

## Evaluación de la eficacia de antioxidantes de Isaño (*Tropaeolum tuberosum* Ruiz&Pavón) en la oxidación de aceite de soya

### Evaluation of the Effectiveness of antioxidants Isaño (*Tropaeolum tuberosum* Ruiz & Pavon) in the oxidation of soybean oil

<sup>1</sup>Marienela Calsin Cutimbo, <sup>1</sup>Juan Marcos Aro Aro, <sup>2</sup>Zulli Lisbeth Tipacti Vivanco

<sup>1</sup>Departamento de Agroindustrias, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional del Altiplano, Av. Ejército 329, Casilla 241, Puno, Perú.

<sup>2</sup>Departamento de Ingeniería de Alimentos, Universidad Nacional del Callao, Lima, Perú.

<sup>1</sup>Autor para correspondencia: [jmaro@unap.pe](mailto:jmaro@unap.pe)

#### INFORMACIÓN DEL ARTÍCULO

Artículo recibido 30-03-2016  
Artículo aceptado 20-06-2016  
Online: 25-06-2016

#### PALABRAS CLAVES:

Antioxidantes  
Isaño  
Oxidación  
Aceite

#### ARTICLE INFO

Article received 30-03-2016  
Article accepted 20-06-2016  
Online: 25-06-2016

#### KEY WORDS:

Antioxidant  
Isaño  
Oxidation  
Oil

#### RESUMEN

Se cuantificó los compuestos fenólicos y capacidad antioxidantes del extracto antioxidante de isaño. Luego se evaluó la eficacia del extractos antioxidante de isaño añadiendo concentraciones de compuestos fenólicos a 100, 300 y 600 ppm en muestras de aceite, las muestras se almacenaron durante 15 días a 55°C, en las mismas condiciones se evaluó un antioxidante sintético (BHT) y una muestra sin antioxidante. Las muestras fueron analizadas a los 0, 7 y 15 días el índice de peróxido y la capacidad antioxidante en las muestras de aceite de soya. Los resultados mostraron mayor eficacia de los extractos antioxidantes de isaño a 100, 300 y 600 ppm en comparación al BHT y muestra sin antioxidante en la oxidación de aceite de soya. Presentando mayor efecto protector los genotipos ARB 5241 y ARV 5366 a concentración de 300 ppm.

#### ABSTRACT

Phenolics and antioxidant capacity of the antioxidant extract isaño quantitated. the effectiveness of the antioxidant extracts isaño adding concentrations of phenolic compounds 100, 300 and 600 ppm in oil samples was then evaluated, the samples were stored for 15 days at 55 ° C, under the same conditions a synthetic antioxidant (BHT) was evaluated and a sample without antioxidant. The samples were analyzed at 0, 7 and 15 days peroxide content and antioxidant capacity in soybean oil samples. The results showed greater efficacy of antioxidant extracts isaño 100, 300 and 600 ppm and compared to sample without antioxidant BHT in soy oil oxidation. Introducing greater protective effect ARBs 5241 and 5366 genotypes ARV concentration of 300 ppm

#### INTRODUCCIÓN

Las grasas, aceites y los alimentos con base lipídica se deterioran al sufrir diversas reacciones de degradación, tanto por calentamiento como durante su almacenamiento prolongado. Los principales procesos de deterioro son las reacciones de oxidación y de descomposición de los productos de la oxidación provocando una disminución del valor nutricional y calidad. Para retardar este tipo de reacciones se utilizan varios métodos que impiden el acceso del oxígeno, entre ellos el uso de aditivos específicos que inhiben la reacción a la que se les denomina antioxidantes. El mecanismo de acción más

importante de los antioxidantes consiste en su reacción con radicales libres lipídicos que conlleva a la formación de productos inactivos (Pokorny, Yanishlieva and Gordon, 2005).

