

## **CAPACIDAD ANTIOXIDANTE Y GRADO DE INTERACCIÓN ENTRE PULPAS DE VARIAS FRUTAS**

Mariam Sardiñas<sup>1\*</sup>, José L. Rodríguez<sup>1</sup> y Eyllin Herrera<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Instituto de Investigaciones para la Industria Alimenticia. Carretera al Guatao km 3½, La Habana, C.P. 19200, Cuba.

<sup>2</sup>Instituto de Farmacia y Alimentos, Universidad de La Habana. La Habana, Cuba

E-mail: msvaldes@iiaa.edu.cu

### **RESUMEN**

Esta investigación tuvo como objetivo el estudio de las posibles interacciones en combinaciones binarias entre las pulpas de fruta bomba, guayaba y mango en las proporciones 25-75, 50-50 y 75-25 %. Se utilizaron dos procedimientos experimentales diferentes en cuanto a la formación de la mezcla. Se determinó la capacidad antioxidante de cada pulpa, así como de las mezclas en las proporciones mencionadas, mediante los ensayos FRAP y ABTS. Se comprobó que el tipo de interacción depende del procedimiento experimental seleccionado y del método para medir la capacidad antioxidante, respecto a las mezclas analizadas. En la de fruta bomba-guayaba predominaron las interacciones del tipo sinergia, resultado para ser tomado en cuenta en el desarrollo de productos funcionales.

**Palabras clave:** capacidad antioxidante, pulpas de frutas.

### **ABSTRACT**

#### **Antioxidant capacity and interaction degree among different fruit pulps**

The aim of this research was to study the possible interactions in binary combinations among the pulps of papaya, guava and mango in the proportions 25-75, 50-50 and 75-25%. Two different experimental procedures for the formation of the mixture were used.

Antioxidant capacity of each pulp was determined, as well as mixtures in the proportions selected, by the FRAP and ABTS assays. The type of interaction depends on the selected experimental procedure and the method for measuring antioxidant capacity, with respect to the analyzed mixtures. In papaya guava mixture dominated synergy interactions, result to be taken into account in the development of functional products.

**Keywords:** antioxidant activity, fruits pulps.

### **INTRODUCCIÓN**

La necesidad de disminuir la morbilidad y mortalidad por enfermedades crónicas y degenerativas, ha traído como consecuencia cambios en el propio concepto de nutrición, en donde ya no se tiene en cuenta sólo el contenido calórico y los nutrientes de la dieta, sino también otros constituyentes de los alimentos que tradicionalmente no han sido considerados nutrientes. No obstante, la investigación científica los señala como esenciales para la prevención de estas enfermedades, tal es el caso de los antioxidantes (1).

En los últimos años se ha demostrado que una dieta rica en polifenoles vegetales puede mejorar la salud y disminuir la incidencia de enfermedades cardiovasculares (2, 3).

---

\***Mariam Sardiñas Valdés:** Licenciada en Ciencias Alimentarias (Universidad de La Habana, 2015). Es reserva científica en la planta de Lácteos del IIIA. Sus principales líneas de trabajo son desarrollo y durabilidad de helados, tecnologías de elaboración de productos lácteos, evaluación sensorial y actualización del sistema de gestión de la calidad del proceso productivo de crema helada Aurora en la planta de leche del IIIA.

La medición de los antioxidantes individuales por separado no permite conocer con certeza la capacidad antioxidante total de una preparación, un compuesto o un fluido biológico, por los efectos sinérgicos o antagónicos que puedan establecerse entre los antioxidantes presentes (4).

Por otra parte, son escasas las investigaciones relacionadas con el tema de las interacciones entre los antioxidantes, a pesar de existir consenso entre buena parte de los investigadores de admitir su existencia, y no se encontró ningún artículo referido a las pulpas de frutas. Por esta razón, el presente estudio tuvo como objetivo investigar las posibles interacciones antioxidantes entre las mezclas binarias de las pulpas de fruta bomba, guayaba y mango.

