

ARTÍCULO ORIGINAL

ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE Y POLIFENOLES TOTALES DE INFUSIONES HERBARIAS FRESCA, SECA Y COMERCIALES

ANTIOXIDANT AND TOTAL POLYPHENOLS ACTIVITY OF FRESH, DRY AND COMMERCIAL HERBAL INFUSIONS

Elizabeth Susana Ordoñez Gómez.

Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo María, Perú

Correo electrónico: elizabeth.ordonez@unas.edu.pe

Código ORCID: 0000-0003-4502-5626

Juan Edson Villanueva Tiburcio.

Universidad Nacional de Hermilio Valdizán. Huánuco, Perú.

Correo electrónico: juanedvi@unheval.edu.pe

Código ORCID: 0000-0002-1541-7525

Darlym Reátegui Díaz.

Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo María, Perú.

Correo electrónico: E-mail: darlym.reategui@unas.edu.pe

Código ORCID: 0000-0001-6689-2345

Recepción: 11 de mayo de 2018

Aceptado: 22 de junio de 2018

Resumen

La investigación se realizó en los laboratorios de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, ubicado en la ciudad de Tingo María, el objetivo del estudio fue cuantificar la capacidad antioxidante (DPPH[•] y ABTS^{•+}) y polifenoles totales de infusiones herbarias y tés comercial, fresca y seca. Para la preparación de las infusiones las muestras comerciales se adquirieron del mercado (doce), las frescas fueron utilizadas después del recojo (trece) y las secas fueron secadas y molidas (catorce). El contenido de polifenoles totales en infusiones con tés y hierbas comerciales fue mayor en té limón y menor *P. anisum* (anís) (51,83±0,59 a 665,03±2,37 mgEAG/L), con hierbas frescas mayor *M. mollis* (muña) y el menor *F. vulgare* (hinojo) 4740,38±26,67 a 18,6±1,12mgEAG/L; con hierbas secas el mayor fue *B. Orellana* (hoja achiote) 1012,56±1,99 y menor *C. ambrosioides* L. (paico) 108,96±1,66 mgEAG/L. La mayor capacidad antioxidante frente al radical DPPH en infusiones comerciales fue para té limón 5,43±0,04 y el menor *C. citratus* 0,03±0,00 mM trolox/L, en frescas *U. tomentosa* 9,25±0,10 mM trolox/ L y menor flor de *M. chamonillo* 0,05 mM trolox/ L, secas *C. sinensis* té verdel 21,17±0,04 mM trolox/ L. y el menor *C. citratus* 0,03±0,01 mM trolox/ L. La mayor capacidad antioxidante frente al radical ABTS^{•+} correspondió a la infusión de *B. Orellana* preparada con muestra comercial y secada y en muestra fresca fue para *C. tomentosum*. La menor capacidad antioxidante fue para *C. tomentosum* (comercial), *C. ambrosioides* (fresco y seco).

Palabras clave: Antioxidante, polifenol, infusiones, herbarias, té.

Abstract

The research was carried out in the laboratories of the National Agrarian University of the Jungle, located in the city of Tingo María, the objective of the study was to quantify the antioxidant capacity (DPPH[•] and ABTS^{•+}) and total polyphenols of herbal infusions and commercial teas, fresh and dry. For the preparation of the infusions the commercial samples were acquired from the market (twelve), the fresh samples were used after harvesting (thirteen) and the dried samples were dried and ground (fourteen). The content of total polyphenols in infusions with commercial teas and herbs was higher in lemon tea and lower in *P. anisum* (anise) (51.83±0.59 to 665.03±2.37 mgEAG/L), with greater fresh herbs *M. mollis* (muña) and the less *F. vulgare* (fennel) 4740.38±26.67 to 18.6±1.12mgEAG/L; with dried herbs the largest was *B. Orellana* (achiote leaf) 1012.56±1.99 and lower *C. ambrosioides* L. (paico) 108.96±1.66 mgEAG/L. The highest antioxidant capacity against the DPPH radical in commercial infusions was for lemon tea 5.43 ± 0.04 and the lowest *C. citratus* 0.03 ± 0.00 mM trolox/L, in fresh *U. tomentosa* 9.25±0,10 mM trolox/L and lower flower of *M. chamonillo* 0.05 mM trolox/L, dried *C. sinensis* green tea 21.17±0.04 mM trolox/L. and the minor *C. citratus* 0.03±0,01 mM trolox/L. The highest antioxidant capacity against the radical ABTS^{•+} corresponded to the infusion of *B. Orellana* prepared with commercial sample and dried and in fresh sample was for *C. tomentosum*. The lowest antioxidant capacity was for *C. tomentosum* (commercial), *C. ambrosioides* (fresh and dry).

Key words: Antioxidant, polyphenol, infusions, herbal, tea.

Introducción

En nuestro medio encontramos una variada cantidad de hierbas con miles de especies, las cuales hasta el día de hoy son empleadas por la medicina tradicional para aliviar o curar una serie de dolencias en el hombre. Muchas de las propiedades que se les atribuye a estas hierbas estarían relacionadas con los compuestos bioactivos (compuestos fenólicos) que ellas presentan. Así mismo, cada vez se va incremento el consumo de infusiones debido a sus propiedades benéficas, estas bebidas se consumen frescas, secas y en forma comerciales (bolsitas). Conocer el tipo de compuesto bioactivo presente en las plantas resulta, es de suma importancia para poder encontrar la relación causa efecto que ellos producen en la prevención o cura de enfermedades, también reconocer la calidad en los productos que contienen dichos compuestos y de esta forma evitar posibles adulteraciones. La búsqueda de antioxidantes naturales, especialmente en plantas, ha aumentado considerablemente, debido a que los antioxidantes sintéticos sufren el inconveniente, muchos de ellos han sido suspendidos por causar o promover efectos negativos en la salud. Por otro

lado, algunas plantas incluyendo las aromáticas han sido estudiadas por su intensa actividad antioxidante, lo que ha resultado en el desarrollo de formulaciones de antioxidantes naturales (1). En este marco se planteó como objetivo cuantificar la capacidad antioxidante (DPPH[•] y ABTS^{•+}) y polifenoles totales de infusiones herbarias frescas, secas y comerciales.

Materiales y métodos

Lugar de ejecución

El trabajo de investigación se ejecutó en los laboratorios de química, carnes y el Centro de Investigación y Desarrollo Biotecnológico de la Amazonía (CIDBAM) de la Universidad Nacional Agraria de la Selva (UNAS), en Tingo María, ubicado en el distrito de Rupa Rupa, Provincia de Leoncio Prado, Departamento de Huánuco; a una altitud de 660 m.s.n.m. a 09° 17' 08" de Latitud Sur, a 75°59'52" de latitud Oeste, con clima tropical húmedo y con una humedad relativa media de 84% y temperatura media anual de 24°C.

Materia prima

Cuadro 1. Materia prima

| Nombre común | Nombre científico | Partes en estudio | Tipo |
|--------------|------------------------------------|----------------------|-----------------------|
| Té negro | <i>Camellia sinensis</i> | | Comercial seco |
| Té verde | <i>Camellia sinensis</i> | Hojas | Comercial Fresco Seco |
| Boldo | <i>Peanus boldus</i> Molina | Hojas y tallo | Comercial |
| Té Canela | | | Comercial |
| Manzanilla | <i>Matricaria chamomilla</i> | Hojas – tallo y flor | Comercial Fresco Seco |
| Manzanilla | <i>Matricaria chamomilla</i> | Flor | Comercial Fresco Seco |
| Anís | <i>Pimpinella anisum</i> L. | Hojas y tallo | Comercial Fresco Seco |
| Uña de gato | <i>Uncaria tomentosa</i> | Hojas y tallo | Comercial Fresco Seco |
| Hinojo | <i>Foeniculum vulgare</i> | Hojas | Fresco Seco |
| Canela | <i>Cinnamomum zeylanicum</i> | Hojas | Fresco Seco |
| Inca muña | <i>Clinopodium tomentosum</i> | Hojas y tallo | Fresco Seco |
| Muña | <i>Minthostachys mollis</i> | Hojas y tallo | Comercial Fresco Seco |
| Paico | <i>Chenopodium ambrosioides</i> L. | Hojas y tallo | Fresco Seco |
| Coca | <i>Erythroxylum coca</i> | Hojas | Comercial Fresco Seco |
| Achiote | <i>Bixa orellana</i> | Hojas | Comercial Fresco Seco |
| Hierba Luisa | <i>Cymbopogon citratus</i> | hojas | Comercial Fresco Seco |

Metodología experimental

Preparación de las muestras: Las muestras herbarias frescas fueron cosechadas por las mañanas y trasladados al laboratorio en bolsas de papel, luego se seleccionaron, retirando las hojas maltratadas y picadas por insectos, pardeadas, rotas y otros defectos que podrían encontrarse; fue lavado con agua corriente, el oreado sobre papel secante a temperatura ambiente por 4 horas para disminuir la humedad, y quedo listo para preparar las infusiones. Para las muestras secas una vez oreadas fueron secados a 60°C (2) hasta peso constante, luego fue molido groseramente y fue

envasado en botes polietileno oscuro con tapa y se almacenó a temperatura ambiente hasta su análisis. Para las muestras comerciales no se aplicó ningún tratamiento solo para análisis se retiró el material filtrante.

Preparación de las infusiones: Para la preparación de las infusiones se pesó 1g para de cada muestra seca y comercial, para la muestra fresca se consideró el mismo peso en función a la humedad de cada hierba, se adicionó 100 ml de agua hirviendo; después de 5 minutos, el extracto se filtró (papel Whatman 4 con diámetro de poro de 25 µm) se colocó en tubos de vidrio con tapa y se

dejó bajo refrigeración, hasta realizar el análisis, para cada tratamiento, se trabajó por triplicado (3).

Cuantificación de polifenoles totales: Se realizó mediante el método colorimétrico de Folin-Ciocalteu reportado por Sultana *et al.* (4), con algunas modificaciones. 20 μ L de muestra fueron mezclados con 1580 μ L de agua desionizada y se adicionó 100 μ L de solución Folin-Ciocalteu 2N (Merck) después de 1 min se mezcló con 300 μ L de Na_2CO_3 (Sigma Aldrich) al 20% y se almacenó por 2 horas a temperatura ambiente. La absorbancia se registró a 700 nm (espectrofotómetro UV/VIS Genesys 10, USA). La medida se comparó con una curva de calibración de ácido gálico $R^2 = 0,998$ y los resultados fueron expresado en miligramos de equivalentes de ácido gálico (EAG) por litro de té [mg EAG/L].

