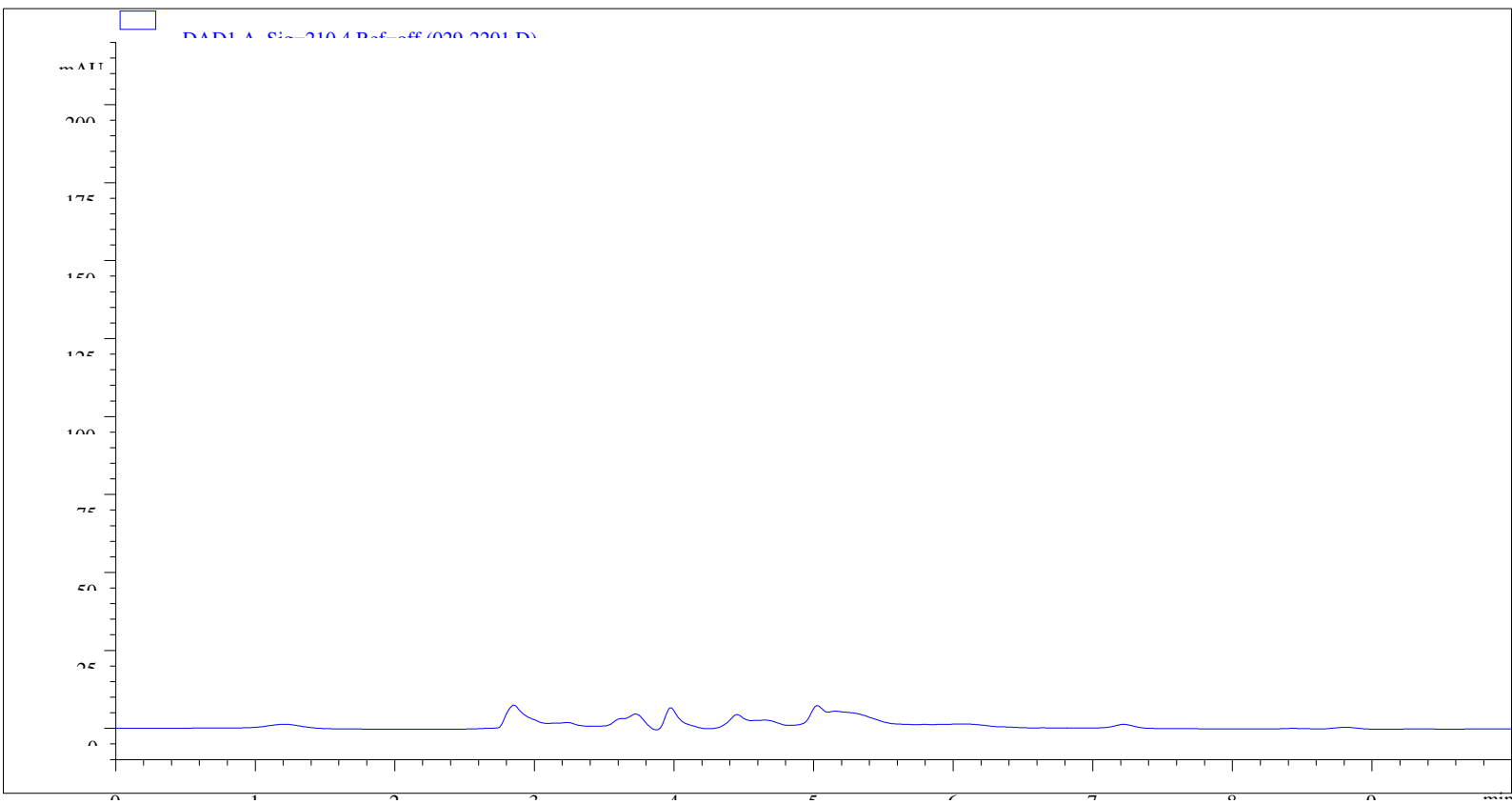


```

=====
Acq. Operator   : CECILIA ALTEZ           Seq. Line : 22
Sample Operator : CECILIA ALTEZ
Acq. Instrument : HPLC AT 1260-1 (IDE-E50)   Location  : 29
Injection Date  : 2019-11-30 1:14:16 PM      Inj       : 2
                                     Inj Volume: 5.000 µl
    
```

```

Sequence File   : C:\ChemStation\1\Data\ACRILAMIDA\ACRILAMIDA 2019-11-30 09-32-03\ACRILAMIDA.S
Acq. Method    : C:\ChemStation\1\Data\ACRILAMIDA\ACRILAMIDA 2019-11-30 09-32-03\ACRILAMIDA.M Last changed : 2019-11-30 10:42:52 AM by CECILIA ALTEZ
Analysis Method : C:\ChemStation\1\Data\ACRILAMIDA\ACRILAMIDA 2019-11-30 09-32-03\ACRILAMIDA.M (           Sequence Method)
Last changed    : 2019-12-05 7:08:19 AM by C. ALTEZ
Method Info     : Determinacion y cuantificacion de Acrilamida en muestras alimenticias.
    
```



```

=====
External Standard Report
=====
    
```

```

Sorted By      : Signal
Calib. Data Modified : 2019-12-05 7:08:19 AM
Multiplier     : 0.2000
Dilution       : 1.0000
Do not use Multiplier & Dilution Factor with ISTDs
Signal 1: DAD1 A, Sig=210,4 Ref=off
RetTime Type  Area  Amt/Area  Amount  Grp  Name
 [min]        [mAU*s]    [mg/g]
-----|-----|-----|-----|-----|-----
    
```

