



Quantificación de minerales en plantas medicinales y sus infusiones, utilizando Espectroscopía de Emisión Óptica con Plasma Acoplado Inductivamente (ICP-OES)

Quantification of minerals in medicinal plants and their infusions using Inductively Coupled Plasma Optical Emission Spectroscopy (ICP-OES)

Elizabeth S. Ordoñez^{1,*}; Tomas Menacho-Mallqui²; Darlym Reategui³

¹ Facultad de Ingeniería de Alimentos, Universidad Nacional Agraria de la Selva, Carretera Central km 1,2, Tingo María, Perú.

² Unidad de Extensión, Facultad de Zootecnia, Universidad Nacional Agraria de la Selva, Carretera Central km 1,2, Tingo María, Perú.

³ Laboratorio Central de Investigación, Universidad Nacional Agraria de la Selva, Carretera Central km 1,2, Tingo María, Perú.

ORCID de los autores

E. S. Ordoñez: <https://orcid.org/0000-0003-4502-5626>

T. Menacho-Mallqui: <https://orcid.org/0000-0001-5657-2604>

D. Reategui: <https://orcid.org/0000-0001-6689-2345>

RESUMEN

Las infusiones son bebidas elaboradas con plantas nativas o cultivadas. El objetivo de la investigación fue determinar el contenido macro (Ca, Na, K y Mg) y microelementos (Fe, Mn, Zn, Cu, Cr, Pb y Cd) mediante el uso de espectroscopía de emisión óptica con plasma acoplado inductivamente (ICP-OES) en plantas medicinales y sus infusiones. Se consideró trece muestras de plantas: Té verde (*C. sinensis*), Uña de gato (*U. tomentosa*), Canela (*C. cassia*), Coca (*E. coca*), Achote (*B. orellana*), Hierba luisa (*C. citratus*), Manzanilla (*M. chamonillo*), Anís (*P. anisum*), Hinojo (*F. vulgare*), Inca muña (*C. tomentosum*), Muña (*M. mollis*) y Paico (*C. ambrosioides*). En plantas; el Ca, K, Mg y Na fueron los macroelementos más predominantes mientras que en microelementos priorizaron el Fe, Mn, Zn, Cu y Cr. En las trece infusiones; los macroelementos tuvieron el orden siguiente Ca > Mg > K > Na y en microelementos fue Mn > Zn > Fe > Cu > Cr. Asimismo, la concentración de metales tóxicos (Cd y Pb) no superó lo establecido por la Organización Mundial de la salud.

Palabras clave: Metales pesados; macroelementos; microelementos; ICP-OES.

ABSTRACT

The infusions are elaborate beverages with native or cultivated plants; and their consumption is very popular. The objective of the research was to determinate the macro content (Ca, Na, K and Mg) and microelements (Fe, Mn, Zn, Cu, Cr, Pb and Cd) through the use of optical emission spectroscopy with inductively coupled plasma (ICP-OES) in medical plant and infusions. It was considered thirteen samples of plants: Green tea (*C. sinensis*), Cat's claw (*U. tomentosa*), Cinnamon (*C. cassia*), Coca (*E. coca*), Annatto (*B. orellana*), Lemongrass (*C. citratus*), Chamomile (*M. chamonillo*), Anise (*P. anisum*), Fennel (*F. vulgare*), Inca muña (*C. tomentosum*), Muña (*M. mollis*) and Paico (*C. ambrosioides*). In plants; the Ca, K, Mg and Na were macroelements more predominates while in microelements prioritized Fe, Mn, Zn, Cu y Cr. In the thirteen infusions; macroelements had the following order Ca > Mg > K > Na and microelements was Mn > Zn > Fe > Cu > Cr. Furthermore, the number of toxic metals (Cd and Pb) did not exceed the amount established by the World Health Organization.

Keywords: Heavy metals; macroelements; microelements; ICP-OES.

1. Introducción

Las diferentes culturas han utilizado muchas plantas como remedios por sus propiedades benéficas para la salud y considerando que por su origen natural son seguros y no tienen efectos adversos en comparación con los medicamentos (Ravanbakhsh et al., 2017). Desde la antigüedad se consumían las infusiones recolectando las plantas nativas o cultivadas, generalmente esta preparación se enfocaba de manera culinaria pero en la actualidad ya se está trabajando de forma industrial; porque las infusiones se han vuelto cada vez más populares en muchas partes del mundo, como parte de una dieta equilibrada, por no contener azúcar, su riqueza en polifenoles y otros componentes funcionales; además, es una opción saludable para beber los dos litros de líquido de ingesta diaria mínima recomendada para un adulto (Schulzki et al., 2017) y por ofrecer una amplia gama de diferentes sabores, aromas y colores a la bebida (Zagula et al., 2016). Las infusiones herbales también son consumidas considerando sus propiedades medicinales como hipocolesterolémico hipotenso, anti-osteoporosis, prevenir la diabetes, alivio del estrés, fatiga, insomnio, ansiedad, nerviosismo o simplemente por sus propiedades organolépticas como dar sabor al agua.

Los minerales son elementos inorgánicos que no se pueden sintetizar en el cuerpo, por ello se obtienen a partir de la dieta; estos son necesarios para el mantenimiento de procesos bioquímicos normales en el cuerpo humano (Akram et al., 2020). Los minerales son indispensables en la nutrición humana y su contenido en el cuerpo depende de sus niveles en el suelo, aire, agua potable y nutrición; un exceso o deficiencia de cualquier elemento químico puede inducir efectos adversos en el cuerpo humano (Katarcyna et al., 2020). Estos elementos realizan dos de las tres funciones básicas de los nutrientes de los alimentos, como participar en la construcción de los tejidos corporales (biomoléculas) y algunos que forman parte de metaloenzimas y metaloproteínas que participan en el desarrollo y la regulación del metabolismo (Ramirez et al., 2015).

Los tés de hierbas son una fuente importante de minerales y compuestos biológicamente activos, vitaminas, enzimas o biocatalizadores necesarios para equilibrar el metabolismo y como suplementos nutritivos de microelementos (Sembratowicz & Rusinek-Prystupa, 2014). La composición elemental de la materia prima vegetal está conformada por nutrientes

esenciales (K, Ca, Mg, Na, Fe, K, Mn, P y Zn), como también por elementos tóxicos (Al, As, Ba, Cd, Co, Cr, Hg, Ni, Pb, Sb y Sn) (Haidu et al., 2017). Asimismo, la composición de minerales es un sistema de seguridad pública porque muchas personas prefieren las plantas considerando que no están contaminadas, porque es difícil determinar la fuente primaria de contaminación (aire, agua y suelo) (Zagula et al., 2016), como también la contaminación industrial, tecnológica, agropecuaria (suelo, pesticidas y fertilizantes), minería o accidentalmente por fuentes de contaminación artificial (Elbagermi et al., 2017; Londoño-Franco et al., 2016).

En tal sentido la investigación pretende brindar información científica sobre la composición de minerales en el material vegetal utilizado con fines terapéuticos, no solo para valorar el aporte mineral de las infusiones sino también para reconocer que son fuente valiosa de calcio, magnesio y zinc esenciales para la salud humana, así como también asegurar que los compuestos tóxicos (plomo, cadmio, aluminio) presentes, no representan peligro alguno a la salud, tal como lo considera la Agencia de Protección del Medio Ambiente (EPA) (Miroslawski & Paukzto, 2018; Martinez et al., 2015).