Evaluación de la capacidad antioxidante para inhibir radical 2,2-difenil-2-picrilhidrazil (DPPH):

El procedimiento analítico se realizó con el uso del método modificado propuesto por Brand Williams *et al.* (5). La solución madre se preparó disolviendo 40 mg de radical DPPH⁰⁺ en 100 mL de etanol. La solución de trabajo (100 μ M) se obtuvo mediante la dilución (1:10) de la solución madre del radical DPPH⁰⁺ con etanol hasta obtener una absorbancia de $1,0 \pm 0,005$ a 515 nm. Las infusiones (100 μ L) se hicieron reaccionar con 900 μ L de la solución de trabajo DPPH (100 μ M) durante 10 minutos a temperatura ambiente. Después se midió la

absorbancia a 515 nm frente a la muestra de referencia (etanol). Los resultados calculados sobre la base de la curva de calibración de trolox (0,1 - 1 mM) y los resultados se expresaron en mM trolox/L de infusión.

Capacidad de inhibir radical libre 2,2-azinobis (3-etilbenzotiazoline-6-ácido sulfónico) (ABTS⁰⁺):

Se determinó mediante el método propuesto por Re *et al.* (6) con modificaciones. La solución madre de radical ABTS⁰⁺, se preparó disolviendo 38 mg de 2,2'-azinobis (3-etilbenzotiazolina-6-ácido) (ABTS) en 10 ml de una solución de persulfato de potasio (2,45 mM), la mezcla se almacenó en oscuro por 16 horas. La solución de trabajo se obtuvo diluyendo la solución madre del catión radical ABTS⁰⁺ con etanol hasta obtener una absorbancia de $0,7 \pm 0,005$ a 734 nm. Las infusiones (10 μ L) se hicieron reaccionar con 990 μ L de la solución de trabajo ABTS⁰⁺ durante 10 minutos a temperatura ambiente en oscuridad; se midió la absorbancia a 734 nm frente a la muestra de referencia (etanol). La capacidad antioxidante de las infusiones se expresó en mM Trolox equivalente por litro de infusión, sobre la base de la curva de calibración de trolox (0,1-1,5 mM).

Resultados

Cuantificación de polifenoles totales de infusiones herbarias y tés comerciales, frescos y secos

Cuadro 2. Contenido de polifenoles totales en las infusiones herbarias y tés

| Nombre científico | Nombre común | Polifenoles totales mg EAG/L | | |
|------------------------------|--------------|------------------------------|--------------------|--------------------|
| | | Comercial | Fresco | Seco |
| <i>Cymbopogon citratus</i> | Hierba luisa | 262,38 \pm 0,98 | 46,92 \pm 0,29 | 86,84 \pm 0,40 |
| <i>Peanus boldus</i> Molina | Boldo | 541,20 \pm 5,50 | ----- | ----- |
| <i>Bixa orellana</i> | Achiote | 538,39 \pm 1,07 | 1259,62 \pm 14,6 | 4161,83 \pm 47,8 |
| <i>Uncaria tomentosa</i> | Uña de gato | 270,14 \pm 35,1 | 46,15 \pm 0,88 | 749,90 \pm 3,28 |
| <i>Pimpinella anisum</i> L. | Anís | 51,83 \pm 0,59 | 84,70 \pm 2,38 | 165,07 \pm 2,78 |
| <i>Matricaria chamomilla</i> | Manzanilla | 91,77 \pm 1,22 | 68,99 \pm 0,58 | 121,04 \pm 0,89 |
| <i>Matricaria chamomilla</i> | Flor manza. | 98,48 \pm 1,48 | 52,49 \pm 1,21 | 119,71 \pm 0,90 |
| <i>Minthostachys mollis</i> | Muña | 381,41 \pm 5,67 | 484,29 \pm 1,20 | 107,87 \pm 2,34 |
| <i>C. ambrosioides</i> | Paico | ----- | 92,08 \pm 1,55 | 108,96 \pm 1,66 |
| <i>Foeniculum vulgare</i> | Hinojo | ----- | 18,71 \pm 0,44 | 220,90 \pm 2,94 |
| <i>C. tomentosum</i> | Inca muña | ----- | 633,50 \pm 9,34 | 421,85 \pm 4,81 |
| <i>Erythroxylum coca</i> | Coca | 342,34 \pm 10,2 | 294,72 \pm 4,65 | 521,75 \pm 8,26 |
| <i>C. zeylanicum</i> | Canela | ----- | 704,63 \pm 9,09 | 835,77 \pm 9,96 |
| <i>Camellia sinensis</i> | Té negro | 372,50 \pm 1,50 | ----- | 273,81 \pm 1,91 |
| <i>Camellia sinensis</i> | Té verde | 495,64 \pm 0,74 | 105,24 \pm 1,53 | 651,60 \pm 0,94 |
| | Té can. Cla. | 396,87 \pm 2,39 | | |
| | Té limón | 665,03 \pm 2,37 | | |

Los valores representan (promedio \pm SEM) datos provienen del experimento (n=3)

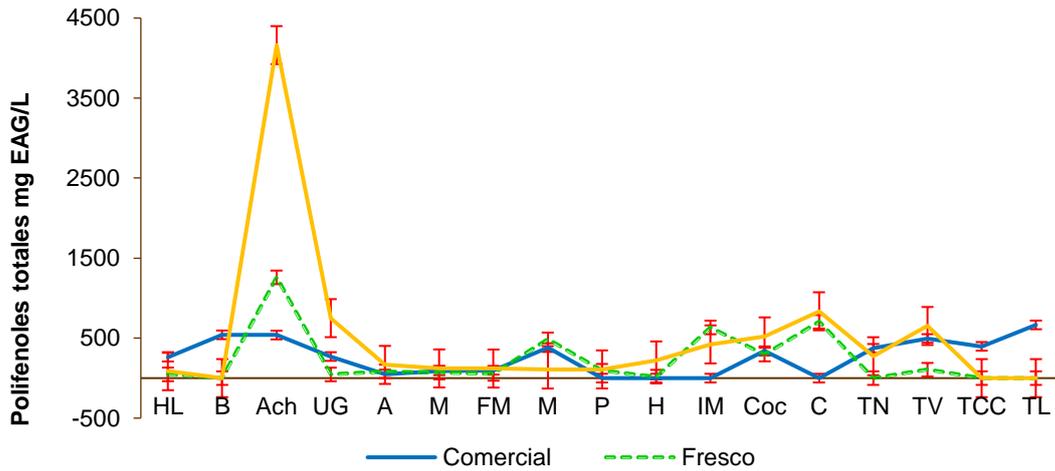


Figura 1. Contenido de polifenoles totales en infusiones herbales y tés

Cuadro 3. Capacidad antioxidante de infusiones herbarias y tés frente al radical 2,2-difenil-2-picrilhidrazil (DPPH)

| Nombre científico | Nombre común | DPPH- TEAC (mM trolox/ L) | | |
|------------------------------|-----------------|---------------------------|------------|------------|
| | | Comercial | Fresco | Seco |
| <i>Cymbopogon citratus</i> | Hierba luisa | 0,03±0,00 | 0,06±0,01 | 0,03±0,01 |
| <i>Peanus boldus</i> Molina | Boldo | 1,58±0,00 | ----- | ----- |
| <i>Bixa orellana</i> | Achiote | 3,49±0,01 | 1,22±0,01 | 4,58± 0,01 |
| <i>Uncaria tomentosa</i> | Uña de gato | 0,85±0,01 | 9,25±0,10 | 11,17±0,04 |
| <i>Pimpinella anisum</i> L. | Anís | 1,73±0,02 | 0,15±0,01 | 0,12±0,00 |
| <i>Matricaria chamomillo</i> | Manzanilla flor | 1,69± 0,01 | 0,05±0,00 | 2,51±0,03 |
| <i>Matricaria chamomillo</i> | Manzanilla | 1,71±0,01 | 0,06±0,01 | 0,14±0,01 |
| <i>Minthostachys mollis</i> | Muña | 3,65±0,03 | 2,67± 0,02 | 1,53±0,01 |
| <i>C. ambrosioides</i> | Paico | ----- | 0,09±0,01 | 0,05±0,01 |
| <i>Foeniculum vulgare</i> | Hinojo | ----- | 0,14± 0,01 | 0,10±0,01 |
| <i>C. tomentosum</i> | Inca muña | ----- | 0,78±0,01 | 0,89±0,01 |
| <i>Erythroxylum coca</i> | Coca | 1,01±0,02 | 0,01±0,00 | 0,79±0,01 |
| <i>C. zeylanicum</i> | Canela hojas | ----- | 1,08±0,01 | 0,66±0,01 |
| <i>Camellia sinensis</i> | Té negro | 4,55±0,02 | ----- | 6,95±0,02 |
| <i>Camellia sinensis</i> | Té verde | 4,61±0,06 | 2,15±0,16 | 21,17±0,04 |
| | Té can. Cla. | 5,20±0,01 | | |
| | Té limón | 5,43±0,04 | | |

Los valores representan (promedio ±SEM) datos provienen del experimento (n=3)

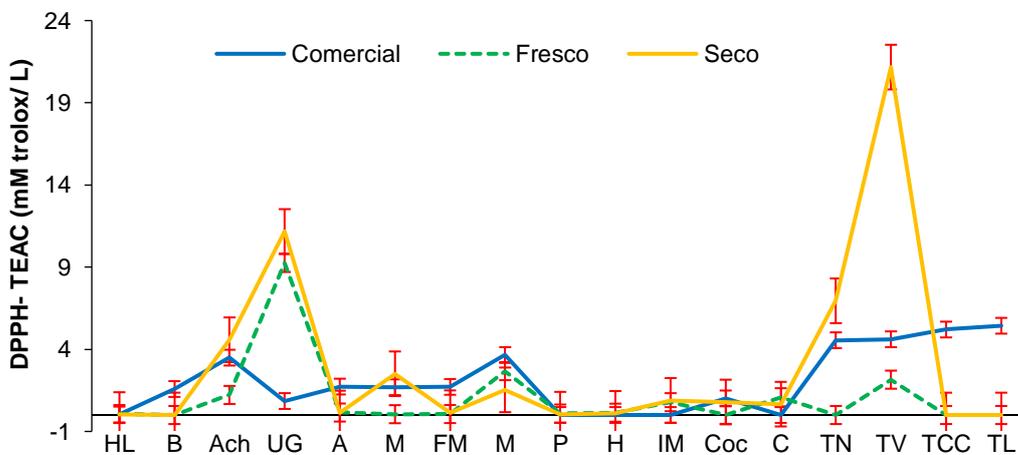


Figura 2. Capacidad antioxidante de infusiones herbarias y tés frente al radical 2,2-difenil-2-picrilhidrazil (DPPH)