5.103 - - - ACRILAMIDA

Totals : 0.00000

1 Warnings or Errors :

Warning : Calibrated compound(s) not found

Data File C:\ChemStation\1\Data\ACRILAMIDA\ACRILAMIDA 2019-11-30 09-32-03\029-2201.D Sample Name: A8

=====  
=====  
Area Percent Report  
=====

Sorted By : Signal  
Calib. Data Modified : 2019-12-05 7:08:19 AM  
Multiplier : 0.2000  
Dilution : 1.0000  
Do not use Multiplier & Dilution Factor with ISTDs

Signal 1: DAD1 A, Sig=210,4 Ref=off

Peak #	RefTime [min]	Type	Width [min]	Area [mAU*s]	Area %	Name
1	5.103		0.0000	0.00000	0.0000	ACRILAMIDA

Totals : 0.00000

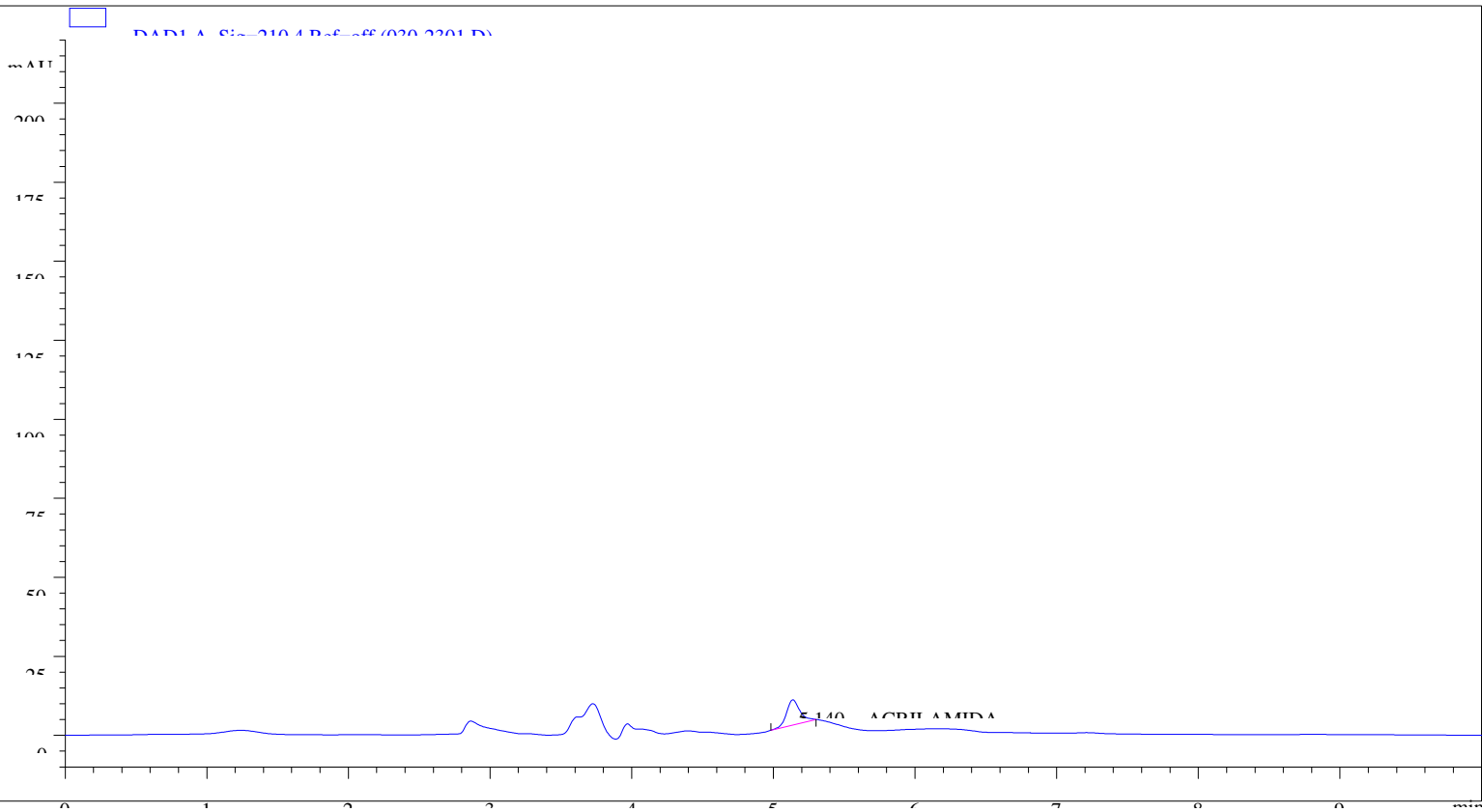
1 Warnings or Errors :