La ICP-OES y la ICP-MS son técnicas espectroscópicas sofisticadas y sensibles a la materia orgánica que analizan elementos a nivel traza. Por otro lado, la técnica de ICP-OES es menos sensible que la ICP-MS, pero se usa más ampliamente en el análisis de rutina de una gran variedad de muestras por su detección multielemental y un costo relativamente más bajo en instrumentación y mantenimiento (Deng et al., 2017). El objetivo del presente estudio fue determinar el contenido macro y microelementos mediante el uso de espectroscopía de emisión óptica con plasma acoplado inductivo (ICP-OES) en plantas medicinales y sus infusiones.

2. Material y métodos

Muestra: Se consideró trece muestras de plantas medicinales (Tabla 1), Té verde, Uña de gato, Canela, Coca, Achote y Hierba luisa fueron adquiridas de huertos familiares ubicados en la provincia de Leoncio Prado región Huánuco a una altitud de 660 m.s.n.m. a 09° 17' 08" de Latitud Sur, a 75°59'52" de latitud Oeste. Las muestras de Manzanilla, Flor de manzanilla, Anís, Hinojo, Inca muña, Muña y Paico fueron del mercado de la ciudad de Huánuco a 1,894 m.s.n.m. a 09° 55' 16,4" de Latitud Sur y 76° 14' 25,6" de Latitud al Oeste.

Tabla 1

Descripción de las muestras de plantas medicinales estudiadas

Nombre común	Nombre científico	Recomendaciones de uso
Té verde (*)	<i>Camellia sinensis</i>	Previene enfermedades cardiovasculares, cáncer, diabetes, osteoporosis y enfermedades neurodegenerativas (Shannon et al., 2017; Schulzki et al., 2017)
Manzanilla (***)	<i>Matricaria chamomilla</i>	Tratamiento de irritabilidad, insomnio, malestar mental, fatiga, enfermedades estomacales, riñones, hígado y vesícula biliar, enfermedades oculares y a la piel (quemaduras, pruritos, sarpullidos (Petrovic et al., 2015).
Uña de gato (**)	<i>Uncaria tomentosa</i> (willd) DC	Se usa para tratamiento de osteoartritis y en artritis reumatoidea, posee actividad antiinflamatoria, antioxidante (Lock, 2016), trastornos gastrointestinales, infecciones virales y cáncer (Junior & Dantas, 2017).
Anís (**)	<i>Pimpinella anisum</i> L.	Tratamiento de asma, epilepsia, trastornos gastrointestinales, sedante y antiséptico, antibacteriano y antiinflamatorio (Bekara et al., 2016)
Hinojo (*)	<i>Foeniculum vulgare</i>	Se usa en infusión para aumentar la lactancia en mujeres gestantes, fortalecer la piel, abrir el apetito en los niños y expectorante (Vera & Sanchez, 2015)
Canela (*)	<i>Cinnamomum cassia</i>	Utilizado para tratamiento de enfermedades inflamatorias, trastornos gastrointestinales e infecciones urinarias, agente antimicrobiano (Navabi et al., 2015)
Inca muña (***)	<i>Clinopodium tomentosum</i>	Algunas especies de Clinopodium se utilizan como cicatrizantes, desinfectantes y tratamiento de heridas hemostáticas, como agente antioxidante (Sarikurkcu et al., 2015)
Muña (***)	<i>Mintostachys mollis</i>	Por su efecto antibacteriano (contra bacterias gram-positivas y gram- negativas, bacillus subtilis y Salmonella typhi) (Lock, 2016)
Paico (***)	<i>Chenopodium ambrosioides</i> L.	Destaca su efecto antihelmíntico, vermícid (Beltran et al., 2017), tratamiento gastrointestinales, respiratorias, nerviosas, combatir la diabetes y el hipercolesterolemia, como sedantes, antipiréticos y antirreumáticos (Degenhardt et al., 2016).
Coca (*)	<i>Erythroxylum coca</i>	El consumo es ancestral, posee actividad antibacteriana (Vidal et al., 2017), intervenir en el metabolismo óseo, actúa como antioxidante (Trigo-Pérez & Suárez-Cunza, 2017)
Achiote (*)	<i>Bixa orellana</i>	Tiene uso como afrodisiaco, antidearreico, entipiretico, antidiabético, repelente de insectos (Araujo et al., 2014), antiinflamatorio, antiséptico, antioxidante, expectorante, cicatrizante, diurético y mordedura serpiente (Conrad et al., 2013)
Hierba luisa (*)	<i>Cymbopogon citratus</i>	Es usado para afecciones febriles, trastornos nerviosos, gastrointestinales, antiinflamatorio (Costa et al., 2015)

Preparación de las muestras: Las plantas medicinales frescas fueron cosechadas por la mañana y colocadas en bolsas de papel codificadas (Té verde, Uña de gato, Canela, Coca, Achiote y Hierba luisa). Para las muestras (Manzanilla, Anís, Hinojo, Inca muña, Muña y Paico) que se adquirieron en el mercado se colocaron en bolsas de papel previamente codificadas. Se seleccionaron retirando las hojas maltratadas, picadas por insectos, pardeadas y rotas, se lavaron con agua destilada, se oreó sobre papel secante a temperatura ambiente por 6 h, seguidamente fue secado a 60 °C (Castro-Vázquez et al., 2016) hasta peso constante, se trituró y envasó en botes de vidrio oscuro con tapa y se almacenó a refrigeración 5-10°C.

Preparación de digestión: Se pesó 0,5 g y se adicionó 10 mL de solución ácido nítrico (65%) y ácido perclórico (98%) en relación de 4:1(V/V). La mezcla fue calentada a 200 °C por 3 horas. La muestra digerida se enfrió a temperatura ambiente y fue filtrado (papel Whatman N°20), se enrazó en una fiola de 25 mL con agua destilada (Arevalo-Gardini et al., 2017).

Preparación de las infusiones: Se pesó 1 g de muestra en vasos de precipitado y se adicionó 100 mL de agua desionizada hirviendo se dejó en reposo por cinco minutos, cumplido el tiempo se filtró (papel Whatman N°4/diámetro de poro 25 µm), el filtrado se acidificó con una gota HNO₃ concentrado (65% v/v) y el volumen final se ajustó a 100 mL con agua desionizada y se colocó en tubos de vidrio con tapa hasta el análisis, para cada tratamiento se trabajó por triplicado (Andrade et al., 2017).

Instrumentación: Se siguió las recomendaciones propuestas por Petrovic et al. (2015); Zagula et al. (2017); las muestras digeridas e infusiones se analizaron con espectrofotómetro de emisión óptica con plasma acoplado inductivamente (ICP OES) (marca Horiba, modelo Ultima Expert). El equipo cuenta con un generador de estado sólido 40,68 MHz, refrigerado por agua, inyector de alúmina de 3 mm de diámetro interno, nebulizador concéntrico de vidrio y cámara de pulverización ciclónica de vidrio, bomba peristáltica de 3 canales, cobertura continua de longitud de onda de 120 a 800 nm, sistema óptico estabilizado

térmicamente. Está equipado con un auto muestreador AS 500. Se utilizó gas Argón 5,0 (99,99 % de pureza, Praxair, Perú) para purgar la óptica y formar el plasma. Los parámetros de calibración se presenta [Tabla 2](#) y las condiciones operativas fueron: Poder de plasma 1000 watts, flujo de gas argón-plasma 12 L/min, tipo de nebulizador (sea spray), velocidad de flujo del nebulizador 2 L/min, velocidad de la bomba 30 rpm, tiempo de estabilización 15 s, número de pruebas por cada medición 3, observación de plasma radial con vista de plasma total.

Análisis estadístico: Los resultados del contenido de minerales fueron analizados estadísticamente mediante el análisis de conglomerados, se realizó el cluster para determinar si hubo deferencia significativa entre grupos de muestras. El cálculo se realizó en el InfoStat versión 2018P. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.

