

# Cuantificar la presencia de acrilamida, como sustancia cancerígena, en el consumo de algarrobina, en la ciudad de Piura

Quantify the presence of acrylamide as a carcinogenic substance in the consumption of algarrobin, in Piura city (Peru)

Alfredo Lázaro Ludeña-Gutiérrez<sup>1</sup>

Recibido: 23 de mayo de 2019

Aceptado: 02 de junio de 2019

## RESUMEN

En el presente trabajo se cuantificó la presencia de acrilamida, como sustancia cancerígena, en el consumo de algarrobina. La metodología para cuantificar acrilamida fue por espectrofotometría de masas y se elaboraron encuestas para determinar el consumo per cápita de algarrobina. Los resultados indicaron como máximo 280 ug/kg de acrilamida en algarrobina de muestra experimental, a una temperatura constante de 110°C, menor que las muestras comerciales (0 a 303 ug/kg). Los diferentes contenidos de acrilamida en las marcas comerciales de algarrobina (0 ug/kg a 303 ug/kg) indican diferentes técnicas de proceso. El consumo per cápita y la frecuencia de consumo de algarrobina fue de 0.7 g de algarrobina/persona-día, lo que no sobrepasa los valores de ingesta de esta sustancia. Por otro lado, el consumo de acrilamida en la algarrobina en Piura (COAA) fue de 0.196 ug / persona x día. Este valor no supera los límites de ingesta, por lo que existe confianza respecto al consumo de este componente.

**Palabras claves:** acrilamida, algarrobina, sólidos solubles, ingesta.

## ABSTRACT

In the present work, the presence of acrylamide, as a carcinogenic substance, was quantified in the consumption of algarrobine. The methodology to quantify acrylamide was by mass spectrophotometry and surveys were carried out to determine its per capita consumption of algarrobine. The results indicated a maximum of 280 ug / kg of acrylamide in algarrobin of experimental sample, at a constant temperature of 110 ° C, lower than commercial samples (0 to 303 ug / kg). The different acrylamide contents in the trademarks of algarrobin (0 ug / kg to 303 ug / kg), indicate different process techniques. The per capita consumption and the frequency of consumption of algarrobine was 0.7 g of algarrobin / person-day, this contributes to not exceed the values of intake, in acrylamide. On the other hand, the consumption of acrylamide in the carob tree in Piura (COAA) was 0.196 ug / person x day, a value that does not exceed the limits of intake; Relieving the consumption of algarrobine with respect to this component.

**Key words:** acrylamide, algarrobine, soluble solids, intake.

<sup>1</sup> Doctor en Ingeniería Industrial - Universidad Privada Antenor Orrego. aludenag1@upao.edu.pe.

## INTRODUCCIÓN

La acrilamida es una sustancia industrial que ya ha sido identificada en los alimentos y es cancerígena y mutagénica.

Según la FAO (2002), el descubrimiento en abril del 2002 de la presencia de acrilamida en alimentos por la Swedish National Food Administration puso en alerta a las autoridades alimentarias mundiales, norteamericanas y europeas (FAO, FDA), ya que la acrilamida es un potencial cancerígeno humano con poder genotóxico.

Según Rufian y otros (2005), la formación de acrilamida se produce en alimentos ricos en carbohidratos (como patatas y cereales) cuando son tratados térmicamente a temperaturas superiores a 120 °C. Por ello, es importante conocer la cantidad de acrilamida que consumimos en la algarrobina, con el fin de mejorar los procesos y reducir la presencia de acrilamida en la obtención de algarrobina, elaborar una base de datos y conocer su ingesta diaria por parte de la población piurana.

En Piura y en el Perú no se cuantifica la presencia de acrilamida en los alimentos de alto contenidos de carbohidratos que son sometidos a altas temperatura. Por ello, el objetivo de este trabajo es cuantificar la presencia de acrilamida, como sustancia cancerígena, en el consumo de algarrobina en la ciudad de Piura.

## MATERIAL Y MÉTODOS

El estudio fue de tipo experimental y descriptivo. La población en estudio estuvo constituida por la algarrobina producida en la ciudad de Piura. La algarrobina se obtuvo en el laboratorio de agroindustrias e industrias alimentarias de la Universidad Nacional de Piura y en el laboratorio de química de la Universidad Antenor Orrego sede Piura.

Para determinar el consumo per cápita de algarrobina, se utilizaron encuestas directas de acuerdo a la fórmula de tamaño muestral.

$$n = N * Z^2 * p * q / (a * (N - 1) + Z^2 * p * q)$$

Donde:

p=Probabilidad de éxito; q=Probabilidad de fracaso; N= Población; a= Error

Los encuestados estuvieron conformados por 400 personas, entre jóvenes y adultos de ambos sexos, peatones, jóvenes y adultos sin

diferenciación de clase (18 a 62 años de edad) en el cercado de la ciudad de Piura-Perú.