Evaluación de la capacidad antioxidante de radical libre 2,2-azino bis (3-etilbenzotiazoline-6-ácido sulfónico) (ABTS⁰⁺) de infusiones herbarias comercial, fresca y seca

Cuadro 4. Capacidad antioxidante frente al radical ABTS0+ en las infusiones herbarias y tés

| Nombre científico | Nombre común | ABTS ⁰⁺ - TEAC (mM trolox/ L) | | |
|------------------------------|-----------------|--|------------|-------------|
| | | Comercial | Fresco | Seco |
| <i>Cymbopogon citratus</i> | Hierba luisa | 2,04±0,03 | 2,12±0,01 | 1,05±0,01 |
| <i>Peanus boldus</i> Molina | Boldo | 5,10±0,01 | ----- | ----- |
| <i>Bixa orellana</i> | Achiote | 6,22±0,01 | 7,96±0,08 | 18,33± 0,12 |
| <i>Uncaria tomentosa</i> | Uña de gato | 5,37±0,04 | 1,28±0,01 | 9,49±0,02 |
| <i>Pimpinella anisum</i> L. | Anís | 1,66±0,01 | 1,96±0,02 | 1,47±0,01 |
| <i>Matricaria chamomillo</i> | Manzanilla flor | 1,39± 0,00 | 2,02±0,01 | 1,28±0,00 |
| <i>Matricaria chamomillo</i> | Manzanilla | 1,29±0,01 | 1,98±0,00 | 0,98±0,02 |
| <i>Minthostachys mollis</i> | Muña | 5,66±0,03 | 7,34± 0,01 | 2,88±0,01 |
| <i>C. ambrosioides</i> | Paico | ----- | 0,65±0,28 | 0,94±0,00 |
| <i>Foeniculum vulgare</i> | Hinojo | ----- | 1,77± 0,02 | 1,44±0,01 |
| <i>C. tomentosum</i> | Inca muña | ----- | 9,17±0,01 | 17,50±0,05 |
| <i>Erythroxylum coca</i> | Coca | 2,07±0,00 | 1,28±0,00 | 7,56±0,03 |
| <i>C. zeylanicum</i> | Canela hojas | ----- | 1,10±0,05 | 3,13±0,03 |
| <i>Camellia sinensis</i> | Té negro | 4,16±0,01 | ----- | 1,25±0,00 |
| <i>Camellia sinensis</i> | Té verde | 4,68±0,02 | 3,43±0,09 | 9,44±0,02 |
| | Té can. Cla. | 5,76±0,01 | | |
| | Té limón | 1,14±0,00 | | |

Los valores representan (promedio ±SEM) datos provienen del experimento (n=3)

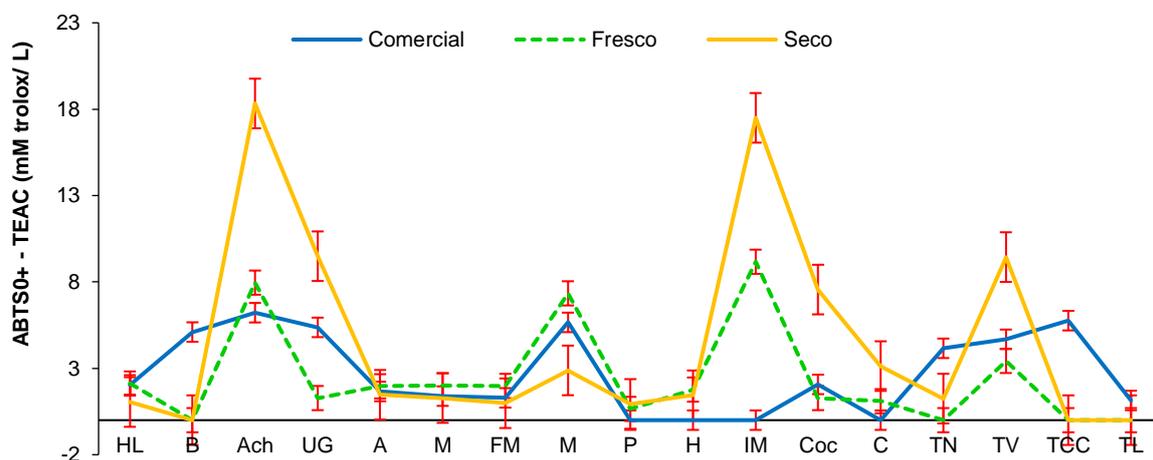


Figura 3. Capacidad antioxidante frente al radical ABTS0+ en las infusiones herbarias y tés

Discusión

Cuantificación de polifenoles totales de infusiones herbarias comerciales, fresca y seca.

Los resultados del contenido de polifenoles totales en las infusiones comerciales en té e infusiones herbarias (Cuadro 2) varió entre *P. anisum* a *P. boldus* 51,83±0,59 a 541,20±5,50 mgEAG/L, al respecto Zielinski *et al.* (7) reportó *P. anisum* a *C. sinensis* 100,45 a 1034,48 mg GAE/L en ocho tés Brasileños tuvo el orden siguiente *Camelia sinensis* > *Peumus boldus* > *Ilex paraguariensis* > *Mentha piperita* > *Matricaria recutita* > *Baccharis trimera* > *Cymbopogon citratus* > *Pimpinella anisum*. Atoui *et al.* (8) reporta polifenoles totales de *M. piperita*, *M. recutita*, y *C. sinensis* té verde en el rango de 442 a 5067 mg EAG/L. Vaquero *et al.* (9) indica el contenido de polifenoles totales estuvo en el rango de 50,3 a 925,0 mgEAG/L en *L. paraguayensis*, *L. integrifolia* y *M. piperita* en 13 infusiones herbarias.

El contenido de polifenoles totales varió entre 32 a 1395 mgEAG/L y el valor medio fue de 480 mg EAG/L para 51 infusiones herbarias y tés (10). La cantidad de polifenoles totales en 36 muestras comerciales vario entre 1387 a 5,6 mg EAG/L en té verde y *Carduus marianus* respectivamente, Jimenez-Zamora *et al.*, (11). El contenido de fenoles totales osciló entre 61,84 a 1628,05 µg EAG/mL, con un orden de ascendencia: manzanilla = hierba luisa < árnica < hierbabuena < boldo < té verde comercial (12).

El contenido de polifenoles totales en tés de *C. sinensis* fueron: té limón 665,03±2,37mg EAG/L, té verde 495,64±0,74 mg EAG/L, té canela y clavo 396,87±2,39 mg EAG/L y té negro 372,50±1,50 mg EAG/L, los resultados en polifenoles totales se encuentran dentro del rango reportado por FU *et al.* (2011), varió entre 253 a 867 mg EAG/L de 23 infusiones de té. Zielinski *et al.*, (7) reporta en tés *C. sinensis* brasileños un rango de 100,45 a 1034,48

mg GAE/L. Pero los valores encontrados fueron menores a lo reportado por Horzic *et al.* (13) té verde se reconoció de 1380 mg EAG/L a 60°C y 1830 mg EAG/L a 100° y se consideró como una rica fuente de polifenoles totales, estas moléculas con alto potencial nutracéutico son compuestos incoloros y solubles en agua e imparten amargura y astringencia a los extractos de té. Almajano *et al.* (14), en té negro reportó 1844 ± 15 mg EAG/ L de infusión, té verde 2083 ± 51,3 mg EAG/ L de infusión, té blanco 2180 ± 161,6mg EAG/ L de infusión. Gorjanovic *et al.* (15), té verde 819 ± 8 mgGAE/L y té negro 973 ± 29 mgGAE/L. Ramirez-Aristizabal *et al.* (16) en té verde el contenido de polifenoles totales vario entre 1250,12 a 1703,22mgEAG/L (té Jaibel y Oriental). Fera (17) indica en diferentes infusiones de marcas comerciales en Chile un rango de 947,66 - 1678mgEAG/L en té verde y 880,7 a 1822,5 mgEAG/L en té negro. La variación encontrada en el contenido de polifenoles totales en los tés puede aducirse a lo indicado por Samaniego-Sánchez *et al.* (18) la composición de polifenoles del té varía según la especie, la temporada, la edad de la planta, las condiciones de cultivo, el proceso de fabricación y los métodos de almacenamiento.

El contenido de polifenoles totales en el boldo y la hoja de achote fueron 541,20±5,50 y 538,39±1,07 mgEAG/L respectivamente. Según los resultados encontrados, con respecto al boldo fue superior a lo reportado por Vaquero *et al.* (9) en producto comercial fue 409 mg GAE/L y Muñoz-Velázquez *et al.* (12) en infusiones comerciales de boldo 312,71 ± 4,44 µg EAG/mL. La propiedad antioxidante de hojas de boldo está dada por la concentración relativa de alcaloides y compuestos fenólicos principalmente a la catequina y flavonoides, pero también contienen el alcaloide boldina (19). Con respecto a la infusión de achote Enciso *et al.*, (20) reporto que el contenido de polifenoles totales en hojas tuvo el orden siguiente: *Bixa Orellana* (achiote) > *Eupatorium triplernerve (asmachilca)* > *Physalis peruviana* (aguaymanto) > *Equisetum arvense* (cola de caballo). El alto contenido de polifenoles totales puede deberse a lo indicado por Giorgi *et al.*, (21) quien reporto veinticinco tipos de compuestos químicos de *B. Orellana* diferentes extractos, con los siguientes componentes principales: carbohidratos, carotenoides, esteroides, proteínas, flavonoides, terpenoides, fenólicos, taninos, glucósidos, alcaloides detectados solo en la hoja. Viuda-Martos *et al.* (22) indica la presencia de taninos y flavonoides en *B. orellana*. Así mismo, Vilar *et al.*, (23), la infusión de las hojas ha demostrado ser efectiva contra la bronquitis, el dolor de garganta y la inflamación ocular la infusión de frío los brotes sirven para lavar los ojos inflamados.

