

DETERMINACIÓN DE COMPUESTOS FENÓLICOS, FLAVONOIDES TOTALES Y CAPACIDAD ANTIOXIDANTE EN MIELES PERUANAS DE DIFERENTES FUENTES FLORALES

Ana María Muñoz Jáuregui^{1*}, Carlos Alvarado-Ortiz Ureta², Teresa Blanco Blasco², Benjamín Castañeda Castañeda³, Julio Ruiz Quiroz⁴, Ángel Alvarado Yarasca³.

RESUMEN

Se realizó el estudio en doce mieles de diferentes marcas colectadas en supermercados de Lima, determinándose el contenido de compuestos fenólicos totales según Pérez *et al*, flavonoides totales por Zhishen *et al*, ensayo de 2-desoxi-D-ribosa por Sandoval *et al*, capacidad antioxidante por el método ABAP/ABTS, según Overveld *et al.*, su efecto antioxidante sobre el anión superóxido según Bermúdez-Campos *et al* y contenido de fenólicos por HPLC según Muñoz *et al*.

La miel silvestre del callejón de Huaylas tuvo mayor contenido (207,89 mg/100g) de fenólicos, mientras la multifloral de Piura, mayor contenido (3,839 mg QE/100g) de flavonoides totales y apigenina (1,799 ppm), pero menor inhibición del anión superóxido (53,21%), mientras la de eucalipto de la sierra central, mayor capacidad antioxidante por el método ABTS (68,452 µg TEAC / 100 g) y de inhibición del anión superóxido (64,73%). Por otro lado, la de Zapote en panal de Piura presentó menor contenido (0,914 mg QE/100g) de flavonoides totales, pero mayor inhibición (54,80%) de radical oxhidrilos y de clorogénico (0,866ⁱ mg/kg). Asimismo se encontró mayor contenido de ácido coumárico en la de algarrobo (1,572 ppm). Se concluyó que la miel contiene una gran capacidad antioxidante, relacionada al contenido de compuestos fenólicos, variando según su origen floral y procedencia.

Palabras clave: Fenólicos totales, flavonoides, miel, antioxidante

DETERMINATION OF PHENOLIC COMPOUNDS, TOTAL FLAVONOIDS AND ANTIOXIDANT ACTIVITY IN PERUVIAN HONEY FROM DIFFERENT FLOWER'S SOURCES

Ana María Muñoz Jáuregui^{1*}, Carlos Alvarado-Ortiz Ureta², Teresa Blanco Blasco², Benjamín Castañeda Castañeda³, Julio Ruiz Quiroz⁴, Ángel Alvarado Yarasca³.

ABSTRACT

The study was realized in twelve different brands of honey collected from supermarkets in Lima, determining the content of total phenolic compounds according to Pérez *et al*, total

¹ Escuela de Ciencia de los Alimentos. Facultad de Farmacia y Bioquímica UNMSM. Jr. Puno 1002. Lima, Perú. amariamj@yahoo.es

² Escuela de Postgrado. Universidad San Ignacio de Loyola

³ Instituto de Investigación. Facultad de Medicina Humana, USMP

⁴ Facultad de Farmacia y Bioquímica. UNMSM.

flavonoids by Zhishen *et al* trial Desoxy-D-ribose by Sandoval *et al*, antioxidant capacity method ABAP / ABTS as Overveld *et al.*, its antioxidant effect on superoxide as Bermudez-Campos *et al* and phenolic content by HPLC according to Muñoz *et al*.

Wild honey Huaylas had higher content (207,89 mg / 100 g) of phenol, whereas the higher content from Piura multiflora (QE 3,839 mg / 100g) of total flavonoids and apigenin (1,799 ppm) but less inhibition of superoxide anion (53,21 %), while the central mountain eucalyptus higher antioxidant capacity by ABTS method (TEAC 68,452 mg / 100 g) and inhibition of superoxide anion (64,73%). Furthermore the honeycomb Zapote Piura showed less content (QE 0,914 mg / 100g) of total flavonoids but greater inhibition (54, 80%) of oxhidrilos radical and chlorogenic (0,866 mg / kg). Also higher content of coumaric found in carob (1,572 ppm). It was concluded that honey contains a high antioxidant capacity related to the content of phenolic compounds varies by floral source and origin.