Warning : Calibrated compound(s) not found

=====  
\*\*\* End of Report \*\*\*

```
=====
Acq. Operator   : CECILIA ALTEZ           Seq. Line : 23
Sample Operator : CECILIA ALTEZ
Acq. Instrument : HPLC AT 1260-1 (IDE-E50)   Location  : 30
Injection Date  : 2019-11-30 1:24:48 PM      Inj       : 1
                                         Inj Volume: 5.000 µl

Sequence File   : C:\ChemStation\1\Data\ACRILAMIDA\ACRILAMIDA 2019-11-30 09-32-03\ACRILAMIDA.S
Acq. Method    : C:\ChemStation\1\Data\ACRILAMIDA\ACRILAMIDA 2019-11-30 09-32-03\ACRILAMIDA.M Last changed  : 2019-11-30 10:42:52 AM by CECILIA ALTEZ
Analysis Method : C:\ChemStation\1\Data\ACRILAMIDA\ACRILAMIDA 2019-11-30 09-32-03\ACRILAMIDA.M (      Sequence Method)
Last changed   : 2019-12-05 7:08:19 AM by C. ALTEZ
Method Info    : Determinacion y cuantificacion de Acrilamida en muestras alimenticias.
```



External Standard Report

```
Sorted By      : Signal
Calib. Data Modified : 2019-12-05 7:08:19 AM
Multiplier     : 0.2000
Dilution       : 1.0000
Do not use Multiplier & Dilution Factor with ISTDs
Signal 1: DAD1 A, Sig=210,4 Ref=off
RetTime Type Area Amt/Area Amount Grp Name
[ min ] [ mAU*s ] [ mg/g ]
-----|-----|-----|-----|-----|-----
```