## MATERIALES Y MÉTODOS

La extracción de los compuestos antioxidantes se realizó de la manera siguiente: en un tubo de centrífuga de 50 mL de capacidad se pesaron 5 g de la muestra, a continuación se añadieron 20 mL de etanol-agua (50 %) y se realizó la extracción en el homogenizador Ultra Turrax T21 a  $10\,000\text{ min}^{-1}$  durante 90 s. Entonces se centrifugó durante 15 min a  $3\,000\text{ min}^{-1}$ . El sobrenadante se trasvasó a un volumétrico de 50 mL, repitiendo este procedimiento de extracción con 20 mL de la mezcla etanol-agua. El nuevo extracto se combinó en el volumétrico y se enrasó con la mezcla de etanol-agua al 50 %. Las extracciones se realizaron por duplicado al igual que el análisis de cada extracto.

El estudio se llevó a cabo por dos procedimientos diferentes: Metodología 1: Consistió en la extracción de las pulpas individuales y también las combinaciones en las tres proporciones planteadas y posterior análisis de la capacidad antioxidante de los extractos obtenidos. Metodología 2: Se siguió un procedimiento propuesto (5), el cual se diferencia de la metodología 1 en que solo se obtienen los extractos de las pulpas individuales y después se combinan entre sí, según las proporciones planteadas, para su posterior análisis de la capacidad antioxidante, esto es, no se realiza la extracción de las combinaciones.

La determinación de la capacidad antioxidante se realizó mediante el ensayo FRAP (6) tomando como tiempo final 30 min (7) y el ensayo de decoloración del ABTS (8).

Para la metodología 1, la capacidad antioxidante esperada o teórica de la mezcla se calculó a partir de las capacidades antioxidantes individuales y de las masas empleadas en la preparación de la mezcla mediante la siguiente ecuación:

$$\text{Caox esperada} = [(\text{Caox}_1 \times \text{masa 1}) + (\text{Caox}_2 \times \text{masa 2})] / (\text{masa 1} + \text{masa 2})$$

Donde:  $\text{Caox}_1$  y  $\text{Caox}_2$  corresponden a las capacidades antioxidantes de las pulpas individuales 1 y 2, masa 1 y masa 2 corresponden a las masas de las pulpas 1 y 2 en la mezcla.

Para la metodología 2, la capacidad antioxidante esperada o teórica de la mezcla se calculó a partir de las capacidades antioxidantes individuales y de los volúmenes de extractos usados para la preparación de la mezcla mediante la siguiente ecuación:

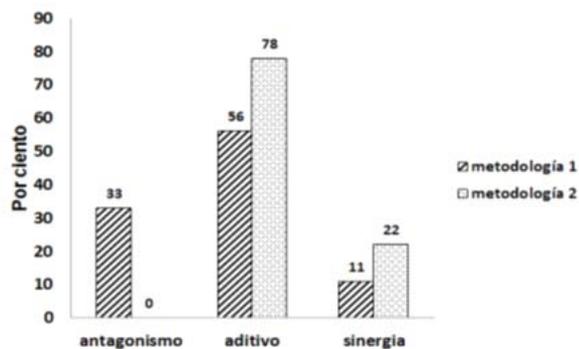
$$\text{Caox esperada} = [(\text{Caox}_1 \times \text{volumen 1}) + (\text{Caox}_2 \times \text{volumen 2})] / (\text{volumen 1} + \text{volumen 2})$$

Donde:  $\text{Caox}_1$  y  $\text{Caox}_2$  corresponden a las capacidades antioxidantes de las pulpas individuales 1 y 2, volumen 1 y volumen 2 corresponden a los volúmenes de los extractos de las pulpas 1 y 2 en la mezcla.

