



UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA
La Universidad Católica de Loja

ÁREA BIOLÓGICA Y BIOMÉDICA

BIOQUÍMICO FARMACÉUTICO

TRABAJO DE TITULACIÓN

Cuantificación de minerales (cobre y zinc) en especies que conforman la bebida tradicional "Horchata Lojana" mediante Espectrometría de Emisión Óptica con Plasma Acoplado Inductivamente (ICP-OES)

Autora: Soto Chamba, Johana Manuela

Directora: Solano Cueva, Natalí Elizabeth

LOJA - ECUADOR
2021



Esta versión digital, ha sido acreditada bajo la licencia Creative Commons 4.0, CC BY-NY-SA: Reconocimiento-No comercial-Compartir igual; la cual permite copiar, distribuir y comunicar públicamente la obra, mientras se reconozca la autoría original, no se utilice con fines comerciales y se permiten obras derivadas, siempre que mantenga la misma licencia al ser divulgada. <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/deed.es>

2021

Aprobación del director del Trabajo de Titulación

Loja, 1, de septiembre, de 2021

Mgr.

Claudia Cruz Erazo

Directora de la Titulación Bioquímica y Farmacia

Ciudad.-

De mi consideración:

El presente Trabajo de Titulación denominado: Cuantificación de minerales (cobre y zinc) en especies que conforman la bebida tradicional "Horchata Loja" mediante Espectrometría de Emisión Óptica de Plasma Acoplado Inductivamente (ICP-OES) por Johana Manuela Soto Chamba, ha sido orientado y revisado durante su ejecución, por cuanto se aprueba la presentación del mismo. Así mismo, doy fe que dicho Trabajo de Titulación ha sido revisado por la herramienta antiplagio institucional.

Particular que comunico para los fines pertinentes.

Atentamente,

Firma del Director del Trabajo de Titulación

Natalí Elizabeth Solano Cueva

C.I.: 1104083884

Declaración de autoría y cesión de derechos

“Yo, Johana Manuela Soto Chamba, declaro y acepto en forma expresa lo siguiente:

- Ser autor(a) del Trabajo de Titulación denominado: Cuantificación de minerales (cobre y zinc) en especies que conforman la bebida tradicional "Horchata Lojana" mediante Espectrometría de Emisión Óptica con Plasma Acoplado Inductivamente (ICP-OES), específicamente de los contenidos comprendidos en: se debe colocar los nombres de los capítulos elaborados en el Trabajo de Titulación, por ejemplo. Introducción, Capítulo 1. Marco teórico, Capítulo 2. Metodología de la investigación, Capítulo 3. Resultados y discusión, Capítulo 4. Conclusiones y Recomendaciones, siendo Natalí Elizabeth Solano Cueva, directora del presente trabajo; y, en tal virtud, eximo expresamente a la Universidad Técnica Particular de Loja y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones judiciales o administrativas, en relación a la propiedad intelectual. Además, ratifico que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo son de mi exclusiva responsabilidad.
- Que mi obra, producto de mis actividades académicas y de investigación, forma parte del patrimonio de la Universidad Técnica Particular de Loja, de conformidad con el artículo 20, literal j), de la Ley Orgánica de Educación Superior; y, artículo 91 del Estatuto Orgánico de la UTP, que establece: “Forman parte del patrimonio de la Universidad la propiedad intelectual de investigaciones, trabajos científicos o técnicos y tesis de grado que se realicen a través, o con el apoyo financiero, académico o institucional (operativo) de la Universidad”.
- Autorizo a la Universidad Técnica Particular de Loja para que pueda hacer uso de mi obra con fines netamente académicos, ya sea de forma impresa, digital y/o electrónica o por cualquier medio conocido o por conocerse, sirviendo el presente instrumento como la fe de mi completo consentimiento; y, para que sea ingresada al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública, en cumplimiento del artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Firma:

Autor: Johana Manuela Soto Chamba

C.I.:1105652562

Dedicatoria

Este proyecto de tesis le quiero dedicar primeramente a Dios y a mis padres Sr. Silvio Soto y Sra. Ibelia Chamba, que con su apoyo no solo moral si no también económico que me permitieron culminar mi meta propuesta.

También a mis hermanos por el apoyo moral y palabras de aliento, que no me dejaron decaer y así continuar con perseverancia para salir adelante y continuar con un futuro mejor.

Finalmente, a mis amigos que siempre han estado ahí ayudándome en mi formación académica, compartiendo alegrías y tristezas en todos estos años. Y sin duda alguna, a mi compañera de carrera que con bendición se ha convertido en una amiga, más allá de lo académico, de la vida. Gracias por prestarme tu hombro siempre y compartir este logro y tus días conmigo.

Agradecimiento

Agradezco a Dios y a la Virgen del Cisne por llenarme de valor, fortaleza, sabiduría y ser mi principal guía en el transcurso de este logro.

Así mismo, mi más infinita gratitud a mi tutora Mgrt. Natalí Solano por su ayuda, enseñanzas y asesoramiento que me ha permitido culminar este proyecto.

Finalmente, agradezco a todos mis familiares, compañeros y amigos por haberme brindado su apoyo incondicional día a día durante esta larga etapa.

Índice de Contenido

Carátula	I
Aprobación del director del Trabajo de Titulación	II
Declaración de autoría y cesión de derechos	III
Dedicatoria.....	V
Agradecimiento.....	VI
Índice de Contenido	VII
Resumen.....	10
Abstract.....	11
Introducción	12
Capítulo uno.....	14
Marco Teórico.....	14
1.1 La Horchata	14
1.1.1 Ataco (<i>Amaranthus cruentus L.</i>).....	15
1.1.2 Albahaca (<i>Ocimum basilicum L.</i>).....	16
1.1.3 Borraja (<i>Borago officinalis L.</i>)	17
1.1.4 Cadillo (<i>Triumfetta althaeoides Lam.</i>).....	18
1.1.5 Cedrón (<i>Aloysia Triphylla (L'Hér) Britton.</i>).....	18
1.1.6 Congona (<i>Peperomia ilaloensis Sodiro</i>).....	19
1.1.7 Cola de caballo (<i>Equisetum bogotense Kunth</i>)	20
1.1.8 Cucharillo (<i>Oreocallis grandiflora (Lam) R. Br.</i>).....	21
1.1.9 Culantrillo (<i>Adiantum capillus Sw</i>).....	22
1.1.10 Clavel (<i>Dianthus caryophyllus L.</i>).....	22
1.1.11 Escancel (<i>Iresine herbstii Hook</i>).....	23
1.1.12 Hierba Luisa (<i>Cymbopogon citratus (DC.) Stapf</i>)	24
1.1.13 Hierba buena (<i>Mentha x piperita L.</i>)	25
1.1.14 Hoja de Naranja (<i>Citrus sinensis L.</i>).....	25
1.1.15 Llantén (<i>Plantago Major L.</i>)	26
1.1.16 Linaza (<i>Linum usitatissimum L.</i>)	27
1.1.17 Manzanilla (<i>Matricaria recutita L.</i>)	28
1.1.18 Malva Blanca (<i>Malva officinalis L.</i>)	28
1.1.19 Malva Esencia (<i>Pelargonium graveolens L'Hér.Ex Pitor</i>)	29
1.1.20 Malva Olorosa (<i>Pelargonium odoratissimum(L.) L'Hér.</i>).....	30
1.1.21 Pena Pena (<i>Digitalis purpurea L.</i>)	30
1.1.22 Pimpinela (<i>Sanguisorba minor Scop</i>).....	31
1.1.23 Shullo (<i>Oenothera Rosea L'Hér. ex Aiton</i>)	32
1.1.24 Toronjil (<i>Mellisa Officinalis L.</i>).....	33

1.1.25	Violeta (<i>Viola Odorata L</i>).....	33
1.2	Minerales	34
1.2.1	Zinc	35
1.2.2	Cobre	36
1.3	Cuantificación de analitos	36
1.3.1	Espectrometría de emisión óptica con plasma acoplado inductivamente (ICP-OES)	36
Capítulo dos.....		39
Materiales y Métodos.....		39
2.1	Identificación y adquisición de las especies utilizadas	39
2.2	Evaluación de muestras	41
2.2.1	Determinación de Cenizas (AOAC 940.26).....	41
2.2.2	Preparación de estándares	44
2.3	Identificación de analitos	45
2.3.1	Equipo ICP-OES.....	45
2.4	Análisis estadístico.....	47
Capítulo tres.....		48
Resultados y Discusión.....		48
3.1	Determinación de cenizas	48
3.2	Determinación de minerales (Zinc y Cobre)	48
3.2.1	Zinc	48
3.2.2	Cobre	51
Conclusiones		55
Recomendaciones		56
Referencias.....		57
Apéndices		67
Apéndice 1: Determinación de minerales Zn y Cu.....		67
1	Determinación de Zn.....	67
2	Determinación de Cu.....	70
Apéndice 2: Análisis estadístico		78
1	Contenido de Zn en hierbas	78
2	Contenido de Cu en hierbas.....	79
3	Contenido de Zn en Infusiones (Caserita, Sureñita, Mercado (tongo))	80
4	Contenido de Cu en Infusiones (Caserita, Sureñita, Mercado (tongo)).....	80
Apéndice 3.....		81
Certificado de los estándares		81

Índice de Tablas

Tabla 1	<i>Ingesta diaria recomienda de minerales esenciales</i>	34
Tabla 2	<i>Hierbas de la horchata Lojana</i>	40
Tabla 3	<i>Peso y porcentaje obtenido de las cenizas de las hierbas de la horchata</i>	41
Tabla 4	<i>Estándares para la curva de calibración y condiciones del equipo</i>	46
Tabla 5	<i>Contenido de Zn en hierbas e infusiones</i>	50

Tabla 6 Contenido de Cu en hierbas e infusiones	53
---	----

Índice de Figuras

Figura 1 <i>Bebida Horchata Lojana</i>	15
Figura 2 <i>Amaranthus cruentus L</i>	15
Figura 3 <i>Ocimum basilicum L</i>	16
Figura 4 <i>Borago officinalis L</i>	17
Figura 5 <i>Triumfetta althaeoides Lam</i>	18
Figura 6 <i>Aloysia Triphylla (L'Hér.) Britton</i>	18
Figura 7 <i>Peperomia ilaloensis Sodiro</i>	19
Figura 8 <i>Equisetum bogotense Kunth</i>	20
Figura 9 <i>Oreocallis grandiflora (Lam) R. Br</i>	21
Figura 10 <i>Adiantum capillus Sw</i>	22
Figura 11 <i>Dianthus caryophyllus L</i>	22
Figura 12 <i>Iresine herbstii Hook</i>	23
Figura 13 <i>Cymbopogon citratus (DC.) Stapf</i>	24
Figura 14 <i>Mentha x piperita L</i>	25
Figura 15 <i>Citrus sinensis L</i>	25
Figura 16 <i>Plantago Major L</i>	26
Figura 17 <i>Linum usitatissimum L</i>	27
Figura 18 <i>Matricaria recutita L</i>	28
Figura 19 <i>Malva officinalis L</i>	28
Figura 20 <i>Pelargonium graveolens L'Hér.Ex Pitor</i>	29
Figura 21 <i>Pelargonium odoratissimum(L.) L'Hér</i>	30
Figura 22 <i>Digitalis purpurea L</i>	30
Figura 23 <i>Sanguisorba minor Scop</i>	31
Figura 24 <i>Oenothera Rosea L'Hér. ex Aiton</i>	32
Figura 25 <i>Mellisa Officinalis L</i>	33
Figura 26 <i>Viola Odorata L</i>	33
Figura 27 Niveles de energía	37
Figura 28 Esquema de ICP-OES.....	38
Figura 29 Esquema de ICP-OES.....	39
Figura 30 Estándares para calibración del Equipo.....	45
Figura 31 Espectrómetro de Emisión Óptica con Plasma Acoplado Inductivamente.....	46
Figura 32 Lectura de las muestras en el equipo	47

Resumen

La horchata es la bebida tradicional de los hogares del sur de nuestro país, es ampliamente consumida debido a sus múltiples efectos curativos. En la presente investigación se determinó los minerales (Cobre y Zinc) en 25 plantas medicinales y en tres infusiones (dos infusiones comerciales y una infusión de atado de hierbas). La cuantificación se realizó mediante la técnica de Espectrometría de Emisión Óptica con Plasma Acoplado Inductivamente, obteniendo los siguientes resultados: la mayor y menor concentración de Zn corresponde a: linaza (4.372mg/100g) y hoja de naranjo (0.323mg/100g), respectivamente, mientras que para el Cu: linaza (1,317mg/100g) y cola de caballo (0,289mg/100g). Finalmente las tres infusiones preparadas Sureñita, Caserita y atado de hierbas obtuvieron los siguientes valores Zn: 0,0412mg/100g; 0,0354mg/100g; 0,002mg/100g y Cu: 0,008mg/100g; 0,008mg/100g; 0,0008mg/100g.