5.140 BBA 52.34863 9.45849e-6 9.90278e-5 ACRILAMIDA

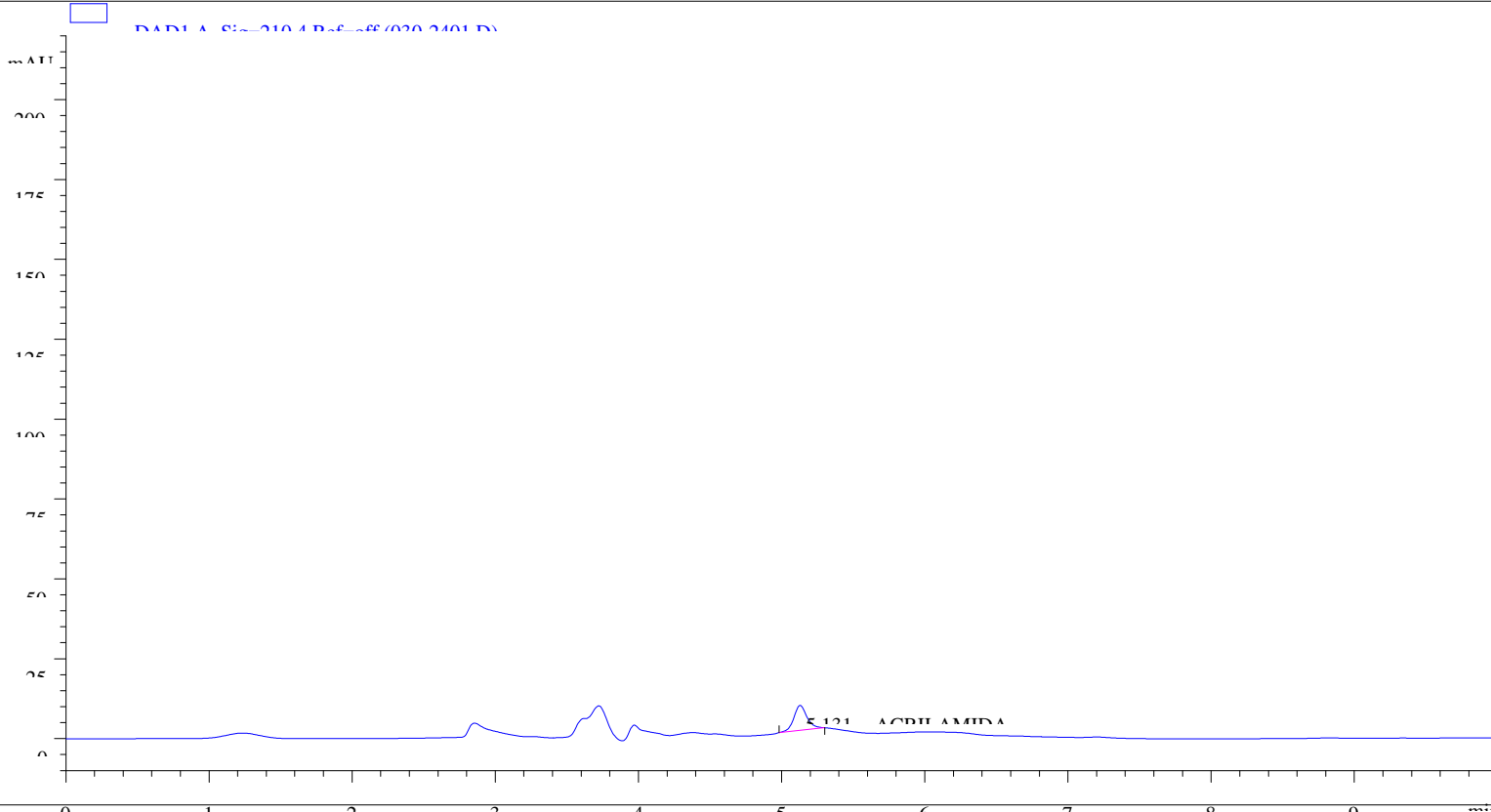
Totals : 9.90278e-5

=====  
\*\*\* End of Report \*\*\*

Data File C:\ChemStation\1\Data\ACRILAMIDA\ACRILAMIDA 2019-11-30 09-32-03\030-2401.D Sample Name: A9

=====  
Acq. Operator : CECILIA ALTEZ Seq. Line : 24  
Sample Operator : CECILIA ALTEZ  
Acq. Instrument : HPLC AT 1260-1 (IDE-E50) Location : 30  
Injection Date : 2019-11-30 1:35:20 PM Inj : 2  
Inj Volume : 5.000 µl

Sequence File : C:\ChemStation\1\Data\ACRILAMIDA\ACRILAMIDA 2019-11-30 09-32-03\ACRILAMIDA.S  
Acq. Method : C:\ChemStation\1\Data\ACRILAMIDA\ACRILAMIDA 2019-11-30 09-32-03\ACRILAMIDA.M Last changed : 2019-11-30 10:42:52 AM by CECILIA ALTEZ  
Analysis Method : C:\ChemStation\1\Data\ACRILAMIDA\ACRILAMIDA 2019-11-30 09-32-03\ACRILAMIDA.M ( Sequence Method)  
Last changed : 2019-12-05 7:08:19 AM by C. ALTEZ  
Method Info : Determinacion y cuantificacion de Acrilamida en muestras alimenticias.



=====  
External Standard Report  
=====

Sorted By : Signal  
Calib. Data Modified : 2019-12-05 7:08:19 AM

Multiplier : 0.2000

Dilution : 1.0000

Do not use Multiplier & Dilution Factor with ISTDs

Signal 1: DAD1 A, Sig=210,4 Ref=off

RetTime Type Area Amt/Area Amount Grp Name

[min] [mAU\*s] [mg/g]

RetTime	Type	Area	Amt/Area	Amount	Grp Name
5.131	BBA	50.48235	9.45849e-6	9.54974e-5	ACRILAMIDA

Totals : 9.54974e-5

\*\*\* End of Report \*\*\*

Data File C:\ChemStation\1\Data\ACRILAMIDA\ACRILAMIDA 2019-11-30 09-32-03\031-2501.D Sample Name: A10