Una gran parte de los antioxidantes empleados en la industria son de carácter sintético los cuales resultan eficaces y económicos, pero, desde el punto de vista de la seguridad alimentaria están sujetos a constantes cuestionamientos y restricciones dado a que se ha reportado que serían carcinogénicos (Ito, Fukushima and Tsuda, 1996) esto conlleva a un creciente interés por la búsqueda y empleo de antioxidantes naturales. Sin embargo es difícil de poder definir a los

antioxidantes naturales. Las plantas producen una variedad de antioxidantes contra daño molecular de especies reactivas y ciertos productos naturales podrían desempeñar un papel preventivo debido a sus características antioxidantes (Assimopoulou, Boskou and Papageorgiou, 2004). La mayor cantidad de compuestos antioxidantes son compuestos fenólicos y su eficacia depende de la reacción del hidrogeno fenólico con los radicales libres, de la estabilidad de los radicales antioxidantes formados durante la reacción con los radicales libres y de las sustituciones químicas presentes en su estructura básica (Pokorny, Yanishlieva and Gordon, 2005).

El isaño (*Tropaeolum tuberosum Ruiz & Pavón*), es un tubérculo andino, probablemente el cuarto cultivo de mayor importancia de la región después de la papa, olluco y oca. Su consumo se debe principalmente a la provisión de carbohidratos como fuente de energía. Sin embargo Grau *et al.* (2003) menciona que el tubérculo contiene isotiocianatos, presentes como glucosinolatos, los cuales les confiere un sabor picante. También presentan un alto contenido de compuestos antioxidantes, como fenólicos, antocianinas, carotenoides y capacidad antioxidante comparados a otros tubérculos andinos (papa, olluco, oca). Los fitoquímicos responsables de la capacidad antioxidante están relacionados con los compuestos fenólicos y carotenoides (Campos *et al.* 2006).

El objetivo de este trabajo es obtener extractos antioxidantes de isaño y evaluar su eficacia en diferentes concentraciones en la oxidación de aceite de soya refinado durante almacenamiento acelerado.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Extracción del antioxidante de Isaño

La extracción se realizó de tres genotipos de mashua liofilizada (ARB 5241, DP 0224, ARV 5366) que fueron proporcionados por el Centro Internacional de la papa (CIP)-Perú. Las muestras recepcionadas fueron lavadas, congeladas y liofilizadas. Luego se procedió a utilizar el proceso de extracción optimizado por Chirinos *et al.* (2007). Para la preparación de los extractos se pesaron 50 g. de muestra y se colocó en un matraz de 5000 mL de capacidad, luego se le añadió 3000 mL de una mezcla de solventes de metanol: acetona: agua (en relación 45: 45: 10, v/v/v), el conjunto se dejó agitando constantemente durante 60 minutos a temperatura ambiente (aprox. 25°C), se centrifugó las muestras a 4000 rpm x 10 minutos, separando el sobrenadante (S1) de la torta. Se realizó una segunda extracción, la

torta se colocó en el matraz de 5000 mL de capacidad, donde se añadió 1500 mL de la mezcla de solventes, el conjunto se dejó agitando constantemente durante 15 minutos a temperatura ambiente (aprox. 25°C), se centrifugó las muestras a 4000 rpm x 10 minutos, separando el sobrenadante (S2) de la torta. Los sobrenadantes (S1) y (S2) se juntaron y fueron concentrados al vacío ( $\leq 40^\circ\text{C}$ ) y luego fueron resuspendidos en etanol.

### Experimento

Se evaluó la eficacia de antioxidantes de isaño en concentraciones de 100, 300 y 500 ppm y 200 ppm de BHT en la oxidación del aceite de soya sometido a pruebas de almacenamiento acelerado. Cada concentración de antioxidante se agregó a 100 mL de aceite de soya, se homogenizaron por 3 minutos, luego se vertió 10 mL de aceite en botellitas de color ámbar de 30 cc. de capacidad y fueron almacenadas en estufa con recirculación de aire a 55°C. Se tomaron muestras a los 0, 5 y 15 días de almacenamiento. Paralelamente se evaluó una muestra en blanco al que no se adicionó ningún antioxidante al aceite. Durante la evaluación de la eficacia de los extractos antioxidantes del isaño en la oxidación del aceite de soya refinado se evaluó el índice de peróxido y capacidad antioxidante.

