

# EVALUACIÓN DE LOS EFECTOS CARDIOVASCULARES DEL EXTRACTO Y COMPUESTOS DE *Solanum tuberosum* EN RATA DESMEDULADA

## ASSESSMENT OF THE CARDIOVASCULAR EFFECTS OF THE EXTRACT AND COMPOUNDS FROM *Solanum tuberosum* IN THE PITHED RAT

Juan M. GÓMEZ<sup>1</sup>, Mario F. GUERRERO<sup>1\*</sup>

Recibido: Noviembre 10 de 2008 Aceptado: Septiembre 5 de 2009

### RESUMEN

En este estudio se evalúan los efectos sobre la presión arterial y la frecuencia cardiaca de rata desmedulada (*pithed*) ejercidos por el extracto etanólico total de *Solanum tuberosum*, especie utilizada tradicionalmente en Colombia para el tratamiento de la hipertensión arterial, en comparación con  $\alpha$ -solanina y  $\alpha$ -chaconina, los principales glicoalcaloides de *Solanum tuberosum*, la mezcla de los alcaloides (50:50) y el ácido clorogénico, el principal compuesto polifenólico presente en esta especie. Adicionalmente se examina el efecto del extracto en presencia de noradrenalina (0,25 – 2,5  $\mu$ g/Kg, IV) y L-NAME (10 mg/Kg, IV), inhibidor de la óxido nítrico sintetasa. Los resultados muestran que en tanto que el extracto total disminuye la presión arterial en función de la dosis (1  $\mu$ g/Kg – 10 mg/Kg, IV) y reduce el incremento de esta variable inducido por noradrenalina, no se evidencia que los compuestos glicoalcaloidales, la mezcla alcaloidal o el ácido clorogénico la modifiquen significativamente. El efecto del extracto se revierte parcialmente en presencia de L-NAME. En conclusión, el extracto etanólico de *S. tuberosum* ejerce efectos hipotensores relacionados parcialmente con la producción de óxido nítrico, no atribuibles a la presencia de  $\alpha$ -solanina,  $\alpha$ -chaconina ni ácido clorogénico.

**Palabras clave:**  $\alpha$ -solanina,  $\alpha$ -chaconina, ácido clorogénico, *Solanum tuberosum*, óxido nítrico.

### ABSTRACT

This study evaluates the effects on arterial pressure and pithed heart frequency rate induced by the ethanolic extract of *Solanum tuberosum*, a species used in Colombian folk medicine for the treatment or arterial hypertension, compared with  $\alpha$ -solanine and  $\alpha$ -chaconine -the main glycoalcaloids of *S. tuberosum*- the mixture of both glycoalcaloids (50:50) and chlorogenic acid, the main polyphenolic compound present in this species. The effect of the extract in presence of noradrenalin (0.25 – 2.5  $\mu$ g/Kg, IV) and L-NAME (10 mg/Kg, IV), inhibitor of nitric oxide sintase, is also studied. These results show that whereas the etanolic extract decreases the blood pressure in a dose – response manner (1  $\mu$ g/Kg - 10 mg/Kg, IV) and reduces the increase of this variable induced by noradrenalin. It has been not demonstrated that the glycoalcaloid compounds, the alkaloidal mixture (50:50), or the chlorogenic acid were able to reduce the arterial pressure. The effect of the extract is reverted partially in the presence of L-NAME. In conclusion, the etanolic extract of *S. tuberosum* exerts hypotensive effects related partially with the nitric oxide production, non-attributable to the presence of  $\alpha$ -solanine,  $\alpha$ -chaconine or chlorogenic acid.

**Keywords:**  $\alpha$ -solanine,  $\alpha$ -chaconine, chlorogenic acid, *Solanum tuberosum*, nitric oxide.

1 Departamento de Farmacia. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional de Colombia. A.A. 14490. Bogotá, Colombia.

\* Autor a quien se debe dirigir la correspondencia: mfguerrerop@unal.edu.co.

## INTRODUCCIÓN

La hipertensión arterial sistémica (HAS) es un problema de salud pública nacional y mundial. En Colombia alcanza una prevalencia entre el 20 y el 25% de la población adulta (1). Es uno de los principales factores involucrados en la génesis de los trastornos cardiovasculares, que a su vez constituyen la primera causa de mortalidad en personas de edad media y ancianos (2). El curso de este trastorno es tal que la mayoría de los pacientes, además del seguimiento de medidas no farmacológicas, requieren medicación (3). Considerando que aún hoy los productos naturales son fuente directa o indirecta de al menos el 50% de los fármacos disponibles (4), que constituyen la fuente de mayor diversidad química y que se dispone de técnicas eficientes no solo para identificarlos químicamente, sino para evaluarlos farmacológicamente, cabe plantear la posibilidad de encontrar alternativas terapéuticas de origen natural que contribuyan a reducir el impacto de la hipertensión. Para Colombia, una potencia en biodiversidad, esto representa una ventaja estratégica.