Acq. Operator : CECILIA ALTEZ Seq. Line : 25

Sample Operator : CECILIA ALTEZ

Acq. Instrument : HPLC AT 1260-1 (IDE-E50) Location : 31

Injection Date : 2019-11-30 1:45:51 PM Inj : 1

Inj Volume : 5.000 µl

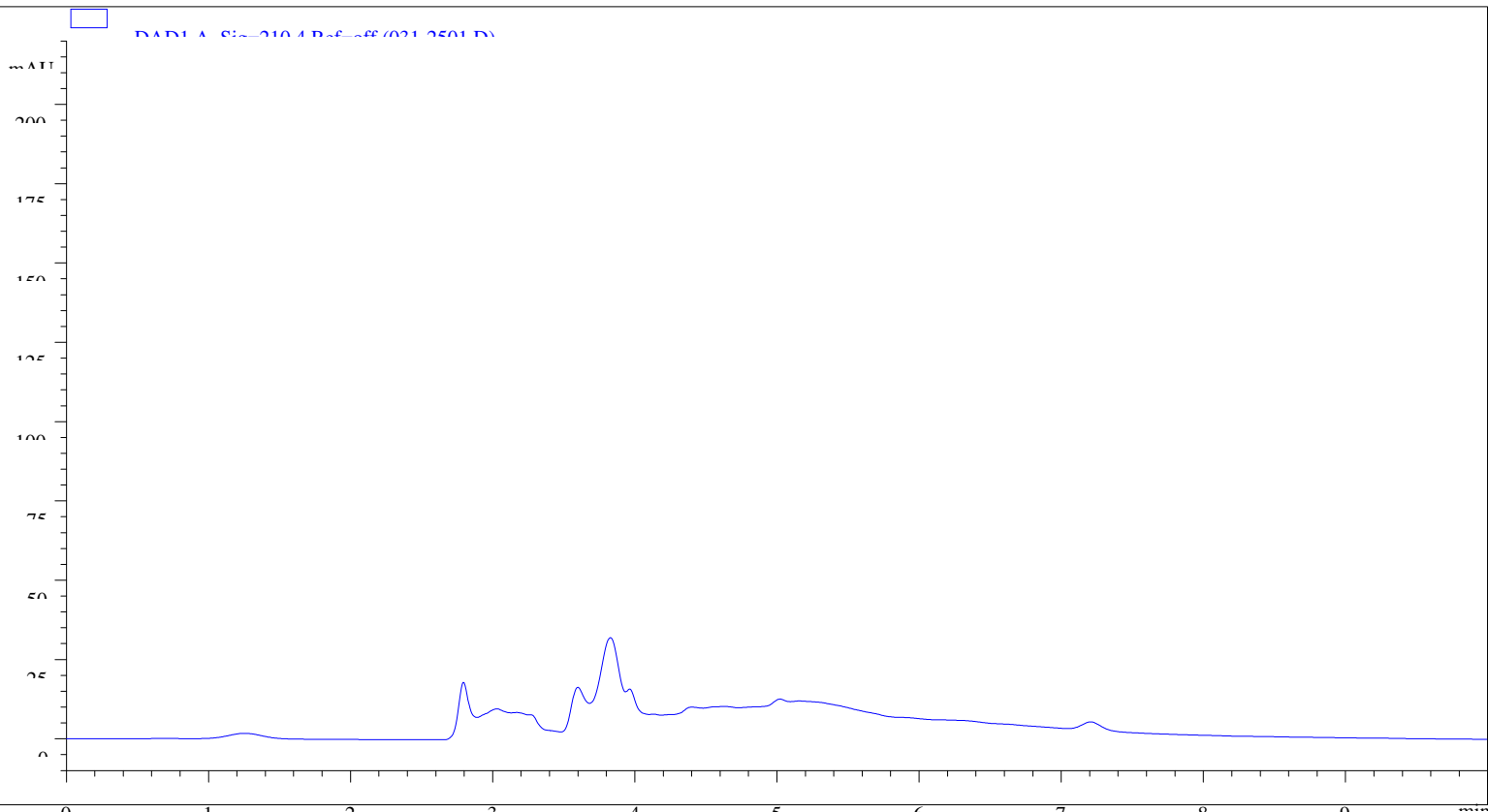
Sequence File : C:\ChemStation\1\Data\ACRILAMIDA\ACRILAMIDA 2019-11-30 09-32-03\ACRILAMIDA.S

Acq. Method : C:\ChemStation\1\Data\ACRILAMIDA\ACRILAMIDA 2019-11-30 09-32-03\ACRILAMIDA.M Last changed : 2019-11-30 10:42:52 AM by CECILIA ALTEZ

Analysis Method : C:\ChemStation\1\Data\ACRILAMIDA\ACRILAMIDA 2019-11-30 09-32-03\ACRILAMIDA.M ( Sequence Method)

Last changed : 2019-12-05 7:08:19 AM by C. ALTEZ

Method Info : Determinacion y cuantificacion de Acrilamida en muestras alimenticias.



=====  
External Standard Report  
=====

Sorted By : Signal  
Calib. Data Modified : 2019-12-05 7:08:19 AM  
Multiplier : 0.2000  
Dilution : 1.0000

Do not use Multiplier & Dilution Factor with ISTDs  
Signal 1: DAD1 A, Sig=210,4 Ref=off

RetTime	Type	Area	Amt/Area	Amount	Grp	Name
[min]		[mAU*s]		[mg/g]		
5.103	-	-	-	-	-	ACRILAMIDA

Totals : 0.00000

1 Warnings or Errors :

Warning : Calibrated compound(s) not found  
Data File C:\ChemStation\1\Data\ACRILAMIDA\ACRILAMIDA 2019-11-30 09-32-03\031-2501.D Sample Name: A10

=====  
Area Percent Report  
=====

Sorted By : Signal  
Calib. Data Modified : 2019-12-05 7:08:19 AM  
Multiplier : 0.2000  
Dilution : 1.0000  
Do not use Multiplier & Dilution Factor with ISTDs

Signal 1: DAD1 A, Sig=210,4 Ref=off

Peak #	RetTime [min]	Type	Width [min]	Area [mAU*s]	Area %	Name
1	5.103		0.0000	0.00000	0.0000	ACRILAMIDA

