

# Chips de papa, la fritura en vacío y beneficios para la salud

## Potatoes chips, vacuum frying and health profits

Crosa, María José <sup>(1)</sup>, Elichalt, Marta <sup>(6)</sup>, Skerl, Verónica <sup>(1)</sup>, Cadenazzi, Mónica <sup>(5)</sup>, Olazábal, Laura <sup>(3)</sup>, Silva, Roberto <sup>(2)</sup>, Suburú, Gabriela <sup>(2)</sup>, Torres, Marina <sup>(3)</sup>, Vilaró, Francisco <sup>(4)</sup>, Estellano, Gabriel <sup>(7)</sup>

<sup>(1)</sup> Gerencia de Proyectos Alimentarios, Laboratorio Tecnológico del Uruguay, LATU – <sup>(2)</sup> Laboratorio de Cereales y Oleaginosos, Gerencia de Análisis y Ensayos, Laboratorio Tecnológico del Uruguay, LATU – <sup>(3)</sup> Desarrollo de métodos analíticos, LATU –

<sup>(4)</sup> Programa Nacional de Investigación Hortícola, Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, INIA –

<sup>(5)</sup> Consultor Estadístico – <sup>(6)</sup> Escuela de Nutrición, Universidad de la República, UdelaR, Montevideo, Uruguay – <sup>(7)</sup> DETRICAR S.A.

Contacto: [mjcrosa.b@gmail.com](mailto:mjcrosa.b@gmail.com)

RECIBIDO: 29/05/2014 - APROBADO: 20/10/2014

### Resumen

Existe una tendencia del mercado al consumo de alimentos más saludables que ha motivado a la industria alimentaria a innovar en tecnologías. La fritura en vacío es una tecnología alternativa a la fritura tradicional que preserva las propiedades sensoriales del snack frito y mejora la calidad nutricional.

El objetivo del trabajo fue estudiar los beneficios nutricionales y para la salud y las características organolépticas de chips de papa elaborados por fritura en vacío en relación a los elaborados por fritura tradicional y diferenciarlos de los actualmente presentes en el mercado uruguayo.

Los chips elaborados por fritura en vacío presentaron en promedio un 50% menos de materia grasa y un 90% menos de acrilamida que los chips elaborados por fritura tradicional. Sensorialmente fueron muy bien evaluados en todos los atributos menos en la percepción de intensidad de sabor salado.

**Palabras clave:** Acrilamida, lípidos, aceptabilidad sensorial.

### Abstract

The new tendency of the consumers to eat healthier foods which has impacted the market has motivated the food industry to innovate in technologies. Vacuum frying is an alternative to traditional frying that preserves the sensory properties of fried snacks and improves its nutritional quality.

The objective of this work is to study the nutritional and health benefits as well as the organoleptic characteristics of potato chips prepared by vacuum frying in relation to those made by traditional frying, and differentiate them from those that are currently present in the Uruguayan market.

The chips produced by vacuum frying showed an average of 50% less fat content and 90% less acrylamide than chips made by traditional frying. In sensory evaluation of chips, consumers gave both chips with good acceptance in all attributes but the perception of salt taste intensity.

**Keywords:** Acrylamide, color, sensory acceptability.

## Introducción

La alimentación es un factor importante para promover y mantener la buena salud a lo largo de toda la vida. Está bien establecida su función como factor contribuyente de determinadas enfermedades crónicas no transmisibles (ECNT) y eso la convierte en componente fundamental de las actividades de prevención (OMS, 2002b). En la Región de las Américas las ECNT son las principales causas de muerte y discapacidad. Uruguay no es ajeno a esta realidad, ya que las ECNT constituyen las principales causas de morbimortalidad, el origen de la mayor parte de las discapacidades que presentan los individuos y son responsables de más del 60% de las defunciones. Estas enfermedades generan, además, una enorme carga para los sistemas de salud, los servicios sociales y los individuos, determinando en nuestro país el 60% del total de

los costos de atención médica (Ministerio de Salud Pública, 2014; Nutrición 21, 2004; OMS, 2003).

Investigaciones realizadas en Uruguay (Marians, et al., 2011) revelan la información nutricional de chips de papa declarada en el etiquetado de 49 productos. En el estudio se incluyeron productos de imitación preparados a partir de papa deshidratada como fécula o almidones nativos o modificados, gluten de trigo y aceites comestibles, disponibles en las cadenas de supermercados de Montevideo. Los resultados muestran que la cantidad de lípidos declarados es en promedio de 31,9%, con un rango entre 25,6% a 37,2%.