Demostrando así que las hierbas y las diferentes infusiones aportan las cantidades adecuadas de minerales para el correcto funcionamiento de nuestro organismo.

Palabras claves: Horchata, Cobre, Zinc.

Abstract

Horchata is the traditional drink in the homes of the south of our country, it is widely consumed due to its multiple curative effects. In the present investigation, minerals (Copper and Zinc) were determined in 25 medicinal plants and in three infusions (two commercial infusions and one herbal tea). The quantification was carried out using the technique of Optical Emission Spectrometry with Inductively Coupled Plasma, obtaining the following results: the highest and lowest concentration of Zn corresponds to: flaxseed (4.372mg/100g) and orange leaf (0.323mg/100g), respectively, while for Cu: flaxseed (1.317mg/100g) and horsetail (0.289mg/100g). Finally, the three infusions prepared Sureñita, Caserita and atado de hierbas obtained the following Zn values: 0.0412mg/100g; 0.0354mg/100g; 0.002mg/100g and Cu: 0.008mg/100g; 0.008mg/100g; 0.0008mg/100g.

Thus demonstrating that the herbs and the different infusions provide adequate amounts of minerals for the correct functioning of our organism.

Keywords: Horchata, Copper, Zinc, Inductively Coupled Plasma Optical Emission Spectrometry.

Introducción

La horchata es una bebida tradicional del Sur del Ecuador, la cual es consumida en la dieta diaria de los habitantes de la provincia de Loja. Consiste en una infusión de una mezcla de aproximadamente 16 a 32 hierbas aromáticas, las cuales poseen antecedentes medicinales. La tradición de ingerir esta bebida hidratante es adaptada de nuestros indígenas que han clasificado las plantas en frías y calientes para promover su efecto terapéutico, antiinflamatorio, diurético y digestivo (Ríos et al., 2017).

La horchata posee propiedades muy importantes para la salud humana, ya que varios estudios realizados a esta bebida, concluyen que el 66% de sus componentes son propiedades antiinflamatorias que pueden prevenir la carcinogenicidad y el daño del ADN, así también el 51% de las plantas utilizadas contienen efectos analgésicos y propiedades antigenotóxicas directamente relacionadas con la capacidad antioxidante (Bailón et al., 2017).

Los minerales son elementos inorgánicos esenciales para el cuerpo humano, su estructura y regulación de los procesos corporales, no se pueden sintetizar solos por lo que debemos procurar ingerirlos en la alimentación diaria. Varios estudios han clasificado los minerales en: macrominerales (calcio, fósforo, magnesio, sodio o potasio, cloro, azufre) y microminerales (hierro, zinc, yodo, selenio, flúor, manganeso, selenio, cromo, cobre o molibdeno), dependiendo de la proporción en que se encuentren en los tejidos y la necesidad de cada uno (McCann, 2015).

El zinc se utiliza como cofactor para la cantidad de enzimas claves. De hecho, se conocen más de 300 enzimas dependientes de zinc, su deficiencia en la alimentación diaria puede tener un impacto en la salud. La horchata contiene 1,60mg de zinc en 100g, que es el 11% del valor diario recomendado para adultos.

El cobre es un mineral clave en los diferentes sistemas del cuerpo humano, es esencial para construir tejidos fuertes, mantener el volumen sanguíneo y generar energía en las células. La horchata contiene 0,47mg en cada 100g, lo que representa el 24% de la ingesta diaria recomendada de cobre (Guía de Nutrición, 2018).

El Espectrómetro de Emisión Óptica con Plasma Acoplado Inductivamente (ICP-OES) es una técnica analítica empleada para la identificación de muchos elementos en niveles de concentración bajas. Se lo emplea en una variedad de industrias, como farmacéuticas y de alimentos (Orozco et al., 2018).

Por ello, en esta investigación nos enfocaremos a determinar la cantidad de cobre y zinc, que poseen las 25 plantas que conforman la tradicional horchata Lojana, además de evidenciar y reportar los resultados analíticos obtenidos del presente trabajo.

Capítulo uno

Marco Teórico

1.1 La Horchata

La horchata es una bebida tradicional, que alrededor del mundo se prepara de diferente manera, desde la que se encuentra en México, a base de frutas, la de España, a base de arroz con leche y la de Ecuador, a base de hierbas aromáticas.

La horchata ecuatoriana, es una infusión de plantas aromáticas medicinales, ha sido usada por la cultura Lojana desde hace siglos, su nombre deriva de las palabras indígenas “Hampikyaku” que significa “Agua que cura” o “Agua de remedio” que es como la llamaban nuestros antepasados. Se considera una de las bebidas más populares dentro de las familias del Sur del país, debido a que presenta diversas propiedades medicinales tales como: digestiva, relajante, tónico cerebral, energizante, anti-estrés y diurética.

Esta infusión es una bebida de color rojo, se puede tomar fría o caliente (Figura 1). Se la puede consumir directamente, sin embargo; se acostumbra agregar azúcar, miel o panela y limón, lo cual le brinda un sabor propio. La horchata se puede preparar por la infusión de hojas, flores y frutos de diversas plantas, sin embargo; las familias lojanas, a lo largo de los años han usado un sinnúmero de plantas, escogiendo las más idóneas para esta bebida, es por ello, que existen 25 plantas más usadas como son: ataco, albahaca, borraja, cadillo, cedrón, congona, cola de caballo, cucharillo, culantrillo, clavel, escancel, hierba buena, hierba luisa, hoja de naranja, llantén, linaza, manzanilla, malva blanca, malva olorosa, malva esencia, pena pena, pimpinela, shullo, toronjil, violeta.

Debido a las características de las especies que conforman la horchata se las cultiva en pisos altitudinales que sobrepasan los 2000 m.s.n.m, por lo cual en la provincia de Loja estas especies se cultivan en la Parroquia Chuquiribamba perteneciente al cantón Loja, y en la parroquia Lauro Guerrero del cantón Paltas. Actualmente también se cultivan en la provincia del Azuay y Bolívar (Espinoza, 2016).

Las hierbas con las que se prepara la horchata se secan o se venden frescas. Los habitantes de la provincia de Loja acostumbran a realizar una mezcla de estas especies que

comúnmente se la conoce como tongos, atados o manojos, que es como se comercializan en los diferentes mercados, ferias y calles alrededor de la provincia y el país. Sin embargo, la comercialización de horchata (industrializada) en la provincia de Loja empezó alrededor de una década gracias a los diferentes emprendimientos de agroindustria que lograron deshidratar las plantas y empacarlas en fundas que es como se las encuentra en los diferentes centros comerciales de todo el país. Aunque debido a la gran acogida que tiene esta bebida la empresa privada ha invertido en este sector dando nuevas presentaciones como té y en envase de plástico (Armijos et al., 2020).

Figura 1

Bebida Horchata Lojana



Nota: Tomada de Horchata Lojana[fotografía],
por (Pujol, 2009), (<https://www.laylita.com/recetas/horchata-lojana/>)

1.1.1 *Ataco (Amaranthus cruentus L.)*

Figura 2

Amaranthus cruentus L



Planta que se da de forma anual, en su inicio es de color verdoso y conforme madura

va tomando un color morado o púrpura, que pertenece a la familia de las Amaranthaceas y al género *Amaranthus*, son de origen andino. También se han realizado estudios relacionadas probabilidades de uso en la agroindustria y consumo. El ataco contiene pigmentos naturales como betalaninas que tienen una relación con las antocianinas. La amarantina es la pigmentación roja y violeta que se caracteriza por ser soluble en agua y compuestos polares; es empleado en alimentos, bebidas y repostería (Peralta et al., 2008).

Todas sus partes usadas en infusión sirven para controlar los nervios y purgar personas que poseen espinillas y granos, también es coadyuvante para limpiar la sangre; así como también para purgar el aparato digestivo, aparte también podemos usar sus hojas y panícula que sirven para mitigar molestias del riñón, diarrea y cólicos menstruales (Benavides & Jenny, 2016).

1.1.2 *Albahaca (Ocimum basilicum L)*

Figura 3

Ocimum basilicum L



Es originaria de Asia Meridional, en la edad media era llamada una de las plantas mágicas por sus características curativas, es proveniente de la familia de las Lamiaceae de tallos duros que puede llegar a tener una altura de 60cm, sus hojas ovaladas poseen gran cantidad de aceites esenciales que son los que le dan su olor característico (Sam et al., 2002).

Planta aromática que tiene una gran demanda de consumo humano por sus múltiples propiedades medicinales, antisépticas, antiinflamatorias y antiespasmódicas, su uso es muy

común en tratamientos gastrointestinales, respiratorios, dolor de oídos y reumatismo, así como también es indispensable para industrias de perfumería, cosmetología y alimentaria, pero principalmente en el ámbito farmacéutico es considerado diurético por sus efectos estimulantes (Condori, 2020).

1.1.3 **Borraja (*Borago officinalis* L)**

Figura 4

Borago officinalis L



Planta que representa a la familia de las Boragináceae y que puede alcanzar 1m de altura, está recubierta de pequeñas vellosidades, sus hojas son completamente pecioladas y tiene gran contenido de mucílagos neutros (sustancia vegetal viscosa 30%), que pueden hidrolizarse en glucosa, galactosa y arabinosa, que es la causa de su actividad terapéutica (Giménez, 2020).

Sus estudios farmacológicos revelan que tiene efectos astringentes, antiinflamatorios y analgésicos. La utilizamos en infusión, se la bebe antes de acostarse, y ayuda a elevar la temperatura corporal, que actúa sobre el tracto respiratorio superior, mitigando así el dolor de garganta provocado por la tos, debido a que posee múltiples propiedades curativas contribuye a condensar la proteína de la piel para formar una capa de membrana mucosa de piel seca, así como también el alto contenido de mucílago ayuda a ablandar y expulsar la flema que congestiona el sistema respiratorio y elimina toxinas a través del sudor (Jitala, 2017).

1.1.4 Cadillo (*Triumfetta althaeoides* Lam.)

Figura 5

Triumfetta althaeoides Lam



Planta que pertenece a la familia de las Tiliáceas que puede medir hasta 1 o 2m de altura con tallos curvos y flores pequeñas de color amarillo, así como también su fruto es redondo y pequeño, es originaria de la región tropical que posee gran variedad de propiedades curativas por lo que participa en varios tratamientos de diferentes enfermedades, siendo utilizada en forma de infusión (Toledo, 2015).

Su uso más conocido es desinflamar el organismo (riñones) y aliviar los síntomas de la gripe cuando es por exceso de calor, también es muy utilizado para la producción de fitofármacos, en la industria alimentaria entre otros (Mendoza, 2014).

1.1.5 Cedrón (*Aloysia Triphylla* (L'Hér) Britton)

Figura 6

Aloysia Triphylla (L'Hér.) Britton



Es un arbusto de hasta 3m de altura, hojas con margen aserrado de color verdoso y flores perfectas, que florece en verano, es originaria de América del Sur, es una de las plantas medicinales más conocida en el país por sus aplicaciones industriales en la elaboración de aguas saborizadas, licores, cosméticos entre otros; también posee diversas

propiedades curativas como son antiespasmódicas, diuréticas, antipiréticas, sedantes, carminativas, digestivas, expectorantes (Lira, 2016).