Totals : 0.00000

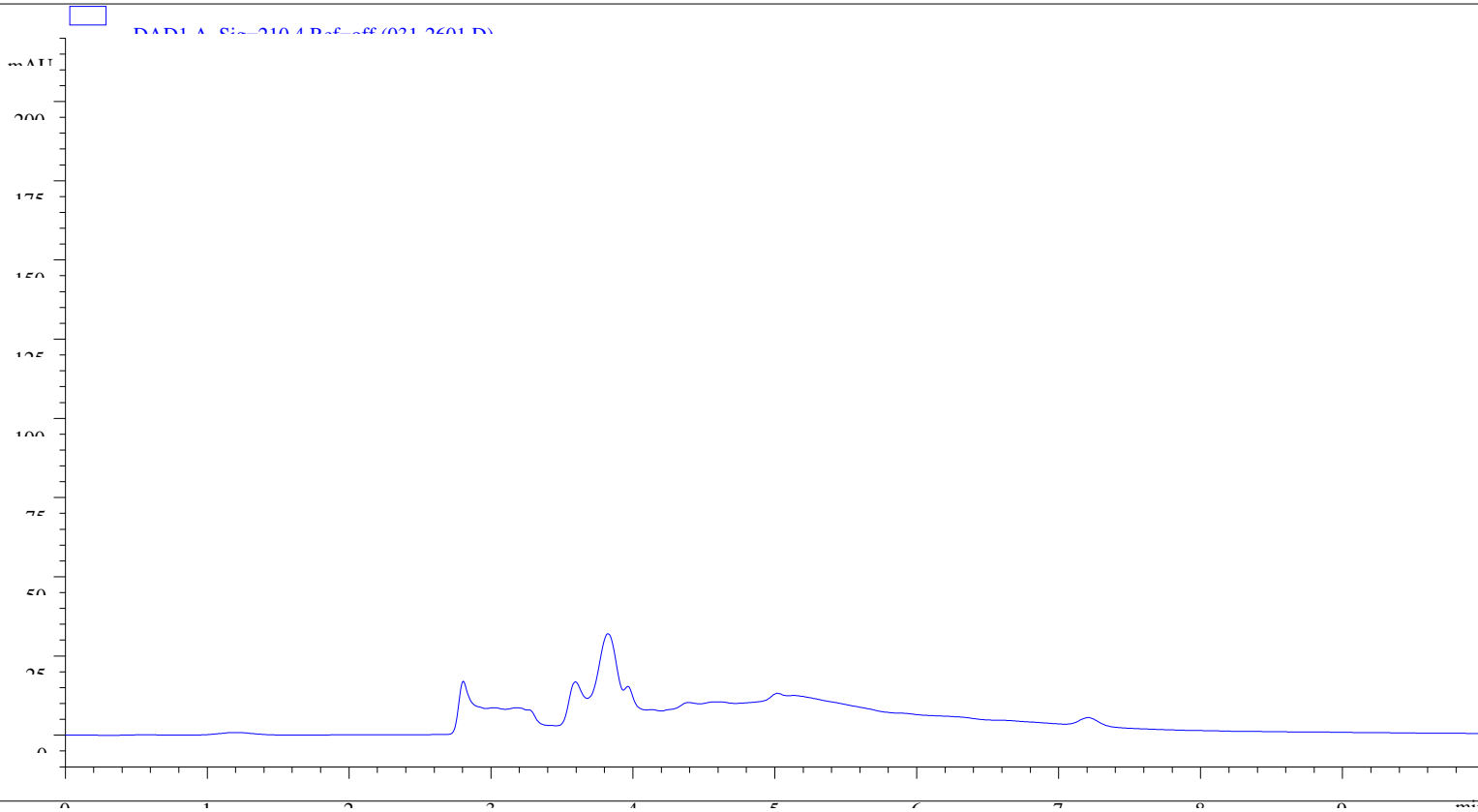
1 Warnings or Errors :

Warning : Calibrated compound(s) not found

=====  
\*\*\* End of Report \*\*\*

=====  
Acq. Operator : CECILIA ALTEZ                      Seq. Line : 26  
Sample Operator : CECILIA ALTEZ  
Acq. Instrument : HPLC AT 1260-1 (IDE-E50)        Location : 31  
Injection Date : 2019-11-30 1:56:23 PM           Inj : 2  
   Inj Volume : 5.000 µl

Sequence File : C:\ChemStation\1\Data\ACRILAMIDA\ACRILAMIDA 2019-11-30 09-32-03\ACRILAMIDA.S  
Acq. Method : C:\ChemStation\1\Data\ACRILAMIDA\ACRILAMIDA 2019-11-30 09-32-03\ACRILAMIDA.M Last changed : 2019-11-30 10:42:52 AM by CECILIA ALTEZ  
Analysis Method : C:\ChemStation\1\Data\ACRILAMIDA\ACRILAMIDA 2019-11-30 09-32-03\ACRILAMIDA.M (                      Sequence Method)  
Last changed : 2019-12-05 7:08:19 AM by C. ALTEZ  
Method Info : Determinacion y cuantificacion de Acrilamida en muestras alimenticias.