Key words: Total phenolics, flavonoids, honey, antioxidant

INTRODUCCIÓN

La miel es un producto de la colmena preparado por las abejas a partir de sustancias azucaradas, el néctar y otros derivados de muchas plantas¹. La miel se compone principalmente de los azúcares glucosa y fructosa, y su tercer componente más grande es agua. También contiene muchos otros tipos de azúcares, así como ácidos, proteínas y minerales².

Los fitoquímicos son sustancias que se encuentran en los alimentos de origen vegetal, biológicamente activos; se encuentran en las plantas y son ampliamente investigados por los científicos por su promoción de la salud. La miel tiene una amplia gama de fitoquímicos, como los polifenoles, que actúan como antioxidantes³.

Los antioxidantes son sustancias nutritivas y no nutritivas que pueden retardar o inhibir la oxidación y/o neutralizar los efectos perjudiciales de los radicales libres. En los seres humanos, el estrés oxidativo está implicado en un número cada vez mayor de enfermedades crónicas, como las cardiovasculares y el cáncer. Mayor contenido de antioxidantes en el organismo podría ayudar a proteger contra el daño celular y el desarrollo de enfermedades crónicas. La investigación indica que la miel contiene numerosos antioxidantes fenólicos y no-fenólicos; la cantidad y tipo dependen, en gran medida, de la fuente floral de la miel. Miel más oscuras son generalmente más altas en contenido de antioxidantes que las mieles más claras; se ha demostrado ser similares en la capacidad antioxidante al de las frutas y vegetales⁴. Los polifenoles y ácidos fenólicos encontrados en la miel varían de acuerdo a las condiciones geográficas y climáticas. Algunos de ellos fueron reportados como un marcador específico del origen botánico de la miel. Se ha encontrado diferencias considerables, tanto en la composición como en el contenido de compuestos fenólicos de las diferentes mieles florales⁵. Los principales metabolitos en las mieles son: pinobanksina, crisina, hesperetina, luteolina, 3-metil quercetina, isorramnetina, pinocembrina, dimetil cafeato, fenil etil cafeato, miricetina-3,7,4',5'-metiléter, galangina, galangina-3-metiléter, tectocrisina, ácido elágico, 8-metoxikaempferol, apigenina, dimetilalil cafeato, quercetina, kaempferol, pinobanksin-3-acetato⁶.

PARTE EXPERIMENTAL

Muestra

Las muestras fueron colectadas de los supermercados de la capital (Lima-Perú) y almacenadas a temperaturas de refrigeración en el Centro de Investigación de Bioquímica y Nutrición.

Doce muestras de mieles fueron colectadas de diferente origen floral; entre ellas el algarrobo (*Prosopis pallida*), eucalipto (*Eucalyptus globulus*), faique (*Acacia macracantha*), zapote (*Capparis angulata*), vichayo (*Capparis ovalifolia*), pájaro bobo (*Tesalia integrifolia*), chilco (*Bacharis Lanciolata*), suelda y mano de ratón (tabla 1).

Tabla 1. Lista de muestras; su origen geográfico y botánico.

Mieles	Origen geográfico	Floración
M001	Callejón de Huaylas	Eucalipto
M002	Callejón de Huaylas	Silvestre
M003	Valles andinos	Algarrobo
M004	Costa norte	Zapote silvestre
M005	Sierra central	Eucalipto
M006	Oxapampa	Silvestre
M007	Oxapampa	*
M008	Costa norte, Piura	Multifloral Silvestre
M009	Costa norte	Multifloral
M010	Costa norte, Piura	Zapote
M017	Costa norte	Eucalipto
M018	Costa norte	Silvestre

*Floración no indica.

Reactivos

Ácido gálico, Folin-Ciocalteu, catequina, 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl (DPPH), 2,2'-Azobis (2-methylpropionamidine) dihydrochloride (ABAP), 2,2'-Azino-bis (3-ethylbenzo-thiazoline-6-sulfonic acid) (ABTS), 2-desoxi-D-ribose, pirogalol; fueron obtenidos de Sigma (Sigma-Aldrich GmbH, Sternheim, Alemania).