Para evaluar la capacidad antioxidante de las muestras de aceite de soya con antioxidante se realizó una extracción de los antioxidantes de acuerdo con el método descrito por Araujo (1999). Se pesó 2 g de aceite de soya en un tubo de ensayo, se adicionó 3 mL de éter de petróleo y se homogenizó. Se vertió en una pera de decantación de 100 mL, luego se enjuagó el tubo de ensayo con 2 mL de éter de petróleo, seguidamente se adicionó 5 mL de etanol al 80%, se agitó vigorosamente por 1 minuto. Se esperó que se separe en dos fases y se recuperó la fase alcohólica en un frasco, se repitió la extracción dos veces más con etanol al 80%. Las muestras extraídas fueron almacenadas a -18°C con inyección de nitrógeno hasta el momento de realizar el análisis correspondiente.

### Determinación de compuestos fenólicos.

Se utilizó el método espectrofotométrico reportado por Singleton y Rosi (1965), el cual se basa en la cuantificación espectrofotométrica del complejo coloreado formado por la reacción entre los compuestos fenólicos y el reactivo Folin – Cicocalteau. Se determinó la concentración del ácido gálico a 725 nm usando una curva estándar de ácido gálico. Los resultados se expresaron como mg de

ácido gálico/ 100 g en base seca.

### Determinación de la capacidad antioxidante

Se utilizó la metodología reportado por Arnao (2001). El procedimiento fue el siguiente: La solución de ABTS<sup>2+</sup> se preparó diluyendo 78.4 mg y se enraso a 10 mL de agua destilada en una fiola (reactivo A). Por otro lado, también se preparó una solución de persulfato de potasio (reactivo B), para lo cual se peso 26.4 mg y se enraso a 20 mL en una fiola con agua destilada. Ambas soluciones se almacenaran a temperatura ambiente en un frasco oscuro. Luego se preparo la solución madre de ABTS<sup>2+</sup> empleando volúmenes iguales de los reactivos A y B (relación 1:1), se mezclaron bien y se dejaron reposar en oscuridad por 12 horas a temperatura ambiente, antes de ser usada. La solución madre solo servirá para las 4 horas siguientes.

De la solución madre se preparó una solución diluida de ABTS<sup>2+</sup> y se le adicionó 60 mL de etanol al 96%, esta solución debe dar una lectura de absorbancia a 734 nm de  $1,1 \pm 0,02$ , de lo contrario debe corregirse agregando etanol o solución madre, según sea el caso (conservar en un frasco ámbar). Se llevo previamente a cero el espectrofotómetro con etanol. Para proceder a la cuantificación de la capacidad antioxidante se tomo 15 µL de los extractos obtenidos, se adicionó 2850 µL de solución de ABTS<sup>2+</sup> diluida, se agito por 2: 30 minutos ya que en este tiempo se mantiene constante, a temperatura ambiente. Luego se procedió a realizar las lecturas de absorbancia a 734 nm. Las lecturas deben estar comprendidas entre 0.1 y 1.05. Para preparar el blanco se procedió de la misma manera pero se utilizo en lugar de la muestra etanol. La actividad antioxidante se estimo usando una curva estándar teniendo como patrón el Trolox, el cual es una sustancia hidrosoluble análoga de la vitamina E. Los resultados se expresaron en como µmol equivalente de Trolox /g.

### Determinación de índice de peróxido.

Se utilizó el método reportado por la AOAC, (1995). El método permite evaluar la cantidad de oxígeno asociado al grado de oxidación del aceite. En un erlenmeyer de 250 mL se peso 5 gr. de muestra luego se adicionó 30 mL de la mezcla de ácido acético y cloroformo (relación 3:2), se agito por rotación en forma suave hasta conseguir la disolución de la muestra. Luego se agrego 0.5 mL de la solución de yoduro de potasio saturado, se espero exactamente 1 minuto y se añadió 30 mL de agua. Seguidamente se titulo el yodo liberado con tiosulfato de sodio 0.01 N agitando vigorosamente, hasta la casi total

desaparición del amarillo del yodo. Luego se añadió 0.5 mL. de almidón soluble (1%) y se continuo titulando hasta que desaparezca el color azul. Se llevo a cabo una determinación del blanco, solo con los reactivos procediendose de la misma manera. El índice de peróxido se calculo con la ecuación:

$$IP = \frac{(S - B) \times N \times 1000}{m}$$

Donde IP es el Índice de peróxido (meq de Oxígeno activo/Kg de muestra.), S son los mL de S<sub>2</sub>O<sub>3</sub>Na<sub>2</sub> gastado en titular la muestra, B son los mL de S<sub>2</sub>O<sub>3</sub>Na<sub>2</sub> gastado en titular el blanco, N es la normalidad de la disolución de S<sub>2</sub>O<sub>3</sub>Na<sub>2</sub> utilizada y m es el peso de muestra (g)