3. Resultados y discusión

Macroelementos en plantas medicinales: El contenido de calcio (Ca) en las 13 plantas estudiadas varió entre 19499,8±1 mg/kg (paico) a 3157,2±6 mg/kg (uña de gato), y en Coca se encontró 10413,3±3 mg kg⁻¹ valor muy semejante a lo reportado por [Penny et al. \(2009\)](#) en hojas de Coca cultivada en diferentes partes del Perú 1033,17 ± 95,23 (mg/100 g). Para el magnesio (Mg) el mayor contenido fue para paico y el menor uña de gato, en el rango reportado se encuentra el orégano 2,92±0,02 mg g⁻¹ ([Zagula et al., 2016](#)). En té verde se encontró 493,0±4 mg.kg⁻¹, siendo superior a lo reportado por [Elbagermi et al. \(2017\)](#) en 7 marcas de té el rango fue 91,98 a 213,83 µg g⁻¹. El sodio (Na) en las plantas estuvo comprendido en el rango de 2241±9 (Hinojo) a 648,6±3 mg kg⁻¹ (té verde). El mayor contenido de potasio (K) y estadísticamente iguales fueron en

flor de manzanilla 20625,5±2 mg kg⁻¹ e inca muña 20433,6±2 mg kg⁻¹, el resultado encontrado fue inferior a lo reportado por [Haidu et al. \(2017\)](#) en flores de manzanilla reportó 28330±3,7 mg kg⁻¹; también se puede indicar que los resultados se encuentran dentro del rango reportado por [Petrovic et al. \(2015\)](#) en manzanilla producida por 5 empresas varió de 18161 hasta 27985 mg kg⁻¹, El potasio es muy importante porque es necesario para el mantenimiento del equilibrio ácido-base en el cuerpo, así como la presión osmótica.

Microelementos en plantas medicinales: La mayor cantidad de hierro (Fe) correspondió al anís y el menor a hierba luisa y canela; con respecto al Anís el valor encontrado es superior a lo reportado por [Ababneh \(2017\)](#) en *Pimpinella animus* (comercial) 86,2 mg/kg, pero para la canela fue inferior *Cinnamomum cassia* 171 ± 14,7 mg kg⁻¹. Se sabe que los oligoelementos como el manganeso, el hierro y el zinc son esenciales en el metabolismo enzimático ([Fernandes et al., 2019](#)). El rango de cobre (Cu) vario de 32,7±0,33 mg kg⁻¹ (hinojo) a 5,9±0,05 mg kg⁻¹ (hierba luisa), esto concuerda con lo reportado por [Polat & Ogut \(2018\)](#) en 6 plantas medicinales varió 75,6±6,2 (*Thymus vulgaris*) a 21,5±2,9 (*Salvia officinalis*) mg kg⁻¹. [Sembratowicz & Rusinek-Prystupa \(2014\)](#) en seis té herbales varió de 15,48±0,97 (Sage) a 6,56±0,96 mg kg⁻¹ (Wormwood). Así mismo, se sabe que el cobre en la sangre humana se distribuye principalmente entre los eritrocitos y el plasma ([WHO, 1996](#)). Con respecto al manganeso (Mn) podemos indicar que resalto inca muña y fue menor la uña de gato, el resultado es superior a lo reportado por [Pereira & Dantas \(2016\)](#) en hojas de uña de gato 17,7±0,1 a 37,5±0,4 g g⁻¹. [Mihaljev et al. \(2014\)](#) en 16 muestras el promedio fue 108,06 mg kg⁻¹ y en flores de manzanilla 76,14 mg kg⁻¹.

Tabla 2

Parámetros de calibración del espectrómetro de emisión óptica

Elementos	Longitud onda de detección (nm)	Coefficiente de correlación (R ²)	Límite de detección (µg/L)	linealidad
Mg	285,213	0,999785	0,14886	y=0,0001561x-0,106
Na	588,995	0,999097	1,4991	y=0,001933x-1,989
K	766,490	0,999823	13,5000	y=0,0167x-1,008
Ca	422,673	0,999170	1,3281	y=0,0006998x+1,15
Fe	248,327	0,999684	2,6988	y=0,0008262x-0,1784
Cu	324,754	0,999955	0,28664	y=0,0000257x-0,003304
Mn	279,482	0,999905	0,84278	y=0,0004292x-0,05295
Zn	213,857	0,999888	0,12882	y=0,0000209x-0,005888
Pb	220,352	0,999617	3,238	y=0,0001409x-0,02265
Cd	228,802	0,999904	0,23288	y=0,0000227x+0,005822
Cr	357,86	0,993840	1,3554	y=0,0000401x-0,008314

Se tiene conocimiento que el Mn es un activador enzimático del metabolismo de la insulina (Olujimi et al. 2017); según Ramírez et al. (2015) la función fisiológica es un regulador del metabolismo de macronutrientes (cofactor del piruvato carboxilasa, arginasa, fosfoenolpiruvato, carboxiquinasa, acetilCoA carboxilasa y tirosina sulfotransferasa). El zinc (Zn) juega un papel vital en la síntesis y digestión de proteínas, también participa en la síntesis y degradación de carbohidratos, lípidos, proteínas y ácidos nucleicos (WHO, 1996), en las plantas se destacó en su contenido el inca muña y la menor fue para té verde y canela, con respecto a té verde se encuentra dentro del rango reportado por Podwika et al. (2017) de 12,6 a 28,7 mg kg⁻¹. El cromo (Cr) en las muestras estuvo entre 1,5±0,0 (anís) a 0,7±0,1 mg kg⁻¹ (té verde), el valor encontrado fue muy semejante a lo reportado por Polat & Ogut (2018) en 6 plantas medicinales 1,2 ± 0,04 (*Thymus vulgaris*) a 0,1 ± 0,01 (*Camellia sinensis*) mg kg⁻¹ y en flores y brotes *Matricaria chamomilla* 0,5 ± 0,03 mg kg⁻¹. El contenido promedio de cromo en diferentes té fue, Oolong verde, herbal y negro 0,97; 1,55; 2,32 y 7,37 respectivamente (De Oliveira et al., 2018). El Cr es beneficioso en el metabolismo lipídico (disminución del colesterol total y triglicéridos) (Ramírez et al., 2015).

El plomo (Pb) tiene varios efectos tóxicos en humanos a dosis bajas provoca daño cerebral, anemia, dolor de cabeza, convulsiones y trastornos del sistema nervioso central (Garba et al., 2017); el mayor contenido de (Pb) fue para Inca Muña y menor para Coca, el rango encontrado concuerda con el reporte de Kozak et al. (2017) en tres muestras de hierbas vario de 1,12±0,13 a 1,96±0,24 mg kg⁻¹. El cadmio (Cd) puede causar cambios en el material genético, especialmente en los cromosomas de células de mamíferos y los riñones son órganos críticos porque el cadmio tiende a acumularse (Miroslawski & Paukszt, 2017), si este mineral ingresa al torrente sanguíneo por el consumo de alimentos contaminados puede causar irritación severa, vómitos, diarrea, daño pulmonar y muerte (Garba et al., 2017). En las plantas analizadas la Muña (1,0 mg kg⁻¹) tuvo el mayor contenido y la uña de gato, té verde y coca fue el menor (0,05; 0,07 y 0,06 mg kg⁻¹), concordando con el promedio encontrado en 23 hierbas medicinales (mezclas hierbas chinas) de 0,5 mg kg⁻¹ Ababneh (2017).