Métodos de Análisis

Polifenoles totales

El contenido de polifenoles totales fue determinado mediante el método descrito por Pérez et al¹. Se tomó de 0,5 a 0,6 g de miel aproximadamente; 25 µL del extracto fue mezclado con 450 µL de agua desionizada y 1500 µL de la solución A (1 % de SDS, 0,4 % NaOH, 2 % de Na₂CO₃, 0,16 % tartrato de sodio y potasio); a la solución A, se adicionó 1000 µL de CuSO₄ al 4 %. La mezcla fue incubada a 37 °C por 10 minutos. Luego se agregó 150 µL del reactivo Folin-Ciocalteu 0,2 N. La absorbancia fue medida a 750 nm y se utilizó ácido gálico como estándar de referencia.

Flavonoides totales

Los flavonoides totales fueron determinados por el método desarrollado por Zhishen et al⁷; una alícuota de 250 µL del extracto de la muestra fue mezclada con 1000 µL de agua desionizada; inmediatamente después se añadió 75 µL de NaNO₂ y se dejó reaccionar 5 minutos. Posteriormente, 75 µL de AlCl₃ al 10 % fue adicionado y 500 µL de NaOH 1 M. La mezcla fue centrifugada a 3500 r.p.m. durante 5 minutos. Los flavonoides totales fueron expresados en mg CAT/100 g de muestra. Las absorbancias fueron medidas a 510 nm.

Actividad antioxidante

Ensayo de DPPH

La actividad antioxidante se determinó mediante el método modificado por Brand-Williams *et al.*⁸; consistió en hacer reaccionar 50 μ L de la dilución con 950 μ L de DPPH a 100 μ M. La actividad antioxidante de las mieles fue expresada como μ g de vitamina equivalente (VCEAC) por 100 g de muestra. El tiempo de reacción fue de 5 minutos y los valores de absorbancia fueron registrados a 515 nm.

Ensayo de ABTS/ABAP

Las mediciones del potencial antioxidante por radical-trapping (TRAP) fue desarrollado por el ensayo ABAP/ABTS, usando el método descrito por Overveld *et al.*⁹. Los radicales ABTS⁺ fueron generados por descomposición termal del compuesto soluble en agua, 2,2'-azobis (2-amidopropano) hidrócloride (ABAP), generando un compuesto de color verde debido a la formación estable del radical catiónico 2,2'-azinobis (3-etilbenzotiazolino-6-ácido sulfónico) ABTS⁺. El producto de oxidación es medido a 414 nm. Los resultados fueron expresados como μ g de trolox equivalente (TEAC) por 100 g de muestra.

Ensayo de 2-desoxi-D-ribosa

Para la determinación de captura del radical OH se usó el método utilizado por Sandoval *et al.*¹⁰. Una cantidad de 200 μ L de 2-desoxi-D-ribosa (2 mM), 200 μ L de KH_2PO_4 (20 mM), 100 μ L de FeCl_3 (100 μ M), 100 μ L de EDTA (100 μ M), 100 μ L de H_2O_2 (1 mM), 100 μ L de ácido ascórbico (100 μ M) y 50 μ L de muestra o estándar fueron mezclados. La reacción fue incubada por 2 horas a 37 °C. Después de este tiempo se adicionó TBA al 1 % y se llevó a 100 °C por 20 minutos. El producto color rosado generado por la reacción con TBA fue medido a 540 nm.

Ensayo del anión superóxido

Se acondicionó los métodos descritos por Bermúdez-Camps *et al.*¹¹. El medio de reacción contenía un volumen final de 3 mL de las siguientes concentraciones finales: 1000 μ L Tris-HCl de 50 mM a pH 8,2; 1000 μ L EDTA a 1 mM, 500 μ L de muestra y 500 μ L de pirogalol a 1 mM. Los valores de absorbancia se registraron a 420 nm.