### El análisis estadístico

Se utilizo un Diseño Completamente al Azar con arreglo factorial, con tres repeticiones, para calcular un promedio parcial de cada determinación realizada en las muestras. De esta manera se obtuvo un promedio total y su variabilidad mediante su desviación estándar. Asimismo se realizó un análisis de varianza con la finalidad de determinar si existe una diferencia significativa entre los extractos antioxidantes y el efecto de los antioxidantes durante el almacenamiento.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La cantidad de compuestos fenólicos de los extractos antioxidantes de los tres genotipos de isaño con su respectiva desviación estándar (Fig 1.). Se muestran en un rango de 311-343 mg de ácido gálico/100 g de mashua fresca, existiendo diferencia significativa ( $p < 0.05$ ) entre los tres genotipos de isaño, presentando mayor contenido el genotipos ARB-5241 seguido del ARV 5366 de coloración morada en la cáscara y amarilla en la pulpa, y menor valor el genotipo DP – 0224 de coloración morada en la cáscara y pulpa. Chirinos, *et al.* 2006 reportan valores de compuestos fenólicos de diferentes genotipos de mashua en un rango de 174.9-374 mg ácido gálico/100 g de mashua fresca similares a los encontrados en los genotipos evaluados. Así mismo Wang y Lin, 2000. Reportaron valores de arándano, zarzamora, frambuesa negra, frambuesa roja y fresa (315, 226, 267, 234 y 103 mg / 100 g de materia fresca) menores a los genotipos de mashua evaluadas en la presente investigación a excepción del arándano.

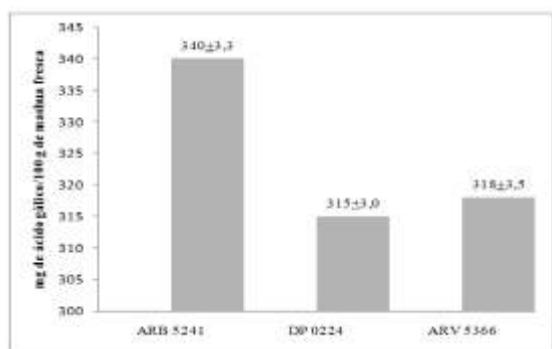


Fig 1. Cantidad de compuestos fenólicos en los tres genotipos de isaño

La capacidad antioxidante de los compuestos fenólicos de los tres genotipos de isaño con su respectiva desviación estándar (Fig 2.). Se muestran en un rango de 35 a 92  $\mu\text{mol}$  equivalente Trolox/g de materia fresca, no existiendo diferencia significativa entre los genotipos. Chirinos *et al.* (2006) reportan valores de capacidad antioxidante de genotipos de isaño en un rango de 16.8 a 45.7  $\mu\text{mol}$  equivalente de Trolox /g de materia fresca, iguales al rango de los genotipos evaluados.

