

CAPACIDAD ANTIOXIDANTE Y COMPUESTOS BIOACTIVOS DE UN FILTRANTE DE CINCO HIERBAS AROMÁTICAS Y ESTEVIOSIDO (*Stevia rebaudina B*)

ANTIOXIDANT CAPACITY AND BIOACTIVE COMPOUNDS TO OBTAIN A TEA
SACHET WITH STEVIA (*Stevia rebaudiana B*) AS NATURAL SWEETENER

Nohemí Jumbo Benítez^{1,*} y Américo Guevara Pérez²

¹ Universidad Central del Ecuador, Gato Sobral y Gerónimo Leyton (Ciudadela Universitaria) Quito, Ecuador.

² Facultad de Industrias Alimentarias, Universidad Nacional Agraria La Molina, Av. La Molina s/n La Molina, Lima, Perú.

*Autor para correspondencia: ncjumbo@gmail.com

Manuscrito recibido el 31 de diciembre de 2015. Aceptado, tras revisión, el 14 de septiembre de 2016.

Resumen

En este trabajo de investigación se estudió la variación de la capacidad antioxidante y compuestos fenólicos de hierbas aromáticas durante el proceso para obtener un filtrante con esteviosido como edulcorante natural y se encontró que las hierbas aromáticas aumentan su capacidad antioxidante reportando en mM Trolox/100 g b.s.: en las etapas de materia prima, secado y molienda respectivamente; la malva olorosa presentó el mayor contenido de capacidad antioxidante 5,354; 35,40 y 36,74. Las Hierbas aromáticas aumentan los compuestos fenólicos durante el proceso de obtención del filtrante reportando en mg de ácido gálico/100 g de muestra b.s.; en las etapas de materia prima, secado y molienda respectivamente; la menta fue la que presentó el mayor contenido de compuestos fenólicos 5601,42; 6989,91 y 7063,26; la mejor dosificación de esteviosido es aplicando 5% respecto a las hierbas y que fue la mejor formulación del filtrante. El filtrante reportó la siguiente composición físico-química: humedad 5.69%, proteínas 12.79%, grasa 2.39%, carbohidratos 48.3%, cenizas 14.01%, fibra 16.82% compuestos fenólicos 2973.76 mg de ácido gálico/100 g de muestra b.s. y capacidad antioxidante 7.34 mM Trolox/100 g b.s., el valor de monocapa molecular: 0,073 g de agua/g b.s. correspondiente a una actividad de agua (a_w) de 0,219.

Palabras claves: compuestos fenólicos, capacidad antioxidante.

Abstract

In this research the variation of the antioxidant capacities and phenolic compounds of aromatic herbs subjected to a process for the obtention of a teabag containing stevioside as a natural sweetener was carried out. This investigation found that the aromatic herbs increased their antioxidant capacity which is reported as mM Trolox/100 g b.s.: in the phases of raw material, drying and grinding respectively; tall mallow had the highest content of antioxidant capacity, 5,354; 35,40 and 36,74. The aromatic herbs also increased their phenolic compounds during the process of obtaining a teabag which is reported as mg of gallic acid/100 g sample b.s.; in the phases of raw material, drying and grinding respectively; mint presented the highest content of phenolic compounds 5601,42; 6989,91 and 7063,26; the best stevioside dosage was of 5% of the herbs and proved to be the best formulation for the teabag. The teabag reported the following physicochemical composition: moisture 5.69%, protein 12.79%, fat 2.39%, carbohydrates 48.3%, ash 14.01%, fibre 16.82%, phenolic compounds 2973.76 mg of gallic acid/100 g sample b.s. and antioxidant capacity 7.34 mM Trolox/100 g b.s., the value of molecular monolayer: 0.073 g of water/g b.s. corresponding to a water activity (a_w) of 0,219.

Keywords: phenolic compound, antioxidant capacity.

Forma sugerida de citar: Jumbo, Nohemí y Américo Guevara. 2016. **Capacidad antioxidante y compuestos bioactivos de un filtrante de cinco hierbas aromáticas y esteviosido (*Stevia rebaudina* B)**. La Granja: Revista de Ciencias de la Vida. Vol. 24(2):83-94. ISSN: 1390-3799

1 Introducción

En los últimos años ha aumentado el interés por el consumo de alimentos vegetales y el uso de extractos naturales (Molina *et al.*, 2010); muchas hierbas aromáticas son reconocidas por tener propiedades medicinales y un impacto beneficioso sobre la salud como la prevención de diversas enfermedades cardiovasculares, neurológicas y cancerígenas (You *et al.*, 2010). Este efecto protector ha sido atribuido a componentes bioactivos conocidos como compuestos fenólicos, que se encuentran en frutas y hortalizas y que poseen capacidad antioxidante (Molina *et al.*, 2010). Los extractos crudos de hierbas y especias, y otros materiales vegetales ricos en los compuestos fenólicos son de creciente interés en la industria alimentaria (Djeridane *et al.*, 2006).

Tecnológicamente se debe promover la industrialización de plantas, buscando métodos apropiados que tiendan a conservar los componentes que otorgan funcionalidad; una forma es procesándolas como infusiones que son bebidas muy consumidas en todo el mundo (Tonguino, 2011) y son atractivas por su aroma y sabor específicos (Valarezo y García, 2008). Mezclando hierbas aromáticas se obtienen filtrantes para elaborar bebidas refrescantes que se toman calientes o frías, y que se han empleado a lo largo de los siglos por sus propiedades medicinales. Para su elaboración se emplean hojas, flores y frutos. A las infusiones se les atribuye propiedades: diuréticas, energizante, anti estrés, tónicos cerebrales, digestivos, etc, dependiendo de las especies vegetales o tejidos que sean utilizados para la elaboración de la infusión.