Para investigar si la capacidad antioxidante observada de la mezcla puede ser predicha a partir de la suma de los componentes o no, se procedió a comparar estadísticamente la capacidad antioxidante esperada con la capacidad antioxidante observada mediante la *t* de Student. Diferencias entre medias para  $p \leq 0,05$  se consideraron significativas.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

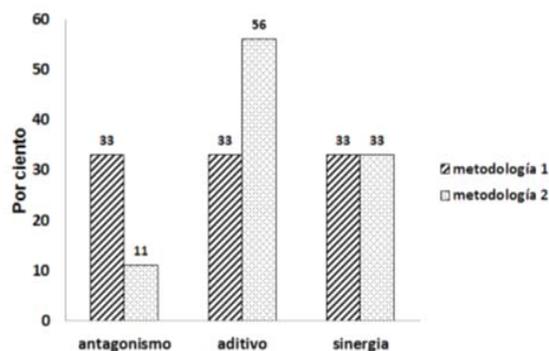
Las Fig. 1 y 2 resumen los resultados (expresados en porcentaje) de las interacciones observadas en el total de ensayos realizados (nueve; tres combinaciones binarias de pulpas, cada una con tres proporciones de mezclas). Al analizar ambas figuras se observan diferencias en cuanto a los resultados de las interacciones según la metodología empleada. Con la metodología 1 se ponen de manifiesto más casos de interacción (antagonismo-sinergia) que con la metodología 2, por tanto, se puede afirmar que el procedimiento experimental influye en los efectos observados.



**Fig. 1. Interacciones antioxidantes exhibidas por las mezclas de pulpas en las proporciones estudiadas empleando el ensayo FRAP.**

En la Fig. 3, correspondiente a la combinación fruta bomba-mango analizada por la metodología 1, se observa la existencia de interacciones por el método FRAP y que depende de la proporción en que se encuentre el mango en la mezcla, en este caso, cantidades a partir del 50 %; sin embargo, por el método ABTS no se observó interacción. La interacción observada por el método FRAP es del tipo antagonista, la cual no es conveniente. Esta situación de variar el tipo de interacción según el ensayo de capacidad antioxidante empleado, también fue advertido en las restantes combinaciones de pulpas y es un reflejo de la naturaleza compleja de la influencia recíproca entre los componentes según el principio químico con que se esté evaluando.

La Fig. 4 muestra los resultados del estudio por la metodología 2, donde se aprecia que no hay interacciones por el método FRAP; en cambio, por el método ABTS solamente se observó sinergia en la combinación 75-25, es decir, al disminuir la proporción de fruta bomba no ocurre interacción.

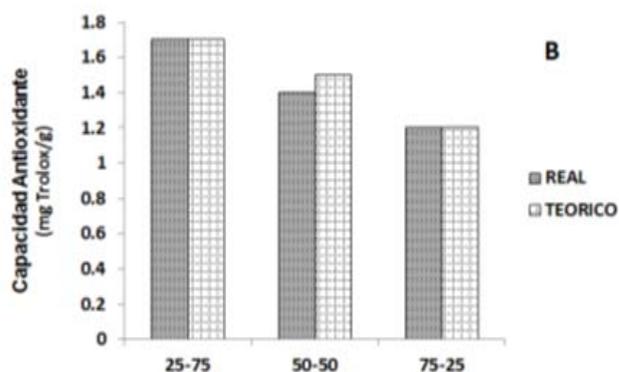
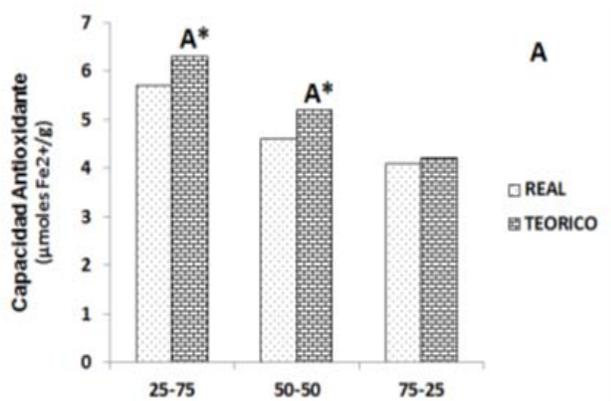


**Fig. 2. Interacciones antioxidantes exhibidas por las mezclas de pulpas en las proporciones estudiadas empleando el ensayo ABTS.**

Al comparar los resultados mostrados en ambas figuras se evidencia la influencia de la metodología, como ya se comentó anteriormente en el estudio de las interacciones. Mientras con la metodología 1 se aprecia que la mezcla fruta bomba-mango por el método ABTS el efecto que exhibe es aditivo, con la metodología 2 ocurre lo contrario.