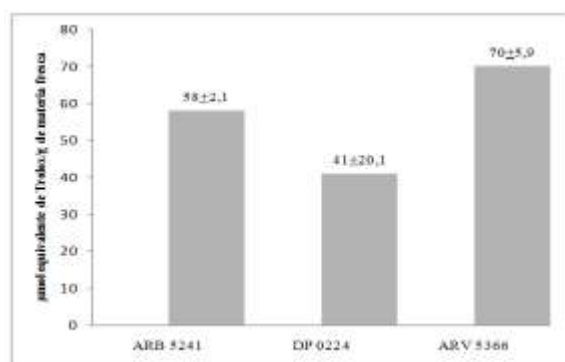


Fig 2. Capacidad antioxidante en los tres genotipos de isaño

Comparando entre los genotipo el que presento mayor capacidad antioxidante fue el ARV 5366 seguido del ARB 5241 con 69.7 – 58.2  $\mu\text{mol}$  equivalente de Trolox/g de materia fresca, y menor valor el DP 0224 con 41.44  $\mu\text{mol}$  equivalente de Trolox/g de materia fresca, las diferencias se deberían a los diferentes tipos de compuestos fenólicos con capacidad antioxidante diferentes. Así como se observa que el genotipo ARV 5366 presenta mayor actividad y menos cantidad de compuestos fenólicos que el ARB 5241.

Se evaluó el efecto de extractos antioxidantes de los tres genotipos de isaño en concentraciones de 100, 300 y 600 ppm, BHT en la oxidación de aceite de soja. Se evaluó el grado de oxidación mediante el índice de peróxido y capacidad antioxidante en las muestras de aceite de soja con los antioxidantes agregados.

Los resultados muestran un aumento significativo del índice de peróxido durante los 15 días de almacenamiento (Fig 3.). Comparando el grado de oxidación mediante el índice de peróxido de las muestras de aceite adicionadas con extractos antioxidantes del genotipo ARB 5241 se presentaron en un orden descendente: Sin antioxidante > 100 ppm-ARB5241 > 200 ppm-BHT > 300 ppm-ARB5241 > 500 ppm-ARB5241. De las muestras de aceite adicionadas con extractos antioxidantes del genotipo DP 0224 se presentan en un orden descendente: Sin antioxidante > 200 ppm-BHT > 100 ppm-DP 0224 > 300 ppm-DP0224 > 500 ppm-DP0224. Así como de las muestras de aceite adicionadas con extractos antioxidantes del genotipo ARV 5366 se presentan en un orden descendente: Sin antioxidante > 200 ppm-BHT > 100 ppm-ARV5366 > 300 ppm-ARV 5366 > 500 ppm-ARV 5366.

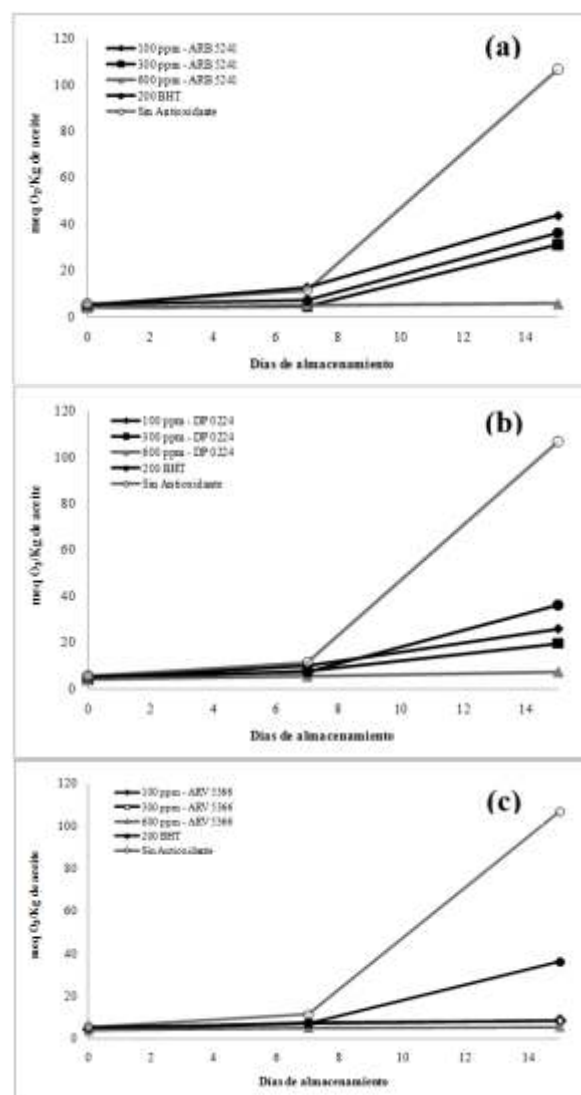


Fig 3. Índice de peróxido en las muestras de aceite de soja con concentraciones de 100, 300 y 600 ppm de compuestos fenólicos de los genotipos isaño ARB 5241(a), DP 0224 (b), ARV 5366 (c) y BHT.