En este estudio se determinó la influencia de las condiciones de procesamiento sobre la capacidad antioxidante y contenido de compuestos bioactivos durante la obtención de un filtrante de diferentes hierbas aromáticas: malva (*Pelargonium graveolens* L'Herit.), malva olorosa (*Pelargonium odoratissimum* L'Hér.), cola de caballo (*Equisetum bogotense* Kunt.), hierba luisa (*Cymbopogon citratus* DC. Stapf), menta (*Mentha x piperita* L.) y esteviosido (*Stevia rebaudiana* B.). Los objetivos de este trabajo fueron determinar la variación de la actividad antioxidante y compuestos fenólicos durante el proceso de molienda y secado de las hierbas aromáticas y en la infusión mejor valorada y determinar el nivel de esteviosido adecuado mediante pruebas sensoriales.

2 Materiales y métodos

El trabajo de investigación se llevó a cabo en las instalaciones de la Universidad Nacional Agraria La Molina (Lima-Perú). Las pruebas experimentales se realizaron en los Laboratorios de Análisis de Alimentos, Microbiología y Planta Piloto de Tecnología de Alimentos y Productos Agropecuarios (TAPA).

2.1 Materia prima e insumos

Se emplearon 15 Kg de hierbas aromáticas provenientes de la provincia de Cajamarca y medio Kg de esteviosido adquirido en la empresa Stevia Coronel S.A.

2.2 Materiales y equipos

Estufa, vortex mixer, balanza analítica, centrifuga espectrofotómetro, refrigeradora, secador, molino de martillo, irradiador panorámico dosificadora llenadora y selladora de fundas filtrantes, desecador y campanas de desecación, baño maría, agitador de tubos, centrifuga, agitador magnético y balanza de determinación de humedad infrarroja.

2.3 Análisis sensorial

Para determinar la mejor mezcla, las muestras fueron sometidas a una evaluación sensorial mediante una prueba afectiva con una escala hedónica de cinco puntos (Saavedra, 2009) y la colaboración de 30 jueces no entrenados (IFT, 1981). Se evaluó el aroma y sabor de las formulaciones. La bebida de hierbas aromáticas fue servida entre 60 y 66°C y se presentó a los jueces en muestras de 50 mL (Anzaldúa-Morales, 1994).

2.4 Evaluación estadística

De acuerdo a la evaluación sensorial se determinó la existencia de diferencias significativas entre los promedios de los puntajes de la prueba hedónica, evaluando el sabor y aroma mediante el análisis de varianza IFT (IFT, 1981). La mejor muestra elegida por los jueces sirvió para continuar con la investigación. Los valores obtenidos fueron tabulados en un Diseño Completo al Azar (DCA) y analizados empleando un análisis de varianza y pruebas de comparación múltiples de las medias de Tukey. Los análisis

estadísticos fueron corridos por el programa Statgraphics Centurion versión 16.

2.5 Metodología experimental

Se utilizó hojas frescas de hierba luisa, menta, malva olorosa, malva y cola de caballo, previamente acondicionadas, estas materias primas fueron sometidas a los siguientes controles: cenizas, humedad, compuestos fenólicos y capacidad antioxidante, todos los análisis se realizaron por triplicado. Las hierbas fueron secadas aplicando los siguientes parámetros de procesamiento: hierba luisa 60°C por 14 horas con una densidad de carga de 4,5 Kg/m², velocidad de aire de 2,5 m/s (Vásquez, 1987) para menta, cola de caballo, malva olorosa y malva a 40°C por 17 horas con una densidad de carga de 4,5 Kg/m², velocidad de aire de 2,5 m/s parámetros reportados por (Valarezo y García, 2008; Tonguino, 2011), las hojas deshidratadas fueron analizadas para determinar el contenido de compuestos fenólicos y capacidad antioxidante. La determinación del contenido de compuestos fenólicos se realizó de acuerdo a la metodología propuesta por (Swain y Hillis, 1959) y la capacidad antioxidante por (Arnao, 2010).

La obtención de extractos se realizó con nitrógeno líquido y cada hierba aromática fue triturada y tamizada con la finalidad de uniformizar las partículas de los componentes de la mezcla y facilitar la extracción de aceite esencial en la infusión. Se utilizó un tamiz Tyller N°20 (0.840 mm). Bajo condiciones de oscuridad se pesó 5 g de materia prima con 25 mL de metanol al 80%. La mezcla se agitó continuamente durante 5 min y luego se transfirió a un tubo cónico protegido de la luz y se dejó en maceración por 24 horas a una temperatura de 4°C. La muestra fue luego centrifugada a 4000 RPM por 30 minutos, se filtró el extracto a través de papel Whatman No 40, el sobrenadante se colocó en frascos ámbar de 20 mL y se mantuvieron a -18°C hasta su análisis. Para proceder a la cuantificación de la capacidad antioxidante se tomó 150 µL de la muestra y se adicionó 2850 µL de la solución de ABTS diluida. Al mismo tiempo se corrió un blanco con 150 µL de metanol para obtener un factor de corrección, se dejó que la muestra reaccione con el ABTS durante 6 minutos (tiempo de reacción), bajo agitación a 20°C. y se realizó la lectura a 734 nm.