En este artículo se presenta una tecnología de fritura alternativa a la fritura tradicional que mejora las propiedades nutricionales de los chips, manteniendo su sabor y textura.

Existen estudios científicos acerca de los beneficios nutricionales y sensoriales del proceso de la fritura en vacío en compa-

ración con la fritura tradicional. Sus beneficios están asociados con la menor temperatura de fritura y la menor exposición con el oxígeno. En este proceso el alimento se sumerge en aceite en condiciones de presión sub-atmosférica en un sistema cerrado. La presión de trabajo disminuye la temperatura de ebullición del agua contenida en el alimento, permitiendo la disminución de la temperatura del aceite durante la fritura sin afectar negativamente la textura característica del alimento frito (Dueik, et al., 2009; Da Silva, et al., 2008).

Estudios del deterioro del aceite de fritura realizados en el Laboratorio Tecnológico del Uruguay (Crosa, et al., 2014) confirmaron la importancia de la fritura en vacío en la disminución de las reacciones de degradación del aceite. Se estudiaron los cambios de acidez, índice de p-Anisidina, compuestos polares y estabilidad oxidativa del aceite durante la fritura en vacío y fritura tradicional de chips de papa. La calidad del aceite refinado de girasol con 85% de alto oleico luego de 40 horas de fritura en vacío fue: acidez g oleico/g aceite (0,099), índice de p-Anisidina (33), % compuestos polares (6,4), estabilidad oxidativa (2,67). Mientras que la calidad del aceite luego de 40 horas de fritura tradicional presentó alteraciones severas que se detallan a continuación: acidez en g oleico/g aceite (0,327), índice de p-Anisidina (82), % compuestos polares (21,9) y estabilidad oxidativa (0,65). La ingesta de aceite con este grado de deterioro afecta negativamente la salud debido a que los compuestos polares son sustancias muy reactivas al oxígeno a nivel plasmático. Estos compuestos han sido relacionados en animales de experimentación con retraso del crecimiento, hipertrofia e hiperplasia hepática, hígado graso, úlceras gástricas y lesiones en corazón y riñón (Suaterna, 2009).

Un estudio realizado en la Facultad de Química de la Universidad de la República (Grompone, 2009) advierte que un alto número de chips comercializados aun con vida útil vigente tienen severas alteraciones con alto contenido en compuestos polares. La legislación uruguaya admite en el aceite de fritura un máximo del 25% m/m de compuestos polares (Uruguay, 2012).

A su vez, Granada, Moreira y Tichy (2004) compararon la formación de acrilamida en chips de papa procesados por fritura en vacío y tradicional. Resultados de sus estudios indicaron una disminución del 94% de acrilamida en los chips procesados por fritura en vacío. OMS y FAO (2002a) reconocieron la importancia de la presencia de la acrilamida en los alimentos para los humanos, por su incidencia en el bajo peso en los recién nacidos e inducción de cáncer y mutaciones hereditarias en animales de experimentación. Adicionalmente, la exposición a bajos niveles causa daño en el sistema nervioso (Valenzuela, 2007). La OMS no indica un valor umbral para el riesgo de acrilamida, por lo que no es posible identificar un nivel seguro de exposición. Recomienda minimizar cualquier riesgo existente, incluyendo, entre otros, optimizar la formulación, el procesamiento y las condiciones de cocción para minimizar y posiblemente eliminar los niveles de acrilamida en los alimentos preparados en la industria y en el hogar.

El Codex Alimentarius (2009) elaboró un informe técnico de prácticas para reducir el contenido de acrilamida en los alimentos. La OMS indica que la ingesta de acrilamida es muy variable y la estima entre 0,3 a 0,8  $\mu\text{g}$  por kilo de peso corporal por día ( $\mu\text{g}/\text{Kg}/\text{día}$ ). Se anticipa que la ingesta en niños puede ser mayor a dos o tres veces la de un adulto cuando se expresa sobre la base del peso corporal (OMS y FAO, 2002a).