*Solanum tuberosum* (“papa”, *solanacea*) es una de las especies utilizadas por la tradición popular en Colombia para el tratamiento de la hipertensión arterial (5). En trabajos previos se mostraron efectos hipotensores del extracto etanólico de esta especie, tanto en ratas normotensas como espontáneamente hipertensas (6). Adicionalmente, el extracto ejerce efectos antiagregantes plaquetarios notables, comparables a los del ácido acetil salicílico cuando se utiliza ácido araquidónico como agente inductor (7). Los metabolitos de esta especie están descritos desde hace tiempo, principalmente compuestos de tipo glicoalcaloidal y polifenoles (8), pero hasta la fecha no se ha determinado cuál o cuáles son los responsables de la actividad farmacológica.

La preparación de rata desmedulada es una técnica *in vivo* sumamente útil para estudiar los posibles mecanismos cardiovasculares ejercidos por sustancias con potencial farmacológico. Permite examinar las modificaciones de presión arterial y frecuencia cardíaca al margen de los ajustes homeostáticos que ejerce el sistema nervioso autónomo en las preparaciones íntegras (9). Además, tiene la ventaja de que, a diferencia de las pruebas *in vitro*, permite que entren en juego las variables metabólicas que afectan la biodisponibilidad de un fármaco y, por ende, su efectividad.

Reconociendo que la hipertensión arterial en su fase temprana involucra un incremento anómalo y sostenido de la resistencia vascular periférica (10), es comprensible que los factores que contribuyen al déficit en la actividad o la producción del óxido nítrico, el “factor de relajación derivado del endotelio”, favorezcan la progresión de la enfermedad. De ahí que la ruta metabólica del óxido nítrico sea una diana farmacológica clave en procura de la protección frente a las complicaciones de este trastorno (11). A los efectos hemodinámicos de la ruta de este mediador se oponen, entre otros, los ejercidos por el sistema noradrenérgico, uno de los principales reguladores del tono vascular y la presión arterial. Estudios previos señalaron efectos antiadrenérgicos inducidos por el extracto de *S. tuberosum* (6). Por consiguiente, era conveniente explorar si compuestos presentes en esta especie ejercen efectos antiadrenérgicos *in vivo* y si éstos están vinculados con la vía del óxido nítrico.

En este estudio se evaluó el efecto ejercido por  $\alpha$ -solanina y  $\alpha$ -chaconina; los principales glicoalcaloides de *S. tuberosum*, la mezcla de los dos alcaloides, el ácido clorogénico –su principal compuesto polifenólico– y el extracto etanólico total, sobre la presión arterial y la frecuencia cardíaca de ratas desmeduladas, con miras a discriminar el papel de estas sustancias en los efectos cardiovasculares de *S. tuberosum* y su posible relación con la producción del óxido nítrico.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Protocolo experimental

Se utilizaron ratas Wistar macho, con pesos de 250-400 g, suministradas por el bioterio del Departamento de Farmacia, Facultad de Ciencias, UNCSB, mantenidas en ciclos de luz-oscuridad de 12 horas, temperatura de  $21 \pm 1^\circ\text{C}$ , con agua y comida a libre disposición.

Previa anestesia con pentobarbital (60 mg/Kg, IP), se canuló la tráquea con un catéter (G16) que se conectó a una máquina ventilatoria (Ref 683, Harvard®) suministrando 1 mL aire/100 g de peso en ciclos de 50/min. La desmedulación se efectuó avanzando una varilla de acero inoxidable de 1,5 mm de diámetro desde el canto interno de la órbita, atravesando el canal medular por el foramen magno hasta alcanzar el primer segmento sacro (S1). Se canularon, además, la vena yugular derecha y la

arteria carótida izquierda, con catéteres PE-50 para la administración de los tratamientos y el registro de la presión arterial respectivamente. Además, se efectuó vagotomía bilateral. La presión arterial se obtuvo de un transductor *Coulbourn Instruments (CI- S7225)* conectado al catéter vascular, acoplado a un módulo de presión arterial (*CI S7511*), cuya señal se observó en el monitor del computador a través del programa de adquisición de datos *Codas CI*. La frecuencia cardíaca se obtuvo de un tacómetro (*CI S7140*) acoplado al amplificador de la señal de presión arterial.

Una vez realizado el procedimiento se esperó un espacio de tiempo aproximado de diez minutos, mientras las señales de presión arterial y frecuencia cardíaca se estabilizaron. Acto seguido se le administró a cada animal uno de los siguientes tratamientos:  $\alpha$ -solanina,  $\alpha$ -chaconina, la mezcla de los dos alcaloides (50:50), ácido clorogénico, control (vehículo: HCl 0,01N), o extracto etanólico total de *S. tuberosum*; en dosis crecientes de 1, 10, 100  $\mu\text{g}/\text{Kg}$  y 1 y 10  $\text{mg}/\text{Kg}$ , IV, con intervalos de 15 minutos y en volúmenes de 0,05 mL/100 g de peso.