Para la cuantificación de los compuestos fenólicos se colocó en los tubos un volumen determinado del sobrenadante, y se adicionó 250 µL del reac-

tivo Folin-Ciocalteu 1N, 8,25 ml de agua destilada y 1000 µL de carbonato de sodio (75 g/l), los tubos fueron agitados en un vortex, luego se los colocó en el baño maría a 45°C con agitación por un tiempo de 90 minutos desde la adición del carbonato. Al mismo tiempo se realizó la preparación del blanco con metanol tratado bajo las mismas condiciones y se procedió a leer la absorbancia a 755 nm.

Se realizaron cinco formulaciones de filtrante de hierbas aromáticas con cada una de las hierbas aromáticas en una distribución proporcional para cada tratamiento y la mejor formulación fue seleccionada mediante la evaluación sensorial descrita anteriormente. Para definir la mejor dosificación de estevióside en el filtrante de hierbas aromáticas, se probaron tres niveles de edulcorante (4%, 5% y 6%). En la mezcla con mayor valoración sensorial se determinaron los compuestos fenólicos capacidad antioxidante y calidad microbiológica en cuanto a conteo de mohos, levaduras y bacterias.

Los filtrantes de hierbas aromáticas obtenidos fueron irradiados en las instalaciones del Servicio Nacional de Sanidad Agraria (SENASA) del Perú. La irradiación se realizó a 994 filtrantes (aproximadamente 1 Kg) a nivel de laboratorio, donde las muestras se colocaron en bolsas de polietileno de alta densidad, las mismas que fueron acondicionadas en el irradiar Panorámico tipo II Gammabean 127 IR 194. Los parámetros de irradiación fueron:

- Radioisótopo: Co 60;
- Emisión: Rayos Gamma;
- Dosis mínima absorbida: 8 KGy;
- Dosimetría: Sulfato ferroso (Fricke);
- Tiempo: 30 minutos;

y posteriormente se determinó el contenido de compuestos fenólicos, capacidad antioxidante y recuento microbiológico (levaduras, mohos y entero bacterias) para evaluar el efecto de la irradiación sobre cada parámetro. Se realizó el análisis de variabilidad para cada etapa para determinar la influencia de las operaciones de secado, molienda e irradiación en el contenido de compuestos fenólicos y capacidad antioxidante.

La isoterma de adsorción de las muestras se realizó según la metodología de (Sharma *et al.*, 2003) que consiste en colocar la muestra en desecadores cuyo ambiente interno tiene una humedad relativa

constante donde la muestra ganará o perderá agua hasta el momento en que su humedad relativa se equilibre con el medio ambiente del desecador.

y (AOAC, 1997), recuento de coliformes totales: (AOAC, 1997), entero bacterias: (método AOAC, 1997).

2.6 Caracterización de la mezcla final

Se realizó la caracterización físico-química de la infusión de hierbas aromáticas y esteviosido: humedad (método 942-15), ceniza (método 940-26), grasa (método 986-25), fibra (método 930-10), proteína (método 920-152), carbohidratos, compuestos fenólicos totales (Swain y Hillis, 1959), capacidad antioxidante (Arnao, 2010) análisis microbiológico de bacterias aerobias mesófilos viables: (AOAC, 1997), recuento de mohos y levaduras: (ICMSF, 2000)

3 Resultados y discusión

3.1 Caracterización de la materia prima

El mayor porcentaje en ceniza corresponde a cola de caballo (Tabla 1), esto se debe a la elevada cantidad de ácido silícico que elabora que se concentra en la planta y en sus tejidos (90% SiO₂) que además es influenciado por las labores culturales y ambientales (Pántastico, 2004).

Tabla 1. Determinación de humedad y ceniza.

Materia Prima	Humedad % Y ± SD	Ceniza % Y ± SD
Hierba luisa	73.45 ± 0.501	2.58 ± 0.296
Menta	82.99 ± 0.100	1.898 ± 3.71
Malva	82.10 ± 0.070	2.99 ± 3.472
M. olorosa	86.14 ± 0.015	1.901 ± 3.745
C. caballo	67.15 ± 0.538	12.782 ± 3.344

Y = Promedio de dos repeticiones
DS = Desviación estándar

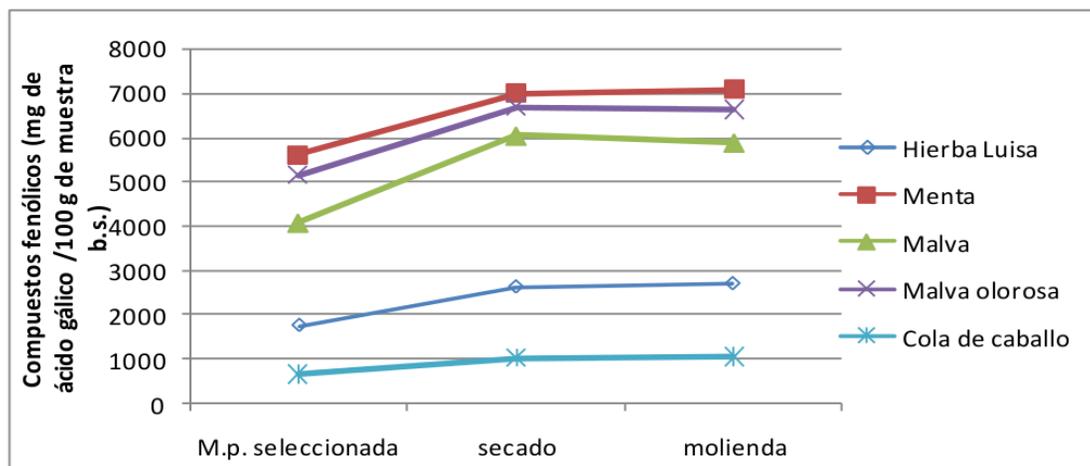


Figura 1. Variabilidad de compuestos fenólicos de las hierbas en materia prima, secado y molienda