La Fig. 5 expone los resultados obtenidos con la mezcla fruta bomba-guayaba según la metodología 1; con el ensayo FRAP no ocurrió ninguna interacción, por el contrario, se observó sinergia en todas las proporciones al realizar el ensayo ABTS.

La Fig. 6, que presenta los datos por la metodología 2, muestra que por ambos métodos se manifiesta interacción no aditiva. En el ensayo FRAP se observó sinergia y esta depende de la proporción de guayaba, específicamente  $\geq 50\%$  en la mezcla.



**Fig. 3. Comparación entre el valor esperado (teórico) y el valor observado (real) de la actividad antioxidante de la mezcla de fruta bomba-mango por la metodología 1. A: ensayo FRAP y B: ensayo ABTS. S\* interacción significativa tipo sinergia; A\* interacción significativa tipo antagonismo.**

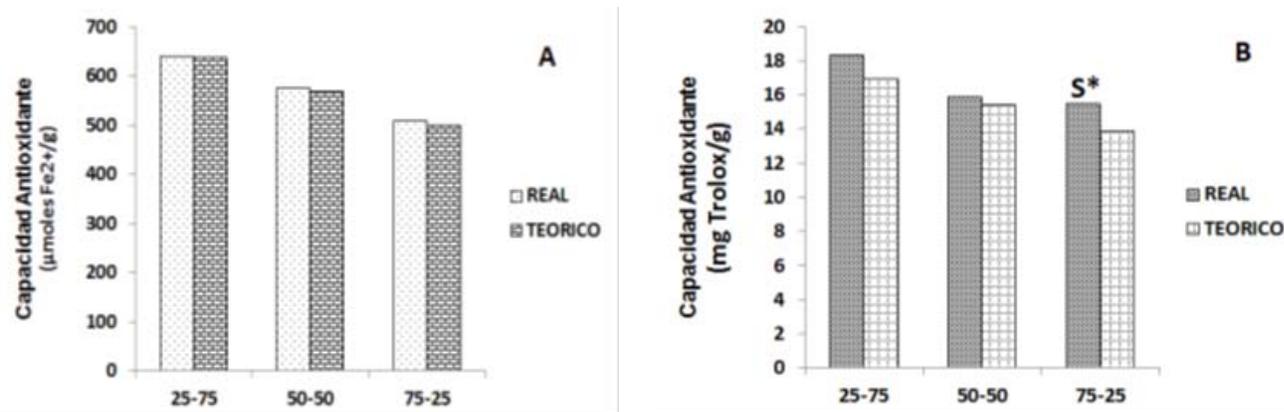


Fig. 4. Comparación entre el valor esperado (teórico) y el valor observado (real) de la actividad antioxidante de la mezcla de fruta bomba-mango por la metodología 2. A: ensayo FRAP y B: ensayo ABTS. S\* interacción significativa tipo sinergia; A\* interacción significativa tipo antagonismo.