La muña comercial también resalto con el contenido de polifenoles totales 381,41±5,67 mgEAG/L,

posiblemente se debe a lo indicado por Yapuchura, (24) en hojas de *Minthostachys mollis* (Kunth) Griseb. (muña) e *Clinopodium bolivianum* (Benth.) Kuntze (inca muña), en la fracción acuosa tuvo la presencia de ácidos hidroxicinámicos del tipo ácido cafeico y *p*-cumárico; flavanonas del tipo eriodictiol y flavonoles del tipo rutina; siendo las flavanonas los compuestos más representativos. Granados *et al.*, (25) en *M. mollis* (Muña) extraídos de plantas recolectadas en el departamento de Cundinamarca, Colombia, se comparte la presencia del monoterpeno pulegona y el sesquiterpeno germacreno-D, compuestos asociados con la actividad antioxidante. La infusión de uña de gato también presentó buen contenido de polifenoles totales 270,14±35,18 mgEAG/L, Bertowski *et al.*, (26) reportó un mayor contenido de polifenoles totales *Uncaria tomentosa* 58,9 mgGAE/100 ml infusión. Vaquero *et al.* (9) *Minthostachys verticillata* (comercial) reporta 202 mgEAG/L.

En las infusiones comerciales el menor contenido de polifenoles totales lo presentaron anís 51,83±0,59 mg EAG/L, flor de manzanilla 91,77± 1,22 mg EAG/L y manzanilla 98,48±1,48 mg EAG/L, los valores reportados fueron muy inferiores, *Matricaria recutita* (manzanilla) 285,96 ± 203,06 mg EAG/L (7). Polifenoles totales *C. matricaria recutita* 106±0,37 mg EAG/240 ml (taza) (8). Chamomile *matricaria* infusión (hojas) 140 mgEAG/L, infusión (hojas molidas) 228 mgEAG/L (27). *Pimpinella anisum* 100,45 ± 16,24 mg EAG/L (7).

Realizando el análisis de los polifenoles totales preparados con hierbas frescas podemos indicar que el rango fluctuó entre 1259,62±14,6 a 18,71±0,44 mgEAG/L correspondiendo el mayor a *B. Orellana* (achiote) y el menor *F. vulgare* (hinojo). Con respecto al *F. vulgare* (hinojo) el menor contenido de polifenoles totales fue muy parecido al reportado por Moraes *et al.* (3) en infusiones de hierbas frescas el mayor contenido de polifenoles totales se encontró en Lemon balm (*Melissa officialis* L.) 10 mg/g> mint (*M. avensis* L.) > peppermint (*M. piperita* L.) > Fannel (*F. vulgare*) y no se detectó en lemongrass (*C. citratus*). Alonso (28) indica que los compuestos fenólicos que destacan en el hinojo son los ácidos fenólicos derivados del ácido cinámico, los flavonoides mayoritarios son los derivados de la quercetina, tales como quercetina-3- 12 - glucurónido, isoquercetina y quercetina-3-arabinósido; kaempferol, como kaempferol-3-arabinósido y kaempferol-3-glucurónido; e isorhamnetina, sobre todo isorhamnetina-3-glucósido.

El contenido de polifenoles totales en *C. tomentosum* (inca muña) 633,50±9,34 mgEAG/L fue similar *C. zeylanicum* (hoja canela) 704,63±9,09 mgEAG/L; con respecto a la inca muña (29), se detectaron 10 picos, de las familias de compuestos fenólicos con similitud a los derivados de ácidos hidroxicinámicos del tipo cafeico, *p*- cumárico,

flavanonas del tipo eriodictiol y flavonoles del tipo rutina y el pico más representativo fue el derivado de eriodictiol. Para la hoja de canela podemos indicar que ella es el sitio predominante de eugenol y síntesis de cinamaldehído, los aceites volátiles de las hojas de *C. zeylanicum* son *p-cymane* (21,35%) y eugenol (16,7%) como mayores componentes (30).

Las infusiones preparadas con *E. coca* (hoja coca) y *C. sinensis* (hojas de té) frescas tuvieron bajo contenido de polifenoles totales 294,72±4,65, y 105,24±1,53 mgEAG/L respectivamente; la infusión de té verde se preparó con la hierba fresca sin ningún tratamiento; por ejemplo, Shannon *et al.* (31) indica que, en el té las variables como el cultivar, los factores ontogenéticos, la ubicación geográfica, las condiciones de procesamiento, el almacenamiento y el tamaño de partícula o grado de las hojas de té influyen en la composición fitoquímica de la bebida. El menor contenido de polifenoles totales en infusiones preparadas con hierbas frescas tuvo el siguiente orden *Ch. ambrosioides* L. (paico) > *P. anisum* L. (anis) > *M. chamonillo* (flor de manzanilla) > *M. chamonillo* (manzanilla) > *U. tomentosa* (uña de gato) = *C. citratus* (hierba luisa) > *F. vulgare* (paico). En general el contenido de polifenoles totales preparadas de las infusiones preparadas con hierbas frescas fue muy bajo.

Las infusiones preparadas con las hierbas secas comparado a las comerciales y frescas tuvieron el mayor contenido de polifenoles totales el rango encontrado fue 4161,83± 47,8 a 86,84±0,40 mgEAG/L *B. Orellana* (hoja achiote) a *C. citratus* (hierba luisa), el rango encontrado fue mayor que el reportado por Berłowski *et al.* (26) varió entre 46 mg GAE/L para *L. meyenii* (maca) a 757 mgGAE/L para *T. paronychioides* (flor de arena), dentro del rango se encontraron *G. dielsianum*, *N.nivea*, *U. tomentosa*, *G. alborosea* (hercampuri), *B. vulgaris* L. (agracejo), *A. muricata* L. (graviola), *P. niruri* (chanca piedra) y *T. ochracea* (tahuari). Alarcon *et al.* (32) reporta el contenido de polifenoles totales para *Ch. ambrosioides* (paico) 36 ± 2 mg EAG/L), *M. chamomilla* (manzanilla) 65 ± 1 mg EAG/L); *P. boldus* (boldo) 376 ± 4 mg EAG/L, té verde 517 ± 7 mg EAG/L; té negro 553 ± 20 y 677 ± 16 mg EAG/L; Vaquero *et al.* (9) en 13 diferentes hierbas mostraron un rango de 50,30 a 925 mg GAE/L siendo el más bajo *C. ambrosioides* (paico) y el mayor *Ilex paraguayensis*. Según los resultados el mayor contenido de polifenoles correspondió a *B. Orellana* (achiote) esto puede ser explicado por Viuda-Martos *et al.* (22) quienes reportan que los compuestos químicos aislados en las hojas incluyen flavonoides, heterosidos, derivados sulfatados, diterpenos, ácido gálico, pyrogallol y aceite esencial.

Un alto contenido de polifenoles totales fue encontrado en las infusiones preparadas con hierbas secas, *U. tomentosa* (uña de gato)

749,90±3,28 mg EAG/L, *C. sinensis* (té verde) 651,60±0,94 mg EAG/L, *C. tomentosum* (inca muña) 421,85±4,81 mg EAG/L, *E. coca* (hoja coca) 521,60±0,94 mg EAG/L y *C. zeylanicum* (hoja de canela) 835,77±9,96 mg EAG/L, las cantidades reportada posiblemente se debe a las justificaciones indicadas por Prieto *et al.* (34) los fitoquímicos del género *Uncaria*, principalmente son alcaloides oxindólicos tetracíclicos y pentacíclicos, alcaloides indólicos, β-carbonilícos, flavonoides, cumarinas, protoantocianidinas, taninos, esteroides, triterpenoides derivados del ursano y glicósidos de ácido quinovico. Oh *et al.* (34) y Roy *et al.* (35), la actividad antioxidante del té verde se debe a la presencia de catequinas que pertenecen a la familia de los flavonoides y también conocido como flavan-3-ols; las 4 mayores catequinas presentes en el té verde son epigallocatechin gallate (EGCG), epigallocatechin, epicatechin gallate, y epicatechin. ATOU *et al.* (2005) el contenido polifenoles totales de *M. piperita*, *M. recutita*, y *C. sinensis* el rango fue de 442 a 5067 mg GAE/L. Jayaprakasha y Rao (29) indica que el aceite comercial de canela tiene propiedades antibacterial y antioxidantes. Trigo-Pérez y Suarez-Cunza (36) encontró un alto contenido de polifenoles totales en polvo de coca fue 3089,34 mgEAG/100 g.

El menor contenido de polifenoles totales se encontró en *C. sinensis* (té negro) 273,81±1,91 mg EAG/L; *F. vulgare* (hinojo) 220,90±2,94 mg EAG/L; *P. anisum* (anis) 165,07±2,78 mg EAG/L, *M. chamonillo* (flor manzanilla) 121,04±0,89 mg EAG/L; *M. chamonillo* (manzanilla) 119,71±0,90; *C. ambrosioides* (paico) 108,96±1,66 mg EAG/L, *M. mollis* (muña) 107,87±2,34 mg EAG/L y *C. citratus* (hierba luisa) 86,84±0,40 mg EAG/L. El contenido de polifenoles totales en té negro fue menor que el té verde esto posiblemente se debe a que durante la fermentación las catequinas de las hojas frescas de té son oxidadas o condensadas a moléculas polifenolicas más largas (dímeros o polímeros) tales como teafavin (3–6%) y thearubigins (12–18%), estos polímeros son responsables de sabor amargo del té negro y color oscuro, el contenido de polifenoles totales tuvo el siguiente orden: Té verde, > té negro > té blanco > chamomile. Los principales polifenoles en la manzanilla son chrysin, luteolina y cumarina (31). Srivastava *et al.* (37) las flores de manzanilla incluyen varios compuestos fenólicos, principalmente los flavonoides apigenina, quercetina, patuletina como glucósidos y diversos derivados acetilados. Fotakis *et al.* (38) en 10 infusiones herbarias analizadas el menor contenido de polifenoles totales fue 54,69 ± 5,61 mgEAG/100 ml para *M. chamomilla*. Polifenoles totales en (*Cymbopogon citratus* 4,0 ± 0,16 mgEAG/L (39). De los resultados en general existe una variación esto puede ser explicado por Moraes-De-Souza *et al.* (3) quienes indican que es importante considerar que varios factores pueden afectar el contenido de

compuestos fenólicos en las infusiones, como la forma de preparación (procesamiento de la planta, concentración, tiempo y temperatura de infusión), la hierba (especie, parte utilizada, etapa de desarrollo), las características del cultivo (suelo, clima, estrés) y el método de análisis.