En cuanto al ingreso de aceite en los chips procesados por fritura en vacío existen reportes científicos contradictorios. Resultados de las investigaciones de Troncoso et al. (2009)

indicaron un aumento del contenido de aceite en los chips de papa procesados por fritura en vacío. Según sus investigaciones, ocurre un importante ingreso de aceite en el momento que finaliza la fritura y se recompone la presión atmosférica. El aceite adherido a la superficie del chip ingresa a presión al alimento hasta recuperar la igualdad de presiones. Sin embargo, otros grupos de autores obtuvieron resultados diferentes. Dueik et al. (2009) informaron una reducción del 50% en el contenido de aceite en chips de zanahoria debido a la fritura en vacío respecto a la fritura tradicional. Mariscal et al. (2008) reportaron que el contenido de aceite en los chips de boniato y de mango procesados por fritura en vacío fue significativamente menor al de los chips procesados por fritura tradicional. No obstante, en los chips de mango no se observaron diferencias significativas en el contenido de aceite según el proceso de fritura. Este grupo de científicos concluyó que las variables que rigen el proceso de impregnación del aceite en el alimento son: el escurrido del aceite de la superficie del chip y la succión que ocurre en el poro del chip debido a la disminución del volumen del vapor de agua cuando el chip se enfría. Los autores concluyeron que es necesario escurrir el aceite de la superficie antes de recomponer la presión del sistema para controlar y disminuir la impregnación del aceite en el alimento.

Por otra parte, un cambio en el contenido de aceite del chip puede afectar el grado de aceptación de los consumidores. La calidad sensorial de un chip de vegetal está relacionada con su textura crujiente, color dorado uniforme y brillante, el sabor y aroma característicos por la incidencia del propio aceite y por nuevas sustancias producidas durante el proceso (Morales, 2008). Los estudios a consumidores permiten conocer si los cambios en formulación y/o proceso afectan la aceptabilidad sensorial de los nuevos productos desarrollados (Morten, 2006).

El color del chip influye en la aceptabilidad sensorial del alimento, pero también es un parámetro de control del proceso de fritura. Los cambios de los parámetros L, a, b del sistema CIE-L\* a\* b\*, se asocian con reacciones de pardeamiento, degradación o pérdida de pigmentos respecto al vegetal fresco. Shyu y Hwang (2001) estudiaron la preservación del color y sabor en los alimentos elaborados por fritura en vacío. Dueik et al. (2009) correlacionaron la disminución del valor de los parámetros a\* y b\* del chip de zanahoria con la degradación de los carotenoides según la condición de fritura. Resultados de sus ensayos en fritura en vacío asociaron la preservación del 90% del trans  $\alpha$ -caroteno y del 86% trans  $\beta$ -caroteno con la preservación de los parámetros a\* y b\* en fritura en vacío. Segnini et al. (1999), Scanlon et al. (1994) y Sahin (2000) investigaron acerca de la importancia del seguimiento del parámetro L\* en los vegetales fritos. Una disminución de L\* indica un oscurecimiento del vegetal durante la fritura, lo que se asocia con las reacciones de pardeamiento no enzimático.

En la papa las reacciones de pardeamiento durante la fritura dependen de la variedad, las condiciones de crecimiento del cultivo y almacenamiento del producto, de la temperatura y del tiempo de fritura. Se originan con la combinación de los aminoácidos con los azúcares reductores acumulados durante el almacenamiento (Masson, et al., 2007; Márquez, 1986). El aminoácido dominante de la papa es la asparragina —40% del total de aminoácidos— (Martin, et al., 2004). Las reacciones de Maillard en presencia de este aminoácido producen la acrilamida (Rosen, et al., 2002; Tareke, et al., 2002). Numerosos investigadores han reportado la alta correlación del color de los chips con la concentración de acrilamida (Mottram, et al., 2002; Pedreschi, et al., 2007; Rosen, et al., 2002; Stadler, et al., 2002).

El objetivo de este trabajo es informar acerca de los beneficios nutricionales y para la salud, así como las características organolépticas de los chips de papa elaborados con fritura en vacío, y diferenciarlos de los actualmente presentes en el mercado uruguayo.

## Materiales y Métodos

### Comparación entre procesos de fritura en vacío y fritura tradicional de chips de papa

Se realizaron ensayos de fritura en vacío y fritura tradicional en papa. Se determinó la materia grasa, humedad, cambio de color, acrilamida y evaluación sensorial. Se tomaron muestras de chips de papa del mercado para incluirlos en los estudios de evaluación sensorial y para evaluar el nivel de acrilamida.