Macroelementos en infusiones de plantas medicinales: En las infusiones resaltó el contenido de manzanilla (265,5±9,0 mg L⁻¹), hierba luisa

(261,9±1,1 mg L⁻¹), Muña (262,4±1,4 mg L⁻¹). Con respecto al Ca podemos indicar que es un elemento esencial en muchas funciones vitales del cuerpo (coagulación de la sangre, mantenimiento de la presión arterial, mantenimiento de los huesos y cofactor en el proceso enzimático (Christine et al., 2017). El Mg en las infusiones varió entre 47,85±0,3 mg L⁻¹ (paico) a 3,72±0,01 mg L⁻¹ (té verde). Según el análisis estadístico el mayor promedio de sodio (Na) en las infusiones fue 9,13±0,6 mg L⁻¹ (manzanilla) y los menores fueron 1,60±0,03 mg L⁻¹ (té verde), 1,77±0,1 mg L⁻¹ (muña), 1,78±0,1 mg L⁻¹ (coca) y 1,71±0,2 mg L⁻¹ (hierba luisa); los resultados encontrados fueron muy parecido al reportado por Samolinska et al. (2016) en 9 infusiones de té herbales 0,72 ± 0,02 a 0,24 ± 0,01 mg·100 m L⁻¹. Cabe indicar que las plantas con bajo contenido de Na pueden ser usados para tratamientos de hipertensión y enfermedades renales. El potasio (K) es el principal catión presente en el líquido intracelular, su concentración baja se asocia con parálisis muscular y debilidad (Hassan et al., 2015).

El contenido de K en las infusiones varió de 263 mg L⁻¹ (paico y manzanilla) a 41,42±17 mg L⁻¹ (uña de gato); de las 12 infusiones estudiadas los niveles de potasio estuvieron por encima de los niveles encontrados para el sodio, lo que garantiza una relación Na/K por debajo de la unidad; se recomienda una proporción de menor de uno para prevenir la presión arterial (Fernandez et al., 2019).

Microelementos en infusiones de plantas medicinales: Con respecto a los oligoelementos en las infusiones podemos resaltar que el Anís tuvo el mayor contenido de Fe (134,50±4 µg L⁻¹) y Mn (847,00±3 µg L⁻¹), al respecto Korfali et al. (2013) en dieciséis infusiones de plantas medicinales el contenido de Mn fue en promedio 0,67 mg/L. Para el Cu resaltó la flor de Manzanilla (68,16±1 µg L⁻¹), Samolińska et al. (2016) en 9 infusiones tuvo un promedio de cobre de 0,003±0,002 mg100 mL⁻¹.

El cobre participa en la síntesis de compuestos esenciales, como el complejo proteínas del tejido conectivo del esqueleto y en algunos compuestos neuroactivos relacionados con la función del tejido nerviosos (WHO, 1996). Así mismo, en el Real Decreto 140/2003, se establecen los criterios sanitarios de la calidad del agua de consumo humano, y considera un valor máximo de Cu de 2 mg/L (Casteel et al., 2015). El mayor contenido de Zn fue para el Paico (246,76±1 µg L⁻¹).

Tabla 3

Contenido de minerales en plantas medicinales

Nombre común	Macroelementos (mg kg ⁻¹)					Microelementos (mg kg ⁻¹)					
	Ca	Mg	Na	K	Fe	Cu	Mn	Zn	Pb	Cd	Cr
Té verde	7764,0±3 ^g	493,0±4 ⁱ	648,6±3 ^g	6303,7±1 ^h	176,3±2,2 ^f	8,4±0,07 ^{hi}	7,8±0,04 ^{hi}	17,1±0,20 ⁱ	1,2±0,01 ^{ab}	0,07±0,0 ^e	0,7±0,1 ^g
Manzanilla *	5211,2±6 ^h	1386,7±2 ^{fg}	1289,2±1 ^b	20625,5±2 ^a	327,2±1,7 ^d	10,7±0,08 ^{de}	6,9±0,08 ⁱ	31,4±0,04 ^{ef}	0,4±0,06 ^{fg}	0,1±0,0 ^{de}	0,9±0,01 ^d
Manzanilla	4614,5±4 ⁱ	1073,0±1 ^e	1275,7±7 ^b	13679,7±1 ^d	327,0±3,5 ^d	28,3±0,27 ^b	12,5±0,15 ^g	29,1±0,06 ^g	0,8±0,07 ^{cde}	0,1±0,0 ^{de}	0,8±0,02 ^e
Uña de gato	3157,2±6 ^k	456,6±1 ⁱ	682,3±1 ^g	6845,8±1 ^{gh}	135,0±0,5 ^g	8,9±0,06 ^{gh}	2,5±0,02 ⁱ	29,8±0,40 ^g	0,6±0,06 ^{def}	0,05±0,0 ^e	1,2±0,01 ^b
Anís	10724,7±1 ^{de}	1952,2±1 ^d	860,0±4 ^d	12418,5±1 ^e	556,0±1,0 ^a	8,1±0,11 ⁱ	14,6±0,10 ^{ef}	29,9±0,68 ^{fg}	0,9±0,07 ^{bc}	0,2±0,0 ^c	1,5±0,0 ^a
Hinojo	14366,0±5 ^b	2486,0±7 ^c	2241,0±9 ^a	16231,5±1 ^c	330,2±1,3 ^d	32,7±0,33 ^a	20,3±0,07 ^d	39,7±0,12 ^b	0,5±0,05 ^{efg}	0,1±0,0 ^{de}	1,1±0,01 ^c
Canela	3955,0±9 ^j	463,0±2 ⁱ	778,8±2 ^{ef}	1149,5±2 ^f	99,0±0,2 ⁱ	9,1±0,14 ^{gh}	29,1±0,18 ^b	18,4±0,03 ⁱ	0,8±0,01 ^{cd}	0,1±0,0 ^{cd}	0,8±0,01 ^f
Inca muña	10401,7±4 ^e	2966,1±7 ^b	1052,5±2 ^c	20433,6±2 ^a	259,5±1,6 ^e	10,9±0,11 ^d	54,8±0,33 ^a	46,1±0,30 ^a	1,4±0,01 ^a	0,18±0,1 ^c	0,9±0,00 ^e
Muña	12339,7±1 ^c	1144,2±5 ^f	826,8±1 ^{de}	13427,0±2 ^d	384,3±1,9 ^c	14,1±0,08 ^c	22,2±0,33 ^c	33,5±0,07 ^d	0,7±0,03 ^{cde}	1,0±0,0 ^a	0,8±0,01 ^e
Paico	19499,8±1 ^a	4413,5±4 ^a	1085,3±1 ^c	12801,3±3 ^{de}	402,8±2,4 ^b	10,1±0,07 ^{ef}	15,2±0,39 ^e	21,4±0,10 ^h	1,2±0,10 ^{ab}	0,2±0,0 ^c	0,8±0,03 ^e
Coca	10413,3±3 ^e	697,1±1 ^h	771,5±4 ^f	7474,6±2 ^g	119,0±0,8 ^h	9,4±0,13 ^{fg}	14,2±0,09 ^f	21,4±0,38 ^h	0,2±0,07 ^g	0,06±0,0 ^e	0,8±0,01 ^f
Achiote	9632,2±2 ^f	1136,8±4 ^f	852,0±1 ^d	19346,8±2 ^b	171,1±1,3 ^f	9,5±0,07 ^{fg}	8,3±0,10 ^h	36,4±0,19 ^c	0,6±0,05 ^{def}	0,2±0,01 ^c	0,9±0,01 ^d
Hierba luisa	11093,7±44 ^d	1055,8±4 ^g	780,3±3 ^{ef}	6496,5±1 ^h	107,5±0,2 ⁱ	5,9±0,05 ^j	5,5±0,06 ⁱ	31,4±0,19 ^e	0,7±0,04 ^{cde}	0,3±0,01 ^b	0,8±0,91 ^e

(*) Flor de manzanilla. Los valores representan (promedio ± SEM) repeticiones (n = 3).