Evaluación de la capacidad antioxidante de infusiones herbarias comerciales, frescas y secas

Capacidad de inhibir radical 2,2-difenil-2-picrilhidrazil (DPPH)

En el Cuadro 3 y Figura 2, se presenta los resultados de la capacidad de inhibición al radical DPPH por las infusiones comerciales de plantas herbarias y tés las mismas que variaron entre $5,43 \pm 0,04$ a $0,03 \pm 0,00$ mM trolox/L, el rango fue menor comparado a lo reportado por Jimenez-Zamora *et al.* (11) la capacidad antioxidante de 36 plantas herbarias comerciales medida por el método de DPPH varió de 24,62 a 0,17 mM trolox/L de té verde y *carduus marianus*. El mayor contenido lo presentó las infusiones de *C. Sinensis* y varió entre $4,55 \pm 0,02$ a $5,43 \pm 0,04$ mM trolox/L, el resultado encontrado concuerda con lo reportado por Gorjanovic *et al.* (15) la capacidad antioxidante frente al radical DPPH en infusiones de tés el más alto fue $4,80 \pm 0,40$ (té verde) a $1,46 \pm 0,21$ mM trolox/L (té mate), y en 13 infusiones herbales el mayor valor fue $4,15 \pm 0,04$ (*Menthae piperitae folium*) y el menor $0,30 \pm 0,02$ mM trolox/L (hojas de *Oleae folium*). Asimismo, Shannon *et al.* (31) en muestras comerciales frente al radical DPPH tuvo el siguiente orden: Té verde > té negro > té blanco > chamomile y Ramírez-Aristizabal *et al.* (16) la actividad antioxidante del té verde frente al radical DPPH vario por marcas Liptonl \geq Oriental > Hindu > Jaibel.

Del mismo Cuadro podemos indicar que la capacidad antioxidante de las infusiones de hojas de achiote fue muy similar en la muña $3,49 \pm 0,01$ y $3,65 \pm 0,03$ DPPH mM Trolox/L respectivamente. Con respecto al achiote Viuda-Martos *et al.* (22) indica que la actividad antioxidante frente al radical DPPH fue mayor en hojas que en semillas. Con respecto a la muña *M. mollis* Griseb en las infusiones preparadas se destaca en comparación a las otras, esto puede deberse a la presencia de sus aceites esenciales como menthones y pulegone (40, 41).

La menor actividad antioxidante lo presento la infusión *C. citratus* (hierba luisa) $0,03$ DPPH mM Trolox/L, esta baja actividad puede deberse a lo reportado por Miron *et al.*, (42) quien señala que la actividad antioxidante total de los componentes solubles en grasa no puede determinarse en la extracción de DPPH con el método de medios acuoso porque la hierba limón tiene citral (77%) y limoneno (8,5%), que induce actividades de antioxidantes lipófilos e hidrofílicos.

La capacidad antioxidante frente al radical DPPH presentada por las infusiones herbarias y tés preparadas con muestras frescas varió entre $0,05$ mM trolox/ L (flor de *M. chamomillo*) a $9,25 \pm 0,10$ mM trolox/ L (*U. tomentosa*), con respecto a este último según Berlowski *et al.* (26) indica que la (*U. tomentosa*) es una buena fuente antioxidante frente a las pruebas de DPPH, ABTS and FRAP. Según Fotakis *et al.* (38) sobre las infusiones de *M. chamomilla* y *M. spicata* aunque exhibieron mayor ($P < 0,05$) contenido fenólico total, mostraron actividad antirradicales inferiores. La *M. mollis* ($2,67 \pm 0,02$ mM trolox/ L) tienen buena capacidad antioxidante frente al radical DPPH muy similar a *Camellia sinensis*- té verde ($2,15 \pm 0,16$ mM trolox/ L), la bebida consumida como infusión permite la extracción de compuestos fenólicos, importante antioxidante, los extractos de *Camellia sinensis*, son fuentes importantes de ácidos fenólicos, por ej. ácido hidroxicinámico y derivados de flavonoides, especialmente la subclase de catequinas (43). Las hojas de *M. mollis* (Muña) contiene monoterpene pulegone y el sesquiterpene germacreno-D, compuestos asociados con la actividad antioxidante (25).

Del mismo Cuadro y Figura, con respecto a la capacidad antioxidante frente al radical DPPH de las infusiones herbarias y tés preparadas con muestras secas el rango varió entre $21,17 \pm 0,04$ mM trolox/ L (*Camellia sinensis*) a $0,03 \pm 0,01$ mM trolox/ L (*C. citratus*- hierba luisa), al respecto Yang y Liu (44) con respecto al té indica que es una rica fuente dietética de catequinas, el contiene hasta un tercio del peso seco y otros fenólicos como quercetina, myricetin y kaempferol, y tiene potente capacidad antioxidante. Por otro lado, Muñoz-Velasquez *et al.* (12) reporta que el contenido de flavonoides (actúa como antioxidante) con un orden de ascendencia fue manzanilla= hierba luisa < árnica < hierbabuena < té verde < boldo. El té verde, seguido del negro presento el mayor contenido de polifenoles totales, flavonoides y capacidad de captar radicales DPPH y FRAP y DPPH (31).

Capacidad de inhibir radical libre 2,2-azinobis (3-etilbenzotiazoline-6-ácido sulfónico) (ABTS⁰⁺)

En el Cuadro 3 y Figura 3, se presenta los resultados de la capacidad antioxidante frente al radical ABTS⁰⁺ en las infusiones comerciales de tés y hierbas siendo el mayor valor $6,22 \pm 0,01$ mM trolox/L (*B. Orellana*) y el menor $1,14 \pm 0,00$ mM trolox/L (*C. sinensis* - té limón), los valores encontrados fueron superior a lo reportado por Muñoz-Velázquez *et al.* (12) en seis infusiones comerciales la capacidad antioxidante frente al ABTS⁰⁺ estuvo en un rango de $0,2 \pm 0,020$ a $4,90 \pm 0,180$ μ M trolox/mL siendo el menor la manzanilla y el mayor el té verde. Fu *et al.* (45) reportó la capacidad antioxidante frente al radical ABTS⁰⁺ para 28 infusiones de hierbas y 23 tés, obtuvo un rango de $0,250 \pm 0,006$ a $19,296 \pm 0,692$ M trolox/L.

GORJANOVIĆ *et al.* (15) reporta la capacidad antioxidante frente al radical ABTS⁰⁺ en seis infusiones de tés el más alto fue $7,68 \pm 0,15$ (té verde) a $0,64 \pm 0,59$ mM trolox/L (té mate), y en 13 infusiones herbales el mayor valor fue $3,09 \pm 0,08$ (*Melissae folium*) y el menor $0,17 \pm 0,14$ mM trolox/L (*Asperulae herba*). La capacidad antioxidante de 36 plantas herbales comerciales medida por método ABTS⁰⁺, en las muestras no almacenadas, varió entre 22,89 a 0,11 mM trolox /L de té verde y *Carduus marianus*, respectivamente (11).

La mayor capacidad antioxidante en las infusiones comerciales frente al radical ABTS⁰⁺ lo presentaron achote ($6,22 \pm 0,01$ mM trolox/L), boldo ($5,10 \pm 0,01$ mM trolox/L), uña de gato ($5,37 \pm 0,01$ mM trolox/L) y muña ($5,66 \pm 0,03$ mM trolox/L). Con respecto al boldo el valor encontrado fue superior a lo reportado por Muñoz-Vasquez *et al.*, (12) frente ABTS⁰⁺ boldo fue $3,61 \mu\text{M TEAC/mL}$. Cabe resaltar que el *Peumus boldus* contiene compuestos fenólicos como catequinas (46). El boldo contiene altas cantidades de polifenol quercetina que tiene un importante efecto antiinflamatorio y antioxidante (47). Las hojas de boldo contienen flavonoides reconocidos como buenos antioxidantes y aceites esenciales (48). La buena capacidad antioxidante frente al radical ABTS⁰⁺ presentada por la uña de gato puede deberse a lo indicado por Sandoval *et al.*, (49), la uña de gato (*U. tomentosa* y *U. guianensis*) es una excelente fuente natural de antioxidantes (flavonoles) y componentes bioactivos antiinflamatorios. La mayor actividad antirradical de la infusión esta correlacionado con la presencia de procianidinas y ácidos fenólicos (26). Así mismo, la muña contiene aceite esencial y en su caracterización presentó mentona y pulegona, siendo compuestos minoritarios el limoneno, isomentona, piperitona y piperitenona (42).

Según los resultados para los tés (*C. sinensis*) se puede apreciar buena capacidad antioxidante y varió entre $1,14 \pm 0,00$ a $5,76 \pm 0,01$ mM trolox/L, este resultado concuerda con lo reportado por Muñoz-Velázquez *et al.*, (12) quienes indican la capacidad antioxidante frente ABTS té verde comercial $4,90 \mu\text{M Trolox/mL}$. Fu *et al.* (45) reporta una capacidad antioxidante frente al radical ABTS⁰⁺ para infusiones de tés que varió de $3,815 \pm 0,087$ a $14,020 \pm 0,324$ M trolox / L, y el valor medio fue de $6,791$ MTrolox/L. Almanajo *et al.* (50) indica el contenido total de polifenoles fueron similar en el té verde y té blanco y el más bajo fue el té negro. Shannon *et al.* (31) reporta que la variación en la capacidad antioxidante de la infusión de té puede deberse a la temperatura del agua y los tiempos de infusión, ya que afectan significativamente el rendimiento de extracción de fitoquímicos tales como compuestos polifenólicos; y metilxantinas (cafeína, teofilina y teobromina).

Del mismo Cuadro y Figura podemos apreciar la capacidad antioxidante fue similar entre la infusión

de coca (*E. coca*) $2,07 \pm 0,01$ mM trolox/L y hierba luisa (*C. citratus*) $2,04 \pm 0,03$ mM trolox/ L. Los resultados referidos a la coca pueden ser explicado por Trigo-Pérez y Suarez-Cunza (36) la capacidad antioxidante del extracto acuoso de coca pulverizada está dado por la presencia de fenoles totales que también contribuirían en los mecanismos citoprotectores de remodelación ósea. Así mismo, VIDAL *et al.* (51) cuando realizó el tamizaje fitoquímico del extracto etanólico encontró flavonoides moderadamente y fenoles alto. La infusión libre de grasa de hierba luisa (*Cymbopogon citratus*) presentó una actividad antioxidante frente al radical ABTS⁰⁺ a pH= 4 $2,29 \pm 0,02$ mM trolox y a pH=7 $0,83 \pm 0,04$ mM trolox, también indica que contiene taninos y proantocianidinas esta última es un flavonoide oligoméricos y poliméricos compuestos de subunidades de flavan-3-ol unidas por enlaces C-C, (52)

La menor capacidad antioxidante frente al radical ABTS⁰⁺ en las infusiones comerciales lo presentaron *P. anisum* L. *M. chamonillo* (flor) y *M. chamonillo* (hojas, tallo y flor) $1,66 \pm 0,01$, $1,39 \pm 0,00$ y $1,29 \pm 0,01$ mM trolox/L respectivamente. Con respecto al *P. anisum* el valor encontrado supera a lo reportado por Jiménez-Zamora *et al.* (11) anise comercial $0,74a \pm 0,05$ mM trolox/L. Para la manzanilla el resultado encontrado también fue superior con lo reportado por Muñoz-Velázquez *et al.* (12) quien indica que la capacidad antioxidante con el radical ABTS⁰⁺ de infusiones comerciales de manzanilla estuvo comprendida entre 0,52 a 0,60 $\mu\text{M trolox/mL}$. La actividad antioxidante de Chamomile comercial frente al radical ABTS⁰⁺ fue $0,97a \pm 0,05$ mM trolox/L (11). Asimismo, Fotakis *et al.* (38) indica que el *M. chamomilla* y *E. pupurea* exhibieron los valores más bajos para todos los metabolitos (valina, citosina, málico ácido, ácido acético, ácido glutámico, ácido homogentístico, ácido hidroxibenzoico, sacarosa y galactosa) de acuerdo con estudios previos en plantas en esta familia no presentan ácidos homogenéticos e hidroxibenzoicos entre sus características de compuestos fenólicos.

