



Fotos: Irvin Rodríguez y Gustavo Rodríguez

# INOCUIDAD DE PAPAS Y BONIATOS: ¿es recomendable también comerlos con cáscara?

Dra. Alexandra Sixto<sup>1</sup>,  
Dra. Alicia Mollo<sup>1</sup>  
Prof. Dra. Mariela Pistón<sup>1</sup>,  
Qco. PhD. Facundo Ibañez<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Grupo de Análisis de Elementos Traza y Desarrollo  
de Estrategias Simples para Preparación de Muestras  
(GATPREM), Química Analítica, DEC, Facultad de  
Química - Udelar

<sup>2</sup>Plataforma Agroalimentos - INIA

En este artículo se presenta la metodología y los resultados de la primera evaluación de la inocuidad química de hortalizas consumidas en el país, en particular para la papa y el boniato. La iniciativa deja a disposición una plataforma analítica para futuros programas de vigilancia de la inocuidad de estos vegetales con relación al contenido de arsénico, cadmio y plomo.

## CONSUMO EN URUGUAY

La papa y el boniato son alimentos de elevado valor nutricional debido a su contenido en carbohidratos, fibra, proteínas y vitaminas. En Uruguay se consume, por habitante, aproximadamente 87 gramos por día de papa y 22 gramos de boniato.

Se trata de alimentos populares que se preparan en una gran variedad de formas. Debido al alto contenido en fibra de la cáscara hay una tendencia cada vez mayor a consumir estos productos enteros.

Es importante entonces, evaluar a los productos desde el punto de vista de su inocuidad en ambas formas de consumo.

## IMPORTANCIA Y DESAFÍOS DE LA DETERMINACIÓN DE ARSÉNICO, CADMIO Y PLOMO

El arsénico (As), el cadmio (Cd) y el plomo (Pb) son sustancias que presentan peligro para la salud, que pueden incorporarse a estos alimentos por la contaminación ambiental en el área donde se cultivaron.



**Figura 1** - Relevamiento de datos durante el muestreo (A), secado (B) y molienda (C).

Pueden provenir de fuentes naturales, ya que, si están presentes en la corteza terrestre, pueden alcanzar los cursos de agua y el suelo donde crece la planta. También pueden ser vertidos como resultado de actividades industriales y a través del uso de fertilizantes y abonos. Estos tres elementos, aún en cantidades muy bajas, presentan efectos adversos y por tanto su contenido en los alimentos debe ser cuidadosamente monitoreado. Debido a esto, existen límites máximos establecidos a nivel internacional del contenido de estos contaminantes inorgánicos en la pulpa fresca (para el producto tal como se consume) (1). En nuestra región se han establecido en el Reglamento Técnico MERCOSUR MERCOSUR/GMC/RES. N° 12/11 límites máximos (LM) de contaminantes inorgánicos en alimentos. En papa, el reglamento indica que se aplica a las papas peladas.

A pesar de esto, no se ha establecido aún un plan de monitoreo sistemático de la posible presencia de estos contaminantes inorgánicos en las frutas y hortalizas cultivadas en el país de consumo local.

En este contexto, se llevó adelante un proyecto conjunto entre el Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA Las Brujas) y el área de Química Analítica de la Facultad de Química en el marco del Proyecto INNOVAGRO FSA\_1\_2017\_1\_140199. En este proyecto se realizó un screening de los niveles de arsénico, cadmio y plomo en diversas frutas y hortalizas, durante los años 2019 y 2020. El muestreo fue coordinado con el Mercado Modelo e INIA y se realizó el monitoreo de más de diez frutas y verduras seleccionadas, entre las de mayor consumo por la población uruguaya.

Por tanto, en este trabajo se presenta la metodología y los resultados del primer relevamiento realizado en torno a la evaluación de la inocuidad química de las frutas y hortalizas consumidas en el país, en particular para la papa y el boniato.

Uno de los logros de este proyecto ha sido el desarrollo de capacidades analíticas para la investigación en tópicos de seguridad e inocuidad de alimentos en Uruguay referido a contaminantes inorgánicos. A partir de la ejecución de este proyecto se cuenta con una plataforma para este propósito que proporciona los límites de detección requeridos para posibilitar el monitoreo de estos contaminantes.