Tabla 4

Contenido de minerales en infusión de plantas medicinales

Nombre común	Macroelementos (mg L ⁻¹)					Microelementos (µg L ⁻¹)					
	Ca	Mg	Na	K	Fe	Cu	Mn	Zn	Pb	Cd	Cr
Té verde	38,9±4,3 ^g	3,72±0,01 ^e	1,60±0,0 ^e	78,16±6,4 ^c	27,26±2 ^{def}	24,13±1 ^{cd}	119,96±2 ^g	41,46±0 ^g	0,3±0,0 ^{cd}	0,2±0,0 ^b	0,5±0,0 ^b
Manzanilla *	157,3±4,3 ^d	14,32±0,3 ^d	7,40±0,2 ^b	249,16±22 ^a	104,06±3 ^b	68,16±1 ^a	381,96±9 ^e	123,66±3 ^c	0,8±0,1 ^{ab}	0,9±0,0 ^a	0,7±0,1 ^a
Manzanilla	265,5±9,0 ^a	24,02±0,3 ^c	9,13±0,6 ^a	263,47±25 ^a	106,13±4 ^b	58,73±1 ^{ab}	655,30±2 ^{cd}	96,50±1 ^{cd}	0,9±0,0 ^a	0,4±0,1 ^b	0,5±0,0 ^b
Uña de gato	191,1±14,2 ^c	12,32±0,8 ^d	2,17±0,2 ^{de}	41,42±17 ^c	48,00±7 ^c	16,36±0 ^{de}	188,86±2 ^{fg}	118,80±2 ^{cd}	0,02±0 ^d	0,2±0,0 ^b	0,2±0,0 ^c
Anís	222,8±9,7 ^b	13,06±0,1 ^d	3,12±0,2 ^{cd}	203,16±14 ^{ab}	134,50±4 ^a	49,70±1 ^b	847,00±3 ^a	182,86±2 ^b	0,6±0,0 ^{ab}	0,8±0,0 ^{ab}	0,3±0,2 ^{cd}
Hinojo	85,6±3,3 ^f	25,10±0,7 ^{bc}	3,08±0,0 ^{cd}	77,37±0,5 ^c	10,12±1 ^{efg}	61,70±7 ^a	140,83±1 ^g	163,17±3 ^b	0,9±0,1 ^a	0,9±0,0 ^a	0,1±0,0 ^d
Canela	32,5±0,5 ^g	5,71±0,1 ^e	2,61±0,3 ^{de}	54,21±18 ^c	6,73±1 ^g	27,80±1 ^{cd}	689,40±2 ^{bc}	52,06±0 ^{fg}	0,2±0,0 ^d	0,4±0,1 ^b	0,2±0,2 ^{cd}
Inca muña	124,2±3,9 ^e	13,11±0,5 ^d	2,09±0,0 ^{de}	145,05±12 ^{bc}	27,00±2 ^{def}	14,83±1 ^{ef}	576,66±2 ^d	66,26±3 ^{efg}	0,5±0,1 ^{bc}	0,4±0,0 ^b	0,2±0,0 ^c
Muña	262, 4±1,4 ^a	22,27±0,5 ^c	1,77±0,1 ^e	98,96±43 ^c	36,60±2 ^{cd}	24,83±0 ^{cd}	773,86±1 ^{ab}	92,10±4 ^{de}	0,1±0,0 ^d	0,3±0,1 ^b	0,7±0,1 ^a
Paico	13,2±0,2 ^g	47,85±0,3 ^a	4,28±0,2 ^c	263,72±24 ^a	100,30±5 ^b	28,26±1 ^c	620,00±3 ^{cd}	246,76±1 ^a	0,7±0,0 ^{ab}	0,2±0,0 ^b	0,1±0,0 ^d
Coca	96,3±6,2 ^{ef}	11,36±0,6 ^d	1,78±0,1 ^e	96,59±21 ^c	52,56±2 ^c	35,40±2 ^c	417,86±3 ^e	92,76±5 ^{de}	0,7±0,0 ^{ab}	0,2±0,0 ^b	0,1±0,0 ^{cd}
Achiote	88,1±1,5 ^f	14,21±0,7 ^d	2,72±0,2 ^{de}	124,82±12 ^{bc}	9,70±1 ^{fg}	24,26±1 ^{cd}	256,46±1 ^f	81,20±4 ^{ef}	0,6±0,1 ^{bc}	0,2±0,0 ^b	0,2±0,0 ^{cd}
Hierba luisa	261,9±1,1 ^a	27,54±1,4 ^b	1,71±0,2 ^e	86,91±5,8 ^c	28,73±2 ^{de}	4,13±0 ^f	445,20±2 ^e	47,50±4 ^g	0,6±0,1 ^{ab}	0,6±0,1 ^{ab}	0,2±0,0 ^d

(*) Flor de manzanilla. Los valores representan (promedio ± SEM) repeticiones (n=3).

Según [Olujimi et al. \(2017\)](#), el zinc es el oligoelemento esencial para el crecimiento, desarrollo y mantenimiento de la función inmunológica, también ayuda en la regulación de los niveles de insulina en la sangre. Las plantas medicinales son buenos aportantes de Zn la cantidad necesaria diaria es 11 mg ([Hassan et al. 2015](#)). El Té verde presentó el menor contenido de Mn ($119,96 \pm 2 \mu\text{g L}^{-1}$) y Zn ($41,46 \mu\text{g L}^{-1}$); con respecto al Mn el valor es inferior a lo reportado por [Milani et al. \(2015\)](#) $1619 \pm 146 \mu\text{g L}^{-1}$, pero para la hierba luisa fue similar $526 \pm 16 \mu\text{g L}^{-1}$.

La cantidad de Pb encontrado en las infusiones estuvo entre $0,9 \pm 0,1 \mu\text{g L}^{-1}$ (Manzanilla e hinojo) a $0,02 \pm 0$ (uña de gato, canela, paico, coca y achiote), [Schulzki et al. \(2016\)](#) en infusiones de Té vario entre $0,92 \mu\text{g L}^{-1}$ y $4,75 \mu\text{g L}^{-1}$. Según la FDA de EE.UU., el límite para el consumo diario total es 75 $\mu\text{g/día}$ para adultos y 25 $\mu\text{g/día}$ para mujeres embarazadas, según los resultados en las plantas analizadas la concentración de plomo no representó una amenaza a la salud del consumidor ([Ravanbakhsh et al., 2017](#)). El efecto toxico del plomo en el cuerpo humano se muestra en los trastornos hemato-poyéticos, la inhibición de la síntesis de hemoglobina y el acortamiento de la vida de los glóbulos rojos ([Miroslawski & Paukzsto, 2017](#)). La mayor cantidad de Cd en las infusiones fue $0,7 \pm 0,0 \mu\text{g L}^{-1}$ (flor de manzanilla e muña) y la menor fue $0,2 \pm 0,0 \mu\text{g/L}$ (té verde, uña de gato, paico, coca y achiote). El Cd es el elemento que más acumuló las plantas medicinales cultivadas en suelos contaminados, afortunadamente la extracción de metales pesados con la infusión de agua caliente fue bajo, posiblemente debido a que los metales pesados se unen a los tejidos de la planta en forma insoluble ([Glavač et al., 2017](#)); por

ejemplo el cadmio en los huesos puede aumentar la desmineralización y provocar cáncer de pulmón ([Mohammed et al., 2019](#)). El Cr estuvo presente en las infusiones y vario en el rango de $0,8 \pm 0,1 \mu\text{g L}^{-1}$ (muña) a $0,1 \pm 0,0 \mu\text{g L}^{-1}$ (hinojo, paico), los resultados encontrados fueron superior a la infusión de (*Margyricarpus pinnatus*) $0,019 \pm 0,005 \text{ mg L}^{-1}$ ([Martinez et al., 2015](#)). Es reconocido que el cromo es un nutriente esencial que potencia la acción de la insulina e influye en el metabolismo de carbohidratos, lípidos y proteínas ([WHO, 1996](#)).