La diferencia de los extractos antioxidantes de isaño no solamente difiere por su eficiencia antioxidante, si no por sus propiedades físico químicas. Así mismo los antioxidantes hidrofílicos son menos activos puesto que se diluyen en la fase acuosa. Así estas fracciones son solubles en agua. Helliwell (1990), menciona que algunos polifenoles podrían inducir la generación del peróxido de hidrogeno en las soluciones acuosas, que entonces promueven la oxidación de emulsiones.

Los extractos antioxidantes de isaño demostraron eficacia en la oxidación de aceite de soya, pero a concentraciones altas actuaron como prooxidantes, podemos decir que el comportamiento de la eficacia es dependiente de la concentración. Suja, Jayaleskshmy and Arumugan, 2005. Evaluaron extractos de torta de sésamo, en la oxidación de aceite de soya, girasol, alazor en concentraciones de 5, 10, 50 y 100 ppm, comparados con BHT y control, El aceite de soya sin antioxidante alcanzo un máximo de 89.2 meq O<sub>2</sub>/Kg de aceite después de 15 días de almacenamiento, así como el BHT que presento un máximo de 80 meq O<sub>2</sub>/Kg de aceite y extracto a 100 ppm fue de 69.4 meq O<sub>2</sub>/Kg de aceite.

También se evaluó el grado de oxidación mediante la capacidad antioxidante de las muestras de aceite de soya. Los resultados muestran una disminución significativa de la capacidad antioxidante durante los 15 días de almacenamiento (Fig 4.). Comparando la capacidad antioxidante de las muestras de aceite adicionadas con extractos antioxidantes del genotipo ARB 5241 se observa un orden ascendente: Sin antioxidante > 200 ppm-BHT > 100 ppm-ARB5241 > 500 ppm-ARB5241 > 300 ppm-ARB5241. De las muestras de aceite adicionadas con extractos antioxidantes del genotipo DP 0224 se observa un orden ascendente: Sin antioxidante > 200 ppm-BHT > 100 ppm-DP 0224 > 300 ppm-DP 0224 > 500 ppm-DP 0224. Así como de las muestras de aceite adicionadas con extractos antioxidantes del genotipo ARV 5366 se observa un orden ascendente: Sin antioxidante > 200 ppm-BHT > 500 ppm-ARV5366 > 300 ppm-ARV 5366 > 100 ppm-ARV 5366.

Los extractos antioxidantes de los tres genotipos de isaño ARB 5241, DP 0224 y ARV 5366 en sus tres concentraciones presentaron mayor eficacia en la oxidación del aceite de soya comparados con el BHT y las muestras de aceite sin antioxidante. También se observa que los extractos antioxidantes de los genotipos de ARB 5241 y ARV 5366 presentan mayor eficacia a menor concentración de compuestos fenólicos así a 600 ppm presentaron menor eficacia.