En la segunda serie de experimentos, una vez estabilizada la señal de base, se administró noradrenalina (0,25  $\mu\text{g}/\text{Kg}$ , IV) antes e inmediatamente después de la administración de dosis crecientes del extracto etanólico de *S. tuberosum* (1, 10, 100  $\mu\text{g}/\text{Kg}$ ; 1, 10  $\text{mg}/\text{Kg}$ , IV) o control (0,05 mL/100 g) con intervalos de 15 minutos.

Finalmente se administró noradrenalina en dosis crecientes 0,025; 0,25 y 2,5  $\mu\text{g}/\text{Kg}$ , IV, antes e inmediatamente después de la adición de *S. tuberosum* (10  $\text{mg}/\text{Kg}$ , IV) o de *S. tuberosum* más L-NAME (10 y 10  $\text{mg}/\text{Kg}$ , IV, respectivamente).

Todos estos experimentos se realizaron siguiendo las *Normas científicas, técnicas y administrativas para la investigación en salud*, establecidas en la Resolución No. 008430 de 1993 del Ministerio de Salud de Colombia, con aprobación del Comité de Ética de la Facultad de Ciencias, UNCSB.

### Material vegetal y reactivos

El extracto etanólico se preparó así: a diez kilos de material vegetal fresco de *S. tuberosum* ("papa" *Solanacea*), variedad pastusa, identificada por comparación, se le retiró la cáscara, que se secó en un horno de aire circulante a 40°C y se trituró hasta reducir a polvo. Este material se percoló con etanol (96%) durante 72 horas y posteriormente se filtró y concentró bajo presión reducida con un evaporador

rotatorio y se llevó a sequedad completa en una campana al vacío. El extracto etanólico obtenido se preparó en un vehículo de PG : Glicerina : Agua 10:10:80, filtrándolo sobre papel estándar. Los alcaloides y el ácido clorogénico se prepararon en HCl (0,01 N) y SSN respectivamente. En experimentos preliminares se verificó que los vehículos utilizados no modificaran la línea de base, tanto de presión arterial como de frecuencia cardíaca.

Se utilizaron los siguientes fármacos y reactivos: pentobarbital, heparina,  $\alpha$ -solanina,  $\alpha$ -chaconina, ácido clorogénico, norepinefrina (*Sigma*®), glicerina, propilenglicol, HCl, L-NAME (metil ester de  $\omega$ -nitro-L-arginina; *Merck*®).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se obtuvieron curvas dosis - respuesta de los valores de presión arterial (mm de Hg) y de frecuencia cardíaca (pulsos por min). La presión arterial media (PAM) se obtuvo de la fórmula: presión diastólica + 1/3 de la presión de pulso (presión sistólica menos presión diastólica). Se registraron los cambios máximos de presión arterial y de frecuencia cardíaca en cada intervalo de dosificación. Los resultados se expresaron como el promedio  $\pm$  el error medio estándar (ems).

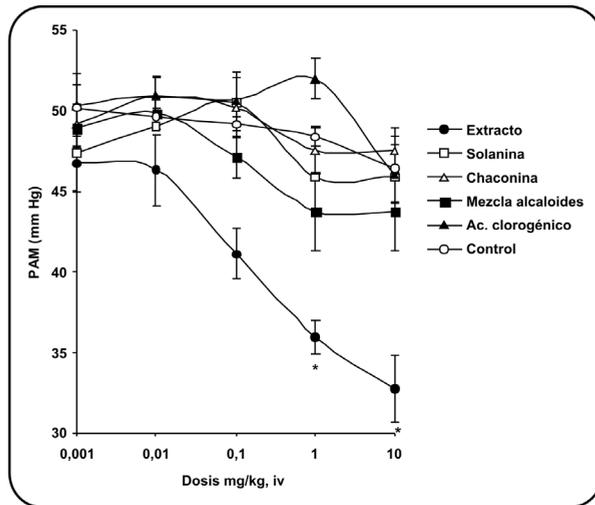
Para el análisis estadístico se aplicó un análisis de varianza simple para examinar los resultados sobre los valores basales de presión arterial y frecuencia cardíaca (serie uno), una "t" de Student para examinar los efectos antiadrenérgicos del extracto (serie dos), y un análisis de varianza relacionado para examinar la posible participación del óxido nítrico (serie tres). Se aplicó la prueba de Dunnett de diferencias múltiples para discriminar los tratamientos responsables de las diferencias significativas. Se utilizaron los programas *MS Excel*® y *SPSS*® para el tratamiento de los datos asumiendo una  $p \leq 0,05$ .