La infusión de hojas y tallos se usa para el tratamientos de trastornos gastrointestinales (cólico, diarrea, dispepsia, flatulencia, indigestión, náuseas, vómito), también se emplea como calmante del sistema nervioso (ansiedad, insomnio, dolor de cabeza, problemas cardíacos) y en los resfriados febriles (V. Vargas, 2012).

1.1.6 Congona (*Peperomia ilaloensis* Sodiro)

Figura 7

Peperomia ilaloensis Sodiro



Es una planta herbácea que mide de 55 a 75cm de alto, posee hojas alargadas y carnosas sus flores son de color verdosa y se encuentra en forma agrupada, sus orígenes son en la región andina de América. Es ampliamente usada en la etnomedicina, ya que se le atribuyen diversas propiedades como: analgésico, antiparasitario, sedante, antiosteoartrítico, cardíaco, hepatoprotector, antimicrobiano, antimicótico, se usa como tranquilizante, para la otitis y conjuntivitis (Carvajal & Quintero, 2012).

Por su naturaleza aromática es muy empleada en conjunto con otras hierbas aromáticas para la producción de la bebida tradicional horchata, así como también, sus hojas trituradas sirven como cicatrizantes y como pasta dental para la gingivitis (Cárdenas & Gaibor, 2018).

1.1.7 Cola de caballo (*Equisetum bogotense* Kunth)

Figura 8

Equisetum bogotense Kunth



Pertenece a la familia Equisetaceae puede llegar a tener una altura de 6m, tallos gruesos y ramificados, sus hojas son en forma de vaina y morfológicamente son muy distintivas, es una planta muy utilizada en medicina y sus extractos son parte de muchas preparaciones y medicinas a base de hierbas, se cultiva en lugares con climas templados y templado cálido especialmente en suelos húmedos o que se encuentren cerca del agua (Ricco et al., 2011).

El principal uso tradicional es la diuresis, también hay múltiples registros de otros usos médicos como los extractos de esta infusión que se han utilizado ampliamente en el campo de la dermatología, por ejemplo: como agente astringente, terapéutico, utilizado para limpiar la piel, tratar la dermatitis y la inflamación, en forma de infusión, y otro uso muy común es para enfermedades renales, como los cálculos (Stoliar, 2009).

1.1.8 Cucharillo (*Oreocallis grandiflora* (Lam) R. Br)

Figura 9

Oreocallis grandiflora (Lam) R. Br



Planta con crecimiento espontáneo que abunda en los andes peruanos hasta el centro del Ecuador, localizada también en Australia, pertenece a la familia de la Proteaceae, puede llegar a tener 6m de altura, consta de un tallo grueso, flores con pétalos agrupados dando apariencia de un tubo estrecho y largo, con un color que cambia de amarillento blanquecino hasta rosadas, su fruto posee una apariencia en forma de vaina con color verde amarillento, así mismo sus hojas son de apariencia simple con largos peciolo con un tonalidad verde oscuro (Castillo & Medina, 2013).

Se dice tradicionalmente que sus partes más usadas son las hojas y flores gracias a sus múltiples propiedades como antioxidantes, antiinflamatorias y citotóxicas que sirven para tratar diferentes enfermedades como son hepáticas, sangrado vaginal e inflamación de ovario, útero, aparato digestivo, diurético e hipoglucémico, tratamientos del corazón y resfrío. Su preparación es en infusión y se consume la cantidad necesaria ya que aún no hay una dosis científicamente especificada (Vinueza et al., 2018).

1.1.9 *Culantrillo (Adiantum capillus Sw)*

Figura 10

Adiantum capillus Sw



Especie ecuatoriana nativa en los andes que pertenece a la familia de Pteridaceae que llega a una altura máxima de 1cm, hojas compuestas de pecíolo largo, flores con tonalidades de blancas a verdes claras.

Su utilización tradicional es para tratar enfermedades como disentería, colitis, inflamación del vientre, resfríos, reumatismo, afecciones al hígado y riñón, su preparación es mediante la cocción de toda la planta e ingerir la cantidad que sea necesaria para mitigar las afecciones de las enfermedades a tratarse (Núñez, 2012).

1.1.10 *Clavel (Dianthus caryophyllus L)*

Figura 11

Dianthus caryophyllus L



Es una planta perteneciente a la familia de Caryophyllaceae originaria de las cuencas mediterráneas que puede llegar a medir 80cm de alto con un tallo pelado, la floración se produce anualmente, normalmente son flores con un aroma agradable de coloración rosado púrpura, requiere exposición a la luz solar, así mismo tienen una variedad de 250 especies (Jácome, 2014).

Es una flor completamente bella, que aparte de ser utilizada como planta ornamental también puede ser utilizada en la medicina tradicional como colirio, analgésico, alivia el asma, la angina de pecho, contra la anemia y para regularizar la presión arterial. Su preparación es en infusión y se debe ingerir la cantidad que sea necesaria (Días Renovato et al., 2012).

1.1.11 Escancel (*Iresine herbstii* Hook)

Figura 12

Iresine herbstii Hook



Especie originaria de América del Sur que pertenece a la familia de las Amaranthaceae, su tallo llega a una altura máxima de 4cm, hojas opuestas con una coloración rojiza, flores pequeñas de color blancas de 2cm de largo, por lo general estas plantas son de crecimientos espontáneo en suelos húmedos o al filo de quebradas (Palacios & Proaño, 2018).

Tradicionalmente es usada como purgante, para bajar la fiebre, afecciones de vesícula biliar, hígado, riñones, dolores de cabeza y depresión, todo esto gracias a los múltiples compuestos químicos que posee esta planta como son antiparasitario, antipirético, antiinflamatorio y diurético. En comunidades indígenas también es utilizado como

expectorante y para frotar en el cuerpo de los niños para el conocido mal aire (Gutiérrez, 2013).

1.1.12 Hierba Luisa (*Cymbopogon citratus* (DC.) Stapf)

Figura 13

Cymbopogon citratus (DC.) Stapf



Especie originaria de la zona tropical del Sureste de Asia, India, su crecimiento es espontáneo en regiones tropicales y subtropicales, pertenece de la familia Poaceas su tamaño máximo es de 2m de altura, hojas agrupadas de una altura máxima de hasta un metro, flores en panícula, pero por lo general esta planta no florece, se destaca por su gran contenido de flavonoides como luteolina, quercetina, kaempferol y apigenina (Meza & Vargas, 2013).

Varios estudios han comprobado que tiene varias propiedades medicinales tales como antibacterianas, antidiarreicas, antifúngicas, antiinflamatorias, antioxidantes, hipoglucemiantes y neuroconductuales, siendo ampliamente utilizado por varias comunidades para tratar escalofríos, problemas digestivos, dolor de cabeza, pecho, estómago, gastritis, úlceras, etc (Fernández et al., 2013).

1.1.13 Hierba buena (*Mentha x piperita* L)

Figura 14

Mentha x piperita L



Planta herbácea de 50cm originaria de Sureste de Europa de crecimiento espontáneo en suelos húmedos pertenece al familia de las Lamiaceae, su tallo es de apariencia pelada, hojas simples y redondas las cuales liberan un olor característico de esta especie, flores pequeñas de color blanca; hierba usada en la medicina tradicional así como en las empresas farmacéuticas gracias a sus propiedades curativas (Orellana, 2017).

Varios estudios han comprobado varios compuestos con capacidades analgésica, espasmolítica, carminativa y antiséptica por lo que las personas la utilizan para tratar diferentes enfermedades como la bronquitis, sinusitis, neuralgia, resfrió, reumas y raramente los trastornos del sistema digestivo, esto mediante la ingesta de la infusión de sus partes, así mismo sus hojas por su aroma son utilizadas para la aromatización de comidas y de bebidas especialmente en cocteles (F. García, 2014).

1.1.14 Hoja de Naranja (*Citrus sinensis* L)

Figura 15

Citrus sinensis L



Es un árbol frutal originario del Sur de Asia perteneciente al género Citrus, que conforma la familia de las Rutáceas, es una planta de tamaño mediano, perenne, con hojas ovaladas de entre 7 a 10cm, de margen entero, sus flores de un color blanquecino, su frutos son de forma redonda de colores verde en su inicio y en su madurez se tornan de color naranja.

Principalmente sus usos son en tratamientos de afecciones como gripe, fiebre, tos, angina y dolores óseos, esto debido a sus grandes cantidades de vitamina C y la presencia de antioxidantes naturales que contiene este género, su administración es por vía oral ingiriendo la infusión de sus hojas (Stampella et al., 2018).

1.1.15 Llantén (*Plantago Major L*)

Figura 16

Plantago Major L



Es una planta peremne que pertenece la familia Plantaginaceae, que se desarrolla en Europa y América Latina, su crecimiento se da en climas templados y fríos, su altura puede llegar hasta los 30cm, su tallo es subterráneo de color amarillento, así mismo cuenta con hojas lisas con forma ovalada de color verde, su flor es en forma de espiga. Es una especie con crecimiento espontáneo de fácil acceso y localización, por lo general aparece en alrededores de sembrados.

El llantén es una de las hierbas más estudiadas y comercializadas en el campo de la salud por sus múltiples cualidades antiinflamatorias, antibacterianas, astringentes, anti-hemorrágicas, antibacteriana es por esto que su utilización se da para tratar múltiples enfermedades en especial diarreas, tos, faringitis, irritación de la boca, cortes, llagas, entre

otras, todos estos beneficios los adquirimos al beber la infusión de esta planta (Blanco et al., 2008).

1.1.16 Linaza (*Linum usitatissimum* L)

Figura 17

Linum usitatissimum L



Las semillas de linaza son provenientes del árbol de lino perteneciente a la familia Lináceas, con un tamaño de 4 a 6mm de largo, son planas ovaladas y puntiagudas de una coloración café, así mismo su cubierta es lisa y brillante. Desde tiempos antiguos es considerada como alimento por su gran contenido de fibra, así mismo posee propiedades antiinflamatorio, antioxidante, antibacteriano, laxantes por lo que tiene un gran consumo en la población ecuatoriana (Zhañay, 2014).

Por sus múltiples propiedades curativas la utilizamos para reducir el riesgo de enfermedades cardiovasculares, los efectos de la diabetes, enfermedad renal, obesidad, cáncer de colon y cáncer de recto, disminuir los niveles de colesterol y fomentar la evacuación intestinal ante el estreñimiento (Figuerola et al., 2008).

1.1.17 Manzanilla (*Matricaria recutita* L)

Figura 18

Matricaria recutita L



Planta herbácea que pertenece a la familia de las Asteráceas, originaria de Europa, Asia y regiones de América Latina, su tallo es erguido en forma cilíndrica de 60cm máximo, con hojas sensibles, desarrolla unas flores aromáticas de color amarillo, posee una gran variedad de propiedades medicinales antiinflamatorias, antipirético, espasmolítico, ansiolítico, antibacteriano, razón por la cual es utilizada para tratar diferentes enfermedades y preparaciones en las industrias farmacéuticas (Meneses et al., 2008).

Tradicionalmente la infusión de esta planta es usada para diversos tratamientos como; trastornos digestivos, afecciones renales, dolores menstruales, lavar heridas, irritación de ojos, aliviar la fiebre. Farmacéuticamente se ha utilizado para la elaboración de varios productos como cosméticos, jabones, champús y tintes (Roing, 2017).

1.1.18 Malva Blanca (*Malva officinalis* L)

Figura 19

Malva officinalis L



Planta originaria de América, África y Asia, con crecimiento espontáneo se puede encontrar en caminos, en terrenos baldíos y en suelos secos, su tallo de aproximadamente 70cm de altura el mismo que está recubierto de vellosidades, hojas gruesas redondeadas, su inflorescencia es en verano. Es tradicionalmente usada para tratar enfermedades respiratorias, digestivas, conjuntivitis, afecciones urinarias y para tratar heridas, llagas y picaduras de insectos, esto se debe a su gran contenido de oxidasas, alcaloides, flavonoides y mucílagos que contiene esta especie (Ansaloni et al., 2010).