3.2 Variabilidad de compuestos fenólicos y capacidad antioxidante por efecto del proceso de secado y molienda

3.2.1 Compuestos fenólicos

En la Figura 1 se muestra la variabilidad de los compuestos fenólicos de todas las hierbas aromáticas por efecto del secado y molienda, la menta presentó el mayor contenido, y el menor la cola de caballo. Al respecto (Randhier *et al.*, 2008) indica que los compuestos fenólicos aumentan de manera efectiva cuando la temperatura se encuentra entre 60 y 80°C, y cuando excede los 100°C se produce una pérdida debido a su descomposición por efecto del calor.

Al respecto (Katsube *et al.*, 2009) estudiaron la estabilidad de los compuestos polifenólicos en las hojas de mora (*Morus alba L.*) secadas a 60°C y 70°C y encontraron que el secado a 60°C no influye en el contenido de compuestos polifenólicos, mientras que en hojas que fueron secadas a 70°C disminuyó significativamente. Los resultados obtenidos coinciden con lo determinado en esta investigación don-

de la hierba luisa que fue secada a 60°C presentó un ligero aumento en el contenido de compuestos fenólicos.

Dewanto *et al.* encontraron incrementos significativos en el contenido de compuestos fenólicos en maíz dulce cuando aumentaba la temperatura y el tiempo del tratamiento térmico (Dewanto *et al.*, 2002), luego de aplicar temperaturas a 115°C por 25 minutos se incrementó el contenido de ácido ferúlico en 55% y fenoles totales en 54%; indicaron que durante el tratamiento térmico se produce una creciente liberación de los fenólicos conjugados de la matriz del alimento; es probable que algo similar haya ocurrido en las hierbas aromáticas procesadas en esta investigación.

La evaluación estadística de prueba de rangos múltiples encontró diferencias en el contenido de compuestos fenólicos de todas las hierbas analizadas entre materia prima y las hierbas después del secado y molienda. No se encontraron diferencias significativas al comparar resultados por el efecto de secado y molienda.

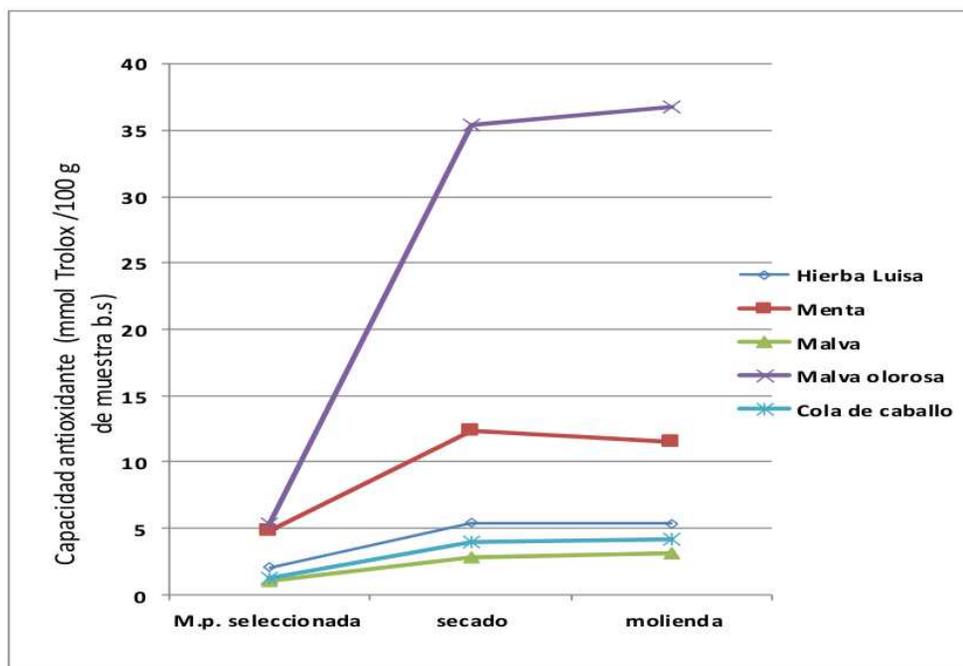


Figura 2. Variabilidad de capacidad antioxidante de las hierbas en materia prima, secado y molienda

3.2.2 Capacidad antioxidante

La Figura 2 muestra la determinación de la variabilidad de la capacidad antioxidante en las etapas de materia prima clasificada, secado y molienda. Se observa que la capacidad antioxidante aumentó por efecto del proceso de secado teniendo la mayor variabilidad la malva olorosa seguido por la menta, hierba luisa, cola de caballo y malva. Al comparar los resultados obtenidos por (Huda *et al.*, 2009) al respecto mencionan que el poder antioxidante depende no solo de la calidad original de la planta, origen geográfico, las condiciones climáticas, la fecha de cosecha y almacenamiento, sino también de factores tecnológicos, lo que explica los resultados obtenidos para la capacidad antioxidante.