En el Cuadro 4 y Figura 3, podemos apreciar la capacidad antioxidante frente al radical ABTS⁰⁺ de las infusiones preparadas con hierbas y tés frescos podemos apreciar que la mayor capacidad lo presentó *Clinopodium tomentosum* (inca muña) $9,17 \pm 0,01$ mM trolox/L y el menor *C. ambrosioides* (paico) $0,65 \pm 0,28$ mM trolox/L. La alta capacidad antioxidante de la inca muña puede deberse a lo indicado por Sarikurkcú *et al.* (53) quienes indican que en extractos de *Clinopodium vulgare* subsp. *Vulgare* se encontró ácido procatequicos, (+) - catequina, ácido clorogénico, ácido cafeico, ácido ferúlico, ácido rosmarínico, y apigenina. Referente al paico podemos indicar que los constituyentes de *C. ambrosioides* (flavonoides, terpenos, y esteroides) han demostrado propiedades

antioxidantes y el aceite presente mostro alta actividad antioxidante frente al radical ABTS⁰⁺ (16).

La hoja de achiote (*B. orellana*) y la muña (*M. mollis*) tuvieron capacidad antioxidante similar frente al radical ABTS⁰⁺ 7,96±0,08 y 7,34± 0,01 mM trolox/L respectivamente. Cabe aclarar que la muña tuvo la mayor capacidad antioxidante en estado fresco frente al comercial y al secado, esto puede deberse a la presencia de aceites esenciales tal como indica Van Baren *et al.* (42) los 6 clones seleccionados de *Minthostachys mollis* (Lamiaceae) cultivados en un ambiente muy diferente al de cada población la composición de aceites esenciales fue limoneno, isomentona, piperitona, piperitenona, b-cariofileno, germacreno D, biclogermacreno, espatulenol.

Los resultados sobre la capacidad antioxidante frente al radical ABTS⁰⁺ en 13 muestras secas de tés y hierbas estando en un rango de 18,33± 0,12 a 0,94±0,00 mM trolox/L *B. Orellana* (achiote) y *C. ambrosioides* (paico), de los resultados reportados podemos indicar que fue superior a citado por Fotakis *et al.* (38), en 10 infusiones preparadas con hierbas secas vario entre 25,01 ± 6,57 a 138,50 ± 12,04 mg trolox /100 ml infusión siendo el menor *M. chamomilla* y al mayor *M. spicata*. Con respecto al paico podemos indicar que esta contiene compuestos aromáticos y otros que poseen capacidad antioxidante, tal como lo indica Degenhardt *et al.* (54) mencionan que el *Chenopodium ambrosioides* es rica en flavonoides, compuestos que presentan actividad antioxidante, los cuales pueden ser aprovechados como antioxidantes naturales. La actividad del aceite esencial de *C. ambrosioides* está probablemente relacionada con la gran cantidad de ascaridol, ya que el otro compuesto principal, el p-cimeno, se reconoce como un potente antiinflamatorio.

La mayor capacidad antioxidante frente al radical ABTS⁰⁺ lo presentaron las infusiones elaboradas con hierbas secas de *B. Orellana* 18,33± 0,12 mM trolox/L y *C. tomentosum* (inca muña) 17,50±0,05 mM trolox/L, con respecto al primero podemos indicar que el contenido de polifenoles de extracto de hojas de *annatto* ha mostrado propiedades biológicas incluyendo actividad antioxidante (22). Para el inca muña (*C. vulgare* subsp.) contiene compuestos fenólicos y flavonoides totales, así como las cantidades de ácido protocatequico, p-hidroxibenzoico, clorogénico, ferúlico, benzoico, cafeico, rosmarínico, (+) - catequina, (-) - epicatequina, rutina, y apigenina (53).

Las infusiones elaboradas con hierbas secas de uña de gato (*U. tomentosa*) 9,49±0,02 mM trolox/L, coca (*E. coca*) 7,56±0,03 mM trolox/L y té verde (*C. sinensis*) 9,44±0,02 mM trolox/L, con respecto a la uña de gato los resultados fueron superior a lo reportado por Bertowski *et al.* (26) frente al radical ABTS⁰⁺, *G. dielsianum* y *U. tomentosa* still secada mostraron alta capacidad antioxidante 0,645 ±

0,027 y 0,513 ± 0,061 mM trolox/100 ml, respectivamente; así mismo, en la uña de gato el principal ácido fenólico fue el ácido cafeico y clorogénico. Con respecto a la infusión de coca el resultado fue superior a lo indicado por Trigo-Pérez y Suarez-Cunza (36) en coca seca ABTS⁰⁺ fue 2,74 μM trolox/mL extracto. El género *Erythroxylum* posee varias especies y variedades, siendo los principales metabolitos secundarios comunes los alcaloides, terpenos y flavonoides (55). Considerando los resultados del té verde podemos indicar que la actividad antioxidante de las infusiones en té verde se ha atribuido al contenido de polifenoles Roy *et al.* (35). El más abundante compuesto fenólico en los tés fue (-)-epigallocatechin-3-gallate (EGCG) (13). Según Rusaczonok *et al.* (56) realizando la evaluación de las propiedades antioxidantes en infusiones herbarias y té reporta el siguiente orden té verde> té blanco>te negro>lemon balm (*Melissa officinalis*) >chamomile.

La capacidad antioxidante frente al radical ABTS⁰⁺ fue similar para la muña (*M. mollis*) 2,88±0,01 mM trolox/ L y la canela (*C. zeylanicum*) 3,13±0,03 mM trolox/ L. Con respecto a las hojas de canela podemos indicar que en el aceite de hojas se identificó compuestos volátiles como: linalool, aldehído cinámico, safrol, eugenol, copaeno, cariofileno, cinamil acetato, α-cariofileno, o-eugenol y benzoato de bencilo (57). El análisis fitoquímico de la corteza de canela indica como polifenoles (flavonoides y taninos) aceites volátiles fenólicos como el mejor compuesto antioxidante (58).

La menor capacidad antioxidante frente al radical ABTS⁰⁺ lo presentaron las infusiones elaboradas con hierbas secas de hierba luisa (*C. citratus*) 1,05±0,01 mM trolox/ L, anís (*P. anisum* L) 1,47±0,01 mM trolox/ L, flor de manzanilla (*M. chamomilla*) 1,28±0,00 mM trolox/ L, manzanilla 0,98±0,02 mM trolox/ L, paico (*C. ambrosioides*) 0,94±0,00 mM trolox/ L, hinojo (*F. vulgare*) 1,44±0,01 mM trolox/ L y té negro (*C. sinensis*) 1,25±0,00 mM trolox/ L. Según OH *et al.*, (34), reporto que la menor capacidad antioxidante frente al radical ABTS⁰⁺ presentó el extracto acuoso de hierba luisa (lemongras) y el mayor fue para té verde. Según Kozak *et al.* (59) presentó la mayor actividad antioxidante la infusión lemon balm (toronjil) y el más bajo presentó manzanilla. Por otro lado, el principal polifenol presente en la manzanilla es chrisin, lutelin, y comarinas (31). Asimismo, Ortega – Ramírez (46) indica que el *C. ambrosioides* (paico) contiene flavonoides, terpenos, y esteroides y su aceite muestra actividad antioxidante frente al radical ABTS⁰⁺. Con respecto al té negro la baja actividad antioxidante puede deberse a lo indicado por Vertuani *et al.* (60) y Samaniego-Sánchez *et al.* (18), el té verde sin fermentar tiene la mayor capacidad antioxidante, ya que los niveles de polifenoles en té fermentados y semi-fermentados

disminuye durante el proceso de producción. La variación en la capacidad antioxidante entre las diferentes hierbas y tés puede deberse a lo indicado por Mora *et al.* (62), la efectividad antioxidante y antimicrobiana de las infusiones de té puede verse afectadas por diferentes variables, incluyendo la temperatura y el tiempo de preparación, lo cual puede influir en la eficiencia de extracción de los componentes bioactivos. Partes de plantas medicinales (raíces, hojas, ramas / tallos, cortezas, flores, y frutas) son comúnmente ricos en terpenos (carvacrol, citral, linalool y geraniol) y fenólicos (flavonoides y fenólicos ácidos), y estos compuestos han sido efectivos como aditivos alimentarios (46)

La materia orgánica puede tener efectos opuestos sobre la disponibilidad de cadmio. La fracción soluble puede acomplejar al cadmio, facilitar su movilidad en el suelo y al mineralizarse, dejar al metal en forma más disponible para las plantas. La fracción orgánica más estabilizada, más resistente a la mineralización, puede retener los metales pesados en general, y en particular el cadmio, en formas no disponibles para las plantas (61). Un importante grupo de ligandos naturales (moléculas orgánicas que enlazan a metales) están presentes en la fracción orgánica del suelo y en las matrices orgánicas de compost, estiércol (19), siendo del tipo hidrofílico (ácidos orgánicos, carbohidratos, aminoácidos y aminoazúcares) e hidrofóbico (aromáticos, fenoles, grasas, hidrocarburos y ácidos nucleicos) (20). Estos componentes han sido reportados en tener un importante rol en la química de metales pesados en los suelos por que forma el complejo organometálico o es preferencialmente adsorbido a la superficie de los suelos en lugar de los metales (21).