Determinación de compuestos fenólicos por HPLC

Se pesó 50g de miel, y se diluyó esa muestra hasta completar 250 mL con agua acidificada con HCl a pH 2. Las columnas cromatográficas se llenaron con amberlita, y se llevó a empaquetar con agua destilada; luego se lavó la columna con un flujo de 200 mL de agua destilada seguido por 100 mL de agua acidificada con HCl a pH 2, luego de lo cual se añadió 250 mL de muestra previamente filtrada, después de lo cual se agregó 150 mL de agua acidificada con HCl a pH 2 y luego se agregó 300 mL de agua destilada para retirar los azúcares de la muestra presentes en la columna con la amberlita empaquetada y obteniendo un pH neutro; finalmente, se añadió 300 mL de metanol p.a. para la extracción de compuestos fenólicos presentes en la muestra (miel o polen). Para finalizar el proceso y trabajar las siguientes muestras se lavó la columna con 100 mL de agua destilada seguido por 150 mL de agua acidificada con HCl a pH 2, y se continuó con el mismo proceso indicado anteriormente. Una vez extraído los compuestos fenólicos en los balones de vidrio de base plana, se llevó a evaporar en baño maría a 80 °C hasta sequedad; luego ese residuo se disolvió con 5 mL de agua destilada y se extrajo los compuestos fenólicos con éter dietílico realizando el lavado tres veces en una pera de decantación; ese último extracto se evaporó a temperatura ambiente en una campana de extracción y el residuo obtenido se reconstituyó con 2 mL de metanol grado CG, para posteriormente ser analizadas en el HPLC.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en todas las tablas fueron evaluados estadísticamente mediante análisis de varianza (ANOVA) y al ser significativo su análisis, se realizó el test de comparación múltiple, aplicando la prueba de Duncan ($p < 0,05$), donde las letras iguales indican que son muestras estadísticamente similares, mientras que letras diferentes indican que son muestras estadísticamente diferentes.

Contenido de polifenoles totales y flavonoides totales

En la tabla 2 se muestra el contenido de polifenoles totales en distintas muestras de miel expresado como ácido gálico (GAE) / 100 g muestra. La muestra 2 “miel silvestre” fue la que tuvo el mayor contenido de polifenoles totales, y la muestra 5 “miel eucalipto” la que tuvo menor contenido de polifenoles totales. El contenido hallado es superior a los encontrados por Muñoz y colaboradores⁶ en mieles chilena, cuyo valor máximo fue de 8,8mg/100g. Por otro lado, Vit y colaboradores determinaron polifenoles en mieles producidos por la abeja *Tetragonisca fiebrigi* de Argentina y Paraguay, cuyos contenidos de compuestos fenólicos fue un promedio de 240,7mg/100g y 148,3 mg/100g respectivamente.¹²

Tabla 2. Contenido de polifenoles totales en distintas muestras de miel expresado como ácido gálico (GAE) / 100 g muestra.

N°	Característica: Floración	mg GAE/100g muestra		
		PROM	SD	Duncan
1	Miel eucalipto	180,37	2,56	h
2	Miel silvestre	207,89	2,18	i
3	Miel algarrobo	121,81	1,85	d
4	Miel zapote y otros	143,72	2,73	f
5	Miel eucalipto	83,15	4,09	a
6	Miel flora silvestre	112,14	2,12	c
7	no indica	102,72	0,91	b
8	Miel multifloral de Piura	145,28	1,89	f
9	Multifloral (3ra semana 16;8%)	177,05	2,69	h
10	Zapote miel en panal de Piura	134,87	1,20	e
17	Miel eucalipto	150,08	3,32	g
18	Miel silvestre	150,91	1,69	g

Tabla 3. Contenido de flavonoides totales en distintas muestras de miel expresado como quercetina (QE) / 100 g muestra.