Al respecto (Piga *et al.*, 2003) indican que al secar en bandeja ciruelas cultivar a 60°C y 85°C, observaron una pérdida en el contenido de ácido ascórbico en 60.71 % y 80.36% respectivamente. En cuanto a la actividad antioxidante no encontraron variación a 60°C, pero si a 85°C donde la actividad antioxidante se duplicó. Estos resultados coinciden con los datos reportados de hierba luisa en esta investigación.

La evaluación estadística indicó que la capacidad antioxidante de todas las hierbas evaluadas en materia prima, muestran diferencias significativas con los obtenidos en las etapas de secado y molienda, y no existieron diferencias significativas al comparar los valores obtenidos en el secado y molienda en todas las hierbas analizadas.

3.3 Determinación de la mejor combinación de hierbas para obtener el filtrante

La evaluación estadística de los resultados de la preferencia del sabor demostraron que existen diferencias significativas entre la combinación de hierbas aromáticas de la mezcla M₃, hierba luisa 25%, (Ta-

bla 2).

La evaluación estadística de los resultados obtenidos del aroma, indicaron que no existen diferencias significativas entre las mezclas de hierbas aromáticas. Por lo tanto el atributo de aroma no se consideró como criterio de selección de las mezcla de hierbas aromáticas evaluadas.

Tratamiento (mezclas)	Σ de resultados
107 (Mezcla 1)	87
546 (Mezcla 2)	97
340 (Mezcla 3)	117
735 (Mezcla 4)	96
216 (Mezcla 5)	95

Tabla 2. Resultados de la evaluación sensorial con respecto al sabor.

3.3.1 Determinación de la mejor dosificación de esteviosido como edulcorante

La Tabla 3, presenta los puntajes obtenidos de la evaluación sensorial para decidir la mejor dosificación de esteviosido en la infusión, considerando como un componente más en la formulación porcentual.

La evaluación estadística de los resultados obtenidos por los panelistas en lo referente al dulzor, indicaron la existencia de diferencias significativas entre las mezclas de hierbas aromáticas con esteviosido y fue la muestra M₇ la mejor valorada.

La dosificación del 5% de esteviosido es cercana a los valores teóricos mencionados por (Zanón, 2000) según indica que el esteviosido es aproximadamente 300 veces más dulce que el azúcar de caña o de remolacha, por otro lado (Valarezo y García, 2008) utilizaron para endulzar sus bebidas de

Tratamiento (mezclas)	Σ de resultados
107 (Dosificación M ₆ (4% de esteviosido))	74
783 (Dosificación M ₇ (5% de esteviosido))	115
514 (Dosificación M ₈ (6% de esteviosido))	88

Tabla 3. Resultados de la evaluación sensorial con respecto al dulzor para encontrar la mejor dosificación de esteviosido.

Tabla 4. Compuestos fenólicos y capacidad antioxidante del filtrante antes y después de la irradiación.

Etapas	Compuestos fenólicos*	% Pérdida	Capacidad Antioxidante**	% Pérdida
	Base seca Y ± DS		Base seca Y ± DS	
Sin irradiar	3516.76 ± 105.05	15.44	8.55 ± 0.276	14.15
Con irradiar	2973.76 ± 118.257	15.44	7.34 ± 0.32	14.15

Promedio de tres repeticiones

DS = Desviación estándar

(*) = mg de ácido gálico/100 g de muestra

(**) = m.mol Trolox/100 g de muestra

Análisis microbiológico	Antes de la irradiación		Después de la irradiación	
	Resultados	Límite permisible	Resultados	Límite permisible
Bacterias aerobias	10×10 ⁴	10 ²	< 10	10 ²
Hongos y levaduras	10×10 ³	10 ²	< 10	10 ²
Coliformes	10 ³	10 ²	< 10	10 ²

Tabla 5. Análisis Microbiológico del producto final antes y después de la irradiación.

hierbas aromáticas 11.52 g de azúcar para 200 ml de infusión, es decir 5.76% de azúcar. En esta investigación para endulzar la misma cantidad de infusión se requirió 0.038 g de esteviósido equivalente a 0.019%, es decir que el esteviósido utilizado tiene 303,16 veces más dulce que la sacarosa.

3.4 Irradiación

La Tabla 4 presenta el contenido de compuestos fenólicos y capacidad antioxidante de la mejor muestra (M₇) del filtrante de hierbas aromáticas seleccionadas. El contenido de compuestos fenólicos antes de la irradiación fue de 3516.76 y por efecto de la irradiación disminuyó a 2973.76 mg de ácido gálico/100 g b.s.; en lo referente a capacidad antioxidante antes de la irradiación fue 8.55 reduciéndose a 7.34 mM Trolox/100 g b.s. La evaluación estadística determinó que existen diferencias significativas entre las medias de las muestras de filtrantes con irradiación y sin irradiación, a un nivel de confianza del 95%.

Sadecka *et al.*, (2004), indican que el procesamiento con irradiaciones afecta a los compuestos

fotoquímicos y antioxidantes en frutas y vegetales, así como en hierbas y especias. Al respecto (Pérez *et al.*, 2010) estudió el efecto de la irradiación sobre la capacidad antioxidante y compuestos fenólicos en menta orgánica aplicando una dosis de 30 kGy determinaron que el tratamiento no afectó significativamente el contenido de fenoles y capacidad antioxidante. Al respecto (Suhaj *et al.*, 2006) irradió pimienta negra (*Piper nigrum L.*) con una dosis de 5 a 30 kGy encontraron que el proceso afecta en un 23% en la capacidad antioxidante y compuestos fenólicos.