### MUESTREO Y PREPARACIÓN DE LA MUESTRA

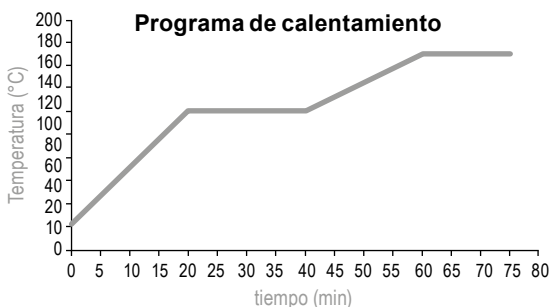
El muestreo se llevó a cabo de manera aleatoria en el Mercado Modelo como punto focal donde se comercializa la mayor parte de las frutas y hortalizas del mercado. Previo a la apertura de las operaciones diarias, se seleccionaron operadores comerciales al azar, se les consultó acerca de las condiciones de cultivo (ubicación, tipo de suelo, riego), y se recolectaron de entre ellos las muestras de papas y boniatos. Una vez en el laboratorio, las muestras se cortaron con cuchillo de cerámica de forma de no contaminar las muestras, se secaron en horno y una vez secos se molieron, preservándose de la humedad en tubos cerrados hasta el momento del análisis (Figura 1).

Para ambos vegetales el procedimiento se realizó tanto en muestras enteras como peladas. En el período en que se realizó el monitoreo, se obtuvieron tres muestras compuestas de papa entera, tres muestras compuestas de boniato entero, cinco muestras compuestas de papa sin piel y once muestras compuestas de boniato sin piel.

El proyecto ha desarrollado capacidades para la investigación en seguridad e inocuidad de alimentos, referido a contaminantes inorgánicos.



0,5 g muestra + 8mL HNO<sub>3</sub> 1:1 se lleva 25,00 mL



Fotos: Alexandra Sixto/Alicia Mollo

Figura 2 - Digestión de la muestra para los análisis.

Se desarrollaron y validaron metodologías que permitieron la determinación de los contaminantes en los vegetales, en cantidades muy por debajo a los LM permitidos en la reglamentación.

Posteriormente, de cada tubo, se disolvió la muestra con ácido nítrico en un digestor de microondas y la disolución obtenida se sometió al análisis. En la Figura 2 se muestra a) el digestor asistido por microondas, b) se indica el programa de temperatura y c) uno de los tubos obtenidos con la solución límpida obtenida con todos los analitos de interés.

### DETERMINACIONES ANALÍTICAS

Se desarrollaron y validaron metodologías que permitieron la determinación de los contaminantes en los vegetales en cantidades muy por debajo a los LM permitidos en la reglamentación. La determinación de arsénico en papa se llevó a cabo mediante generación de hidruros y espectrometría de emisión atómica con plasma inducido por microondas y el resto de las determinaciones se realizaron mediante espectrometría de absorción atómica electrotrémica. Las muestras se analizaron por triplicado.

### RESULTADOS

Los resultados se evaluaron comparándolos con los LM de estos contaminantes establecidos en el Reglamento Técnico Mercosur.

En todas las muestras, enteras y peladas, el contenido de arsénico, cadmio y plomo, expresado en base fresca, se encuentra muy por debajo de este valor (Cuadro 1).

En particular, en las muestras enteras, no se detectó la presencia de arsénico, sin embargo, se encontró presencia de plomo y cadmio en todas las muestras compuestas de boniato (por debajo de los LM permitidos). Para las muestras de papa, se encontró cadmio en todas ellas y plomo en el 33% de las muestras analizadas también por debajo de los LM establecidos. En las muestras sin piel, se encontró la presencia de arsénico en el 40% de las muestras compuestas de papa (esto puede deberse a que se analizó un número mayor de muestras sin piel). En las muestras de boniato sin piel no se encontró arsénico.

El plomo se encontró en un 60% de las muestras compuestas de papa y en un 36% de las muestras compuestas de boniato. El cadmio se encontró presente en el 27% de las muestras compuestas de boniato y en todas las muestras de papa compuesta analizadas, siendo esto último congruente con reportes previos que mencionan su acumulación en este vegetal (2). Si bien el contenido hallado fue inferior a los LM establecidos, estos resultados sugieren la relevancia de monitorear este parámetro.

El contenido de arsénico, cadmio y plomo de todas las muestras de papa y boniato con y sin piel analizados, estuvo por debajo de los LM permitidos.