### Resultados

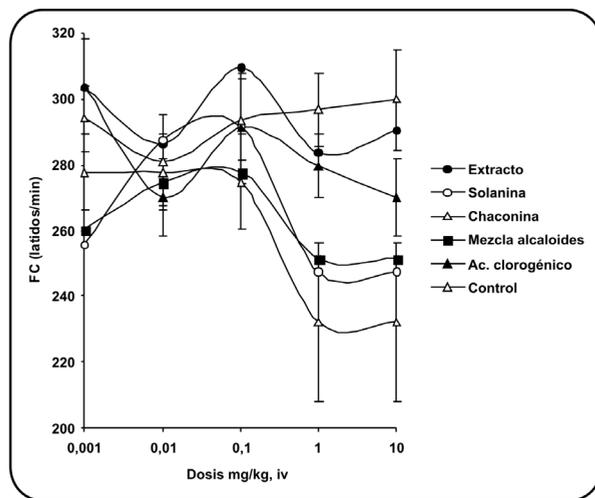
#### *Efectos sobre los valores basales de presión arterial media y frecuencia cardíaca*

En ratas Wistar desmeduladas (n=30), los valores basales medios de PAM y FC fueron de  $50 \pm 2$  mm Hg y  $294 \pm 10$  latidos por minuto, respectivamente (Véanse figuras 1 y 2). La adición acumulativa (1  $\mu\text{g}/\text{Kg}$  - 10  $\text{mg}/\text{Kg}$ , IV) de  $\alpha$ -solanina,  $\alpha$ -chaconina; ácido clorogénico, mezcla alcaloidal y extracto

etanólico de *S. tuberosum*, produjo una disminución significativa de la PAM, en función de la dosis, sólo en el caso del extracto a partir de la dosis de 0,1 mg/Kg ( $41 \pm 2$  mmHg) con valores que descendieron hasta  $33 \pm 2$  mmHg con la dosis máxima utilizada, 10 mg/Kg IV (Véase figura 1). El grupo control arrojó valores de PAM entre 50 y 46 mmHg. No se observaron efectos significativos sobre la variable de frecuencia cardíaca (Véase figura 2).



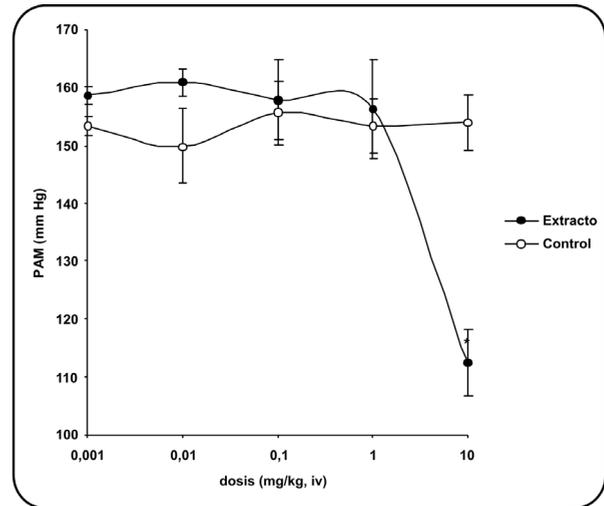
**Figura 1.** Efecto dosis-respuesta de:  $\alpha$ -chaconina,  $\alpha$ -solanina, mezcla 50:50 de los alcaloides, extracto etanólico de *S. tuberosum* y ácido clorogénico sobre la presión arterial media de ratas Wistar desmeduladas. Cada punto representa el promedio  $\pm$  ems, \* $p < 0,05$  con respecto al control ( $n=30$ ).



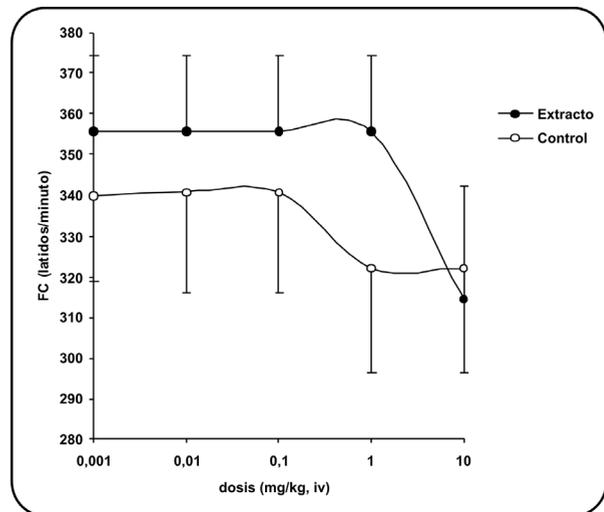
**Figura 2.** Efecto dosis-respuesta de:  $\alpha$ -chaconina,  $\alpha$ -solanina, mezcla 50:50 de los alcaloides, extracto etanólico de *S. tuberosum* y ácido clorogénico sobre la frecuencia cardíaca de ratas Wistar desmeduladas. Cada punto representa el promedio  $\pm$  ems ( $n=30$ ).