La Tabla 5 presenta los resultados microbiológicos de la mejor muestra del filtrante antes y después de la irradiación; las muestras sin tratamiento presentaron una elevada carga microbiana superior a lo permitido y la irradiación redujo a niveles aceptados por la normativa (MINSA-DIGESA, 2003). Al respecto (Zhang *et al.*, 2010) indica que los coliformes son muy susceptibles a la radiación por ello que al aplicar la dosis de 8 kGy no se detecta la presencia de microorganismos, por lo general los hongos y las levaduras son más resistentes que las bacterias.

3.5 Caracterización del producto final

3.5.1 Análisis proximal

La Tabla 6 presenta la composición físico-química del filtrante constituido por la mejor muestra de hierbas aromáticas incluido el estevioso. La infusión reportó 5.69% de humedad, la (Norma Técnica Peruana NTP 209.243, 1986) establece para bolsas filtrantes un máximo de 10% de humedad, el resultado obtenido asegura la inhibición del crecimiento microbiano y la estabilidad de la infusión.

Tabla 6. Composición físico-química del filtrante de hierbas aromáticas con estevioso.

Componentes	Valores reportados
	% (b.s.) Y ± DS
Humedad	5.69* ± 0.139
Proteína	12.79* ± 23.45
Grasa	2.39* ± 15.76
Fibra	16.82* ± 43.2
Ceniza	14.01* ± 12.1
Carbohidratos	48.3* ± 65.22
Compuestos fenólicos	2973.76 ± 118.25**
Capacidad antioxidante	7.34 ± 0.32***

Y = Promedio de tres repeticiones

DS = Desviación estándar

(*) = % En base seca

(**) = mg de ácido gálico/100 g de muestra

(***) = m.mol Trolox/100 g de muestra

Alvarado y Sumire, (2011), encontraron 14.01% de ceniza al elaborar un filtrante de manzanilla eucalipto y estevia; Leiva, (1995), reportó 4.45% en filtrante de té negro con especias aromáticas, indican que las diferencias existentes con otras infusiones se deben probablemente el tipo de suelo que incrementa indirectamente el contenido de minerales como potasio y calcio; en fibra se encontró 16.80%; INDECOPI, (1986), sugiere como máximo 28%, Alvarado y Sumire, (2011), reportaron 11.31%; según Vásquez, (1987), los filtrantes con demasiada fibra tienden a ser muy pobres en esencias, lo que representa una baja calidad.

Se determinó 48.3% de carbohidratos; valores similares fueron obtenidos por (Alvarado y Sumire, 2011) en filtrantes de manzanilla, eucalipto y estevia. Los carbohidratos que se encuentran en el filtrante no son exactamente azúcares, sino que son

carbohidratos no digestibles, propios de las hierbas; tanto los materiales insolubles de las paredes celulares de las hierbas, entre ellos celulosa y lignina, como algunos polisacáridos solubles distintos del almidón, son considerados componentes de fibra dietética. La única característica común de todas estas sustancias es que son polímeros no digestibles (Fennema, 2000).

En lo referente al contenido de compuestos fenólicos se obtuvo 2973.76 mg ácido gálico/100 g b.s. y como capacidad antioxidante 7.34 mM Trolox/100 g b.s., valores de interés nutricional de la infusión por lo que se puede inducir que el filtrante de hierbas aromáticas con estevia es un producto de gran interés para la industria alimentaria por los posibles beneficios sobre la salud como son: actividad antioxidante asociada con un menor riesgo de cáncer, enfermedades cardiovasculares, diabetes y enfermedades relacionadas con el envejecimiento, además de la estimulación digestiva, antiinflamatorio, efectos hipolipemiantes, antimutagenico, que pueden contribuir a mejorar la calidad de vida de las personas (Wojdylo *et al.*, 2007).

3.5.2 Análisis microbiológico

El análisis microbiológico tanto para entero bacterias y recuento de levaduras y mohos los resultados fue de <10 NMO/mL (número más probable por mL); por lo que están dentro del límite permisible como resultado de la irradiación. Al respecto (Zhang *et al.*, 2010) menciona que la irradiación puede eliminar los microorganismos alteradores. Las dosis generalmente recomendadas para alimentos no permiten la destrucción total de microorganismos y una desventaja frente a los tratamientos térmicos es que no se inactivan las enzimas y por tanto se recomienda siempre que se pueda combinar con otros tratamientos.

3.6 Isotermas de adsorción

En la Figura 3 se presenta la isoterma de adsorción realizada a 25°C en la mejor muestra del filtrante de hierbas aromáticas, se observa que tiene una forma sigmoidea, característica de los productos alimenticios, con su concavidad bien definida, similar a una isoterma de adsorción pura (zonas de baja tensión de vapor), presenta una sección recta de la pendiente positiva que corresponde, según la teoría de B.E.T, una adsorción de varias capas moleculares (Labuza *et al.*, 2010).