1.1.19 Malva Esencia (*Pelargonium graveolens* L'Hér.Ex Pitor)

Figura 20

Pelargonium graveolens L'Hér.Ex Pitor



Especie que pertenece a la familia de las Geraniaceae, originaria de Europa, se encuentra en sembríos y terrenos abandonados, alcanza una altura máxima de 1m, hojas bordeadas y recubiertas de grandes vellosidades, sus flores poseen distintas tonalidades. Esta planta posee diversas propiedades antiinflamatorias, laxantes, cicatrizantes, calmantes, digestivas y expectorantes, por lo que es usada tradicionalmente para tratar diferentes enfermedades del aparato respiratorio y digestivo (Cabrera & Saquipay, 2014).

1.1.20 *Malva Olorosa (Pelargonium odoratissimum(L.) L'Hér)*

Figura 21

Pelargonium odoratissimum(L.) L'Hér



Planta originaria de Sudáfrica que con el pasar el tiempo se fue introduciendo en Sudamérica (Ecuador), se da en suelos húmedos, pertenece a la familia de las Geraniaceae, consta de un tallo liso y recto que llega a una altura máxima de 30cm, sus flores pequeñas de color blanco, así como también posee hojas simples de color verde. Varios estudios han comprobado que posee propiedades antibacterianas, antifúngica, antivirales, insecticidas y antioxidantes por lo que es muy utilizada en la medicina tradicional y en industrias farmacéuticas. (Noles & Rueda, 2019)

Tradicionalmente es utilizada en Inflammaciones de la piel como quemaduras, llagas, infecciones de garganta, gastroenteritis, eliminación de gases y algunos órganos del sistema urinario esto se le atribuye a los compuestos que contiene esta planta (Rodríguez, 2010).

1.1.21 *Pena Pena (Digitalis purpurea L)*

Figura 22

Digitalis purpurea L



Especie originaria de Chile y Argentina que pertenece a la familia Plantaginaceae presenta un crecimiento autónomo, se encuentra en suelos húmedos, su altura puede llegar a 5m, con ramas de coloración marrones y rojizas, sus hojas opuestas y flores solitarias colgantes de color rosa pálido. Algunos estudios han demostrado que contiene propiedades curativas anticarcinogénicas, antiulcerosas, antimaláricas, antimicrobianas, bacterianas, diuréticos, purgantes, antifebriles, hepáticos por lo que es muy utilizada en varias comunidades para tratar diversas enfermedades.

Tradicionalmente es utilizada en infusión, al ingerir una cantidad moderada mitiga afecciones renales, menstruales, llenura, partos, sudoración, retención de líquidos entre otras. Debido a que cuenta con todos estos compuestos es muy comercial en producción cosmética, farmacéutica y agrícola (Bernal, 2017).

1.1.22 Pimpinela (*Sanguisorba minor Scop*)

Figura 23

Sanguisorba minor Scop



Es una especie que pertenece a la familia de las Rosaceae, nativa de Asia menor y Egipto, crece de manera campestre, su principal característica es su aroma el cual es muy agradable y llamativo, así mismo cuenta con un tallo erecto y liso que alcanza una altura de 30cm, hojas simples ovaladas, flores de color blanco pequeñas y frutos ovoides, por lo general la encontramos en climas cálidos, templados y en suelos pedregosos (Blas & Rojas, 2018).

Debido a sus múltiples propiedades curativas como antiácido, digestivas, sedantes, analgésicos es muy utilizado por curanderos y naturistas para tratar crisis nerviosas,

trastornos del sueño, refrescante bucal, epilepsias, entre otras. También es usada en la industria alimentaria para la elaboración de sobres de té (Roing, 2017).

1.1.23 Shullo (*Oenothera Rosea L'Hér. ex Aiton*)

Figura 24

Oenothera Rosea L'Hér. ex Aiton



Planta originaria de Estados Unidos, México, Costa Rica, Guatemala, Bolivia, Ecuador, Perú, que pertenece a la familia de Onagraceae, de crecimiento silvestre, sus tallos erectos alcanzan una altura de 50cm, cubierto de vellosidad, así mismo cuenta con hojas alternas y ovaladas, su flor de color púrpura, este tipo de especie se da en climas cálidos, templados y semisecos (Delucchi, 2010).

Especie muy usada por sus propiedades terapéuticas y su composición química flavonoides, taninos, compuestos fenólicos, alcaloides y saponina, por el gran contenido de estos compuestos la utilizamos para tratar lesiones infectadas, llagas, neumonías, reumatismo, gonorrea. Es por esto que tiene una gran demanda en los mercados ecuatorianos y en las grandes industrias farmacéuticas (Huari & Cruz, 2017).

1.1.24 Toronjil (*Mellisa Officinalis* L)

Figura 25

Mellisa Officinalis L



Planta medicinal que pertenece a la familia Lamiáceae, su altura es de aproximadamente 80cm, tallo erecto cubierta de varias velocidades, sus hojas son de color verde oscuro con forma ovalada, así mismo sus flores se encuentra agrupadas con una tonalidad blanquecina amarillenta. Presenta propiedades terapéuticas sedante, antibacteriana y antivirales por lo cual es ampliamente utilizada en la medicina tradicional (Sánchez et al., 2010).

Tradicionalmente la utilizamos para tratamientos de ansiedad, trastornos de sueño, estrés, calmante, dolores de cabeza, fiebre, así mismo junto a otras especies, actúa como estimulante digestivo y espasmos gastrointestinales. También cuenta con cualidades carminativas que han sido utilizadas en diversas preparaciones aromáticas en las grandes industrias alimentarias (V. Vargas, 2012).

1.1.25 Violeta (*Viola Odorata* L)

Figura 26

Viola Odorata L



Especie originaria de Europa y Asia, que pertenece a la familia Violaceae puede llegar a una altura máxima de 20cm, hojas lanceoladas y flores de color violeta con un aroma delicado y agradable; desde tiempos antiguos es muy usado en la medicina tradicional por su gran contenido de efectos terapéuticos (Siddiqi et al., 2012).

Por su gran contenido de efectos antibacteriano, antioxidante, antihipertensivo, hipolipemiente, antiinflamatorio, analgésico, es utilizada para tratamientos de enfermedades respiratorias, infecciones orales, garganta, dolor, de cabeza, tos, insomnio, tranquilizante, estreñimiento y en irritaciones de piel como suavizante. Estos beneficios los obtenemos al beber la infusión en cantidades necesarias (Carretero & Ortega, 2016).

1.2 Minerales

Los minerales son nutrientes esenciales, participan en la síntesis de macronutrientes, procesos fisiológicos y también en varias reacciones enzimáticas del cuerpo humano, así mismo su absorción va a depender del contenido y de las formas químicas de los minerales de un alimento (R. González et al., 2013).

Los minerales esenciales y su ingesta recomendada son descritos en la siguiente tabla (Tabla 1). Así mismo, podemos recalcar que el bajo consumo de estos elementos puede provocar graves daños a nuestra salud.

Tabla 1

Ingesta diaria recomendada de minerales esenciales

MINERALES	IDR
Calcio (Ca)	1000mg
Fósforo (P)	1000mg
Potasio (K)	2000mg
Cloro (Cl)	750mg
Sodio (Na)	500mg
Magnesio (Mg)	400mg
Hierro (Fe)	18mg
Fluor (F)	3,5mg
Zinc (Zn)	15mg
Cobre (Cu)	2ug

Selenio (Se)	70ug
Manganeso (Mn)	2mg
Yodo (I)	150mg
Molibdeno (Mo)	75ug
Cromo (Cr)	40ug

Nota. Adaptada de (Sandoval, 2021)

Algunos de estos minerales son utilizados en la industria farmacéutica, siendo agrupados en: a) sales solubles, b) compuestos insolubles y c) filosilicatos. En medio de las sales solubles tenemos (Na, K, Ca, Mg, Fe, Cu), cuya insuficiencia puede causar trastornos homeostáticos, antianémicos. Entre los compuestos insolubles poseemos (Zn, Mg, Al), que tienen como función principal la protección de la piel. Finalmente, los filosilicatos actúan como protectores intestinales, debido a su capacidad de absorción (Galán et al., 1985).

Los nutrientes como el zinc y el cobre, son compuestos existentes en el organismo humano en concentraciones bajas que regulan procesos metabólicos. La deficiencia de estos provoca alteraciones fisiológicas y estructurales en niños, adolescentes, embarazadas y las mujeres en edad reproductiva (Taboada, 2017).

1.2.1 Zinc

El Zinc cuenta con las principales funciones: estabilizar macromoléculas, membranas celulares y regula la transcripción. Estas funciones tienen la capacidad de unir el Zn a la histidina y la cisteína y participar del sistema inmune.

Aproximadamente el Zn se encuentra en un 83% en los huesos, eritrocitos y tejido muscular, su deficiencia puede estar dada por varios factores como: ingesta, insuficiencia, problemas en la absorción intestinal o pérdidas corporales elevadas, por lo cual provocan una disminución del crecimiento, la maduración ósea, sensación gustativa. Así mismo varios estudios han descrito descenso en las funciones de los neutrófilos y de la capacidad fagocítica de los macrófagos, así como también varias alteraciones dentro de los trastornos del espectro autista (López De Romaña et al., 2010).

La ingesta diaria de Zn depende de varios aspectos como son: edad, sexo, situación fisiológica (embarazo, lactancia). Tomando en cuenta todos estos factores estimamos que la

ingesta para una mujer adulta oscila entre 8mg/día y para los hombres 11mg/día. Durante la gestación y la lactancia las necesidades aumentan de 11-12 y 12-13mg/día, respectivamente. Recalcando que los bebés alimentados con biberón presentan un requerimiento más alto debido a la baja concentración de zinc en las fórmulas infantiles (Rubio et al., 2007).

1.2.2 Cobre

Este elemento es un nutriente fundamental para la vida y la dieta humana además es coadyuvante de muchas enzimas, así mismo debido a sus propiedades de oxidación-reducción sus funciones son catálisis enzimática en sistemas del metabolismo tisular, transferencias electrónicas e interacciones con el hierro para la síntesis de la hemoglobina para la prevención de anemia. De esta manera interviene en la formación de los huesos y en el mantenimiento de la vaina mielítica del sistema nervioso (Carrillo, 2018).

La cantidad de cobre que tenemos en el cuerpo humano es muy poca oscila entre 50 y 120mg. Un dato muy relevante de este componente es el que interviene en el crecimiento y fortalecimiento de huesos entre otros, por lo que su deficiencia puede causar complicaciones en el funcionamiento de los sistemas de nuestro cuerpo (Starring, 2018).

Según la OMS la ingesta diaria de Cu para un adulto normal es de 1.3 mg/día y la de los niños y adolescentes entre 0,3 y 1 mg/día. El consumo de cobre es de vital importancia para las mujeres embarazadas (crecimiento del feto) y en recién nacidos, lo podemos encontrar en alta concentración en los granos (Taboada, 2017).