### Efectos antiadrenérgicos del extracto de *S. tuberosum*

La adición de noradrenalina ( $0,25 \mu\text{g/Kg}$ , IV) a ratas wistar desmeduladas produjo valores promedio de  $153 \pm 2$  mmHg de PAM y  $340 \pm 21$  latidos por minuto de FC ( $n=10$ ). El extracto de *S. tuberosum* ( $1 \mu\text{g/Kg}$ – $10 \text{ mg/Kg}$ , IV) redujo significativamente los valores de PAM con la dosis de  $10 \text{ mg/Kg}$ , IV ( $113 \pm 6$  mmHg, Véase figura 3), más no los valores de FC (Véase figura 4).



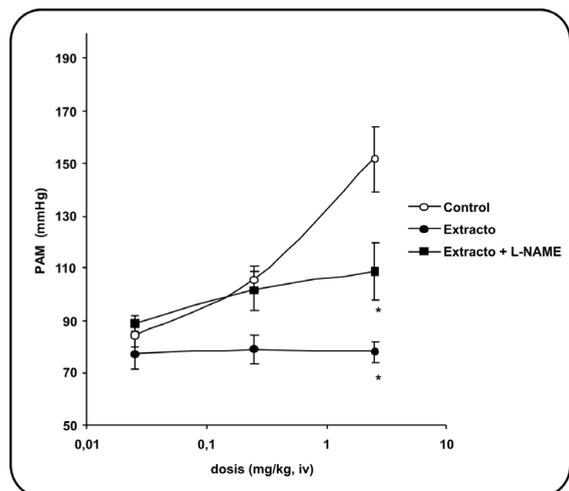
**Figura 3.** Efecto dosis-respuesta del extracto etanólico de *S. tuberosum* sobre la presión arterial media de ratas Wistar desmeduladas estimuladas con noradrenalina ( $0,25 \mu\text{g/Kg}$ , IV). Cada punto representa el promedio  $\pm$  ems, \* $p < 0,05$  con respecto al control ( $n=10$ ).



**Figura 4.** Efecto dosis-respuesta del extracto etanólico de *S. tuberosum* sobre la frecuencia cardíaca de ratas Wistar desmeduladas estimuladas con noradrenalina ( $0,25 \mu\text{g/Kg}$ , IV). Cada punto representa el promedio  $\pm$  ems, ( $n=10$ ).

### Efectos sobre la inhibición del óxido nítrico

La administración acumulativa de noradrenalina (0,025 – 2,5  $\mu\text{g}/\text{Kg}$ , IV) produjo incrementos en función de la dosis tanto de PAM (desde  $85 \pm 5$  hasta  $152 \pm 13$  mmHg) como de FC (desde  $330 \pm 12$  hasta  $374 \pm 20$  latidos por minuto,  $n=10$ ),



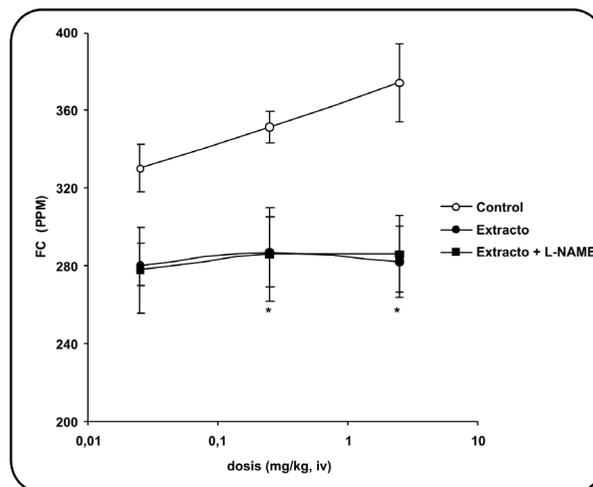
**Figura 5.** Efecto dosis-respuesta de noradrenalina (0,025 – 2,5  $\mu\text{g}/\text{Kg}$ , IV) sobre la presión arterial media de ratas Wistar desmeduladas, en presencia o ausencia del extracto etanólico de *S. tuberosum* (10 mg/Kg, IV) o del extracto de *S. tuberosum* (10 mg/Kg, IV) + L-NAME (10 mg/Kg, IV). Cada punto representa el promedio  $\pm$  ems, \* $p < 0,05$  con respecto al control ( $n=10$ ).