Nº	Característica: Floración	mg QE/ 100g muestra		
		PROM	SD	Duncan
1	Miel eucalipto	1,4058	0,02	b
2	Miel silvestre	1,4032	0,08	b
3	Miel algarrobo	1,0063	0,01	a
4	Miel zapote y otros	0,9651	0,01	a
5	Miel eucalipto	1,5736	0,05	bc
6	Miel flora silvestre	1,7563	0,06	c
7	no indica	2,0755	0,07	d
8	Multifloral de Piura	3,8391	0,15	e
9	Multifloral (3ra semana 16,8%)	0,9692	0,02	a
10	Zapote miel en panal de Piura	0,9139	0,02	a
17	Miel eucalipto	1,6264	0,31	c
18	Miel silvestre	1,4329	0,06	b

En la tabla 3 se muestra el contenido de flavonoides totales en distintas muestras de miel expresado como quercetina (QE) / 100 g muestra. El máximo contenido en mieles multifloral en Piura (3,83 mg QE/100g) fueron cercanos a los encontrados por Ciappini y colaboradores que arrojó valores promedio de : $3,28 \pm 1,13$ mg QE/100 g de miel de “trébol”, $3,95 \pm 1,29$ mg QE/100 g de miel de “eucalipto” y $3,63 \pm 0,74$ mg QE/100g para mieles de “alfalfa”¹³.

La muestra 8 “miel multifloral” fue la que tuvo el mayor contenido de flavonoides totales, y las muestras 3, 4, 9 y 10 (miel algarrobo, miel zapote y otros, multifloral-3ra semana 16,8% y miel de zapote en panal respectivamente) las que tuvieron estadísticamente menor contenido de flavonoides totales.

Ensayo de DPPH

En la tabla 4 se muestra la capacidad antioxidante medido por el ensayo de DPPH en distintas muestras de miel expresado como μg de vitamina C equivalente (VCEAC) / 100 g muestra.

La muestra 9 “multifloral (3ra semana 16,8%)” fue la que tuvo la mayor capacidad antioxidante, y la muestra de Oxapamapa, la que tuvo menor capacidad antioxidante; ambas medidas por el ensayo DPPH expresado como μg de vitamina C equivalente (VCEAC) / 100 g muestra. Otros estudios encontrados por Ciappiani y col., determinaron valores de capacidad antioxidante por el ensayo de DPPH expresado en trolox ($x=42,55 \pm 33,19$ mg TE/100 g) en mieles¹³.

Tabla 4. Capacidad antioxidante medido por el ensayo de DPPH en distintas muestras de miel expresado como μg de vitamina C equivalente (VCEAC) / 100 g muestra.

N°	Característica: Floración	$\mu\text{g}/100\text{g}$ muestra *		
		PROM	SD	Duncan
1	Miel eucalipto	6,740	0,013	def
2	Miel silvestre	6,769	0,001	ef
3	Miel algarrobo	6,738	0,037	d
4	Miel zapote y otros	6,788	0,054	f
5	Miel eucalipto	6,721	0,009	d
6	Miel flora silvestre	6,669	0,005	c
7	no indica	6,370	0,010	a
8	Miel multifloral de Piura	6,579	0,012	b
9	Multifloral (3ra semana 16.8%)	6,850	0,056	g
10	Zapote miel en panal de Piura	6,778	0,006	ef
17	Miel eucalipto	6,715	0,017	d
18	Miel silvestre	6,773	0,005	ef

Tabla 5. Capacidad antioxidante medido por el ensayo de ABTS en distintas muestras de miel expresado como μg Trolox equivalente (TEAC) / 100 g muestra.

N°	Característica: Floración	$\mu\text{g}/100\text{g}$ muestra *		
		PROM	SD	Duncan
1	Miel eucalipto	37,464	0,032	f
2	Miel silvestre	36,480	0,001	e
3	Miel algarrobo	58,863	0,009	j
4	Miel zapote y otros	28,747	0,002	a
5	Miel eucalipto	68,452	0,026	l
6	Miel flora silvestre	56,869	0,004	i
7	no indica	47,617	0,005	h
8	Miel multifloral de Piura	67,825	0,005	k
9	Multifloral (3ra semana 16.8%)	33,740	0,010	b
10	Zapote miel en panal de Piura	34,257	0,012	c
17	Miel eucalipto	34,417	0,001	d
18	Miel silvestre	40,694	0,008	g

Ensayo de ABTS/ABAP

En la tabla 5 se muestra la capacidad antioxidante medido por el ensayo de ABTS en distintas muestras de miel expresado como μg Trolox equivalente (TEAC) / 100 g muestra.