**Cuadro 1** - Contenido de arsénico (As), cadmio (Cd) y plomo (Pb) en boniatos y papas frescos, pelados y enteros. LC: límite de cuantificación a partir del cual se pueden informar los resultados confiables. LM: Límite máximo.

| Elemento (µg / kg) |          | As  | Cd         | Pb       |
|--------------------|----------|-----|------------|----------|
| LC                 | Boniatos | 11  | 1,3        | 18       |
|                    | Papas    | 11  | 1,3        | 18       |
| Boniato pelado     | 1        | <11 | <1,3       | <18      |
|                    | 2        | <11 | <1,3       | <18      |
|                    | 3        | <11 | <1,3       | <18      |
|                    | 4        | <11 | <1,3       | <18      |
|                    | 5        | <11 | <1,3       | 67 ± 1   |
|                    | 6        | <11 | <1,3       | <18      |
|                    | 7        | <11 | <1,3       | <18      |
|                    | 8        | <11 | <1,3       | <18      |
|                    | 9        | <11 | <1,3       | <18      |
|                    | 10       | <11 | <1,3       | <18      |
|                    | 11       | <11 | <1,3       | <18      |
| Papa pelada        | 1        | <11 | 9,7± 0,5   | 33,0±0,5 |
|                    | 2        | <11 | 2,2 ±0,1   | 41 ± 3   |
|                    | 3        | <11 | 10 ± 1     | 29 ± 5   |
|                    | 4        | <11 | 16 ± 1     | <18      |
|                    | 5        | <11 | 9,0 ±2,0   | <18      |
| Boniato entero     | 1        | <11 | 2,7 ± 0,2  | <18      |
|                    | 2        | <11 | 2,2 ± 0,2  | <18      |
|                    | 3        | <11 | 2,3 ± 0,1  | <18      |
| Papa entera        | 1        | <11 | 9,0 ± 0,4  | <18      |
|                    | 2        | <11 | 38,0 ± 0,2 | <18      |
|                    | 3        | <11 | 34,0±0,1   | <18      |
| LM permitido       |          | 200 | 100        | 100      |

Con relación a los resultados obtenidos para los vegetales enteros parece advertirse una tendencia a mayor presencia de los contaminantes inorgánicos que en el vegetal pelado, particularmente para cadmio y plomo en boniato.

En base a estos resultados ¿es recomendable también comerlos con cáscara?; la respuesta desde el punto de vista de la inocuidad debida a la presencia de As, Cd y Pb, no es sencilla. Hay cierta evidencia que estos contaminantes podrían concentrarse más en la cáscara que en la pulpa, sin embargo, en ambos casos los niveles son o no detectables o están muy por debajo de los LM permitidos. Mas allá del mayor contenido de fibra, antioxidantes y vitaminas de las papas y boniatos

Más allá del mayor contenido de fibra, antioxidantes y vitaminas de las de papas y boniatos enteros, la cáscara ayuda a retener nutrientes durante el proceso de cocción.

enteros (3), la cáscara ayuda a retener nutrientes durante el proceso de cocción, por ejemplo, la vitamina C en papas (4).

Dado el aumento de consumo de los vegetales enteros, los resultados sugieren la necesidad de evaluar el contenido de estos contaminantes, con un muestreo más extenso, en el alimento entero, y obtener datos que permitan realizar una evaluación de riesgo considerando hábitos de consumo.

### CONCLUSIONES

Se desarrollaron y validaron metodologías analíticas que cumplen con los requisitos de desempeño necesarios para obtener resultados confiables, por tanto, este trabajo deja a disposición una plataforma analítica que permite establecer programas de vigilancia de la inocuidad de estos vegetales con relación al contenido de estos contaminantes en productos de consumo interno en Uruguay.

El contenido de arsénico, cadmio y plomo de todas las muestras de papa y boniato analizadas, con y sin piel, estuvo por debajo de los límites máximos establecidos en la reglamentación. Este trabajo constituye el primer *screening* de estas características en nuestro país dirigido a alimentos de consumo local.

Considerando los resultados obtenidos al analizar los vegetales con y sin piel, es de interés adquirir la información necesaria para la evaluación del riesgo y si fuera pertinente revisar la reglamentación para el establecimiento de LM para los alimentos considerando los distintos hábitos de consumo.

### BIBLIOGRAFÍA

(1) MERCOSUR, (2013). <https://www.impo.com.uy/bases/decretos-internacional/14-2013/1>

(2) M. J. Mc Laughlin, C.M.J. Williams, A. McKay et al. *Aust. J. Agric. Res.* Vol 45 pp 1483 (1999).

(3) U.S. Department of Agriculture, Agricultural Research Service. FoodData Central, (2019). <https://fdc.nal.usda.gov/fdc-app.html#/>

(4) Zhao, C., Liu, Y., Lai, S., Cao, H., Guan, Y., San Cheang, W., ... Xiao, J. (2019). Effects of domestic cooking process on the chemical and biological properties of dietary phytochemicals. *Trends in Food Science & Technology*, 85, 55–66. doi:10.1016/j.tifs.2019.01.004