#### Materiales

Papa variedad Atlantic. Aceite refinado de girasol con 86,6% de ácido oleico.

#### Proceso de elaboración

##### Preparación de muestra

Los vegetales se lavaron y cortaron en fetas de 2 mm de espesor. Se enjuagaron con abundante agua. Se centrifugaron hasta peso constante de manera de asegurar la remoción de la película de agua adherida a la superficie del vegetal.

##### Proceso de fritura

Lotes de 300 g de muestra se sumergieron durante 5 minutos en aceite de fritura a 130 °C y presión del sistema de 40 mmHg, con posterior centrifugación a 30 Hz. durante 30 segundos y recomposición de la presión atmosférica.

En fritura tradicional, se sumergieron lotes de 300 g de muestra en aceite a 180 °C durante 2 minutos, luego se escurrieron en canasto agitado fuertemente en forma manual durante 30 segundos.

La relación papa/aceite fue de al menos de 30 gramos/litro aceite en ambos casos. Se adicionó sal al 1,0% (peso/peso).

Los chips fueron envasados hasta su posterior análisis en film laminado de polipropileno biorientado natural y polipropileno biorientado metalizado en 17 micrones cada capa.

#### Medidas de calidad en chips

**Humedad** (%H, g /100 g): por AACC 44-40.

**Materia grasa** (% MG, g materia grasa/100 g): por AACC 02-01A.

**Color:** fue determinado en colorímetro HUNTERLAB PLUS XE. Las medidas de color fueron expresadas por los valores especiales obtenidos por el sistema CIE-  $L^* a^* b^*$ ; el parámetro  $L^*$  describe la luminosidad en una escala de 0 (negro) a 100 (blanco puro), el parámetro  $a^*$  es matiz del color (+ rojo - verde) y el parámetro  $b^*$  es matiz del color (+ amarillo - azul).

**Cambio de color** (Hunter lab PLUS XE, CIELAB system ( $L, a, b$ )): medida del cambio de color según Pedreschi et al. (2007):  $\Delta E = ((L_0 - L)^2 + (a_0 - a)^2 + (b_0 - b)^2)^{1/2}$ , donde  $L_0$ ,  $a_0$  y  $b_0$  son los valores para la papa fresca y  $L$ ,  $a$  y  $b$  los valores de chips fritos.

**Acrilamida:** determinación basada en Mastovska y Lehotay (2006), con modificaciones.

**Evaluación sensorial:** 100 consumidores de entre 19 y 58 años evaluaron los atributos color, sabor y agrado general de las muestras, utilizando una escala hedónica estructurada de nueve puntos (1- me disgusta mucho, 5- me es indiferente, 9- me gusta mucho). Evaluación sensorial: intensidad de sabor salado, crocantez e intención de compra en una escala «lo justo» estructurada de siete puntos (1- Poco salado/crocante, 4- Lo justo, 7- Muy salado/muy crocante).

#### Diseño experimental

Para el estudio del efecto del proceso en la calidad de los chips de papa, se realizó un DCA con dos tratamientos: fritura en vacío y fritura tradicional. Para cada tratamiento se realizaron 5 días de experimentación y en cada día de ensayo se procesaron 8 batches de 300 g de vegetal fresco. La unidad experimental correspondió a la muestra compuesta por los 8 batches de un día de fritura. La comparación de los tratamientos se realizó por LSD (5%). Se utilizó el software libre InfoStat/L 2009.

Para el estudio de acrilamida en los chips del mercado se tomaron cuatro muestras de diferentes números de lote de tres marcas seleccionadas aleatoriamente. Los valores aportados en este artículo son de carácter exploratorio.

Para el estudio de evaluación sensorial de los chips de papa se incluyó una sola muestra comercial.

## Resultados

Se presentan los atributos fisicoquímicos de chips de papa elaborados por fritura en vacío y fritura tradicional en la Tabla 1. En la Tabla 2 se presentan la media y límites superior e inferior del contenido de acrilamida de chips del mercado uruguayo.