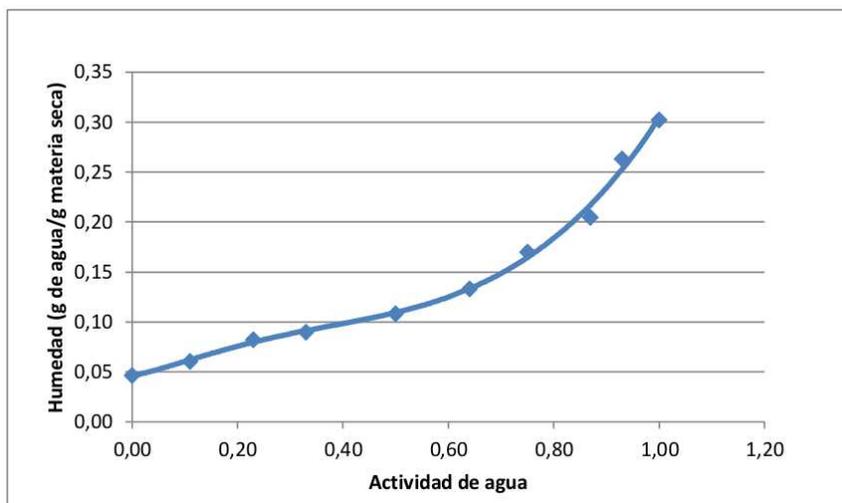


Figura 3. Isoterma de adsorción del filtrante de hierbas aromáticas.

En la región de bajas humedades se observa una pequeña capacidad de adsorción de agua, siendo este comportamiento típico de los alimentos hidrocarbonados de naturaleza no proteica (Fennema, 2000).

El cálculo de la humedad correspondiente al valor de monocapa molecular fue 0.073 g de agua/g de materia seca, correspondiéndole una actividad de agua (a_w) de 0.219, lo cual se encuentra dentro de los valores reportados por (Labuza *et al.*, 2000) que indican que los valores de la monocapa para la mayor parte de los alimentos se hallan en el intervalo de 3 a 10 gramos de agua por cada 100 gramos de materia seca. Esto indica que el filtrante de hierbas aromáticas debe tener 7.3% de humedad y almacenarse con una humedad relativa de 21.9%, para lograr su máxima estabilidad, la cual corresponde a la zona I de la isoterma (Casp y Abril, 1999).

4 Conclusiones

1. Se encontró que las hierbas aromáticas aumentan su capacidad antioxidante durante el proceso de obtención del filtrante después del secado y molienda siendo la malva olorosa la que presentó el mayor contenido de capacidad antioxidante.
2. Se determinó que las hierbas aromáticas aumentan el contenido de compuestos fenólicos durante el proceso de obtención del filtrante,

en las etapas de materia prima, secado y molienda respectivamente; la menta fue la que presentó el mayor contenido de compuestos fenólicos.

3. Se estableció que la mejor dosificación de esteviósido para el filtrante de hierbas aromáticas es 5%.
4. La irradiación aplicada al filtrante de hierbas aromáticas, reduce los contenidos de capacidad antioxidante y compuestos fenólicos.

5 Agradecimientos

A SENESCYT, a la Universidad Agraria la Molina EPG Lima-Perú a través del Dr. Américo Guevara Pérez por su dirección y acompañamiento de mis tesis y haber podido culminar con felicidad mi meta propuesta.

Referencias

- Alvarado, M. y D. Sumire. Elaboración y evaluación de una infusión hipocalórica, a base de stevia (*Stevia rebaudiana Bertoni*), eucalipto (*Eucalyptus globulus labill*) y manzanilla (*Matricaria chamomilla*). **Universidad Peruana Unión**. Lima-Perú.
- Anzaldúa-Morales, A. 1994. La evaluación sensorial de los alimentos en la teoría y la práctica.