En la [Figura 1](#) se presenta los resultados del análisis de conglomerados para los macroelementos, el cluster 1 está conformado por 26,9% de las muestras (achiote, anís, muña, flor de manzanilla, inca muña e hinojo) presentaron un mayor contenido de macroelementos siendo $\text{K} > \text{Ca}$; el cluster 2 representó 3,8% (paico) y el cluster 3 representó 69,2% (conformado canela, uña de gato, coca, hierba luisa, té verde y todas las infusiones), cabe indicar que las cinco primeras muestras tuvieron menor contenido de macroelementos y el orden de los mismos fue $\text{Ca} > \text{K} > \text{Mg} > \text{Na}$; Es conocido que cada planta medicinal que se utiliza para preparar bebidas e infusiones contienen diferentes cantidades de micro y macroelementos, esto está influenciado por el tipo de suelo, la especie de planta, condiciones climáticas, capacidad de absorción de polvo de la atmósfera, uso de productos fitosanitarios, fertilizantes y contaminantes provenientes de la polución ambiental los que podrían ser absorbidos por vía foliar. Por otro lado, la tecnología de procesamiento de la bebida, el pH de la fase de extracción y la cantidad extractable ([Bratu et al., 2018](#); [Martinez et al., 2015](#); [Abadneh, 2017](#)).

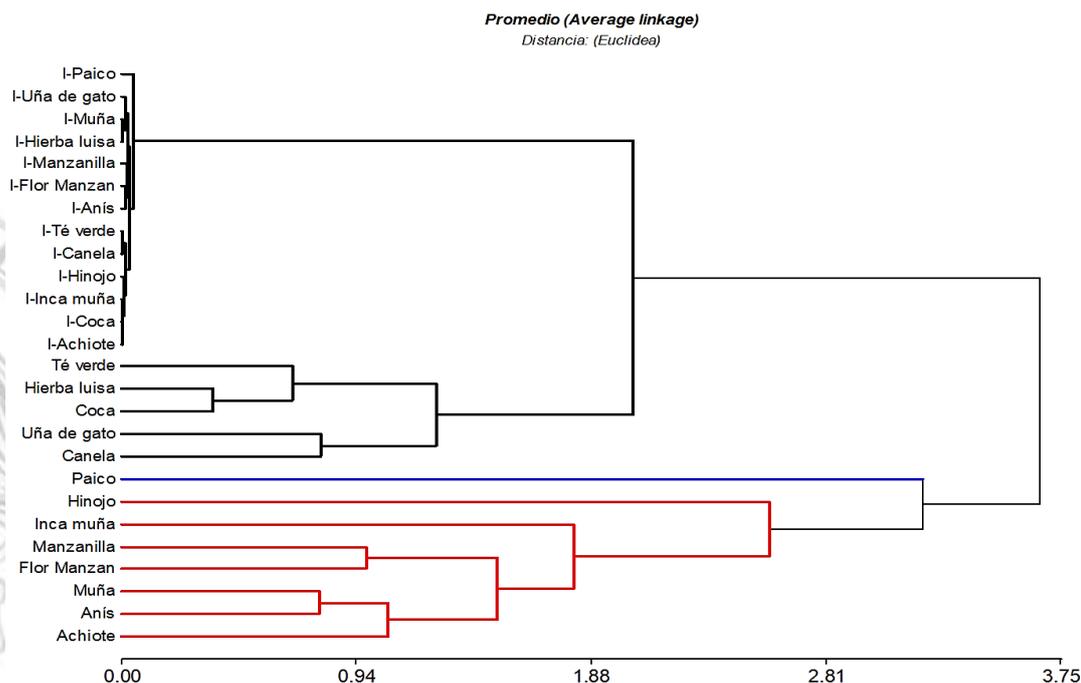


Figura 1. Dendrograma, macroelementos en infusiones de plantas medicinales.

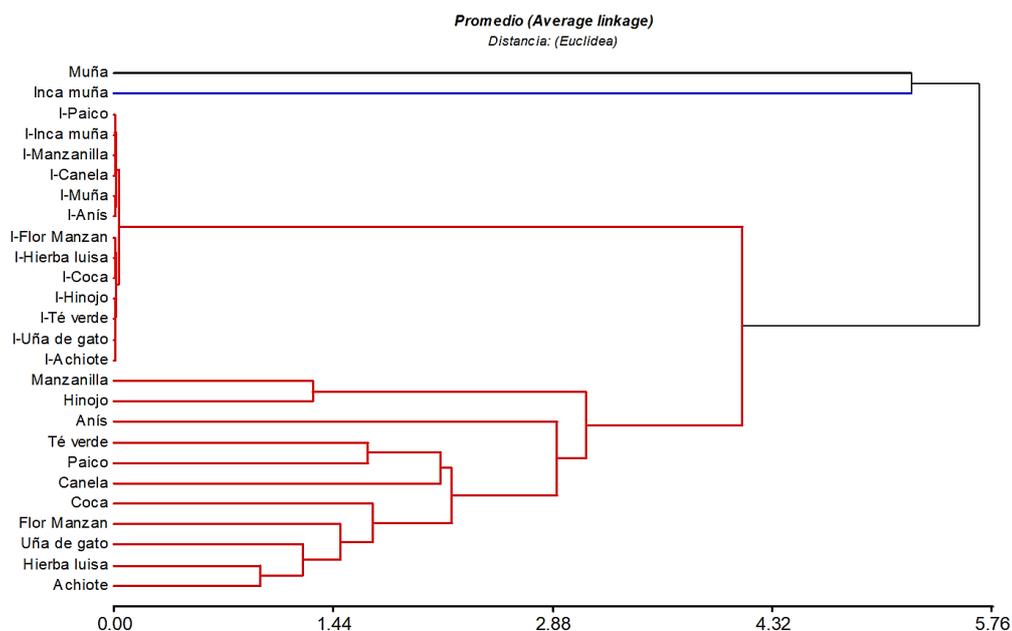


Figura 2. Dendrograma, microelementos en infusiones de plantas medicinales.

Según el análisis de conglomerados para los microelementos en las plantas medicinales e infusiones (Figura 2), se puede indicar que el cluster 1 estuvo conformado por 92,3% (todas las infusiones y sus respectivas plantas medicinales a excepción de Muña e Inca Muña), El cluster 2 estuvo conformado por 3,8% incluyendo Inca Muña y el cluster 3 tuvo el mismo porcentaje conformado por la Muña. Los cluster formados fueron afectados por el contenido de oligoelementos presentes en las plantas medicinales tuvo el orden siguiente $Fe > Mn > Zn > Cu$ y en las infusiones $Mn > Zn > Fe > Cu$, comportamiento similar reportó Samolińska et al. (2016) en té herbal comercial $Mn > Fe > Zn > Cu$ y sus infusiones $Mn > Zn > Fe > Cu$. Los oligoelementos Cu, Mn y Zn presentes en las hojas de las plantas pueden ser liberados en la preparación de la infusión y pueden convertirse en la fuente de metales esenciales para la dieta humana (Podwika et al., 2017). Así mismo, los microelementos cumplen funciones importantes en el mantenimiento de la salud humana (Taboada, 2017). La concentración estos minerales es variable porque depende de muchos factores como: parte morfológica de la planta, origen de la especie botánica, medio ambiente donde crece la planta (Andrade et al., 2017), así mismo, la solubilidad de los metales está en función con el tiempo de preparación de la infusión (con 10 min es mayor que 5 min; Polat & Ogut, 2018).