La muestra 5 “miel de eucalipto” fue la que tuvo la mayor capacidad antioxidante, y la muestra 4 “miel zapote y otros” la que tuvo menor capacidad antioxidante; ambas medido por el ensayo ABTS en distintas muestras de miel expresado como μg Trolox equivalente (TEAC) / 100 g muestra. Otros estudios encontrado por Ciappiani¹³ y col; indican contenidos de 102,02 $\pm$ 44,69 μg TE/100 g).

Ensayo de 2-desoxi-D-ribosa

En la tabla 6 se muestra el ensayo de desoxi-D-ribosa en distintas muestras de miel expresado como porcentaje de inhibición para cada muestra. Las muestras 7 y 10 fueron las que tuvieron estadísticamente el mayor porcentaje de inhibición (54,62 y 54,80% respectivamente), y la muestra 2 “miel silvestre” la que tuvo el menor porcentaje de inhibición; ambas medido por el ensayo 2-desoxi-D-ribosa en distintas muestras de miel expresado como porcentaje de inhibición para cada muestra. Otros estudios realizados por Rodríguez y colaboradores en la miel proveniente de *Apis mellifera*, obtuvieron un mayor porcentaje de inhibición (62,73%)¹⁴.

Tabla 6. Ensayo de desoxi-D-ribosa en distintas muestras de miel expresado como porcentaje de inhibición del radical OH para cada muestra.

Nº	Característica: Floración	% inhibición		
		PROM	SD	Duncan
1	Miel eucalipto	31,56	1,89	d
2	Miel silvestre	1,72	0,42	a
3	Miel algarrobo	33,11	3,79	d
4	Miel zapote y otros	30,57	1,04	d
5	Miel eucalipto	11,78	0,78	b
6	Miel flora silvestre	15,74	2,93	c
7	no indica	54,62	1,59	f
8	Miel multifloral de Piura	10,65	2,23	b
9	Multifloral (3ra semana 16.8%)	43,61	0,83	e
10	Zapote miel en panal de Piura	54,80	1,64	f
17	Miel eucalipto	42,63	0,98	e
18	Miel silvestre	45,19	2,69	e
P*	Catequina	79,23	1,17	

P* corresponde al patrón “Catequina”

Ensayo de anión superóxido

En la tabla 7 se muestra el ensayo de anión superóxido en distintas muestras de miel expresado como porcentaje de inhibición para cada muestra.

Las muestras 1, 2, 3, 5, 6, 10, 17 y 18 fueron las que tuvieron estadísticamente el mayor porcentaje de inhibición del anión superóxido, siendo la muestra 17 de eucalipto la de mayor inhibición (64,73 %) y las muestras 3, 4, 8 y 9 las que tuvieron, estadísticamente, el menor porcentaje de inhibición. Otros estudios realizados por Rodríguez y colaboradores obtuvieron un valor promedio de 69,06 % de inhibición en miel proveniente de *Apis mellifera*¹⁴.

Tabla 7. Ensayo de anión superóxido en distintas muestras de miel expresado como porcentaje de inhibición para cada muestra.

Nº	Característica: Floración	% inhibición		
		PROM	SD	Duncan
1	Miel eucalipto	62,72	2,90	cd
2	Miel silvestre	62,56	3,12	cd
3	Miel algarrobo de valles andinos	58,68	2,83	abcd
4	Miel zapote y otros	58,25	3,24	abc
5	Miel eucalipto	61,34	3,76	bcd
6	Miel flora silvestre	59,43	3,77	bcd
7	no indica	62,33	2,85	cd
8	Miel multifloral de Piura	53,21	3,17	a
9	Multifloral (3ra semana 16.8%)	56,06	3,40	ab
10	Zapote miel en panal de Piura	61,30	3,36	bcd
17	Miel eucalipto	64,73	3,29	c
18	Miel silvestre	63,33	3,16	cd

Determinación de compuestos fenólicos por HPLC en mieles

En la tabla 8 se muestra el contenido de compuestos fenólicos: ácido clorogénico, siríngico, rutina, coumárico y apigenina en distintas muestras de miel expresado como mg/kg de muestra; letras distintas indican que son muestras estadísticamente diferentes, siendo para el contenido de ácido clorogénico (0,866 mg/kg) la muestra 10 quien tuvo estadísticamente el mayor contenido, y las muestras 1 y 2 las que tuvieron, estadísticamente, los menores contenidos; ambas para el contenido de ácido clorogénico (0,007 y 0,009mg/kg).