### Discusión

Este estudio muestra que los principales alcaloides de *S. tuberosum*:  $\alpha$ -solanina y  $\alpha$ -chaconina, la mezcla de los mismos (50:50), y el compuesto polifenólico mayoritario de esta especie: el ácido clorogénico, no afectan significativamente ni la presión arterial ni la frecuencia cardíaca de ratas desmeduladas, en tanto que el extracto etanólico total sí ejerce efectos hipotensores. Adicionalmente, el extracto posee efectos antiadrenérgicos que se revierten solo parcialmente cuando se inhibe la producción del óxido nítrico.

Habiendo identificado en estudios previos la actividad hipotensora del extracto de *S. tuberosum* (6), era pertinente plantear que sus glicoalcaloides mayoritarios desempeñaran un papel importante en sus efectos cardiovasculares, bien en forma aislada o bien como resultado de mutuas interacciones sinérgicas, aspecto este último no infrecuente al exami-

respectivamente. El extracto de *S. tuberosum* redujo significativamente estos valores ( $78 \pm 4$  mmHg y  $241 \pm 16$  latidos por minuto) con la dosis máxima utilizada de noradrenalina (2,5  $\mu\text{g}/\text{Kg}$ ). La adición de L-NAME, revirtió parcialmente los efectos sobre la PAM ( $109 \pm 11$  mmHg) mas no sobre la FC (Véase figuras 5 y 6).



**Figura 6.** Efecto dosis-respuesta de noradrenalina (0,025 – 2,5  $\mu\text{g}/\text{Kg}$ , IV) sobre la frecuencia cardíaca de ratas Wistar desmeduladas, en presencia o ausencia del extracto etanólico de *S. tuberosum* (10 mg/Kg, IV) o del extracto de + L-NAME (10 mg/Kg, IV). Cada punto representa el promedio  $\pm$  ems, \* $p < 0,05$  con respecto al control ( $n=10$ ).

nar el efecto farmacológico de especies nativas. Sin embargo, a la luz de los resultados de este estudio, se hace necesario replantear el papel de  $\alpha$ -chaconina y  $\alpha$ -solanina. La literatura científica menciona que estos alcaloides ejercerían interacciones sinérgicas alelopáticas desempeñando funciones defensivas en la especie (8), propiedades posiblemente vinculadas con sus efectos de tipo antimicrobiano (12), antiviral (13), antifúngico (14), antineoplásico (15), antiparasitario (16), permeabilizante de membranas (17) y colinérgico (18). Tales efectos se observan con concentraciones ubicadas en el rango de 0,1 a 10  $\mu\text{g}/\text{mL}$ , nivel en el que esos glicoalcaloides carecen de efectos cardiovasculares significativos. En consecuencia, cabe descartar que la hipotensión inducida por *S. tuberosum* se deba en parte importante a  $\alpha$ -chaconina o  $\alpha$ -solanina. Se hace necesario, por consiguiente, indagar el papel que cumplirían compuestos presentes en menor proporción, entre

ellos los alcaloides nortropanos calistegina A3 y B2, (19); solanidina, el componente aglicona de chaconina y solanina, y otros compuestos polifenólicos como el ácido caféico (20), en vista de la ausencia de efectos cardiovasculares del ácido clorogénico, el polifenol mayoritario en esta especie.

Independientemente de la consideración en torno de los posibles metabolitos activos de *S. tuberosum*, es claro que esta especie ejerce efectos hipotensores en la preparación de rata desmedulada. Cotejando estos hallazgos con estudios previos que dan cuenta de los efectos de la especie en rata íntegra anestesiada (6), cabría descartar mecanismos centrales, dado que las sustancias que disminuyen la presión arterial vía este tipo de mecanismos, tienden a subir la presión en la rata desmedulada (21).

Además, se debe considerar la posible participación de mecanismos vinculados con el óxido nítrico en los efectos hipotensores de *S. tuberosum*, si se tiene en cuenta que diversos tipos de fármacos antihipertensivos que logran reducir la progresión de la enfermedad ejercen mecanismos que involucran la participación de este importante mediador, entre ellos, inhibidores de la ECA, antagonistas de canales de calcio y antagonistas del receptor  $\beta$  con efectos vasodilatadores (22). En todo caso, los mecanismos hipotensores de *S. tuberosum* difícilmente pueden atribuirse totalmente a la activación de la ruta metabólica del óxido nítrico, dado que los efectos antiadrenérgicos solo se revierten parcialmente en presencia del inhibidor L-NAME. Además, la incapacidad de este mediador para afectar los efectos antitaquicardizantes inducidos por *S. tuberosum* frente a dosis crecientes de noradrenalina, apunta a que esta especie disminuye la presión arterial, vía disminución de la resistencia vascular periférica, planteamiento que se refuerza considerando efectos vasodilatadores en la preparación de aorta aislada, descritos con anterioridad (6). En cualquier caso, aún sería prematuro descartar posibles mecanismos directos sobre el inotropismo cardíaco.