4. Conclusiones

En las plantas medicinales el Ca, K, Mg y Na fueron los macroelementos, más predominantes y en

microelementos Fe, Mn, Zn y Cu. Los macroelementos de las trece infusiones tuvieron el orden siguiente $Ca > Mg > K > Na$ y en microelementos $Mn > Zn > Fe > Cu$. En plantas medicinales e infusiones la cantidad de metales pesados tuvo el orden $Pb > Cr > Cd$. Se recomienda el consumo de infusiones de plantas medicinales por ser fuente de minerales esenciales.

Referencias bibliográficas

- Ababneh, F. A. (2017). The hazard content of cadmium, lead, and other trace elements in some medicinal herbs and their water infusions. *International Journal of Analytical Chemistry*, Article ID 6971916.
- Akram, M., Munir, N., Daniyal, M., Egbuna, C., Gáman, M. A., Onyekere, P., & Olatunde, A. (2020). Vitamins and Minerals: Types, Sources and their Functions. In: Egbuna C., Dable Tupas G. (eds) *Functional Foods and Nutraceuticals*. Springer, Cham.
- Andrade, D. F., Pereira-Filho, E. R., & Konieczynski, P. (2017). Comparison of ICP OES and LIBS analysis of medicinal herbs rich in flavonoids from eastern Europe. *J. Braz. Chem. Soc.*, 28(5), 838-847.
- Arévalo-Gardini, E., Arévalo-Hernández, C., Baligar, V., & He, Z. (2017). Heavy metal accumulation in leaves and beans of cacao (*Theobroma cacao* L.) in major cacao growing regions in Peru. *Science of the total environment*, 605-606, 792-800.
- Bekara, A., Aithamadouhe, N., Kahloula, K., Sadi, N., & Aoues, A. (2016). Effect of *Pimpinella anisum* L aqueous extract against oxidative stress induced by lead exposure in young rats brain. *J. Appl. Environ. Biol. Sci.*, 6(7), 85-93.
- Beltrán S. E., Matute D. E., Andrade C. M., & Rubio M. D. (2017). Efecto de la radiación UV-C en la flora nativa y capacidad antioxidante de la mezcla para Té compuesto por toronjil, ortiga, perejil y paico provenientes de Cotacachi – Ecuador. *Revista Politécnica*, 39(1), 19-26.
- Bratu, M. M., Birghila, B., Popescu, A., Negreanu-Pirjol, B. S., & Negreanu-Pirjol, T. (2018). Correlation of antioxidant activity of dried berry infusions with the polyphenols and selected microelement contents. *Bulletin of the chemical Society of Ethiopia*, 32(1), 1-12.
- Castells, V., Tascón, E. V., & Collet, J. B. (2015). Elementos traza en los alimentos. Estudio de dieta total en Cataluña. Agencia de Salud Pública de Cataluña., 110p.
- Castro-Vazquez, L., Alañón, M., Rodríguez-Robledo, V., Pérez-Coello, M. S., Herminos-Gutierrez, I., Díaz-Maroto, M. C., Jordán, J., Galindo, M., & Arroyo-Jiménez, M. (2016). Bioactive flavonoids,