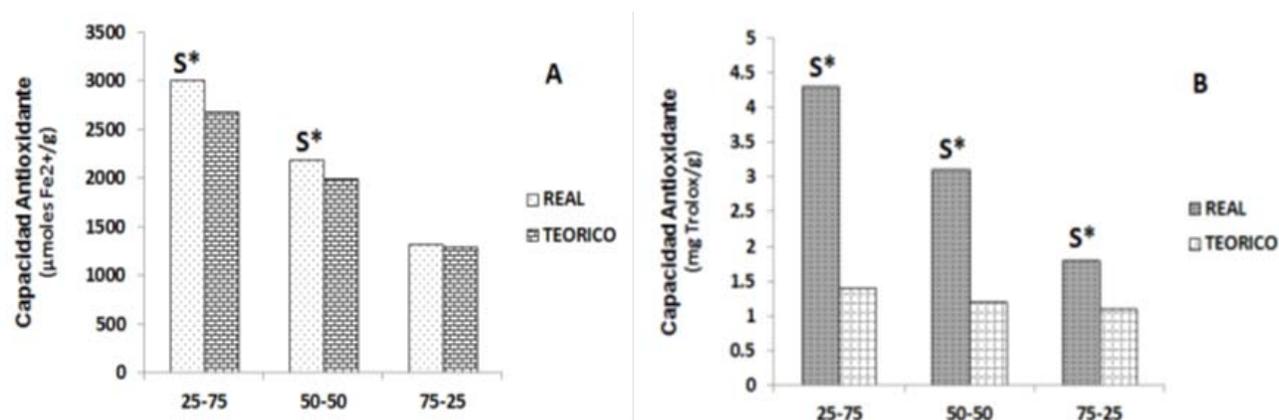


Fig. 5. Comparación entre el valor esperado (teórico) y el valor observado (real) de la actividad antioxidante de la mezcla de fruta bomba-guayaba por la metodología 1. A: ensayo FRAP y B: ensayo ABTS. S\* interacción significativa tipo sinergia; A\* interacción significativa tipo antagonismo.

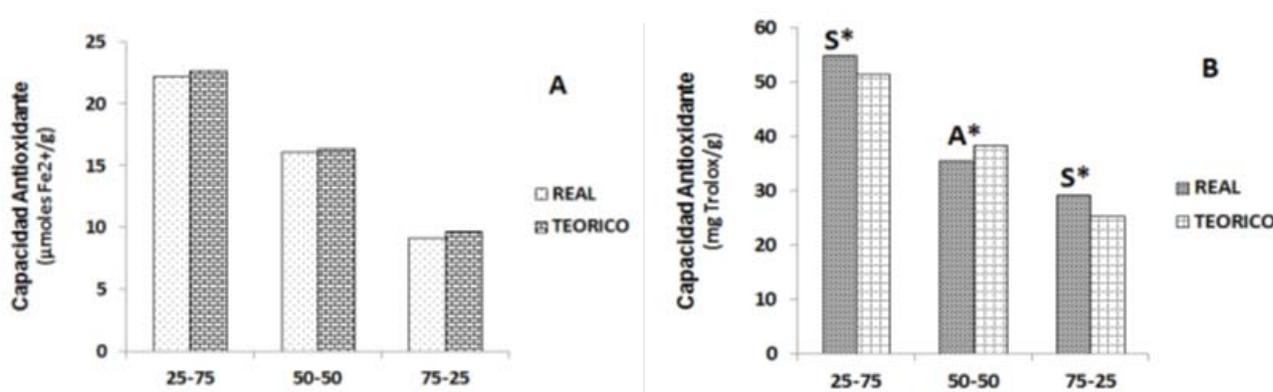


Fig. 6. Comparación entre el valor esperado (teórico) y el valor observado (real) de la actividad antioxidante de la mezcla de fruta bomba-guayaba por la metodología 2. A: ensayo FRAP y B: ensayo ABTS. S\* interacción significativa tipo sinergia; A\* interacción significativa tipo antagonismo.

Por otra parte, el ensayo ABTS mostró interacción en las tres proporciones evidenciando antagonismo solo en la de 50-50 y sinergia hacia los extremos.