Atributos fisicoquímicos	Proceso fritura		Pvalor DMS
	Vacío	Tradicional	
Humedad (g/100 g)	1,9 a	2,0 a	0,419 0,33
Materia grasa (g/100 g)	16,5 a	42,8 b	<0,0001 2,2
Cambio de color ( $\Delta E$ )	12,1 a	25,5 b	<0,0001 2,2
Acrilamida ( $\mu\text{g}/\text{Kg}$ )	42 a	332 b	<0,0001 66

**Tabla 1.** Composición fisicoquímica de chips de papa según el proceso de fritura. Se presentan las medias, P-valor y Diferencia Mínima Significativa (DMS) de cada variable analizada. Letras iguales entre valores en la misma fila indican que no existen diferencias significativas entre efectos para un nivel de significancia del 5%.

Chips del mercado	ACRILAMIDA ( $\mu\text{g}/\text{kg}$ )		
	Media	Límite inferior (95%)	Límite superior (95%)
	1020	593	1447

**Tabla 2.** Contenido de acrilamida de chips de papa muestreados del mercado. Se presenta la media, límites superior e inferior para un nivel de confianza del 95%.

En la Tabla 3 se expresan las medias del puntaje asignado por los consumidores en la evaluación sensorial de los chips de papa elaborados por fritura en vacío y chips del mercado.

Atributos	Chips de papa Fritura en vacío	Chips de papa Mercado
Intención de compra	5,0	6,0
Sabor	6,8	7,5
Agrado general	6,6	7,4
Crocantez	4,4	5,5
Intensidad de sabor salado	3,4	5,2

**Tabla 3.** Promedios de la evaluación sensorial de chips elaborados por fritura en vacío y chips del mercado. Los atributos de sabor y agrado general se evaluaron según escala hedónica de 9 puntos. Los atributos de intención de compra, intensidad del sabor salado y crocantez según escala hedónica de 7 puntos.

## Discusión

Se observa que los chips de papa elaborados por fritura en vacío presentaron una reducción del 61% de materia grasa respecto de los chips elaborados con fritura tradicional (Tabla 1). Esta reducción de la materia grasa en la fritura en vacío se atribuyó al escurrido por centrifugación previo a la recomposición de la presión atmosférica (Dueik, et al., 2009; Mariscal, et al., 2008).

Al ser el contenido de materia grasa un parámetro de importancia para la salud, se compararon los resultados obtenidos con los provenientes del estudio de rotulación nutricional de chips comercializados en Montevideo (Marians, et al., 2011), verificándose una reducción del valor energético de entre 36% y el 55%, según el rango de materia grasa de los chips comercializados (26% mín. y 37% máx.). A su vez, los chips obtenidos mediante fritura en vacío presentaron en promedio una reducción del 50% de lípidos en relación al valor promedio de los chips de papa comerciales, por lo tanto pueden considerarse un alimento reducido en grasa según el Reglamento Técnico de Mercosur (RTM).

En cuanto al contenido de acrilamida se constató una reducción del 87% en comparación con los chips elaborados por fritura tradicional (Tabla 1). Si estos datos se confrontan con las determinaciones de acrilamida realizadas en chips del mercado, los niveles de acrilamida son altamente superiores incluso a las determinaciones realizadas en los productos

elaborados con fritura tradicional. El valor de 332 ( $\mu\text{g}/\text{Kg}$ ) en los chips ensayados con fritura tradicional asciende a una media de 1000 ( $\mu\text{g}/\text{Kg}$ ) en los chips comercializados en plaza (Tabla 2). En contraste, en la fritura en vacío se alcanzó un valor de 42 ( $\mu\text{g}/\text{kg}$ ), como se muestra en la Tabla 1.

El color de los chips cambia significativamente según el proceso aplicado. La fritura en vacío preserva mejor el color del vegetal fresco, favoreciendo el aspecto del chip desde lo sensorial y nutricional. Este impacto del proceso en el color del vegetal es coincidente con los valores de concentración de acrilamida en el chip según el proceso de fritura. Resultados que se suman a las investigaciones realizadas por otros grupos de científicos entre los cuales se destacan Mottram et al. (2002), Pedreschi et al. (2007), Rosen et al. (2002) y Stadler et al. (2002).

Los chips de papa procesados según fritura en vacío fueron evaluados en los atributos de sabor y agrado general por encima del nivel de aceptabilidad, a pesar de su menor contenido de materia grasa. Los atributos crocantez e intención de compra también fueron evaluados por encima de «lo justo», pero en la valoración de intensidad de sabor salado los consumidores evaluaron por debajo de «lo justo», encontrando los chips de papa procesados por fritura en vacío poco salados. Los consumidores acostumbran consumir chips de papa con un porcentaje de aceite y sal mayor al de los chips elaborados por fritura en vacío. El menor contenido de materia grasa de los chips de papa procesados por fritura en vacío también disminuye la cantidad de sal adherida a la superficie del vegetal, siendo esta la causa de la leve disminución de la aceptabilidad sensorial en relación a los del mercado (Tabla 3).