Es interesante anotar que con dosis apenas de 1 mg/Kg ya se observan efectos antihipertensivos inducidos por *S. tuberosum* sobre los valores basales de presión arterial en la rata desmedulada, en tanto que los efectos antinoradrenérgicos solo se establecen a partir de 10 mg/Kg. Por tal razón, aunque los efectos vasodilatadores de *S. tuberosum* podrían deberse a algún mecanismo antagonista de receptores  $\alpha$ , en vista de su capacidad para disminuir la presión arterial inducida por noradrenalina,

es necesario considerar la posible participación de mecanismos no adrenérgicos. Por consiguiente, en estudios posteriores habrá que examinar cuál es el comportamiento de *S. tuberosum* frente a agentes con otro tipo de mecanismos vasoconstrictores, entre ellos angiotensina II (23).

En conclusión, el extracto de *S. tuberosum* ejerce efectos hipotensores en la preparación de rata desmedulada, vinculados en parte con la producción de óxido nítrico, no atribuibles a sus metabolitos mayoritarios: los glicoalcaloides  $\alpha$ -solanina y  $\alpha$ -chaconina, y al compuesto polifenólico ácido clorogénico. Se requieren estudios adicionales orientados a identificar los compuestos responsables de la actividad hipotensora y precisar sus mecanismos de acción.

## AGRADECIMIENTOS

Al proyecto 8003159 de la División de Investigación, Vicerrectoría de Investigación, Universidad Nacional de Colombia.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Bautista LE, Vera LM, Villamil L, Silva SM, Peña IM, Luna LV. Factores de riesgo asociados con la prevalencia de hipertensión arterial en adultos de Bucaramanga, Colombia. *Salud Pública Méx.* 2002; 44 (5): 399-405.
2. Ministerio de Protección Social, Instituto Nacional de Salud, Organización Panamericana de la Salud. Situación de salud en Colombia. Indicadores básicos de Salud. Bogotá: 2002.
3. Moser M. Are lifestyle interventions in the management of hypertension effective? How long should you wait before starting specific medical therapy? An ongoing debate. *J Clin Hypertens.* 2005; 7 (6): 324-326.
4. Newman DJ, Cragg GM, Snader KM. Natural products as sources of new drugs over the period 1981-2002. *J Nat Prod.* 2003; 66 (7): 1022-1037.
5. García Barriga H. Flora Medicinal de Colombia. Tomo II. Bogotá: Tercer Mundo; 1992; pp. 84-91.
6. Guerrero MF, Carrón R, Martín ML. Identificación de la actividad hipotensora del extracto etanólico de *Solanum tuberosum* en ratas. *Revista Colombiana de Ciencias Químico-Farmacéuticas.* 2003; 32 (1): 30-36.
7. Buitrago DM, Ramos G, Rincón J, Guerrero MF. Actividad antiagregante del extracto etanólico de *Solanum tuberosum* en plaquetas humanas. *Vitae.* 2007; 14 (1): 49-54.
8. Friedman M. Analysis of biologically active compounds in potatoes (*Solanum tuberosum*), tomatoes (*Lycopersicon esculentum*), and jimson weed (*Datura stramonium*) seeds. *J Chromatogr A.* 2004; 1054 (1-2): 143-155.
9. Guerrero MF. Elementos para la evaluación eficaz de productos naturales con posibles efectos antihipertensivos. [En Prensa] *Biomédica.* 2009; 29(4).
10. Izzo JL. Prehypertension: demographics, pathophysiology, and treatment. *Curr Hypertens Rep.* 2007; 9 (4): 264-268.
11. Mason RP, Kubant R, Jacob RF, Walter MF, Boychuk B, Malinski T. Effect of nebivolol on endothelial nitric oxide and peroxynitrite release in hypertensive animals: Role of antioxidant activity. *J Cardiovasc Pharmacol.* 2006; 48 (1): 862-869.