Las Fig. 7 y 8 muestran los resultados obtenidos por ambas metodologías con respecto a la mezcla mango-guayaba. En la Fig. 7, que concierne a la metodología 1, se aprecia la existencia de interacciones por ambos métodos de capacidad antioxidante, evidenciándose el antagonismo con los dos ensayos analíticos. En cambio, el efecto observado fue el aditivo al realizar el estudio mediante la metodología 2 (Fig. 8). En resumen, de las combinaciones de pulpas estudiadas sobresale la de fruta bomba-guayaba, ya que primó el efecto tipo sinergia, incluso por ambos procedimientos experimentales, lo que permite proponerla como mezcla con potencialidad para el desarrollo de una bebida funcional.

Con relación a las diferencias de los resultados de las interacciones según el procedimiento analítico empleado, una posible explicación a este fenómeno de interacción desigual puede estar relacionada con que mientras la metodología 1 aquí ensayada, además de realizar las extracciones individuales de las pulpas, también se llevaron a cabo las mezclas de las pulpas y su posterior extracción, por lo que todos los fitoquímicos presentes en cada una podrían interactuar previamente a la extracción, no sucediendo esto último con la metodología 2 experimentada (5), ya que solo los compuestos afines con el etanol al 50 % son los que contribuirían a la interacción. No obstante, el fenómeno es complejo dado el desconocimiento del mecanismo que lo rige, el cual pudiera ser diferente en dependencia del método seleccionado para estimar la capacidad antioxidante, lo que ha sido registrado en este estudio.

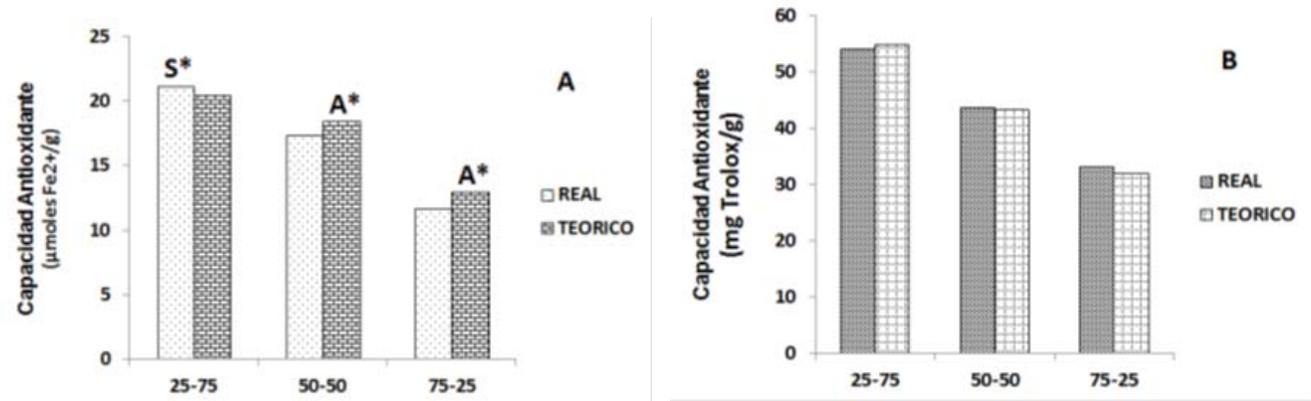


Fig. 7. Comparación entre el valor esperado teórico) y el valor observado (real) de la actividad antioxidante de la mezcla de mango-guayaba por la metodología 1. A: ensayo FRAP y B: ensayo ABTS. S\* interacción significativa tipo sinergia; A\* interacción significativa tipo antagonismo.