- Editorial Acribia S.A.**, Zaragoza, España. página 232.
- AOAC. 2005. Official Methods of Analysis of Association the Official Agricultural Chemists, 18th ed. **AOAC International**. volumen 1-2.
- AOAC. 1997. Official Methods of Analysis microbiology of Association the Official Agricultural Chemists, 17th ed. **AOAC International**. volumen 1-2.
- Arnao, B. 2000. Some methodological problems in the determination of antioxidant activity using chromogen radicals: A practical case. **Trends in Food Science and Technology**. 11(11):419-421
- Casp, A. y J. Abril. 1999. Procesos de conservación de alimentos. **Ediciones Mundi-Prensa S.A.** Madrid-España. 1(5):494.
- Djeridane, A., M. Yousfi, B. Nadjemi, D. Boutasouna, P. Stocker y N. Vidal. 2006. Antioxidant activity of some Algerian medicinal plants extracts containing phenolic compounds. **Food Chemistry**. 97:654-660.
- Dewanto, V., Wu X, Liu RH. 2002. Processed sweet corn has higher antioxidant activity. **Food Chemistry**. 50(17):4959-4964.
- Espín, J., J. Fontecha, A. Gil. 2010. Alimentos saludables y diseño específico. **IMC**. Madrid-España. página 207.
- Fennema, O. 2000. Química de los alimentos, 2da ed. **Acribia Editorial**.
- Huda, N., A. Noriham y A. Norrakiah. 2009. Antioxidant activity of plants methanolic extracts containing phenolic compounds. **African Journal of Biotechnology**. 8(3):484-489.
- ICMSF. 2000. Microbiología de los alimentos, 2da ed. **Editorial Acribia S.A.** Zaragoza-España. 1:593.
- IFT. 1981. Sensory Evaluation Guide Testing for Testing Food and Beverage Products. **Food Technology**. 35(11):50-57.
- INDECOPI. 1986. Manual de Normas Técnicas: Hierbas Aromáticas infusiones. **NTP 209.244**. Lima-Perú. página 26.
- Katsube, T., Y. Tsurunaga, M. Sugiyama y Y. Furuno. 2009. Effect of air-drying temperature on antioxidant capacity and stability of polyphenolic compounds in mulberry (*Morus alba* L.) leaves. **Food Chemistry**. 113(4):964-969.
- Kim, D. y C. Lee. 2004. Comprehensive study on vitamin C equivalent antioxidant capacity (VCEAC) of various polyphenolics in scavenging a free radical and its structural relationship. **Food Science and Nutrition**. 44(4):253-273.
- Labuza, T. 2000. Sorption phenome in foods. **Food Technology**. USA. 22:263-272.
- Leiva, N. 1995. Procesamiento de té negro con especias aromáticas en bolsitas filtrantes. **Tesis para optar el título de Ingeniero en Industrias alimentarias UNALM**. Lima-Perú. página 188.
- MINSA-DIGESA. 2003. Norma Sanitaria que establece los criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y bebidas de consumo humano. **MINSA/DIGESA**. Lima-Perú.
- Molina, D., L. Medina, G. González, R. Robles y Gámez. 2010. Compuestos fenólicos y actividad antioxidante de cascara de uva (*vitis vinífera* L.) de mesa cultivada en el noroeste de México. **Journal of food**. 8:57-63.
- Norma Técnica Peruana NTP 209.243. 1986. Bolsas filtrantes.
- Pántastico, B. 2004. Fisiología de la Post-Recolección, Manejo y Utilización de Frutas y Hortalizas Tropicales y Subtropicales. **Compañía Editorial Continental S.A.** Mexico.
- Pérez, M., S. Banek y C. Croci. 2010. Efecto del procesamiento de irradiación sobre la capacidad antioxidante y contenido fenólicos en menta orgánica Universidad Nacional del Sur. **Universidad Nacional del Sur**. Argentina.
- Piga, A., A. Del Caro y G. Corda. 2003. From plums to prunes: Influence of drying parameters on polyphenols and antioxidant. **Agriculture and food Chemistry**. 51(12):3675-3681.
- Randhier, M., Y. Know y K. Shetty. 2008. Effect of thermal processing on phenolics, antioxidant activity and health-relevant functionality of grain sprouts and seedling. **Innovative Food Science and Emerging Technologies**. 9:355-364.

- Saavedra, N. 2009. Elaboración de chips de yuca (*Manihot esculenta*) y determinación de su vida en anaquel. **Tesis para optar el título de Mg Sc en Tecnología de Alimentos UNALM**. Lima-Perú. página 132.
- Sadecka, J., E. Kolehe, Z. Salkova, J. Petrikova y M. Kovaca. 2004. Effect of gamma-irradiation on microbial decontamination and organoleptic quality of black pepper (*Piper nigrum L.*). 22(5):231-242.
- Shan, B., Y. Cai, M. Sun, y H. Corke. 2005. Antioxidant capacity of 26 spice extracts and characterization of their phenolic constituents. **Journal of the Agricultural and Food Chemistry**. 53(20):7749-7759.
- Sharma, K., J. Mulvaney y H. Rizvi. 2003. Ingeniería de alimentos: Operaciones Unitarias y Prácticas de Laboratorio. **Ed. Limusa Wiley**. México.
- Swain, T. y W. Hillis. 1959. The phenolic constituents of *Prunus domestica*. I. The quantitative analysis of phenolic constituents. **J. Sci. Food Agric**. 10:63-68.
- Suhaj, M., J. Racova, M. Polovka y V. Brezova. 2006. Effect of gamma-irradiation on antioxidant activity of black pepper (*Piper nigrum L.*). **Food Chemistry**. 97(4):696-704.
- Tonguino, M. 2011. Determinación de las condiciones óptimas para la deshidratación de dos plantas aromáticas; menta (*Mentha piperita L.*) y orégano (*Origanum vulgare L.*). **Tesis UTN Ibarra, Ecuador**. <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/385/1/03%20AGI%20273%20TESIS.pdf>
- Valarezo, J. y D. García. 2008. Adaptación tecnológica para la obtención de una bebida refrescante elaborada a partir de plantas aromáticas. **Tesis para obtener el Título de Ingeniero en Industrias Agropecuarias**. UTPL-Loja.
- Vásquez, J. 1987. Procesamiento de la Hierba luisa (*Cymbopogon Citratus*) en bolsas filtrantes. **Tesis para optar el Título de Ingeniero en Industrias alimentarias**. UNALM. Lima-Perú. página 124.
- Wojdylo, A., J. Oszmianski y R. Czemerys. 2007. Antioxidant activity and phenolic compounds in 32 selected herbs. **Food Chemistry**. 105:940-949.
- You, R., X. Rong, F. Lin, L. Kuang y H. Bin. 2010. Antioxidant activity and total phenolic content of medicinal plants associated with prevention and treatment of cardiovascular and cerebrovascular diseases China. **Journal of Medicinal Plants Research**. 4(22):2438-2444.
- Zanón, A. 2000. El cultivo del Kaá heé (*Stevia rebaudiana Bertoni*). **Consultora agro stevia**. Buenos Aires Argentina. página 135.
- Zhang, H., G. Barbosa, V. Balasubramaniam, P. Dunne, D. Farkas y J. Yuan. 2010. Nonthermal Processing Technologies for food. **Editorial WILEY-BLACKWELL**. New York. 2:664.