El contenido de ácido siríngico en la muestra 3 “miel algarrobo” (0,722 mg/kg) fue la que obtuvo estadísticamente el mayor contenido, y la muestra 2 “miel silvestre” la de menor contenido (0,018 mg/kg).

El contenido de rutina en la muestra 18 “miel silvestre” (0,121 mg/kg) fue la que obtuvo estadísticamente el mayor contenido, y la muestra 5 “miel eucalipto” (0,006 mg/kg) la de menor contenido.

El contenido de coumárico en la muestra 3 “miel algarrobo” (0,722 mg/kg) fue la que obtuvo estadísticamente el mayor contenido, y la muestra 2 (0,010 mg/kg) la de menos contenido.

El contenido de apigenina en la muestra 8 “miel multifloral” (1,799 mg/kg) fue la que obtuvo estadísticamente el mayor contenido, y la muestra de Oxapampa (0,027 mg/kg) la de menor contenido. Los flavonoides identificados en la miel son normalmente de los grupos de Flavanonas, flavononas y flavonoles, siendo importante la fuente de origen del néctar de la flor.

Tabla 8. Contenido de compuestos fenólicos: ácido clorogénico, siríngico, rutina, coumárico y apigenina en distintas muestras de miel expresado como mg/kg de muestra.

N°	Característica: Floración	Compuestos fenólicos				
		Clorogénico	Siríngico	Rutina	Coumárico	Apigenina
1	Miel eucalipto	0,007 ^a	0,037 ^b	0,012 ^c	0,011 ^a	0,144 ^c
2	Miel silvestre	0,009 ^a	0,018 ^a	0,034 ^e	0,010 ^a	0,346 ^f
3	Miel algarrobo de valles andinos	0,029 ^b	0,722 ^l	0,073 ^b	1,572 ^k	0,191 ^d
4	Miel zapote y otros	0,075 ^d	0,374 ⁱ	0,057 ^f	0,118 ^e	0,045 ^b
5	Miel eucalipto	0,116 ^e	0,301 ^f	0,006 ^a	0,797 ⁱ	0,341 ^f
6	Miel flora silvestre	0,041 ^c	0,340 ^h	0,008 ^b	0,925 ^j	0,472 ^g
7	no indica	ND	0,365 ^b	0,065 ^g	0,075 ^c	0,027 ^a
8	Miel multifloral de Piura	0,195 ^g	0,117 ^c	ND	0,261 ^g	1,799 ^j
9	Multifloral (3ra semana 16.8%)	0,762 ^h	0,490 ^j	0,086 ⁱ	0,112 ^d	0,224 ^e
10	Zapote miel en panal de Piura	0,866 ⁱ	0,24 ^k	ND	0,052 ^b	0,189 ^d
17	Miel eucalipto	0,144 ^f	0,224 ^d	0,024 ^d	0,121 ^f	0,682 ^j
18	Miel silvestre	0,036 ^{bc}	0,289 ^e	0,121 ^j	0,404 ^h	0,652 ^h

CONCLUSIONES

La miel silvestre del callejón de Huaylas tuvo mayor contenido (207,89 mg/100g) de fenólicos, mientras la multifloral de Piura mayor contenido (3,839 mg QE/ 100g) de flavonoides totales y apigenina (1,799 ppm) pero menor inhibición del anión superóxido (53,21%).

La miel de eucalipto de la sierra central tuvo mayor capacidad antioxidante por el método ABTS (68,452 µg TEAC / 100 g) y de inhibición del anión superóxido (64,73%).