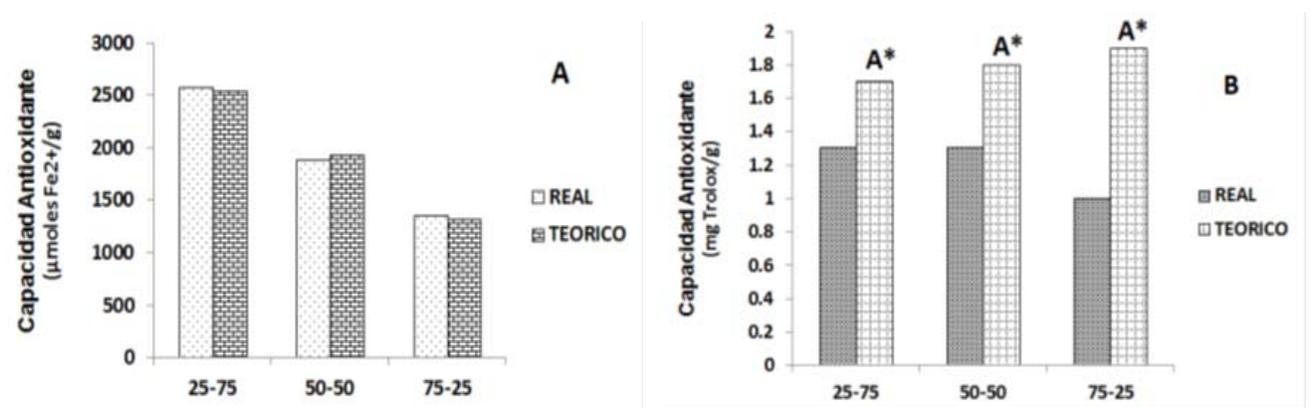


Fig. 8. Comparación entre el valor esperado (teórico) y el valor observado (real) de la actividad antioxidante de la mezcla de mango-guayaba por la metodología 2. A: ensayo FRAP y B: ensayo ABTS. S\* interacción significativa tipo sinergia; A\* interacción significativa tipo antagonismo.

Finalmente, de acuerdo con los resultados de esta investigación, es decir, la presencia de todo tipo de interacción, la combinación de alimentos no garantiza que la capacidad antioxidante sea igual al valor esperado (efecto aditivo), la misma pudiera incrementarse (sinergia) o disminuir (antagonismo), esto implicaría que las interacciones alimento-alimento pueden desempeñar un papel importante en la capacidad antioxidante final, propiedad que debe ser tomada en consideración en los estudios sobre los efectos biológicos de los antioxidantes.

## CONCLUSIONES

Se comprobó que el procedimiento experimental adoptado para realizar el estudio de las interacciones influye notablemente en los resultados obtenidos. De igual modo sucede con el método de capacidad antioxidante seleccionado. Se observó la existencia de efectos aditivos, sinérgicos y antagónicos, y que estos dependen, no solo de la naturaleza de la combinación de pulpas, sino además de las proporciones en que se encuentran en la mezcla. De las tres combinaciones estudiadas, la de fruta bomba-guayaba es la que sobresale, porque predominan las interacciones del tipo sinergia, de gran interés para el desarrollo de productos funcionales.

## REFERENCIAS

1. Saura-Calixto, F. D. y Goñi, I. A.N.S. Alimentación, Nutrición y Salud (4):132-149. 2005.
2. Schroeter, H.; Heiss, C.; Balzer, J.; Kleinbongard, P.; Keen, C. L.; Hollenberg, N. K.; Sies, H.; Kwik-Urbe, C.; Schmitz, H. H. y Kelm, M. USA. 103:1024-1029, 2006.
3. Pérez-Vizcaino, F.; Duarte, J.; Jiménez, R.; Santos-Buelga, C. y Osuna, A. Pharmacol. Rep. 61:67-75, 2009.
4. Ghiselli, A.; Serafini, M.; Maiani, G.; Azzini, E. y Ferro-Luzzi, A. Free Radic Biol Med. 18(1):29-36, 1995.
5. Wang, S.; Meckling, K.A.; Marcone, M. F.; Kakuda, Y. y Tsao R. J. Agric. Food Chem. 59:960-968, 2011.
6. Benzie, I. F. F. y Strain, J. J. Anal. Biochem. 239:70-76, 1996.
7. Pulido, R.; Bravo, L. y Saura-Calixto, F. J. Agric. Food Chem. 48:3396-3402, 2000.
8. Re, R.; Pellegrini, N.; Proteggente, A.; Pannala, A.; Yang, M. y Rice-Evans, C. Free. Rad. Biol. Med. 26:1231-1237, 1999.