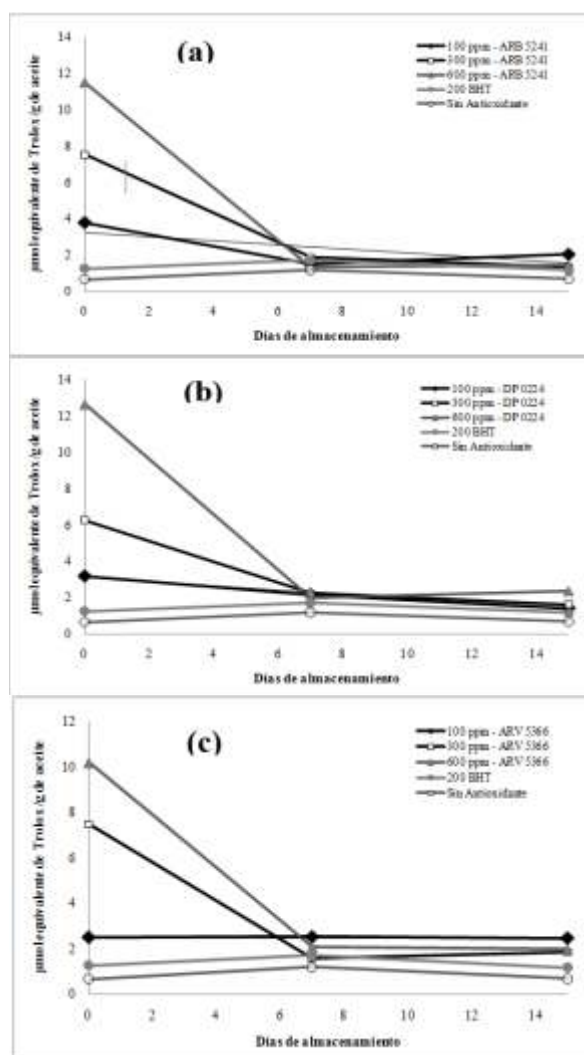


Fig 4. Capacidad antioxidante en las muestras de aceite de soya con concentraciones de 100, 300 y 600 ppm de compuestos fenólicos de isaño ARB 5241(a), DP0224(b), ARV 5366(c) y BHT.

Fki, Allouche and Sayadi, (2005). Evaluó el efecto de la adición de fenólicos a 200 y 500 ppm de extractos antioxidante de residuos de oliva en aceites refinados de oliva comparando con un control BHA y BHT a 50°C, demostrando que a 500 ppm fue más eficaz que a 200 ppm y ambos fueron mejores que los controles BHT y BHA. Nenadis, Zafropoulou and Tsimidou, (2003). Evaluaron antioxidantes de uso común como el BHT, BHA, TBHQ,  $\alpha$ -tocoferol y ácido caféico en sistemas lipiditos, donde el TBHQ y BHT son mejores que el ácido caféico debido a su polaridad más baja. Sin embargo la polaridad no determina siempre el funcionamiento de los antioxidantes, si no se debe tomar en cuenta otros factores, así como el tipo de compuestos fenólicos presentes en isaño, que son difíciles de predecir, debido a los diversos mecanismos que están implicados en la eficacia antioxidante.

Los antioxidantes son ingredientes importantes que protegen los alimentos retardando la oxidación. En la industria del aceite se utilizan a menudo antioxidantes sintéticos como el butilhidroxitolueno (BHT), porque son eficaces y de bajo costo que los antioxidantes naturales, sin embargo desde el punto de vista de la seguridad alimentaria están sujetos a constantes cuestionamientos y restricciones, debido a que se ha reportado que serían carcinogénicos (Ito, Fukushima and Tsuda, 1996). Sin embargo los antioxidantes naturales pueden sustituir a los antioxidantes sintéticos ya que no presenta ningún riesgo para la salud de los consumidores (Helliwell, 1990). Por lo tanto se han realizado investigaciones para obtener antioxidante naturales más seguros y eficaces de varias fuentes. Pero la actividad de los compuestos fenólicos naturales es a menudo difícil de predecir, debido a los diversos mecanismos implicados en la eficacia antioxidante (Frankel, 1996).

### CONCLUSIÓN

Los tres genotipos de isaño contienen de 311-343 mg de ácido gálico/100 g de mashua fresca y de 35 a 92 µmol equivalente Trolox/g de materia fresca. Los extractos antioxidantes de isaño en concentraciones de 100, 300 y 600 ppm de compuestos fenólicos, mostraron mayor eficacia en la oxidación de aceite de soya en comparación con el BHT y la muestra de aceite sin antioxidante. Presentando mayor efecto protector los genotipos ARB 5241 y ARV 5366 a concentración de 300 ppm.

### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

A.O.A.C. (1995). Oficial Métodos of Análisis. Association of Analytical Chemistry. Editorial Board. U.S.A.

Araújo, J.M.A., (1999). Química de alimentos – Teoría e Prática. 2ª ed Viçosa: UFV.

Arnao, H. (2001). Some Methodological Problems in the Determination of Antioxidant Activity using Chomogen Radicals: a practical case. *Trend in Food Science and Technology*. 11, 419-431.