La cuantificación de acrilamida a partir de la algarrobina fue por el método de cromatografía líquida (LC) con espectrofotometría de masas (MS), mencionado por Henares y Morales (2009).

Para la determinación de la ingesta de acrilamida en la algarrobina por parte de la población piurana se utilizó la fórmula matemática: COAA = CAA (ug/ Kg) x Kg CA/ Kg x persona x día  
COAA=Consumo de Acrilamida en la algarrobina, CA = Consumo per cápita de algarrobina.

CAA= Cantidad de acrilamida en la algarrobina.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### ANÁLISIS DE LA MATERIA PRIMA

La tabla 1 muestra el análisis realizado a la pulpa de algarroba, de 12.76 % de humedad (b.h), 59 % de sólidos solubles, un contenido de 87.24% de materia seca, 3.45% de cenizas, y un pH de 5.29. Según Clua (2011) la algarroba es un alimento energético, con alto contenido en azúcares, que aporta a la dieta un 10% de proteínas, así como los minerales: calcio, hierro y fósforo. Estos minerales son mejor absorbidos cuando se combinan con alimentos que contienen ácido ascórbico (vitamina C) y ácido cítrico, como es el caso de los jugos de naranja y pomelo. También la algarroba es una legumbre con un alto contenido en azúcares (20-50%), fibra y taninos y bajo en proteína y materia grasa. Sus componentes principales son la pulpa que representa el 90% del fruto, destacando su alto contenido en azúcares como sacarosa, glucosa y fructosa y en taninos y la semilla que representa el 10% restante. Por otro lado, Eizaguirre (2011) menciona que la algarroba contiene menos del 2% de grasa, 10% de proteínas, 40% de azúcares naturales (maltosa, sacarosa, fructosa y glucosa) y no contiene gluten por lo que es apto para celíacos.

Componentes	Cantidades
Humedad (%)	12.76(b.h), 14.62(b.s)
Cenizas (%)	3.45(b.h), 3.95(b.s)
Sólidos solubles(°Brix)	59
pH	5.29
Acidez Titulable (%ácido sulfúrico)	1.43
Materia seca (%)	87.24

**Tabla1.** Análisis de la pulpa de algarroba

Analisis/ Muestreo	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
pH	5.0	5.1	5,1	5.14	5.14	5.15	5.16	5.17	5.18	5.2
IR	1.469	1.474	1.478	1.479	1.481	1.482	1.482	-	-	-
°Brix	66	68	70	72	74	76	78	80	82	84
Acrilamida ug/kg	35	42	74	78	138	146	233	248	250	280

**Tabla 2.** Análisis de °Brix y PH a diferentes concentraciones

La tabla 2 muestra diferentes concentraciones de sólidos solubles desde 66 °brix hasta 84°brix y aumento de la acrilamida de 35 ug/kg hasta 280 ug/kg, conforme se va evaporando el agua, mientras que el pH cambia desde 5.0 hasta pH 5.2. Esto a una temperatura casi constante cerca de 110°C. Según Mogues (2005) por calentamiento de monosacáridos en disoluciones débilmente ácidas se producen, tras un lento proceso de enolización, deshidrataciones catalizadas por protones, que conducen a través de algunos compuestos intermedios muy reactivos a la formación de derivados del furano. A través de los correspondientes estadios intermedios se forma una serie de productos adicionales, entre ellos un derivado de la furanona (acetilformoína), compuesto de fuerte aroma a caramelo. También indica que en un medio básico, en presencia de bases, tanto aldosas como cetosas se enolizan fácilmente. Puesto que la enolización se transmite a lo largo de toda la molécula y también se producen rupturas de la molécula en mayor o menor medida, el espectro de los productos primarios posibles es muy amplio. Éstos a su vez son muy reactivos y forman, por ejemplo, mediante condensaciones aldólicas, un gran número de productos secundarios. Algunos de ellos, como la ciclopentenolona, son típicos compuestos con aroma a caramelo. En resumen, la fusión de azúcar o el calentamiento de jarabes de azúcar en presencia de catalizadores ácidos y/o básicos conducen a la formación de compuestos de color pardo con aroma típico a caramelo. El proceso puede orientarse bien hacia la formación de mayor cantidad de aroma, o bien de color. Así, por ejemplo, el calentamiento de jarabe de sacarosa en una solución tamponada produce una fuerte fragmentación y, por tanto, una mayor formación de compuestos aromáticos, entre los que se encuentran ciclopentenolona, ciclohexenolona, dihidrofuranona y pirona. En la misma tabla 2 se muestra que a temperatura constante el periodo de exposición aumenta, mientras el color de la algarrobina va oscureciendo, observándose un incremento en el índice de refracción. Hay que tener en cuenta que el depósito de la muestra está en contacto con el fuego directo, de ahí que los azúcares posiblemente