- antioxidant behaviour and cytoprotective effects of dried grapefruit peel (*Citrus paradisi* Macf.). *Oxidative Medicine and Cellular Longevity* 2016, 1-12.
- Christine, E. A., Albert, Y. -K., & Séraphin, K. -C. (2017). Determination of the minerals of the herbal tea and tea green from *Lippia multiflora*. *American J. of Plant Sci.*, 8(11), 2608-2621.
- Conrad, O. A., Dike, I. P., & Agbara, U. (2013). In vivo antioxidant assessment of two antimalarial plants-*Allamanda cathartica* and *Bixa orellana*. *Asian Pacific Journal of tropical Biomedicine*, 3(5), 388-394.
- Costa, G., González-Manzano, S., González-Paramás, A., Figueiredo, I. V., Santos-Buelga, C., & Batista, M. T. (2015). Flavan hetero dimers in *Cymbopogon citratus* infusion tannin fraction and their contribution to the antioxidant activity. *Food and Function*, 6(3), 932-937.
- Degenhardt, R. T., Farias, I. V., Grassi, L. T., Franchi, G. C., Nowill, A. E., Bittencourt, C. M., Wagner, T. M., De Souza, M., Cruz, A. B., & Malheiros, A. (2016). Characterization and evaluation of the cytotoxic potential of the essential oil of *Chenopodium ambrosioides*. *Rev. Brasileira de Farmacognosia*, 26(1), 56-61.
- Deng, Y., Wu, X., Tian, Y., Zou, Z., HOU, X., & Jiang, X. (2017). Sharing one ICP source for simultaneous elemental analysis by ICP-MS/OES: Some unique instrumental capabilities. *Microchemical Journal*, 132, 401-405.
- Elbagermi, M. A., Alajaty, A. I., & Edwards, G. M. (2017). Quantitative determination of heavy metal concentrations in herbal teas marketed in various countries including Libya. *Asian J. of Research in Biochemistry*, 1(1), 1-10.
- Fernandes, M. L., Moraes, S. M., Machado De Sousa, P., Magalhães, C. E., Almeida, M., & Silva, M. G. (2019). Characterization of leaves used in infusion preparation grown in northeastern Brazil by chemometric methods based on their multi-elemental composition. *Food Sci. Tech. Campinas*, 39(Suppl. 1), 309-315.
- Garba, Z. N., Ubam, S., Babando, A. A., & Galadima, A. (2017). Quantitative Assessment of heavy metals from selected tea brands marketed in Zaria. *Nigeria J. of Physical Sci.*, 26(1), 43-51.
- Glavač, N. K., Djogo, S., Ražić, S., Kreft, S., & Veber, M. (2017). Accumulation of heavy metals from soil in medicinal plants. *Archives of industrial hygiene and toxicology*, 68(3), 236-244.
- Haidu, D., Párkányi, D., Moldovan, R. I., Savii, C., Pinzaru, I., Dehelean, C., & Kurunczi, L. (2017). Elemental characterization of Romanian crop medicinal plants by neutron activation analysis. *J. of Analytical Methods in Chemistry*, Article ID 9748413.
- Hassan, W., Rehman, S., Noreen, H., Gul, S., Kazmi, S. N., Jan, M., Zaman, B., Rehman, A. U., Shah, Z., Riaz, A., & Mohammadzai, I. U. (2015). Metallic content of one hundred medicinal plants. *J. Nutritional disorders and therapy*, 5(4), 2-9.
- Katarzyna, J., Karolina, J., Patrycja, K., Mateusz, B., & Izabela, G. (2020). Mineral composition and antioxidant potential in the common poppy (*Papaver rhoeas* L.) petal infusions. *Biological trace element research*, 19(1), 371-381.
- Korfali, S. I., Mroueh, M., Al-Zein, M., & Salem, R. (2013). Metal concentration in commonly used medicinal herbs and infusion by Lebanese population: Health Impact. *J. of Food Research*, 2(2), 70-82.
- Kozak, M., Sobczak, P., Krajewska, M., Ślaskagrywna, B., Wójtowicz, A., & Żukiewicz-Sobczak, W. (2017). Evaluation of health promoting properties and quality of herbal teas obtained from fine-grained fraction of herbs. *J. of Central European Agriculture*, 18(2), 388-403.
- Lock, O., Perez, E., Villar, M., Flores, D., & Rojas, R. (2016). Bioactive compounds from plants used in Peruvian traditional medicine. *Natural product communications*, 11(3), 315-337.
- Londoño-Franco, L., Londoño-Muñoz, P., & Muñoz-García, F. (2016). Los riesgos de los metales pesados en la salud humana. *Biotechnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 14(2), 145-153.
- Martínez, G. C., Pellerano, R. G., Del Vitto, L. A., Mazza, S. M., & Marchevsky J. E. (2015). Concentraciones de elementos minerales en partes aéreas e infusiones de *Margyricarpus pinnatus* (Lam.) Kuntze (perilla). *Rev. Cubana de Plantas Medicinales*, 20, 253-264.
- Mihaljev, E., Zivkov-Balos, M., Cupic, Z., & Jaksic, S. (2014). Levels of some microelements and essential heavy metals in herbal teas in Serbia. *Acta Poloniae Pharmaceutica Drug Research*, 71, 385-391.
- Milani, R. F., Morgano, M. A., Saron, E. S., Silva, F. F., & Cadore, S. (2015). Evaluation of direct analysis for trace elements in tea and herbal beverages by ICP-MS. *Revista de la Sociedad brasileña de química*, 26(6), 1211-1217.
- Miroslawski, J., & Paukszto, A. (2017). Determination of the cadmium, chromium, nickel, and lead ions relays in selected polish medicinal plants and their infusion. *Biol. Trace Elem Research*, 182), 147-151.
- Mohammed, A. A., Mohamed, H. O., & Muftah, E. K. (2019). Heavy Metals Contents in Some Commercially available Coffee, Tea, and Cocoa Samples in Misurata City – Libya. *Progress in Chemical and Biochemical Research*, 2(3), 99-107.
- Nabavi, S. F., Di Lorenzo, A., Izadi, M., Sobarzo-Sánchez, E., Daglia, M., & Nabai M. S. (2015). Antibacterial effects of Cinnamon: From farm to food, cosmetic and pharmaceutical industries. *Nutrients*, 7(9), 7729-7748.
- Oliveira, L. M., Das, S., Da Silva, E. B., Gao, P., Gress, J., Liu, Y., & Ma, L. Q. (2018). Metal concentrations in traditional and herbal teas and their potential risks to human health. *Science of the Total Environment*, 633, 649-657.
- Olujimi, O. O., Onifade, O. N., Towolawi, A. T., Akinhanmi, T. F., Afolabi, A. A., & Olanite, K. A. (2017). Phyto-metals screening of selected anti-diabetic herbs and infused concoctions. *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine*, 7(10), 909-914.
- Penny, M. E., Zavaleta, A., Lemay, M., Liñá, M. R., Huaylinas, M. L., Alming, M., Mcchesney, J., Alcaraz, F., & Reddy, M. B. (2009). Can coca leaves contribute to improving the nutritional status of the Andean population?. *Food and Nutrition Bulletin*, 30(3), 205-216.
- Pereira, J. B., Junior, P. J., & Dantas, K. G. (2016). Evaluation of inorganic elements in cat's claw teas using ICP OES and GF AAS. *Food Chemistry*, 196, 331-337.
- Petrović, S. M., Savić, S.R., Dimitrijević, M. L., & Petronjević, Z. B. (2015). The determination of macro and microelements in chamomile teas (*Matricaria chamomilla* L.). *Advanced technologies*, 4(2), 37-42.
- Podwika, W., Kleszcz, K., Krośniak, M., & Zagrodzki, P. (2017). Copper, manganese, zinc, and cadmium in tea leaves of different types and origin. *Biol. Trace Elem.*, 183(2), 389-395.
- Polat, M., & Ogut, S. (2018). Heavy metals in some medicinal plants sold in herbal shops. *Fresenius Environmental Bulletin*, 27(4), 1999-2002.
- Ramírez H. J., Bonete, M. B., & Martínez-Espinosa, R. M. (2015). Propuesta de una nueva clasificación de los oligoelementos para su aplicación en nutrición, oligoterapia, y otras estrategias terapéuticas. *Nutr. Hosp.*, 31(3), 1020-1033.
- Ravanbakhsh, M., Mahernia, S., Bagherzadeh, K., Dadrass, O. G., & Amanlou, M. (2017). Determination of heavy metals (Cd, Pb, Cu) in some herbal drops by Polarography. *Iranian J. Pharmacol Ther.*, 15, 1-4.
- Samolińska, W., Kiczorowska, B., Kwiecień, M., & Rusinek-Prystupa, E. (2016). Determination of minerals in herbal infusions promoting weight loss. *Biol. Trace Elem. Res.*, 175(2), 495-502.
- Sarikurku, C., Ozer, M. S., Tepe, B., Dilek, E. & Ceylan, O. (2015). Phenolic composition, antioxidant and enzyme inhibitory activities of acetone, methanol and water extract of *Clinopodium vulgare* L. ssp. vulgare L. *Industrial Crops and Products*, 76, 961-966.
- Schulzki, G., Nüßlein, B. & Sievers, H. (2017). Transition rates of selected metals determined in various types of teas (*Camellia sinensis* L. Kuntze) and herbal/fruit infusions. *Food Chemistry*, 215, 22-30.
- Sembratowicz, I., & Rusinek-Prystupa, E. (2014). Effects of brewing time on the content of minerals in infusions of medicinal herbs. *Pol. J. Environ. Stud.*, 23(1), 177-186.
- Shannon, E., Jaiswal, A. K., & Abu-Ghannam, N. (2017). Polyphenolic content and antioxidant capacity of white, green, black, and herbal teas: a kinetic study. *Food Research*, 2(1), 1-11.
- Taboada, L. N. (2017). El zinc y el cobre: micronutrientes esenciales para la salud humana. *Acta Médica del Centro*, 11(2), 79-89.
- Trigo-Pérez, K. & Suárez-Cunza, S. (2017). Evaluación del efecto del consumo de hoja de coca pulverizada en marcadores de recambio óseo en mujeres posmenopáusicas. *Rev Peru Ginecol. Obstet.*, 63(4), 519-527.
- Vera, M. B. & Sánchez S. M. (2015). Registro de algunas plantas medicinales cultivadas en San Cristóbal, municipio de Medellín (Antioquia - Colombia). *Rev. Fac. Nat. Agr.*, 68(2), 7647-7658.
- Vidal G. O., Fuertes R. C., Chávez, S. N., Contreras, C. D., Goya S. E., Huamantumba, B. K., Retuerto, P. F. & Ruiz, P. F. (2017). Metabolitos detectados en las hojas de *Erythroxylum coca* Lam y *Erythroxylum novogranatense* (Morris) Hieron y evaluación de sus

- propiedades biológicas mediante bioensayos. *Rev. Perú med integrativa*, 2(4), 828-34.
- Vilar, D., Vilar, M. S., De Lima e Moura, T. F., Raffin, F. N., De Oliverira, M. R., Franco, C. F., De Athayde-Filho, P. F., Diniz, M. & Barbosa-Filho, J. M. (2014). Traditional uses, chemical constituents, and biological activities of *Bixa orellana* L.: A Review. *The Scientific World Journal*, Article ID 857292.
- World Health Organization (WHO). (1996). Trace elements in human nutrition and health. World Health Organization, Geneva, Switzerland. <https://apps.who.int/iris/handle/10665/37931>
- World Health Organization (WHO) (2007). WHO guidelines for assessing quality of herbal medicines with reference to contaminants and residues. World Health Organization. <https://apps.who.int/iris/handle/10665/43510>
- Zagula, G., Fabisiak, A., Bajcar, M., Czernicka, M., Saletnik, B. & Puchalski, C. (2016). Mineral components analysis of selected dried herbs. *Econtechmod and International Quarterly Journal*, 5(1), 127-132.