=====  
External Standard Report  
=====

Sorted By : Signal  
Calib. Data Modified : 2019-12-05 7:08:19 AM  
Multiplier : 0.2000  
Dilution : 1.0000  
Do not use Multiplier & Dilution Factor with ISTDs  
Signal 1: DAD1 A, Sig=210,4 Ref=off  
RetTime Type Area Amt/Area Amount Grp Name  
[min] [mAU\*s] [mg/g]  
-----|-----|-----|-----|-----

5.103 - - - ACRILAMIDA

Totals : 0.00000

1 Warnings or Errors :

Warning : Calibrated compound(s) not found

Data File C:\ChemStation\1\Data\ACRILAMIDA\ACRILAMIDA 2019-11-30 09-32-03\031-2601.D Sample Name: A10

=====  
=====  
Area Percent Report  
=====

Sorted By : Signal  
Calib. Data Modified : 2019-12-05 7:08:19 AM  
Multiplier : 0.2000  
Dilution : 1.0000  
Do not use Multiplier & Dilution Factor with ISTDs

Signal 1: DAD1 A, Sig=210,4 Ref=off

Peak #	RefTime [min]	Type	Width [min]	Area [mAU*s]	Area %	Name
1	5.103		0.0000	0.00000	0.0000	ACRILAMIDA

Totals : 0.00000

1 Warnings or Errors :

Warning : Calibrated compound(s) not found

=====  
\*\*\* End of Report \*\*\*



Statistic Report

S

Data directory path: C:\ChemStation\1\Data\ACRILAMIDA\ACRILAMIDA 2019-11-30 09-32-03\

Sequence Operator: CECILIA ALTEZ

Operator:

C.

ALTE

Z

Method file name: C:\ChemStation\1\Data\ACRILAMIDA\ACRILAMIDA 2019-11-30 09-32-03\ACRILAMIDA.M

Run #	Location	Inj #	Inj. Date/Time	File Name	Sample Name			
1	21	1	2019-11-30 9:43:36 AM	021-0201.D	STD			
2	21	1	2019-11-30 9:54:08 AM	021-0301.D	STD			
3	21	2	2019-11-30 10:04:40 AM	021-0401.D	STD			
4	21	3	2019-11-30 10:15:12 AM	021-0501.D	STD	5	21	4 2019-11-30 10:25:44 AM
			AM 021-0601.D	STD				

Compound: ACRILAMIDA (Signal: DAD1 A, Sig=210,4 Ref=off)

Run Type	RetTime [min]	Amount [mg/g]	Area [mAU*s]	Height [mAU]	Width [min]			
1	BBA 5.112	1.02000e-2	1078.14917	177.23439	0.0944	0.85		
2	BBA 5.109	1.02007e-2	1078.30164	175.62086	0.0954	0.85		
3	BBA 5.109	1.02040e-2	1078.85864	175.58546	0.0944	0.85		
4	BBA 5.111	1.02114e-2	1080.04333	175.91490	0.0956	0.85	5	BBA 5.100 1.01833e-2 1076.62708 176.44487 0.0944 0.84

Mean: 5.108 1.01999e-2 1078.39597 176.16010 0.0949 0.85

S.D.: 4.66e-3 1.03216e-5 1.23761 6.92152e-1 5.67e-4

5e-3 RSD : 0.091 1.01193e-1 1.14764e-1 3.92911e-1

0.5978 0.57 95 % CI: 5.79e-3 1.28159e-5 1.53669

8.59420e-1 7.04e-4 6e-3

Statistic Report

S

Data directory path: C:\ChemStation\1\Data\ACRILAMIDA\ACRILAMIDA 2019-11-30 09-32-03\

Sequence Operator: CECILIA ALTEZ

Operat  
or:  
C.  
ALTE  
Z

Method file name: C:\ChemStation\1\Data\ACRILAMIDA\ACRILAMIDA 2019-11-30 09-32-03\ACRILAMIDA. M

Run #	Location #	Inj. #	Date/Time	File Name	Sample Name		
6	22	1	2019-11-30 10:36:15 AM	022-0701.D	A1		
7	22	2	2019-11-30 10:46:47 AM	022-0801.D	A1		
8	23	1	2019-11-30 10:57:18 AM	023-0901.D	A2		
9	23	2	2019-11-30 11:07:49 AM	023-1001.D	A2		
10	24	1	2019-11-30 11:18:21 AM	024-1101.D	A3		
11	24	2	2019-11-30 11:28:52 AM	024-1201.D	A3		
12	25	1	2019-11-30 11:39:24 AM	025-1301.D	A4		
13	25	2	2019-11-30 11:49:56 AM	025-1401.D	A4		
14	26	1	2019-11-30 12:00:28 PM	026-1501.D	A5		
15	26	2	2019-11-30 12:11:00 PM	026-1601.D	A5		
16	27	1	2019-11-30 12:21:32 PM	027-1701.D	A6		
17	27	2	2019-11-30 12:32:04 PM	027-1801.D	A6		
18	28	1	2019-11-30 12:42:37 PM	028-1901.D	A7		
19	28	2	2019-11-30 12:53:10 PM	028-2001.D	A7		
20	29	1	2019-11-30 1:03:42 PM	029-2101.D	A8		
21	29	2	2019-11-30 1:14:16 PM	029-2201.D	A8		
22	30	1	2019-11-30 1:24:48 PM	030-2301.D	A9		
23	30	2	2019-11-30 1:35:20 PM	030-2401.D	A9		
24	31	1	2019-11-30 1:45:51 PM	031-2501.D	A10	25 31	2 2019-11-30 1:56:23
		PM	031-2601.D	A10			