## Conclusiones

En relación a la fritura tradicional, la fritura en vacío se destaca entre los procesos tecnológicos que logran la mejora de la calidad nutricional de los alimentos fritos y la disminución de la cantidad de lípidos, así como también la disminución de la producción de compuestos perjudiciales para la salud. Desde el punto de vista nutricional y de beneficios para la salud, los chips elaborados por fritura en vacío presentaron un 50 % menos de materia grasa y 90% menos de acrilamida que los chips elaborados por fritura tradicional.

Los chips de papa fueron sensorialmente muy bien evaluados en todos los atributos menos en la percepción de intensidad de sabor salado.

## Reconocimientos

A la Agencia Nacional de Investigación e Innovación (ANII) por financiar la investigación.

A las instituciones Laboratorio Tecnológico del Uruguay (LATU) e Instituto de Investigación Agropecuaria (INIA) por apoyar la investigación.

## Referencias

- Codex Alimentarius, 2009. *Código de prácticas para reducir el contenido de acrilamida en los alimentos*. Roma: FAO. (CAC/RCP 67-2009).
- Crosa, M.J., Skerl, V., Cadenazzi, M., Olazábal, L., Silva, R., Suburú, G. y Torres, M., 2014. Changes produced in oils



- during vacuum and traditional frying of potato chips. En: *Food Chemistry*, 146, pp.603-607.
- Da Silva, P., Moreira, R., 2008. Vacuum frying of high quality fruit and vegetable based snacks. En: *LWT-Food Science Technology*, 41(10), pp.1758-1767.
- Dueik, V., Robert, P., Bouchon, P., 2009. Vacuum Frying reduces oil uptake and improves the quality parameter of carrots crisps. En: *Food Chemistry*, 119, pp.1143-1149.
- Granada, C., Moreira, R.G., Tichy, S.E., 2004. Reduction of acrylamide formation in potato chips by low-temperature vacuum frying. En: *Journal of Food Science*, 69(8), pp.E405-E411.
- Grompone, M.A., 2009. Sombras de la alimentación uruguaya: los alimentos fritos y los alimentos con grasas trans. [En línea]. En: *4to Congreso INNOVA* (Montevideo 2-4 de octubre de 2009. Montevideo: LATU. [Consulta: enero de 2014]. Disponible en: <http://www.innova-uy.info/docs/presentaciones/20091002/10-MariaGrompone.pdf>
- Marians, M., et al., 2011. *Calidad nutricional de los productos de copetín fritos tipo chips*. Montevideo: Universidad de la República. Escuela de Nutrición. (Trabajo Final de Grado).
- Mariscal, M., Bouchon, P., 2008. Comparison between atmospheric and vacuum frying of apple slices. En: *Food Chemistry*, 107, pp.1561-1569.
- Márquez, C., y Añon, M.C., 1986. Influence of reducing sugars and amino acids in the color development of fried potatoes. En: *Journal Food Science*, 51, pp.57-60.
- Martin-Polvillo, M., Marquez-Ruiz, G., y Dobarganes, M.C., 2004. Oxidative stability of sunflower oils differing in unsaturation degree during long-term storage at room temperature. En: *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 81(6), pp.577-583.
- Masson, L., Muñoz, R., Romero, N., Camilo, C., Encina, C., Hernández, L., Castro, J., Robert, P., 2007. Acrilamida en patatas fritas: revisión actualizada. En: *Grasas y Aceites*, 58(2), pp.185-193.
- Mastovska, K., Lehotay, S.J., 2006. Rapid sample preparation method for LC-MS/MS or GC-MS analysis of acrylamide in various food matrices. En: *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 54(19), pp.7001-7008.
- Morales, C., 2008. *Clasificación de calidad sensorial de papas fritas tipo chips mediante visión computacional* [En línea]. Santiago: Universidad de Chile. Facultad de Ciencias Químicas y Farmacéuticas. (Tesis de Maestría). [Consulta: abril de 2014] Disponible en: [http://www.tesis.uchile.cl/tesis/uchile/2008/qf-morales\\_ca/html/index-frames.html](http://www.tesis.uchile.cl/tesis/uchile/2008/qf-morales_ca/html/index-frames.html)