son quemados en cenizas. Estas cenizas dan una reacción medio ácida; además los taninos solubles, el pinitol, los aromas pueden verse afectados por el tiempo de exposición y la alta temperatura. Según Mogues (2005) la caramelización o pirólisis de los azúcares monosacáridos se da cuando se calientan por encima de su temperatura de fusión, dando lugar a la aparición de reacciones de enolización, deshidratación y fragmentación que provocan la formación de derivados furánicos, los que, por polimerización forman pigmentos macromoleculares oscuros. Si se trata de disacáridos debe existir una hidrólisis previa. Los azúcares aparentemente siguen aumentando con la lectura del refractómetro por aumento de sólidos solubles, posiblemente las cenizas, taninos solubles, ciclitoles son parte de los sólidos solubles, ya que muy probable que la disminución de azúcares sea reemplazada por las cenizas de reacción media ácida y otros sólidos solubles. Esto también se puede comprobar con el amargor y el color negruzco de una algarrobina de alta concentración de sólidos solubles (mayor de 70°Brix). Posiblemente el contacto de la algarrobina con el contenido del depósito (parte directa al fuego directo) incide mucho, acelerando el desdoblamiento de los azúcares. A mayor exposición mayor presencia de acrilamida. Según Masson (2007) el calentamiento de cantidades equimolares de asparragina y glucosa producen acrilamida por mol de asparragina. La formación es dependiente de la temperatura hasta 170 °C, iniciándose a temperaturas más elevadas un proceso de autodegradación aun poco explicado.

## DETERMINACIÓN DEL CONSUMO PER CÁPITA

El consumo per cápita de algarrobina en la ciudad de Piura se obtuvo a partir de 400 encuestas.

La tabla 3 muestra que el consumo per cápita de algarrobina en Piura es de 170 ml/año\*1.4/360 = 0.66 gr/día aproximadamente; 0.7 gr de algarrobina diario que consume el poblador piurano.

Consumo	0,01	0,02	0,08	0,08	0,1	0,1	0,12	0,15	0,15	0,17	0,18	0,19	0,21	0,22	0,24	0,24	0,25	0,26	0,33	0,34
Persona																				
Encuestado	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Promedio																				
20x20		Promedio			0,17		lt/año				Densidad: 1.4 g/ml									

Tabla 3. Determinación de consumo per cápita de algarrobina l/año

## DETERMINACIÓN DEL CONSUMO DE ACRILAMIDA DIARIA EN LA CIUDAD DE PIURA:

Utilizando la ecuación:

COAA= Cantidad de acrilamida en la algarrobina (ug/kg)\*Kg consumo de algarrobina/kg persona-día

Remplazando en la ecuación COAA =280ug/kg\* 0.0007Kg/día = 0.196 ug / persona x día

COAA=0.196 ug de acrilamida/día-persona: Exposición =0.003 ug/kg persona.día.

Este valor de 0.003 ug acrilamida/día-kg persona, está muy por debajo de lo propuesto por la FAO en el año 2002 (0.3 - 0.8 ug/kg-persona-día) y por lo propuesto por el JECFA el año 2005 (0.3 - 2 ug/kg-persona-día como para consumidores medios y para consumidores extremos 0.6 - 5.1 ug/kg.persona.día).

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Chien P., Sheu F. y Yang F. 2007. Effects of edible chitosan coating on quality and shelf life of sliced fruit. Journal of Food Engineering, 78:225-229.
2. FAO (2002) Los científicos declaran que es necesario más investigación sobre la acrilamida en los alimentos, disponible en : <http://www.fao.org/spanish/newsroom/news/2002/7122-es.html>
3. Rufián Henares JA\*, Delgado Andrade C\*, Morales Navas FJ\*, Ruiz López Legislación (seguridad) alimentaria y alegaciones de salud. Nutr. Hosp. vol.20 supl.1 Madrid mar. 2005. Scielo. disponible en:
4. [http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0212-16112005000300005](http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0212-16112005000300005)

## CONCLUSIONES

El máximo contenido de acrilamida en algarrobina obtenido en la muestra experimental fue de 280 ug/kg, menor que la muestra comercial y un consumo de acrilamida diaria de 0.196 ug/persona.día.

A mayor tiempo de exposición, a temperatura constante, en la evaporación de agua y concentración de sólidos solubles, en la obtención de algarrobina, mayor contenido de acrilamida.

Se cumplió la hipótesis planteada: el contenido de acrilamida en la algarrobina de consumo en Piura no sobrepasa los valores de ingesta diaria admisible, debido a que el consumo per cápita de algarrobina es bajo y poco frecuente.

El bajo consumo per cápita (0.7 gr/día) y la poca frecuencia de consumo de algarrobina contribuye a no sobrepasar los valores de ingesta expresado en acrilamida.