Compound: ACRILAMIDA (Signal: DAD1 A, Sig=210,4 Ref=off)

Run Symm.	Type #	RetTime [min]	Amount [mg/g]	Area [mAU*s]	Height [mAU]	Width [min]
16	BB	5.023	6.12363e-5	32.37106	7.81248	0.0650 0.55
17	BB	5.031	7.24816e-5	38.31561	8.78411	0.0724 0.70
18	BBA	5.149	6.43449e-5	34.01433	5.72981	0.0944 0.72
19	BBA	5.144	5.48726e-5	29.00707	5.26967	0.0867 0.73
22	BBA	5.140	9.90278e-5	52.34863	7.95320	0.1011
0.87	23 BBA	5.131	9.54974e-5	50.48235	7.81339	
0.0989	0.87					

```

-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----
Mean:   5.103 7.45768e-5 39.42317 7.22711 0.0864 0.74
S.D.:   0.059 1.84977e-5 9.77837 1.39365 0.0148
0.12 RSD : 1.160 24.80362 24.80362 19.28366
17.0989 16.41 95 % CI: 0.062 1.94122e-5 10.26177
1.46255 0.0155 0.13          S a m p l e   S u m m
a r y

```

S

Data directory path: C:\ChemStation\1\Data\ACRILAMIDA\ACRILAMIDA 2019-11-30 09-32-03\  
 Logbook: C:\ChemStation\1\Data\ACRILAMIDA\ACRILAMIDA 2019-11-30 09-32-03\ACRILAMIDA.

LOG

Sequence start: 2019-11-30 9:43:36 AM  
 Sequence Operator: CECILIA ALTEZ

Operat  
 or:  
 C.  
 ALTE  
 Z

Method file name: C:\ChemStation\1\Data\ACRILAMIDA\ACRILAMIDA 2019-11-30 09-32-03\ACRILAMIDA. M

Run #	Location #	Inj	Sample Name	Sample Amt	Multip.*	File name	Cal #	Page
#	#		[mg/g]	Dilution		Cmp #		
1	21		1 STD	-	1.0000	021-0201.D	* 1	2
2	21		1 STD	-	1.0000	021-0301.D	* 1	4
3	21		2 STD	-	1.0000	021-0401.D	* 1	6
4	21		3 STD	-	1.0000	021-0501.D	* 1	8
5	21		4 STD	-	1.0000	021-0601.D	* 1	10
6	22		1 A1	-	0.2000	022-0701.D	0	12
7	22		2 A1	-	0.2000	022-0801.D	0	14
8	23		1 A2	-	0.2000	023-0901.D	0	16
9	23		2 A2	-	0.2000	023-1001.D	0	18
10	24		1 A3	-	0.2000	024-1101.D	0	20
11	24		2 A3	-	0.2000	024-1201.D	0	22
12	25		1 A4	-	0.2000	025-1301.D	0	24
13	25		2 A4	-	0.2000	025-1401.D	0	26
14	26		1 A5	-	0.2000	026-1501.D	0	28
15	26		2 A5	-	0.2000	026-1601.D	0	30
16	27		1 A6	-	0.2000	027-1701.D	1	32
17	27		2 A6	-	0.2000	027-1801.D	1	33
18	28		1 A7	-	0.2000	028-1901.D	1	34
19	28		2 A7	-	0.2000	028-2001.D	1	35
20	29		1 A8	-	0.2000	029-2101.D	0	36

21	29	2 A8	-	0.2000 029-2201.D	0 38			
22	30	1 A9	-	0.2000 030-2301.D	1 40			
23	30	2 A9	-	0.2000 030-2401.D	1 41			
24	31	1 A10	-	0.2000 031-2501.D	0 42	25 31	2 A10	-
		0.2000 031-2601.D		0 44				

**CERTIFICADO DE OPERATIVIDAD**

Declaración del resultado obtenido en la verificación operacional del Sistema de Cromatografía Líquida de Alto Rendimiento HPLC 1260 DAD de Agilent Technologies.

- El sistema de HPLC evaluado cumple con las especificaciones establecidas por Agilent Technologies para cada módulo.
- La verificación operacional fue superada en modo cuaternario.
- Estándares empleados: Cafeína, Lote: N090619

<u>Módulo</u>	<u>Modelo</u>	<u>Nº de Serie</u>
Bandeja	NA	NA
Bomba Cuaternaria VL	G1311C	DEABJ00192
Automuestreador Líquido	G1329B	DEABE02602
Compartimiento Termostalizado	G1316A	DEAAK03063
Detector Arreglo de Diodos	G1314F	DEABB00706

<u>Software de Control</u>	<u>Versión</u>
Chemstation	B.04.03 (54)

Compañía : Universidad Peruana Cayetano Heredia  
 Ubicación : Laboratorio de Instrumentación del Cliente  
 Responsable de servicio : Jorge Reupo  
 Fecha : Febrero 15 del 2019

Nombre y firma del usuario : 

Firma del responsable del servicio : 