1.3 Cuantificación de analitos

1.3.1 Espectrometría de emisión óptica con plasma acoplado inductivamente (ICP-OES)

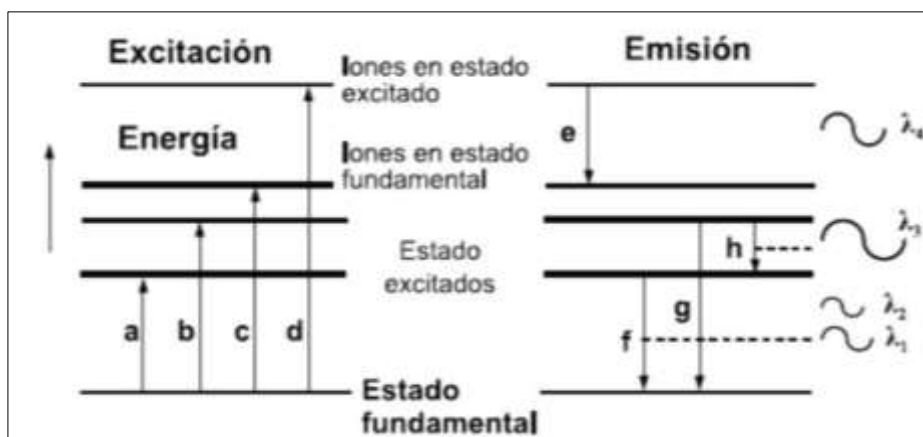
Esta técnica es ampliamente utilizada para identificar trazas de elementos en múltiples matrices, las cuales deben digerirse anticipadamente, se basa en un plasma de alta energía y eléctricamente neutro, que suele estar compuesto por iones, electrones y partículas neutras (Argón), reciben energía de campos electromagnéticos de alta frecuencia

o corriente continua, estas ondas electromagnéticas o corriente continua pueden alcanzar una temperatura de 8000K (Jiménez et al., 2020).

Su fundamento se basa en la creación y detección de espectros de línea emitidos durante el proceso de des-excitación de electrones que sufren cambios entre niveles excitados bajos y altos (Figura 27). Cuando los elementos químicos están en forma de gas o de vapor reciben energía por el plasma, sus electrones excitados vuelven a su estado inicial emitiendo la energía absorbida. Los espectros en línea son específicos para cada elemento, lo que nos permite verificar la presencia del elemento, y mediante la intensidad, determinar la concentración del elemento en la muestra. Esto se realiza por medio de la selección adecuada de la línea y el correcto aislamiento a través de un sistema dispersivo (Vanina, 2019).

Figura 27

Niveles de energía

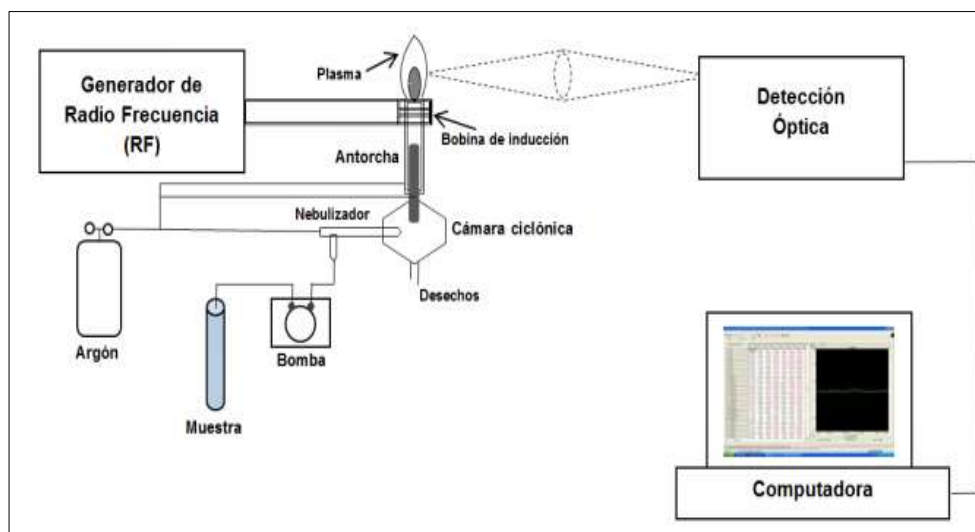


Nota: Diagrama de niveles de energía que muestra las transiciones en el cual a y b: representan excitación, c: ionización, d: ionización/ excitación, e: emisión de la especie iónica y f, h, g: emisiones ópticas. Tomada de (Vanina, 2019)

Como podemos observar (Figura 27), el ICP-OES consiste en una fuente de radiación, un sistema de introducción de la muestra, un sistema óptico, un detector y la correspondiente electrónica para adquisición, procesamiento y edición de resultados.

Figura 28

Esquema de ICP-OES



Nota: Tomada de (Vanina, 2019)

Mediante esta técnica se puede detectar y determinar cuantitativamente todos los elementos químicos, permitiendo así aplicar en los siguientes campos:

- Agricultura y alimentos
- Análisis clínico (Determinación de elementos tóxicos en orina, sangre, heces, leche materna y tejidos).
- Geología (Determinación de la procedencia de sedimentos y rocas a través de su composición, también la contaminación de suelos).
- Aguas (identificación de metales y contaminantes en aguas) (Jiménez et al., 2020).

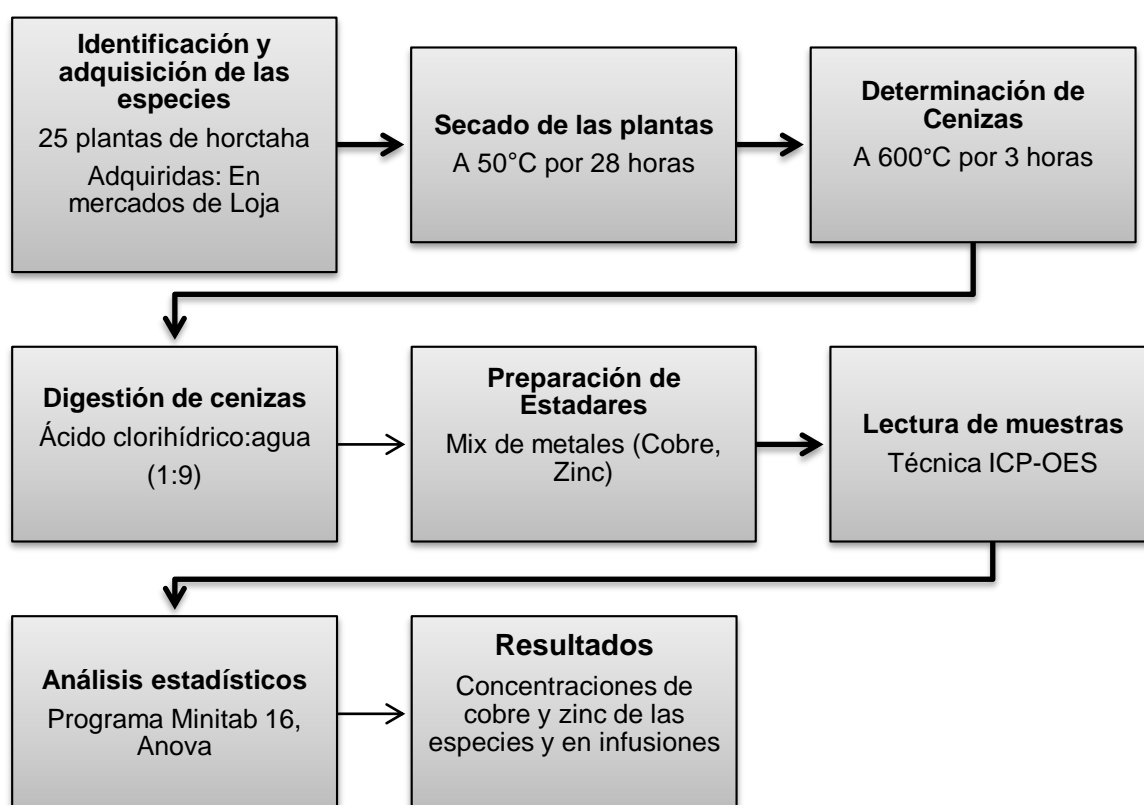
Capítulo dos

Materiales y Métodos

En el siguiente esquema se detalla la metodología que se utilizó en la presente investigación, desarrollada en el departamento de Química de la Universidad Técnica Particular de Loja (UTPL), este trabajo de fin de titulación es la continuación del proyecto de maestría realizado por Andrea Narváez y María Isabel Ureña, por lo tanto no se realizó algunos pasos (identificación de las especies, secado, determinación de cenizas, digestión de muestras), nombrados en la siguiente ilustración.

Figura 29

Esquema del desarrollo de investigación



2.1 Identificación y adquisición de las especies utilizadas

Las 25 plantas de la tradicional horchata Lojana fueron adquiridas en el mercado gran Colombia por Andrea Narváez y María Isabel Ureña estudiantes de la Maestría en

Alimentos e identificadas en la UTPL por el PhD Nixon Cumbicus. Entre ellas tenemos las mencionadas en la Tabla 2.

Tabla 2

Hierbas de la horchata Lojana

Nombre Científico	Nombre Común	Familia
<i>Ocimum basilicum L.</i>	Albahaca	Lamiaceae
<i>Amaranthus cruentus L.</i>	Ataco	Amaranthaceae
<i>Borago officinalis L.</i>	Borraja	Boraginaceae
<i>Triumfetta althaeoides Lam.</i>	Cadillo	Malvaceae
<i>Aloysia Triphylla (L'Hér). Britton</i>	Cedrón	Verbenaceae
<i>Dianthus caryophyllus L</i>	Clavel	Caryophyllaceae
<i>Equisetum bogotense Kunth</i>	Cola de caballo	Equisetaceae
<i>Peperomia ilaloensis Sodiro</i>	Congona	Piperaceae
<i>Oreocallis grandiflora (Lam.) R. Br.</i>	Cucharillo	Proteaceae
<i>Adiantum capillus Sw</i>	Culantrillo	Pteridaceae
<i>Iresine herbstii Hook</i>	Escancel	Amaranthaceae
<i>Mentha x piperita L</i>	Hierba buena	Lamiaceae
<i>Cymbopogon citratus (DC.) Stapf</i>	Hierba luisa	Poaceae
<i>Citrus sinensis L</i>	Hoja de naranja	Rutaceae
<i>Linum usitatissimum L</i>	Linaza	Linaceae
<i>Plantago major L</i>	Llantén	Plantaginaceae
<i>Malva officinalis L</i>	Malva blanca	Malvaceae
<i>Pelargonium graveolens L'Hér. Ex Pitor</i>	Malva esencia	Geraniaceae
<i>Pelargonium odoratissimum (L.) L'Hér.</i>	Malva olorosa	Geraniaceae
<i>Matricaria recutita L</i>	Manzanilla	Asteraceae
<i>Digitalis purpurea L</i>	Pena pena	Plantaginaceae
<i>Sanguisorba minor Scop</i>	Pimpinela	Rosaceae
<i>Oenothera rosea L'Hér. ex Aiton</i>	Shullo	Onagranaceae
<i>Melissa officinalis L.</i>	Toronjil	Lamiaceae
<i>Viola odorata L.</i>	Violeta	Violaceae

Nota. Adaptado de (Narváez, 2020)

Se adquirió un atado de hierbas (horchata) en el mercado San Sebastián y dos diferentes marcas de horchatas comerciales (Sureñita y Caserita), encontradas en los mercados de la localidad.

Para la presente investigación se utilizó todas las partes de las plantas, las mismas que fueron sometidas al proceso de deshidratado, el cual consistió en colocarlas en una cámara de secado, a una temperatura de 50°C por 28 horas, todo esto fue realizado previamente por las tesis de maestría.

2.2 Evaluación de muestras

2.2.1 Determinación de Cenizas (AOAC 940.26)

A continuación detallo parte del proceso que realizaron las tesis para la determinación de cenizas. Una vez secas todas las plantas se procedieron a triturar cada una de ellas hasta obtener una muestra homogénea, colocando en un crisol de 1 a 2 gramos de muestra por triplicado. Las muestras se quemaron entre 550-600°C en la mufla, por lo que la materia orgánica se oxidó, el método en sí se basa en la determinación del contenido total de minerales, mediante la descomposición de la materia orgánica dejando solo sustancias inorgánicas en las muestras. En la siguiente Tabla 3 se detalla el contenido de cenizas obtenidas (Narváez, 2020).