En las enmiendas orgánicas, la cantidad y calidad de la misma depende del tipo de matriz considerada y en particular por su grado de madurez (22). Las matrices frescas presentan un largo número de fracciones hidrofílicas de bajo peso molecular y moléculas hidrofóbicas tales como ácidos aromáticos o fenoles aromáticos (23) los que al tener riqueza en grupos funcionales influyen la unión a metales en el suelo. D' Imporzano y Adani (24) demostraron que el proceso de compostaje condujo a una reducción de la fracción hidrofílica rica en grupos ácidos funcionales. Zi-gang *et al.*, (25) demostraron que matrices frescas de materia orgánica realzó la formación de complejos organometálicos en comparación a matrices maduras de materia orgánica.

Tres factores afectan las concentraciones de metales en plantas y suelos: (1) el factor cantidad, el cual representa la cantidad total de metal biodisponible; (2) el factor intensidad, el cual representa la actividad de metales en la solución suelo; y (3) la cinética de la reacción, el cual representa la tasa de metal transferido desde la fase

sólida a la fase líquida y a las raíces de las plantas (26). El efecto de la materia orgánica en mejorar la movilidad del metal en el suelo puede ser atribuida a su influencia en los factores 1 y 3 debido a la formación de ligandos con los metales que realza la disponibilidad de metales para las plantas y su solubilidad en los suelos (21). Los mecanismos por el cual las plantas absorben metales pesados enlazados a fracción orgánica aún no está bien entendido. No obstante, Krishnamurti *et al.*, (27) observó que ácidos orgánicos de bajo peso molecular pueden ser tomadas por las raíces de las plantas junto con los metales que llevan enlazados. La absorción de cadmio por las plantas puede ser facilitada por sustancias ácidas que se producen en la rizósfera. Los exudados radiculares, especialmente los ácidos carboxílicos, incrementan la absorción de cadmio (28). Salati *et al.*, (29) determinaron una mayor absorción de Cr, Cu, Ni, Zn y Pb en tallos de maíz al aplicar fracciones orgánicas frescas derivadas de residuos sólidos municipales lo que se debe a que el ingreso de esta fracción al suelo afecta las características orgánicas del suelo en particular por la abundancia de ácidos carboxílicos que parece favorecer la movilización de metales pesados a partir de la formación de complejos. La formación de complejos organometálicos depende de la concentración del metal soluble y de la constante de estabilidad del ion con los ligandos orgánicos. Un alta constante de estabilidad del complejo organometálico asegura la protección del metal de la especiación en formas insolubles, tales como reacciones de hidrólisis, adsorción a partículas sólidas y formación de sales (30). En el caso del cadmio ha sido reportado que su constante de estabilidad con diferentes ácidos orgánicos es baja en comparación con otros metales que compiten con el cadmio para la formación de complejos organometálicos. Por ejemplo, el Zn ha sido reportado que suprime la absorción de cadmio por las plantas (31).

De este modo, la distinta respuesta que hemos tenido en relación al efecto de fuentes y dosis de materia orgánica dependería tanto de la cantidad y estabilidad del complejo organometálico formado siendo el empleo de la cáscara de cacao a la mayor dosis con la que se pudo disminuir el contenido de cadmio en almendras a un valor próximo al máximo permitido (0.533 ppm) en la localidad de Alto Huayhuante.

Conclusiones

- El contenido de polifenoles totales en infusiones con té y hierbas comerciales fue mayor en té limón y menor *P. anisum* (anis) (51,83±0,59 a 665,03±2,37 mgEAG/L), con hierbas frescas mayor *M. mollis* (muña) y el menor *F. vulgare* (hinojo) 4740,38± 26,67 a 18,6±1,12mgEAG/L; con hierbas secas el mayor fue *B. Orellana* (hoja achiote) 1012,56±

- 1,99 y menor *C. ambrosioides* L. (paico) 108,96±1,66 mgEAG/L.
- La mayor capacidad antioxidante frente al radical DPPH en infusiones comerciales fue para té limón 5,43±0,04 y el menor *C. citratus* 0,03±0,00 mM trolox/L, en frescas *U. tomentosa* 9,25±0,10 mM trolox/ L y menor flor de *M. chamonillo* 0,05 mM trolox/ L, secas *C. sinensis* té verde 21,17±0,04 mM trolox/ L. y el menor *C. citratus* 0,03±0,01 mM trolox/ L.
 - La mayor capacidad antioxidante frente al radical ABTS correspondió a la infusión de *B. Orellana* preparada con muestra comercial y secada y en muestra fresca fue para *C. tomentosum*. La menor capacidad antioxidante fue para *C. tomentosum* (comercial), *C. ambrosioides* (fresco y seco).

Referencias bibliográficas

1. Martínez-Damián MT, Cruz-Álvarez O, Colinas-León MT, Rodríguez-Pérez JE, Ramírez-Ramírez SP. Actividad enzimática y capacidad antioxidante en menta (*Mentha piperita* L.) almacenada bajo refrigeración. *Agronomía mesoamericana*. 2013; 24(1):57-69.
2. Castro-Vázquez L, Alañón M, Rodríguez-Robledo V, Pérez-Coello, MS, Hermosín-Gutierrez I, Díaz-Maroto MC, Jordán J, Galindo M. And Arroyo-Jiménez, M. Bioactive flavonoids, antioxidant behaviour and cytoprotective effects of dried grapefruit peel (*Citrus paradisi* Macf.). *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*. 2016; 1: 1-12.
3. Moraes-De-Souza RA, Oldoni T, Regitano M, Alencar S. Antioxidant activity and phenolic composition of herbal infusions consumed in Brazil. *Ciencia y Tecnología Alimentaria*. 2008; 6 (1):41-47.
4. Sultana B, Anwar F, Ashraf M. Effect of extraction solvent/technique on the antioxidant activity of Selected Medicinal Plant Extracts. *Molecules*. 2009; 14(6): 2167-2180.
5. Brand-Williams W, Cuvelier M, Berset C. Use of free radical method to evaluate antioxidant activity. *LWT- Food science and Technology*. 1995; 28(1): 25-30.
6. Re R, Pellegrini N, Proteggente A, Pannala A, Yang M, Rice C. Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. *Free Radical Biology and Medicine*. 1999; 26(9/10): 1231-1237.
7. Zielinski A, Haminiuk Ch, Alberti A, Nogueira A, Demiate I, Granato D. A comparative study of the phenolic compounds and the in vitro antioxidant activity of different Brazilian teas using multivariate statistical techniques. *Food Research International*; 2013.
8. Atoui A, Mansouri A, Boskou G, Kafalas P. Tea and herbal infusions: Their antioxidant activity and phenolic profile. *Food Chemistry*. 2005; 89: 27–36.
9. Vaquero M, Serravalle L, De Nadra M, De Saad, A. Antioxidant capacity and antibacterial activity of phenolic compounds from argentinean herbs infusions. *Food Control*. 2010; 21:779–785.
10. Fu L, Xu B, Gan R, Zhang Y, Xu X, Xia E, Li H. Total phenolic contents and antioxidant capacities of herbal and tea infusions. *Int. J. Mol. Sci*. 2011; 12: 2112-2124.
11. Jiménez-Zamora A, Delgado-Andrade, C, Rufián-Henares J. Antioxidant capacity, total phenols and color profile during the storage of selected plants used for infusion. *Food Chemistry*. 2016; 199:339–346.
12. Muñoz-Velázquez E, Rivas-Díaz K, Loarca-Piña M, Mendoza-Díaz S, Reynoso-Camacho R, Ramos-Gómez M. Comparación del contenido fenólico, capacidad antioxidante y actividad antiinflamatoria de infusiones herbales comerciales. *Rev. Mex. Cienc. Agríc*. 2012; 3 (3): 481-495.
13. Horzic D, Komes D, Belščak A, Kovac'evic' G. K, Ivekovic D, Karlovic D. The composition of polyphenols and methylxanthines in teas and herbal infusions. *Food Chemistry*. 2009; 115: 441–448.
14. Almajano M, Carbó R, Lopez J, Gordon M. Antioxidant and antimicrobial activities of tea infusions. *Food Chemistry*. 2008; 108: 55–63.
15. Gorjanović S, Komes D, Pastor F, Belščak-Cvitanović A, Pezo L, Hečlmović I. And Sužnjević, D. Antioxidant capacity of teas and herbal infusions: Polarographic assessment. *J. Agric. Food Chem*. 2012; 2 (60): 9573–9580.
16. Ramirez-Aristizabal L, Ortiz A, Ospina-Ocampo, L. Evaluation of the antioxidant capacity and characterization of phenolic compounds obtained from tea (*Camellia sinensis*) for products of different brands sold in Colombia. *Pharmacology on line*. 2015; 3: 149-159.
17. Ferial C. Caracterización de la composición fenólica y capacidad antioxidante del té (*Camellia sinensis*) en productos de diferentes marcas comercializadas en Chile. [Tesis Título Ingeniero Agrónomo]. Universidad Chile; 2011.
18. Samaniego-Sánchez C, Inurreta-Salinas Y, Quesada-Granados J, Blanca-Herrera R, Villalon-Mir M, López-García H, López M. The influence of domestic culinary processes on the Trolox Equivalent Antioxidant Capacity of green tea infusions. *Journal of Food Composition and Analysis*. 2011; 24: 79–86.
19. Simirgiotis M, Schmeda-Hirschmann G. Direct identification of phenolic constituents in Boldo Folium (*Peumus boldus* Mol.) infusions by high-performance liquid chromatography with diode array detection and electrospray ionization tandem mass spectrometry. *Journal of Chromatography*. 2010; 1217: 443–449.