Assimopoulou, A.N., Boskou, D., Papageorgiou, V.P. (2004). Antioxidant activities of alkannin, shikonin and alkanna tintoria rt extracts in oil substrates. *Food Chemistry*. 87, 433-438.

Campos, D., Noratto, G., Chirinos, R., Arbizu, C., Roca, W., Cisneros-Cevallos, L. (2006). Antioxidant capacity and secondary metabolites in four species of Andean tuber crops: native potato (*Solanum sp.*), mashua (*Tropaeolum tuberosum* Ruiz & Pavón), Oca (*Oxalis tuberosa* Molina) and ulluco

(*Ullucus tuberosus* Caldas). *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 86, 1481-1488.

Chirinos, R., Campos, D., Betalleluz, I., Giusti, M., Schwartz J.S., Tian, Q., Pedreschi, R., Larondelle, Y. (2006). High-Performance Liquid Chromatography with Photodiode Array detection (HPLC-DAD)/HPLC-Mass Spectrometry (MS) Profiling of Anthocyanins from Andean Mashua Tubers (*Tropaeolum tuberosum* Ruiz and Pavón) and Their Contribution to the Overall Antioxidant Activity. *Journal of agricultural and Food Chemistry*. 54, 7089–7097.

Chirinos, R., Campos, D., Arbizu, C., Rees, J.-F., Larondelle, Y., Rogez, H., Noratto, G., Cisneros-Zevallos, L. (2006) Effect of genotype, maturity stage and post-harvest storage on phenolic compounds, carotenoid content and antioxidant capacity, of Andean mashua tubers (*Tropaeolum tuberosum* Ruiz & Pavón). *J. Sci Food Agric*. 86, 1481-1488.

Chirinos, R., Rogez, H., Campos, D., Pedreschi, R., Larondelle, Y. (2007). Optimization of extraction conditions of antioxidant phenolic compounds from mashua (*Tropaeolum tuberosum* Ruiz and Pavón) Tubers. *Separation Purification, Technology*. 10.1016.

C.I.P. (Centro Internacional de la Papa) (2002). Pocket Guide to Nine Exotic Andean Roots and tubers. Mashua. Perú. <http://www.cipotato.org/Market/Artguide/Artguide3.htm>.

Fki I., Allouche N., Sayadi S. (2005). The use of polyphenolic extract, purified hydroxytyrosol and 3,4-dihydroxyphenyl acetic acid from olive mill wastewater for the stabilization of refined oils: a potential alternative to synthetic antioxidants *Food Chemistry*. 93, 197–204.

Frankel, E.N. (1996) Antioxidants in lipids foods and their impact on food quality. *Food Chemistry*. 57, 51–55.

Grau, A., Ortega, D.R., Nieto, C.C., Herman, M. (2003). Mashua (*Tropaeolum tuberosum* Ruiz & Pavon). Centro Internacional de la Papa. 58 pp.

Helliwell, B. (1990). How to characterize a biological antioxidant. *Free Radical Research Communication*. 9. pp. 1–32. U.S.A.

Ito, N. Fukushima, S., & Tsuda. (1996). Carcinogenicity and modification of the carcinogenic response by BHA, BHT and other antioxidants. *CRC Critical Review in Toxicology*. 5, 109-150.

- Nenadis, N., Zafiropoulou, I., Tsimidou, M. (2003). Commonly used food antioxidants: a comparative study in dispersed systems. *Food Chemistry*. 82, 403–407.
- Pokorny, J., Yanishlieva, N., Gordon, M. (2004). Antioxidantes de los Alimentos. Editorial Acribia Zaragoza. 364.
- Singleton, V.L., Ross, I. J.A. (1965). Colorimetry of total Phenolic with Phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. *American Journal of Enology Viticulture*. 16, 44-158.
- Suja.K., Jayaleskshmy A., Arumughan C. (2005). Antioxidant activity of sesame cake extract. *Food Chemistry*. 91, 213–219.
- Wang, S., Lin, H. S. (2000). Antioxidant activity in fruits and leaves of blackberry, raspberry, and strawberry varies with cultivar and developmental stage. *J. Agric. Food Chem.* 48, 140-146.