Tabla 3

Peso y porcentaje obtenido de las cenizas de las hierbas de la horchata

Hierba	Número	Wm (g)	Fd	Cz (%)
Albahaca	1	1,0052	1	11,7589
	2	1,0167	1	11,7045
	3	1,0537	1	11,6162
Ataco	1	1,016	1	11,9390
	2	1,0176	1	12,0676
	3	1,0361	1	11,6881
Borraja	1	2,0036	1	19,4500
	2	2,0046	1	20,5627
	3	2,0065	1	19,5614
Cadillo	1	1,0023	1	11,6233
	2	1,0178	1	10,5718
	3	1,0149	1	10,6119

Cedrón	1	2,0111	1	7,7420
	2	2,0024	1	7,7757
	3	2,0182	1	7,9625
Clavel	1	1,0090	1	5,5302
	2	1,0810	1	5,3562
	3	1,0394	1	5,1183
Cola de caballo	1	1,0031	1	21,6130
	2	1,0501	1	21,0075
	3	1,0322	1	21,3525
Congona	1	2,0240	1	13,2115
	2	2,0045	1	13,7890
	3	2,0114	1	13,6472
Cucharillo	1	2,0003	1	3,0695
	2	2,0027	1	2,9610
	3	2,0123	1	2,9966
Culantrillo	1	1,0220	1	10,5479
	2	1,0044	1	9,8965
	3	1,0147	1	10,3085
Escancel	1	2,0198	1	15,9521
	2	2,0000	1	16,0400
	3	2,0028	1	15,8378
Hierba buena	1	2,0144	1	12,0383
	2	2,0274	1	11,7194
	3	2,0018	1	12,1940
Hierba luisa	1	1,5133	1	11,3328
	2	1,5198	1	11,5213
	3	1,5068	1	11,1495
Hoja de naranja	1	2,0036	1	7,3817
	2	2,0192	1	7,1068
	3	2,0261	1	6,9839

Linaza	1	2,0132	1	6,3481
	2	2,0007	1	6,2678
	3	2,0123	1	6,3708
Llantén	1	1,0025	1	13,4963
	2	1,0239	1	14,0150
	3	1,0186	1	13,7247
Malva blanca	1	1,0014	1	12,1430
	2	1,0298	1	11,6625
	3	1,0043	1	12,9742
Malva esencia	1	1,0008	1	9,0927
	2	1,0021	1	8,7017
	3	1,0418	1	9,4356
Malva olorosa	1	1,0242	1	9,6466
	2	1,0043	1	9,1208
	3	1,0136	1	8,9680
Manzanilla	1	1,0026	1	10,0239
	2	1,0224	1	9,9178
	3	1,0093	1	9,9772
Pena pena	1	1,0233	1	6,5572
	2	1,0014	1	6,6507
	3	1,0055	1	6,6733
Pimpinela	1	1,0141	1	10,9752
	2	1,0010	1	11,8382
	3	1,0118	1	11,2176
Shullo	1	2,0136	1	9,5898
	2	2,0061	1	9,6306
	3	2,0145	1	9,6897
Toronjil	1	1,0443	1	13,1954
	2	1,0222	1	13,6666
	3	1,0052	1	13,5595

Violeta	1	1,0063	1	14,6875
	2	1,0086	1	14,6044
	3	1,024	1	15,0879
Caserita	1	1,0077	1	11,6007
	2	1,0213	1	11,4168
	3	1,0108	1	11,5057
Sureñita	1	1,0052	1	11,3709
	2	1,0152	1	11,2490
	3	1,0128	1	11,2658

Nota: Adaptada de (Narváez, 2020)

2.2.2 Preparación de estándares

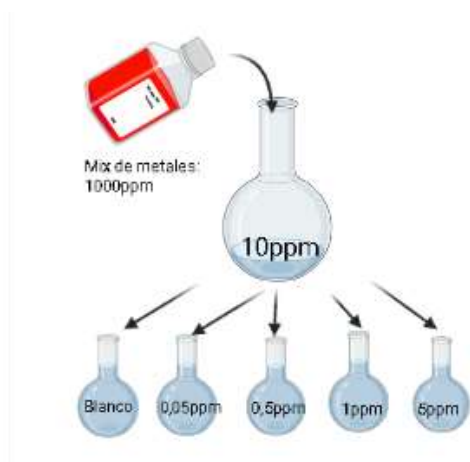
Para la preparación de los estándares se partió de la concentración original de 1000ppm o mg/L que contebian los dos minerales cobre y zinc, del cual se preparó un estándar de 25 ml de concentración 10 ppm utilizando para ello la ecuación 1. Luego se prepararon los siguientes estándares 0,05; 0,5; 1; y 5 ppm (Figura 30), que los utilizamos para graficar la curva de calibración.

Ecuación 1

$$C_1V_1=C_2V_2$$

Figura 30

Estándares para calibración del Equipo



2.3 Identificación de analitos

2.3.1 *Equipo ICP-OES*

El equipo utilizado fue un Espectrómetro de Emisión Óptica con Plasma Acoplado Inductivamente (ICP-OES), marca Perkin Elmer, modelo Optima 8000 (Figura 31).

Para empezar con el análisis, primero se leyeron los estándares de menor a mayor concentración (Tabla 4), que contienen un mix de metales (cobre y zinc), éstos permitirán graficar la curva de calibración, la cual debe tener un coeficiente de correlación mayor a 0,995 según la Guide Eurahem, (2011), posterior a ello empezamos con la lectura de las muestras por triplicado (Figura 32).

Las condiciones del equipo para la lectura de los elementos se detallan en la Tabla 4.

Figura 31

Espectrómetro de Emisión Óptica con Plasma Acoplado Inductivamente



Tabla 4

Estándares para calibración y condiciones del equipo

Metales	Blanco	Estándares (ppm)				Longitud de onda (nm)	Posición de la llama	Gas
Cobre	0,00	0,100	0,500	1,000	5,000	327.393	Axial	Argón
Zinc	0,00	0,100	0,500	1,000	5,000	206.200	Axial	Argón

Nota: La lectura de los elementos se efectuó con el plasma en posición axial debido a que permite obtener una mayor sensibilidad y una mejor detección a bajas concentraciones.

Figura 32

Lectura de las muestras en el equipo



2.4 Análisis estadístico

Los datos se analizaron mediante el análisis de varianza ANOVA, utilizando el programa estadístico MINITAB 16.

Capítulo tres

Resultados y Discusión

3.1 Determinación de cenizas

Narváez y Ureña (2020) reportan la cantidad de cenizas obtenidas de las hierbas que conforman la bebida tradicional “Horchata Lojana”, donde la mayor cantidad se observa en la borraja ($19,8580 \pm 0,60\%$) mientras que el menor porcentaje se le atribuye al cucharillo ($3,0090 \pm 0,06\%$); según la norma INEN 2392 el requisito para hierbas aromáticas presenta un máximo de 3.5% como cenizas insolubles en ácido clorhídrico, aunque el valor específico de cenizas totales se desconoce.

Los datos experimentales registrados por Narváez y Ureña (2020), se encuentran entre los límites señalados por la norma, por lo que se puede garantizar que no existirá una interferencia en la determinación de minerales debido a la contaminación por residuos inorgánicos y metales pesados.

3.2 Determinación de minerales (Zinc y Cobre)

3.2.1 Zinc

En la Tabla 5 se detalla el contenido de Zn presente en las 25 hierbas aromáticas y en las infusiones de la horchata de marca Sureñita y Caserita, así como del tongo de especies obtenido del mercado comercial. La determinación experimental del contenido final permitió registrar los valores de las concentraciones de manera ascendente. La especie que presenta menor contenido es la hoja de naranjo (0.32 ± 0.08 mg/100g), mientras que la que presenta mayor contenido es la linaza (4.37 ± 0.74 mg/100g).

Los datos experimentales que fueron comparados con datos bibliográficos, permitieron determinar que en algunas plantas existen valores aproximados como es el caso de linaza cuyo valor experimental es de 4.37mg/100g, mientras que el dato bibliográfico es de 4mg/100g, la malva olorosa valor experimental 1.65mg/100g valor referencial 1.75mg/100g. Así como también existen valores que presentan 1mg de diferencia como: malva blanca, hierba buena, cucharillo comparado con (*C.barbinervis*), congona, hoja de naranjo. Con diferencia de 1 a 2mg en: violeta, clavel, toronjil, albahaca, escancel, hierba

luisa, ataco, manzanilla, llantén, pena pena, culantrillo. Las especies restantes reportan una diferencia mayor a 2mg, como es el caso de la pimpinela que el valor referencial (VR) es 3 veces mayor que el valor experimental, para la malva esencia VR es 3 veces mayor al VE, el shullo VR es 6 veces mayor al VE, cola de caballo VR es 5 veces mayor al VE.

Aquellos valores que exponen un grado elevado de variabilidad se deben a múltiples causas como la temperatura, región donde se cultiva la planta, época del año que es cosechada, edad de las hojas y los factores postcosecha (selección, secado, triturado y almacenado) (R. García & Alvera, 1986). En el caso del Zinc existen factores que afectan la concentración de este mineral, como es el pH elevado, altas cantidades de fósforo y alto contenido en sales que provoca concentraciones bajas, mientras que el pH ácido neutro y aplicaciones de abono de origen animal provocan concentraciones altas (Almendros et al., 2007).

Los datos experimentales correspondientes a las infusiones de marcas comerciales (Sureñita y Caserita) así como del tongo (atado de plantas), no pudieron ser comparados con un valor bibliográfico referencial, ya que, no existen estudios acerca del contenido mineral de estas muestras.

En la Tabla 5 se presenta la media de las concentraciones de Zn expresadas en mg/100g de las 25 especies analizadas y 3 infusiones preparadas, una vez aplicado el análisis estadístico ANOVA, se muestra la diferencia significativa entre sí, puesto que el valor $p=0,0000$ es menor a la significancia prefijada $\alpha=0,05$ ($p<0,05$), después de aplicar la prueba de Tukey se determinó que las especies que presentan diferencias significativas en cuanto a la concentración de Zn son: linaza, violeta al igual que la infusión del tongo (mezcla de hiervas). Comparando las 3 infusiones entre sí, presentan diferencia significativa $p<0,05$ con respecto a la concentración de Zinc (Apéndice 2).

Se detallan algunos valores referenciales registrados en algunos estudios realizados: **Albahaca** (*Ocimum basilicum L*) 0.81mg/100g (Dieta y Nutrición, 2012). **Ataco** (*Amaranthus cruentus L.*) 3.46mg/100g (Kachiguma et al., 2015). **Borraja** (*Borago officinalis L.*) 0.13mg/100g (Medrano et al., 1992). **Cadillo** (*Triumfetta althaeoides Lam.*) 6.5mg/100g

(Cueto, 2019). **Cedrón** (*Aloysia Triphylla* (L'Hér.) Britton) 1.55mg/100g (Martín, 2017). **Clavel** (*Dianthus caryophyllus* L) 0.717mg/100g (Lim, 2014). **Cola de caballo** (*Equisetum bogotense* Kunth) 3.11mg/100g (Martín, 2017). **Congona** (*Peperomia ilaloensis* Sodiro) 0.697mg/100g (Olabanji et al., 2014). **Cucharillo** (*Oreocallis grandiflora* (Lam.) R. Br.) referido a (*C. barbinervis*) 1mg/100g (Azuma et al., 2016). **Culantrillo** (*Adiantum capillus Sw*) 1.70mg/100g (Gaikwad & Rajurkar, 2012). **Escancel** (*Iresine herbstii* Hook) 1.26mg/100g (Nweze et al., 2016). **Hierba buena** (*Mentha x piperita* L) 1.09mg/100g (Dieta y Nutrición, 2012). **Hierba luisa** (*Cymbopogon citratus* (DC.) Stapf) 2.85mg/100g (Campo & Cunalata, 2020). **Hoja de naranja** (*Citrus sinensis* L) 0.18mg/100g (Ávila et al., 2009). **Linaza** (*Linum usitatissimum* L) 4mg/100g (Miranda & Vilca, 2018). **Llantén** (*Plantago major* L) 2.57mg/100g (Paucar, 2010). **Malva blanca** (*Malva officinalis* L) 1.75mg/100g (Razic et al., 2005). **Malva esencia** (*Pelargonium graveolens* L'Hér. Ex Pitor) 4.18mg/100g (Chand et al., 2007). **Malva olorosa** (*Pelargonium odoratissimum* (L.) L'Hér.) 1.75mg/100g (Razic et al., 2005). **Pena pena** (*Digitalis purpurea* L) 3.07mg/100g (Razic et al., 2005). **Pimpinela** (*Sanguisorba minor* Scop) 4.81mg/100g (Romojaro et al., 2013). **Shullo** (*Oenothera rosea* L'Hér. ex Aiton) 7mg/100g (Timoszuk et al., 2018). **Toronjil** (*Melissa officinalis* L.) 1.08mg/100g (Ozyigit et al., 2018). **Violeta** (*Viola odorata* L.) 4.71mg/100g (Shad et al., 2016).