20. Enciso G, Amiel P, Guija P, Fukusaki Y, Reátegui A, Amiel P, Enciso B, Valdivia E, Rodríguez B, Neyra L. Actividad antioxidante del extracto hidroalcohólico de cuatro plantas medicinales y estimulación de la proliferación de fibroblastos. *Rev Soc Quím Perú*. 2010; 76 (1): 73-79.
21. Giorgi A, De Marinis P, Granelli G, Chiesa LM, Panseri S. Secondary metabolite profile, antioxidant capacity, and mosquito repellent activity of *Bixa orellana* from Brazilian Amazon region. *Journal of Chemistry*. 2013; 0:1-10.
22. Viuda-Martos M, Ciro-Gómez G, Ruiz-Navajas Y, Zapata-Montoya J, Sendra E, Pérez-Álvarez J, Fernández-López J. *In vitro* antioxidant and antibacterial activities of extracts from annatto (*Bixa orellana* L.) leaves and sedes. *Journal of Food Safety*. 2014.
23. Vilar DA, Vilar M, Moura T, Raffin F, Oliveira M, Franco C, Athayde-Filho P, Diniz M, Barbosa-Filho J. Traditional uses, chemical constituents, and biological activities of *Bixa orellana* L. *The Scientific World Journal*. 2014.
24. Yapuchura M. Estudio de los componentes antioxidantes de las hojas de muña (*Minthostachys mollis* (Kunth) Griseb.) e inca muña (*Clinopodium bolivianum* (Benth.) Kuntze). [Tesis Magister Scientiae en Tecnología de Alimentos] Lima, Perú. Universidad Nacional Agraria la Molina; 2010.
25. Granados C, Yáñez R, Santafé P, Gilmar G. Evaluación de la actividad antioxidante del aceite esencial foliar de *Calycolpus moritzianus* y *Minthostachys mollis* de Norte de Santander. *Bistua: Revista de la Facultad de Ciencias Básicas*. 2012; 10(1):12-23.
26. Berłowski A, Zawada K, Wawer I, Paradowska K. Antioxidant properties of medicinal plants from Perú. *Food and Nutrition Sciences* 2013; 4:71-77.
27. Giao M, Gonzalez-SanJose M, Rivero-Pérez, M, Pereira C, Pintado M, Malcata, F. Infusions of Portuguese medicinal plants: Dependence of final antioxidant capacity and phenol content on extraction features. *J Sci Food Agric*. 2007; 87:2638–2647.
28. Alonso E. El hinojo (*Foeniculum vulgare* Mill.) en las Ciencias Farmacéuticas. Trabajo grado. España. Universidad Complutense; 2015.
29. Yapuchura M. R. Estudio de los componentes antioxidantes de las hojas de muña (*Minthostachys mollis* (Kunth) Griseb.) e inca muña (*Clinopodium bolivianum* (Benth.) Kuntze). [Tesis Magister Scientiae en Tecnología de Alimentos] Lima, Perú. Universidad Nacional Agraria la Molina; 2010.
30. Jayaprakasha G, Rao J. Chemistry, biogenesis, and biological activities of *Cinnamomum zeylanicum*. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 2011; 51:547–562.
31. Shannon E, Jaiswal, A, Abu-Ghannam N. Polyphenolic content and antioxidant capacity of white, green, black, and herbal teas: a kinetic study. *Food Research*; 2017. p. 1-11.
32. Alarcón E, Campos A, Edwards A, Lissi E, López-Alarcón C. Antioxidant capacity of herbal infusions and tea extracts: A comparison of ORAC-fluorescein and ORAC-pyrogallol red methodologies. *Food Chemistry*. 2008; 107: 1114–1119.
33. Prieto R, Patino L, Lesmes L, Lozano J, Cuca S. L. Estudio fitoquímico de hojas de *Uncaria guianensis* y evaluación de actividad antibacteriana. *Acta amazónica*. 2011; 41(2): 303 – 310.
34. Oh J, Jo H, Cho A, Kim S-J, Han J. Antioxidant and antimicrobial activities of various leafy herbal teas. *Food Control*. 2013; 31(2), 403-409.
35. Roy M, Koide M, Rao T, Okubo T, Ogasawara Y, Juneja L. ORAC and DPPH assay comparison to assess antioxidant capacity of tea infusions: Relationship between total polyphenol and individual catechin Content. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*. 2010; 61(2): 109–124.
36. Trigo-Pérez K, Suárez-Cunza S. Evaluación del efecto del consumo de hoja de coca pulverizada en marcadores de recambio óseo en mujeres posmenopáusicas. *Rev Peru Ginecol Obstet*. 2017; 63(4): 519-527.
37. Srivastava J, Shankar E, Gupta S. Chamomile: A herbal medicine of the past with bright future. *Mol Med Report*. 2010; 3(6): 895–901.
38. Fotakis Ch, Tsigirmani D, Tsiaka T, Lantzouraki D, Strati I, Makris C, Tagkouli D, Proestos Ch, Sinanoglou V, Zoumpoulakis P. Metabolic and antioxidant profiles of herbal infusions and decoctions. *Food Chemistry*; 2016. p. 4-9.
39. Tassotti G, Cattaneo H, Cossettin M, Moraes B, Tissiani A, Spanamberg M, Meggiolaro G. Effect of *Cymbopogon Citratus* on Oxidative Stress Markers in Erythrocytes from Postmenopausal Woman: A Pilot Study. *Journal of plant studies*. 2016; 5(1): 20-27.
40. Van Baren C, Di Leo Lira P, Elechosa M, Molina A, Juarez M, Martínez A, Perelman S, Bandoni A. New insights into the chemical biodiversity of *Minthostachys mollis* in Argentina. *Biochemical Systematics and Ecology*. 2014; 57: 374-383.
41. Mora A, Araque M, Rojas L, Ramírez R, Silva B, Usbillaga A. Chemical Composition and *in vitro* antibacterial activity of the essential oil of *Minthostachys mollis* (Kunth) Griseb Vaught from the Venezuelan Andes. *Natural Product Communications*. 2009; 4(7):997-1000.
42. Miron T, Gazi I, Plaza M. Romanian aromatic plants as sources of antioxidants. *Innovative Romanian Food Biotechnology*. 2010; 6: 18-24.
43. Mello D, Quadros P. Correlation between antioxidant activity and total phenolic content with physicochemical parameters of blended extracts of *Camellia sinensis*. *Maringá*. 2014; 36 (1): 97-103.

44. Yang J, Liu R. The phenolic profiles and antioxidant activity in different types of tea. *International Journal of Food Science and Technology*; 2012. p. 1-9.
45. Fu L, Xu B, Gan R, Zhang Y, Xu X, Xia E, Li H. Total phenolic contents and antioxidant capacities of herbal and tea infusions. *Int. J. Mol. Sci.* 2011; 12: 2112-2124.
46. Ortega-Ramírez L, Rodríguez-García I, Leyva J. M, Cruz-Valenzuela MR, Silva-Espinoza BA, González-Aguilar G, Wasim S, Ayala-Zavala J. F. Potential of medicinal plants as antimicrobial and antioxidant agents in food industry: A hypothesis. *Journal of Food Science*. 2014; 79 (2): R129-R137.
47. Santoro D, Ahrens K, Vesny R, Navarro Ch, Gatto H. Evaluation of the *in vitro* effect of Boldo and Meadowsweet plant extracts on the expression of antimicrobial peptides and inflammatory markers in canine keratinocytes. *Research in Veterinary Science*. 2017; 115: 255–262.
48. Quezada N, Asencio M, Del Valle J, Aguilera J Gómez B. Antioxidant activity of crude extract, alkaloid fraction, and flavonoid fraction from boldo (*Peumus boldus* Molina) leaves. *Journal of food science*. 2004; 69(5): C371- C376.
49. Sandoval M, Okuhama N, Zhang X; Condezo L, Lao J, Angeles F. Musah R, Bobrowski P, Miller M. Anti-inflammatory and antioxidant activities of cat's claw (*Uncaria tomentosa* and *Uncaria guianensis*) are independent of their alkaloid content. *Phytomedicine*. 2002; 9: 325–337.
50. Almajano M, Carbó R, López, J, Gordon M. Antioxidant and antimicrobial activities of tea infusions. *Food Chemistry*. 2008; 108: 55–63.
51. Vidal G, Fuertes R, Chávez S, Contreras C, Goya S, Huamantumba B, Retuerto P, Ruiz P. Metabolitos detectados en las hojas de *Erythroxylum coca* Lam y *Erythroxylum novogranatense* (Morris) Hieron y evaluación de sus propiedades biológicas mediante bioensayos. *Rev. Peru med integrativa*. 2017; 2(4):828-34.
52. Costa G, González-Manzano S, González-Paramás A, Figueiredo L, Santos-Buelga C, Batista M. Flavan hetero-dimers in *Cymbopogon citratus* infusion tannin fraction and their contribution to the antioxidant activity. *Food & Function*. 2015;00 (1-3):1-11.
53. Sarikurkcü C, Ozer M, Tepe B, Dilek E, Ceylan O. Phenolic composition, antioxidant and enzyme inhibitory activities of acetone, methanol and water extract of *Clinopodium vulgare* L. subsp. vulgare L. *Industrial Crops and Products*. 2015; 76: 961–966.
54. Degenhardt R, Farias I, Grassi L, Franchi G, Nowill A, Bittencourt C, Wagner T, De Souza M, Cruz A, Malheiros A. Characterization and evaluation of the cytotoxic potential of the essential oil of *Chenopodium ambrosioides*. *Revista Brasileira de Farmacognosia*. 2016; 26: 56–61.
55. Scarpetta – Ramirez L. Reconocimiento fitoquímico y etnobotánico de *Erythroxylum coca* en la población Nasa de departamento del Cauca- Colombia. 2017; 14(1):21-46.
56. Rusaczonek A, Świdorski F, Waszkiewicz-Robak B. Antioxidant properties of tea and herbal infusions – a short report. *Pol. J. Food Nutr. Sci.* 2010; 60(1): 33-35.
57. Silva-Espinoza B, Ortega-Ramírez L, González-Aguilar G, Olivás I, Ayala-Zavala J. Protección antifúngica y enriquecimiento antioxidante de fresa con aceite Esencial de hoja de canela. *Revista Fitotecnia Mexicana*. 2013; 36 (3): 217-224.
58. Ervina M, Nawu Y, Esar S. Comparison of *in vitro* antioxidant activity of infusion, extract and fractions of Indonesian Cinnamon (*Cinnamomum burmannii*) bark. *International Food Research Journal*. 2016; 23(3):1346-1350.
59. Kozak M, Sobczak P, Krajewska M, Ślaskagrzywna B, Wójtowicz A, Żukiewicz-Sobczak W. Evaluation of health promoting properties and quality of herbal teas obtained from fine-grained fraction of herbs. *Journal of Central European Agriculture*. 2017; 18(2): 388-403.
60. Vertuani S, Angusti A, Manfredini S. The Antioxidants and Pro-Antioxidants Network: An Overview. *Current Pharmaceutical Design*. 2004; 10:1677-1694
61. Herrera-Carrera E, Moreno-Jimenez M, Rocha-Guzman N, Gallegos-Infante J, Diaz-Rivas J, Gamboa-Gomez C, Gonzalez-Laredo RF. Phenolic composition of selected herbal infusions and their anti-inflammatory effect on a colonic model *in vitro* in HT-29 cells. *Cogent Food & Agriculture*. 2015; 1:6-15.
62. Mora A, Parra J, Chaverri J, Arias M. Determinación de la capacidad antimicrobiana del té verde (*Camellia sinensis*) contra los agentes potencialmente patógenos *Escherichia coli*, *Salmonella enterica*, *Staphylococcus aureus*, *Listeria monocytogenes*, *Candida albicans* y *Aspergillus niger*. *Archivos latinoamericanos de nutrición*. 2013; 63(3): 247-253.