12. Gubarev MI, Enioutina EY, Taylor JL, Visic DM, Daynes RA. Plant-derived glycoalkaloids protect mice against lethal infection with *Salmonella typhimurium*. *Phytother Res.* 1998; 12 (2): 79-88.
13. Thorne HV, Clarke GF, Skuce R. The inactivation of herpes simplex virus by some Solanaceae glycoalkaloids. *Antiviral Res.* 1985; 5 (6): 335.
14. Lacey LA. The effect of selected allelochemicals on germination of conidia and blastospores and mycelial growth of the entomopathogenic fungus, *Paeecilomyces fumosoroseus* (Deuteromycotina: Hyphomycetes). *Mycopathologia.* 1998; 142 (1): 17-25.
15. Friedman M, Lee KR, Kim HJ, Lee IS, Kozukue N. Anticarcinogenic effects of glycoalkaloids from potatoes against human cervical, liver, lymphoma, and stomach cancer cells. *J Agric Food Chem.* 2005; 53 (15): 6162-6169.
16. Chataing B, Concepción JL, Lobatón R, Usubillaga A. Inhibition of *Trypanosoma cruzi* growth in vitro by *Solanum alkaloids*: a comparison with ketoconazole. *Planta Med.* 1998; 64 (1):31-6.
17. Patel B, Schutte R, Sporns P, Doyle J, Jewel L, Fedorak RN. Potato glycoalkaloids adversely affect intestinal permeability and aggravate inflammatory bowel disease. *Inflamm Bowel Dis.* 2002; 8 (5): 340-346.
18. McGehee DS, Krasowski MD, Fung DL, Wilson B, Gronert GA, Moss J. Cholinesterase inhibition by potato glycoalkaloids slows mivacurium metabolism. *Anesthesiology.* 2000; 93 (2): 510-519.
19. Friedman M, Roitman JN, Kozukue N. Glycoalkaloid and calystegine contents of eight potato cultivars. *J Agric Food Chem.* 2003; 51 (10): 2964-2973.
20. Friedman M. Potato glycoalkaloids and metabolites: roles in the plant and in the diet. *J Agric Food Chem.* 2006; 54(23): 8655-8681.
21. Dabir'e H, Richer C. Implication of the central nervous system in the systemic and regional hemodynamics of two centrally acting hypotensive drugs, flesinoxan and clonidine, in the rat. *J Cardiovasc Pharmacol.* 1991; 18 (4): 605-613.
22. Mason RP. Nitric oxide mechanisms in the pathogenesis of global risk. *J Clin Hypertens (Greenwich)* 2006; 8 Suppl 2: 31-38.
23. Balt JC, Mathy MJ, Pfaffendorf M, van Zwieten PA: Inhibition of angiotensin II-induced facilitation of sympathetic neurotransmission in the pithed rat: a comparison between losartan, irbesartan, telmisartan, and captopril. *J Hypertens.* 2001; 19: 465-473.

## UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA

# LABORATORIO DE ANÁLISIS SENSORIAL DE ALIMENTOS

Nuestra función está orientada al apoyo en el control de calidad de las características sensoriales: apariencia, color, olor, sabor, textura y calidad general, de alimentos y productos alimenticios que realiza un grupo de jueces entrenados a través de un proceso de formación permanente que tiene como objetivo mantener la agudeza de la sensibilidad de los sensores gustativo, olfativo y táctil de acuerdo a las Normas Técnicas Colombianas para el Análisis Sensorial.

Disponemos de instalaciones modernizadas en el año 2008 para el control de calidad sensorial de los alimentos de acuerdo a la NTC 3884: Sala de cata para entrenamiento de paneles, sala de reuniones. Además contamos con un grupo de jueces entrenados y personal de apoyo calificado.



### Servicios que ofrece el laboratorio:

- Pruebas Discriminativas: Dúo trío, comparación pareada, ordenamiento.
- Pruebas Descriptivas: Perfil sensorial por aproximación multidimensional, perfil de textura
- Pruebas con consumidores: Aceptación, par preferencia y ordenación preferencia.
- Elaboración de Ficha técnica sensorial
- Validación de la información sensorial a través de prácticas Interlaboratorios.
- Estudios de vida útil de alimentos: Con el apoyo de los Laboratorios de Microbiología y Físicoquímico de la Facultad Nacional de Salud Pública de la Universidad de Antioquia.
- Elaboración de la Etiqueta Nutricional: De acuerdo a la Resolución 288 de 2008.
- Capacitación en formación de jueces y entrenamiento en análisis sensorial en las industrias de alimentos.
- Apoya grupos interdisciplinarios de investigación en el componente sensorial.
- Brinda asesorías para la conformación de panel sensorial en la industria de alimentos.

Algunos de los usuarios de los servicios del laboratorio son: MIMOS S.A, TECNIAGRO S.A, INDUSTRIAS ALIMENTICIAS NOEL, ZENU, INDUSTRIAS POSTOBÓN, TORTAS Y TORTAS, PRODUCTOS RICOS Y DELICIOSOS, LÁCTEOS PURACE, PLASDECOL, CONDIMENTOS TRIGUISAR DE COLOMBIA, FRIESLAND DE COLOMBIA, PRODUCTOS ROMA, ALIMENTOS FRIKO S.A, LABORATORIO ECAR, ANDERCOL S.A, APOLO, FRUGAL, ALIAZA TEAM, COLANTA, BIOESENCIAL COLOMBIA, TECNAS, NACIONAL DE CHOCOLATES, COLANTA, entre otros.

Carrera 75 No. 65-87 Bloque 44 aula 209 Teléfono: 219 92 33 Fax: 230 50 07  
Medellín - Colombia  
labsensorial@pijaos.udea.edu.co - extfacqf@farmacia.udea.edu.co