Tabla 5

Contenido de Zn en hierbas e infusiones

Nro	Hierba	Cf(mg/100g)	Ref.mg/100g	Autor
1	Linaza	4,37±0,74 ^a	4	(Miranda & Vilca, 2018)
2	Violeta	3,04±0,37 ^b	4,71±2,27	(Shad et al., 2016)
3	Clavel	2,57±0,42 ^{bc}	0,717	(Lim, 2014)
4	Cadillo	2,55±0,52 ^{bc}	6,5±1,12	(Cueto, 2019)
5	Toronjil	2,16±0,60 ^{bcd}	1,08±0,32	(Ozyigit et al., 2018)
6	Albahaca	2,04±0,22 ^{bcde}	0,81	(Dieta y Nutrición, 2012)
7	Pimpinela	1,86±0,17 ^{bcdef}	4,81	(Romojaro et al., 2013)
8	Escancel	1,84±0,70 ^{bcdef}	1,26	(Nweze et al., 2016)
9	Hierba luisa	1,80±0,02 ^{bcdef}	2,85	(Campo & Cunalata, 2020)

10	Malva olorosa	1,65±0,18 ^{cdefg}	1,75±0,9	(Razic et al., 2005)
11	Malva blanca	1,58±0,52 ^{cdefg}	1,75±0,9	(Razic et al., 2005)
12	Borraja	1,56±0,60 ^{cdefgh}	0,13±0,04	(Medrano et al., 1992)
13	Ataco	1,52±0,70 ^{cdefgh}	3,46	(Kachiguma et al., 2015)
14	Hierba buena	1,33±0,20 ^{cdefgh}	1,09	(Dieta y Nutrición, 2012)
15	Malva esencia	1,26±0,21 ^{defghi}	4,18	(Chand et al., 2007)
16	Shullo	1,22±0,13 ^{defghij}	7	(Timoszuk et al., 2018)
17	Manzanilla	1,16±0,11 ^{defghij}	0,04	(INCAP, 2012)
18	Llantén	1,15±0,08 ^{defghij}	2,57	(Paucar, 2010)
19	Pena pena	1,11±0,08 ^{defghij}	3,07±0,3	(Razic et al., 2005)
20	Cucharillo	0,97±0,42 ^{defghij}	1 (C.barbinervis)	(Azuma et al., 2016)
21	Congona	0,91±0,58 ^{defghij}	0,697±10	(Olabanji et al., 2014)
22	Cedrón	0,89±0,30 ^{efghij}	1,55±0,73	(Martín, 2017)
23	Culantrillo	0,68±0,36 ^{fghij}	1,70	(Gaikwad & Rajurkar, 2012)
24	Cola de caballo	0,65±0,21 ^{ghij}	3,11±1,17	(Martín, 2017)
25	Hoja de naranjo	0,32±0,08 ^{hij}	0,18	(Ávila et al., 2009)
26	sueñita	0,0412 ^{ij}	-----	-----
27	Caserita	0,0354 ^{ij}	-----	-----
28	mercado	0,002 ⁱ	-----	-----

Nota: El valor de Co de Zn (mg/100g) representa la media±desviación estándar de tres lecturas experimentales. Medias que no comparten una letra presentan diferencia significativa ($p < 0.05$) de acuerdo a la prueba Tukey aplicada (Apéndice 2) = No existe datos

3.2.2 Cobre

En la Tabla 6 se detalla el contenido de Cu presente en las 25 hierbas aromáticas y las infusiones de la horchata de marca Sureñita y Caserita, así como del tongo de especias obtenido del mercado comercial. La determinación experimental del contenido final permitió registrar los valores de las concentraciones de manera ascendente. La especie que presenta menor contenido es cola de caballo ($0,28 \pm 0,06 \text{ mg}/100\text{g}$) mientras que la especie que presenta mayor contenido es la linaza ($1,31 \pm 0,07 \text{ mg}/100\text{g}$).

Los datos experimentales que fueron comparados con datos bibliográficos, permitieron determinar que en algunas plantas existan valores aproximados como es el caso de borraja cuyo valor experimental es de $1.02 \text{ mg}/100\text{g}$ mientras que el dato bibliográfico es

de 0.8mg/100g, el toronjil valor experimental 0.618mg/100g valor referencial 0.504mg/100g. Así como también existen valores que presentan 0,5 de diferencia como: hoja de naranja, hierba buena, albahaca, llantén, pimpinela referido a (*L. orbiculata*). Diferencia de 0.5 hasta 1mg de diferencia en: linaza, cedrón, violeta, cadillo, malva blanca, pena pena, shullo, manzanilla, clavel, malva esencia, hierba luisa, malva olorosa, culantrillo, cucharillo comparado con (*C. barbinervis*), cola de caballo. Las especies restantes reportan una diferencia mayor a 1mg, como es el caso del escancel que el valor referencial (VR) es 4 veces mayor que el valor experimental, para la congona VR es 3 veces mayor al VE, mientras que para el ataco el VR es 5 veces mayor al VE.

El cobre presenta una gran variabilidad en sus valores, este contenido depende de muchos factores, como el pH, el cual se recomienda que se encuentre entre 5 y 7, caso contrario el cobre a pH básico se precipita y forma hidróxidos insolubles, que provocan marchitamiento en las hojas de las plantas, y por ende una disminución del contenido de este mineral (Flóres & Rodríguez, 2004).

Los datos experimentales correspondientes a las infusiones de marcas comerciales (Sureñita y Caserita) así como del tongo (atado de plantas), no pudieron ser comparados con un valor bibliográfico referencial, ya que, no existen estudios acerca del contenido mineral de estas muestras.

En la Tabla 6 se presenta la media de las concentraciones de Cu expresadas en mg/100g de las 25 especies analizadas y 3 infusiones preparadas, una vez aplicado el análisis estadístico ANOVA, se muestra la diferencia significativa entre sí, puesto que el valor $p=0,0000$ es menor a la significancia prefijada $\alpha= 005$ ($p<005$), después de aplicar la prueba de Tukey se determinó que la especie que presenta diferencia significativa en cuanto a la concentración de Cu es linaza. Comparando las 3 infusiones entre sí, presentan diferencia significativa $p<0,05$ con respecto a la concentración de Cobre (Apéndice 2).

Se detallan algunos valores referenciales registrados en algunos estudios realizados: **Albahaca** (*Ocimum basilicum L*) 0.38mg/100g (Dieta y Nutrición, 2012). **Ataco** (*Amaranthus cruentus L.*) 2.4mg/100g (INIAP, 2013). **Borraja** (*Borago officinalis L.*) 0.8mg/100g (Medrano

et al., 1992). **Cadillo** (*Triumfetta althaeoides* Lam.) 1.3mg/100g (Cueto, 2019). **Cedrón** (*Aloysia Triphylla* (L'Hér.) Britton) 1.77mg/100g (Martín, 2017). **Clavel** (*Dianthus caryophyllus* L) 0.8mg/100g (Lim, 2014). **Cola de caballo** (*Equisetum bogotense* Kunth) 0.708mg/100g (Martín, 2017). **Congona** (*Peperomia ilaloensis* Sodiro) referido a (*L. orbiculata*) 1.7mg/100g (Olabanji et al., 2014). **Cucharillo** (*Oreocallis grandiflora* (Lam.) R. Br.) comparado con (*C. barbinervis*) 0.5mg/100g (Azuma et al., 2016). **Culantrillo** (*Adiantum capillus Sw*) 1.70mg/100g (Gaikwad & Rajurkar, 2012). **Escancel** (*Iresine herbstii* Hook) 2.2mg/100g (Tramil, 2017). **Hierba buena** (*Mentha x piperita* L) 0.24mg/100g (Dieta y Nutrición, 2012). **Hierba luisa** (*Cymbopogon citratus* (DC.) Stapf) 1.08mg/100g (Campo & Cunalata, 2020). **Hoja de naranja** (*Citrus sinensis* L) 0.28mg/100g (Perez, 2004). **Linaza** (*Linum usitatissimum* L) 0.91mg/100g (Ostojich & Sangronis, 2012). **Llantén** (*Plantago major* L) 0.44mg/100g (Paucar, 2010). **Malva blanca** (*Malva officinalis* L) 1.37mg/100g (Razic et al., 2005). **Malva esencia** (*Pelargonium graveolens* L'Hér. Ex Pitor) 0.24mg/100g (Herrera & Jimenéz, 2013). **Malva olorosa** (*Pelargonium odoratissimum* (L.) L'Hér.) 1.37mg/100g (Razic et al., 2005). **Pena pena** (*Digitalis purpurea* L) 0.938mg/100g (Razic et al., 2005). **Pimpinela** (*Sanguisorba minor* Scop) 0.44mg/100g (T. González, 2011). **Shullo** (*Oenothera rosea* L'Hér. ex Aiton) 1.1mg/100g (Timoszuk et al., 2018). **Toronjil** (*Melissa officinalis* L.) 0.504mg/100g (Ozyigit et al., 2018). **Violeta** (*Viola odorata* L.) 0.64mg/100g (Shad et al., 2016).

Tabla 6

Contenido de Cu en hierbas e infusiones

Nro	Hierba	Cf(mg/100g)	Ref.mg/100g	Autor
1	Linaza	1,31±0,07 ^a	0,91±0,8	(Ostojich & Sangronis, 2012)
2	Borraja	1,02±0,25 ^{ab}	0,8±0,03	(Medrano et al., 1992)
3	Cedrón	1,01±0,10 ^{ab}	1,77±0,58	(Martín, 2017)
4	Violeta	0,86±0,48 ^{abc}	0,64±0,7	(Shad et al., 2016)
5	Cadillo	0,74±0,04 ^{bcd}	1,3±0,09	(Cueto, 2019)
6	Malva blanca	0,68±0,16 ^{bcd}	1,37±0,64	(Razic et al., 2005)
7	Toronjil	0,61±0,13 ^{bcd}	0,504±0,01	(Ozyigit et al., 2018)
8	Escancel	0,61±0,05 ^{bcd}	2,2	(Tramil, 2017)

9	Hoja de Naranja	0,58±0,13 ^{bcd}	0,28	(Perez, 2004)
10	Shullo	0,47±0,05 ^{cde}	1,1	(Timoszuk et al., 2018)
11	Hierba Buena	0,45±0,20 ^{cde}	0,24	(Dieta y Nutrición, 2012)
12	Pena pena	0,45±0,15 ^{cde}	0,938	(Razic et al., 2005)
13	Albahaca	0,44±0,007 ^{cde}	0,385	(Dieta y Nutrición, 2012)
14	Manzanilla	0,42±0,19 ^{cde}	0,81±0,77	(Martín, 2017)
15	Clavel	0,42±0,11 ^{cde}	0,8	(M. Vargas, 2013)
16	Malva escencia	0,41±0,11 ^{cde}	0,24	(Herrera & Jiménez, 2013)
17	Hierba luisa	0,40±0,07 ^{cde}	1,08	(Campo & Cunalata, 2020)
18	Ataco	0,40±0,07 ^{cde}	2,4	(INIAP, 2013)
19	Malva olorosa	0,39±0,21 ^{cde}	1,37±0,64	(Razic et al., 2005)
20	Congona	0,39±0,19 ^{cde}	1,7	(Olabanji et al., 2014)
21	Culantrillo	0,39±0,06 ^{cde}	0,75	(Gaikwad & Rajurkar, 2012)
22	Llantén	0,34±0,05 ^{de}	0,44	(Paucar, 2010)
23	Cucharillo	0,33±0,02 ^{de}	0,5 (C. barbinervis)	(Azuma et al., 2016)
24	Pimpinela	0,32±0,26 ^{de}	0,44(L. orbiculata)	(T. González, 2011)
25	Cola de caballo	0,28±0,06 ^{de}	0,708±0,71	(Martín, 2017)
26	Sureñita	0,008 ^e	-----	-----
27	Caserita	0,008 ^e	-----	-----
28	Mercado	0,0008 ^f	-----	-----

Nota: El valor de Co de Cu (mg/100g) representa la media±desviación estándar de tres lecturas experimentales. Medias que no comparten una letra presentan diferencia significativa (p <0.05) de acuerdo a la prueba Tukey aplicada (Ver Apéndice 2) = No existe datos

Conclusiones

Se determinó la concentración de minerales de cada una de las plantas. La que presenta mayor concentración de zinc es la linaza (4.37 ± 0.74 mg/100g), mientras que la de menor concentración es la hoja de naranjo (0.32 ± 0.08 mg/100g). En la determinación de cobre la linaza ($1,31 \pm 0,07$ mg/100g), presenta mayor contenido y la cola de caballo ($0,289 \pm 0,06$ mg/100g) presenta un menor contenido.