- Morten, C., Meilgaard, B., Carr, Thomas, Vance Cville, Gail, 2006. *Sensory evaluation techniques*. 4ta. ed. Boca Ratón: CRC Press.
- Mottram, D. S. y Wedzicha, B. L., 2002. Acrylamide is formed in the Maillard reaction. En: *Nature*, 419, pp.448-449.
- Ministerio de Salud Pública, 2014. *Lineamientos para la venta y publicidad de alimentos en centros de enseñanza primaria y secundaria públicos y privados del país. Documento técnico* [En línea]. Montevideo: MSP. [Consulta: abril de 2014]. Disponible en: [http://www.msp.gub.uy/sites/default/files/archivos\\_adjuntos/Lineamientos%20nutricionales%20para%20la%20venta%20de%20alimentos%20en%20centros%20educativos.pdf](http://www.msp.gub.uy/sites/default/files/archivos_adjuntos/Lineamientos%20nutricionales%20para%20la%20venta%20de%20alimentos%20en%20centros%20educativos.pdf)
- Chile debe seguir la tendencia mundial. Producir alimentos saludables, 2004. En: *Nutrición* 21, (11), pp.12-13.
- OMS y FAO, 2002a. *Consecuencias para la salud de acrilamida en los alimentos: informe de la consulta conjunta de FAO/OMS, sede central de la OMS, Ginebra, Suiza 25-27 de junio de 2002*. Ginebra: OMS.
- OMS, 2002b. *Informe sobre salud en el mundo 2002: reducir los riesgos y promover una vida sana*. Ginebra: OMS.
- OMS, 2003. *Dieta, nutrición y prevención de enfermedades crónicas. Informe de una consulta mixta FAO/OMS*. Ginebra: OMS. (Serie de Informes Técnicos 916.2003).
- Pedreschi, F., Bustos, O., Mery, D., Moyano, P., Kaack, K., Granby, K., 2007. Color kinetics and acrylamide formation in NaCl soaked potato chips. En: *Journal of Food Engineering*, 79, pp.989-997.
- Rosen, J. y Hellenäs, K. E., 2002. Analysis of acrylamide in cooked foods by liquid chromatography tandem mass spectrometry. En: *Analyst*, 127, pp.880-882.
- Sahin, S., 2000. Effects of frying parameters on the color development of fried potatoes. En: *European Food Research and Technology*, 211, pp.165-168.
- Scanlon, M.G., Roller, R., Mazza, G., y Pritchard, M.K., 1994. Computerized video image analysis to quantify colour of potato chips. En: *American Potato Journal*, 71, pp.717-733.
- Segnini, S., Dejmek, P., y Oste, R., 1999. A low cost video technique for color measurement of potato chips. En: *Lebensmittel-Wissenschaft und-Technologie*, 32, pp.216-222.
- Shyu, S., y Hwang, L., 2001. Effects of processing conditions on the quality of vacuum fried apple chips. En: *Food Research International*, 34, pp.133-142.
- Suaterna Hurtado, A. C., 2009. La fritura de los alimentos: el aceite de fritura. En: *Perspectivas en Nutrición Humana*, 11(1), pp.39-53.
- Stadler, R. H., Blank, I., Varga, N., Robert, F., Hau, J., Guy, A., et al., 2002. Acrylamide from Maillard reaction products. En: *Nature*, 419, pp.449-450.
- Tareke, E., Rydberg, P., Karlsson, P., Eriksson, S., Tornqvist, M., 2002. Analysis of acrylamide, a carcinogen formed in heated foodstuffs. En: *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50, pp.4998-5006.
- Troncoso, E., Pedreschi, F., Zúñiga, R.N., 2009. Comparative study of physical and sensory properties of pre-treated potato slices during vacuum and atmospheric frying. En: *LWT-Food Sci Technol*, 42, pp.187-195.
- Uruguay. Decreto 291/012, de 30 de agosto de 2012. *Diario Oficial*, 05 de setiembre de 2012, p.736
- Valenzuela, R., Ronco, A., 2007. Acrilamida en los alimentos. En: *Revista Chilena de Nutrición*, 34(1), pp.8-16.