La miel de zapote en panal de Piura presentó menor contenido (0,914 mg QE/100g) de flavonoides totales pero mayor inhibición (54,80%) de radical oxhidrilos y mayor contenido de clorogénico (0,866 mg/kg).

Asimismo, se encontró mayor contenido de coumárico en la de algarrobo (1,572 ppm). Se concluyó que la miel contiene una gran capacidad antioxidante relacionada al contenido de compuestos fenólicos, variando según su origen floral y procedencia.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a la facultad de Medicina Humana de la USMP y la Empresa Apíarios Llona y Bojórquez, por el soporte dado al desarrollo de la presente investigación.

BIBLIOGRAFÍA

1. Pérez E, Rodríguez-Malaver A, Vit P. Antioxidant capacity of Venezuelan honey in wistar rat homogenates. *Journal of Medicinal Food* 2006; 9: 510 – 516.
2. National Honey Board (NHB). Carbohydrates and the sweetness of honey. <http://www.honey.com/downloads/carb.pdf>. Release 10, 2009.
3. Jaganathan S, Mandal M. Antiproliferative effects of honey and of its polyphenols: A review. *Journal of Biomedicine and Biotechnology* 2009; doi:10.1155/2009/830616
4. National Honey Board.. Honey and antioxidants. National Honey Board Web site. <http://www.honey.com/consumers/honeyhealth/nutritionresearch/antioxidants.asp>. Release 10, 2009.

5. Amiot M, Aubert S, Gonnet M, Tacchini M. Les composés phénoliques des miels: étude préliminaire sur l'identification et la quantification par familles. *Apidologie*. 1989 ; 20 : 115–125.
6. Muñoz O, Copaja S, Speisky H, Peña R, Montenegro G. Contenido de flavonoides y compuestos fenólicos de mieles chilenas e índice antioxidante. *Química Nova*. 2007; 30: 848–851.
7. Zhishen J, Mengcheng T, Jianming W. The determination of flavonoid contents in mulberry and their scavenging effects on superoxide radicals. *Food Chemistry*. 1999; 64: 555–559.
8. Brand-Williams W, Cuvelier M, Berset, C.. Use of a free Radical method to Evaluate Antioxidant Activity. *Lebensm. Wiss. Tol*. 1995; 28: 25-30.
9. Overveld FWPC, Haenen GRMM, Rhemrev J, Vermeiden JPW, Bast A.. Tyrosine as important contributor to the antioxidant capacity of seminal plasma. *Chemico-Biological Interactions*. 2000; 127(2): 151 – 161.
10. Sandoval M, Okuhama NN, Angeles FM. Técnicas de investigación para determinar la actividad antioxidativa y antiinflamatoria de plantas medicinales de la amazonía. 1st Internacional Workshop del 13 al 15 de agosto. Iquitos, Perú. 27 p. 2001.
11. Bermúdez-Camps I, Reyes-Hernández I, León-Fernández OS. Evaluación de la actividad antioxidante del propóleo de la región de Manzanillo. Provincia Granma. Cuba. *IMBIOMED: Bioquímica*. 2000; 25(3): 69 – 74.
12. Vit P, Gutierrez M, Rodriguez- Malaver J, Aguilera G, Fernández-Díaz C, Tricios A. Comparación de mieles producidas por la abeja yateí(*Tetragonisca fiebrigi*) en Argentina y Paraguay. *Acta Bioquím Clín Latinoam*. 2009; 43 (2): 219-26.
13. Ciappini M, Stoppani F, Martinet R, alvarez M. Actividad antioxidante y contenido de compuestos fenólicos y favonoides en mieles de tréboles, eucalipto y alfalfa. *Rev. Cienc. Tecnol*. 2013;15(19):45-51.
14. Rodríguez A, Pérez E , Vit, P. Capacidad antioxidante de mieles venezolanas de los géneros Apis, Melipona y Tetragonisca, evaluada por tres métodos. *INHRR* [online]. 2007[acceso 26de noviembre de 2014]; 38(2):[13-18]. Disponible en http://www.scielo.org.ve/scielo.php?pid=S0798-04772007000200002&script=sci_arttex