De las plantas analizadas las que presentan el mejor perfil mineral son: linaza con Zn (4.37 mg/100g) y Cu ($1,31 \pm 0,07$ mg/100g); Violeta Zn ($3,04 \pm 0,37$ mg/100g) y Cu ($0,86 \pm 0,48$); Borraja Zn ($1,56 \pm 0,60$) y Cu ($1,02 \pm 0,25$ mg/100g). Frente a todas las especies analizadas se determinó que el zinc es el mineral mayoritario.

Las tres infusiones muestran contenido muy bajo para cobre y zinc, reflejando los siguientes valores: para zinc la infusión Sureñita 0.041 mg/100g, infusión Caserita $0,035$ mg/100g e infusión del tongo (atado de hierbas) $0,002$ mg/100g. Para cobre las concentraciones en las infusiones Sureñita, Caserita y tongo (atado de plantas) son: $0,008$ mg/100g, $0,008$ mg/100g y 0.0008 mg/100g, respectivamente.

Los minerales cobre y zinc presentes en las 25 hierbas y la diferentes infusiones, aportan múltiples beneficios para nuestro organismo siendo el Zinc indispensable para el correcto funcionamiento del sistema inmunitario y el cobre esencial para el crecimiento y fortalecimiento de los huesos.

Recomendaciones

Continuar con las investigaciones fotoquímicas y análisis de la actividad biológica de las diferentes plantas empleadas en la tradicional horchata lojana, tomando en cuenta los factores ambientales cosecha y postcosecha, con la finalidad de complementar el estudio realizado a estas especies.

Estudiar el contenido de minerales presente en las diferentes presentaciones comerciales de la tradicional horchata Lojana, para que en futuras investigaciones cuenten con reportes que sirvan para realizar la comparación referencial del contenido de los mismos.

Referencias

- Almendros, P., Rico, M., Lopez, L., & Álvarez, J. (2007). *Deficiencia de zinc en los cultivos y correctores de carencia del micronutriente*.
- Ansaloni, R., Wilches, I., León, F., Orellana, A., Peñaherrera, E., Tobar, V., & De Witte, P. (2010). Estudio Preliminar sobre Plantas Medicinales Utilizadas en Algunas Comunidades de las Provincias de Azuay, Cañar y Loja, para Afecciones del Aparato Gastrointestinal. In *Revista Tecnológica ESPOL-RTE* (Vol. 23, Issue 1). Diciembre. <http://rte.espol.edu.ec/index.php/tecnologica/article/view/40>
- Armijos, C., Matailoa, A., Bec, N., Salinas, M., Aguilar, G., Solano, N., Calva, J., Ludeña, C., Larroque, C., & Giovanni, V. (2020). composition and selective BuChE inhibitory activity of the essential oils from aromatic plants used to prepare the traditional Ecuadorian beverage horchata *Elsevier*.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378874120330440>
- Ávila, J., Emma, R., Valero, T., & Valera, G. (2009). Valor Nutricional de las Naranjas y Clementinas. *Componentes De Las Clementinas*, 10.
<https://www.fen.org.es/storage/app/media/imgPublicaciones/432011819.pdf>
- Azuma, A. K., Tomioka, R., & Takenaka, C. (2016). Evaluation of microelement contents in Clethra barbinervis as food for human and animals in contrasting geological areas. *Environmental Geochemistry and Health*, 38(2), 437–448.
<https://doi.org/10.1007/s10653-015-9731-y>
- Bailón, N., Tinitana, F., Martínez, R., Jaramillo, A., Palacio, A., Aguilar, J., & Romero, J. (2017). Cytotoxic, antioxidative, genotoxic and antigenotoxic effects of Horchata, beverage of South Ecuador. *BMC Complementary and Alternative Medicine*, 17(1).
<https://doi.org/10.1186/s12906-017-2048-x>
- Benavides, & Jenny. (2016). *Secado de la panoja de Ataco Amaranthus hybridus l. Para la Elaboracion de Tisanas con alto contenido de Polifenoles Totales*.
- Bernal, A. (2017). *"Estudio etnofarmacológico y morfoanatómico de Pena Pena(Fuchsia magellanica Lam)*.

- Blanco, B., Saborio, A., & Garro, G. (2008). Descripción anatómica, propiedades medicinales y uso potencial de *Plantago major* (llantén mayor). In *revistas.tec.ac.cr*. https://revistas.tec.ac.cr/index.php/tec_marcha/article/view/107
- Blas, Y., & Rojas, A. (2018). *Respuesta de dos variedades de Anis (Pimpinella anisum L) a la aplicación de cuatro bioestimulantes bajo condiciones del distrito de Yanahuanca provincia de Daniel Alcides Carrion.*
- Cabrera, L., & Saquipay, C. (2014). *Contribución al conocimiento del uso de plantas medicinales en la ciudad de Cuenca.* Universidad del Azuay.
- Campo, M., & Cunalata, G. (2020). Infusiones de *Moringa oleifera* (moringa) combinada con *Cymbopogon citratus* (hierba luisa) y *Lippia alba* (mastranto) Infusions of *Moringa oleifera* (moringa) combined with *Cymbopogon citratus* (lemon grass) and *Lippia alba* (mastranto). *Unemi*, 13, 118. file:///C:/Users/Usuario iTC/Downloads/1112-Texto del artículo-4173-1-10-20200914.pdf
- Cárdenas, D., & Gaibor, D. (2018). *Estudio exploratorio de la hoja de la Planta Congona (peperomia inaequalifolia), en el ámbito culinario.* <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/40259/1/TESIS-CONGONA-TERMINADA%28cardenasysgaibor%29.pdf>
- Carretero, M., & Ortega, T. (2016). *Otras plantas medicinales para afecciones respiratoria(II): Viola odorata, Primula Veris.*
- Carrillo, L. (2018). *Funciones Biológicas del Cobre(Cuproproteínas). Enfermedades de Wilson y Enfermedades de Menkes.*
- Carvajal, C., & Quintero, M. (2012). *Caracterización fitoquímica, actividad antimicrobiana y antimicótica del aceite esencial de congona (Peperomia inaequalifolia Ruiz&Pav.) Piperaceae.*
- Castillo, C., & Medina, C. (2013). Identificación de metabolitos secundarios presentes en la planta nativa Cucharilla (*Oreocallis grandiflora*). In *Universidad Nacional del Callao*. <http://repositorio.unac.edu.pe/handle/UNAC/371>
- Chand, S., Pande, P., Prasad, A., Anwar, M., & Patra, D. D. (2007). Influence of integrated

- supply of vermicompost and zinc-enriched compost with two graded levels of iron and zinc on the productivity of geranium. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 38(19–20), 2581–2599. <https://doi.org/10.1080/00103620701662802>
- Condori, G. (2020). *Avances sobre los efectos terapéuticos de Ocimum basilicum L. (ALBAHACA)*.
- Cueto, C. R. (2019). *Reología del hidrocoloide de ratanya (trinmfetta semitriloba Jacq.) efecto de la concentracion y temperatura*. 126. <http://repositorio.unas.edu.pe/handle/UNAS/1469>
- Delucchi, E. (2010). *Inka Yaguar*. <http://www.uaq.mx/investigacion/difusion/veranos/memorias-2007/56>
- Días Renovato, R., Cristina da Silva Lima, S., Oliveira de Arruda, G., & Martins Alvarenga, M. (2012). Representaciones y usos de las plantas medicinales en mayores. In *revistas.usp.br*. www.eerp.usp.br/rlae
- Dieta y Nutrición. (2012). *Información nutricional de la Hierbabuena fresca, Calorías y Composición*. <http://www.dietaynutricion.net/informacion-nutricional-de/hierbabuena-fresca/>
- Espinoza, E. (2016). *La Tradicional Horchata Lojana: Entre Iniciativas de Desarrollo Gubernamentales y Comunitarias*. www.flacsoandes.edu.ec
- Fernández, J. (2001). *La estadística en química analítica*.
- Fernández, Mercedes, ;, Cruz-Alvia, Gabriela, ;, Cunalata-Cueva, Nubia, ;, & Castro, M.-. (2013). Infusiones de Moringa oleifera (moringa) combinada con Cymbopogon citratus (hierba luisa) y Lippia alba (mastranto). *Revista Ciencia UNEMI*, 13, 114–126. <https://orcid.org/0000-0002->
- Figuerola, F., Muñoz, O., & María Estévez, A. (2008). La Linaza como fuente de compuestos bioactivos para la elaboración de alimentos. In *AGRO SUR* (Vol. 36, Issue 2). <http://revistas.uach.cl/index.php/agrosur/article/view/3988>
- Flóres, V., & Rodríguez, M. (2004). Elementos esenciales y beneficiosos. *CYTED*, 25–36. <http://www.cyted.org>

- Gaikwad, K., & Rajurkar, N. S. (2012). Evaluation of phytochemicals, antioxidant activity and elemental content of *Adiantum capillus veneris* leaves. *Journal of Chemical and Pharmaceutical Research*, 4(1), 365–374. <https://www.researchgate.net/publication/281278994>
- Galán, E., Liso, M., & Forteza, M. (1985). Minerales Utilizados en la industria Farmaceutica. In *Boletín sociedad de Mineralogi*.
- García, F. (2014). *Evaluacion de los efectos del proceso de secado sobre la calidad de la Stevia (Stevia rebaudiana Bertoni) y la Hierbabuena (Mentha spicata)*.
- García, R., & Alvera, B. (1986). *Relaciones entre la composición mineral de plantas abundantes en pastos supraforestales pirenaicos y su utilización por los rumiantes*.
- Giménez, C. (2020). *La Borraja*. <https://ifc.dpz.es/publicaciones/ebooks/id/3870>
- González, R., Galán, M., & Drago, S. (2013). Perfil nutricional y dializabilidad de minerales de alimentos de interés social. *Revista Española de Nutrición Humana y Dietética*, 17(1), 3. <https://doi.org/10.14306/renhyd.17.1.2>
- González, T. (2011). *Análisis de metabolitos secundarios de Lachemilla orbiculata (Ruiz & Pavón) Rydb. (Rosaceae) en dos localidades de los Andes del Ecuador*.
- Guía de Nutrición. (2018). *Minerales en Horchata*. 2018. <http://www.guia-nutricion.com/horchata/minerales/>
- Guide Eurahem. (2011). Quantifying Uncertainty in Analytical Measurement. *Phys. Rev. E*, May.
- Gutiérrez, V. (2013). *Comprobacion del Efecto Cicatrizante de los Extractos Hidroalcoholicos de dos variedades de Escansel (Aerva sanguinolenta) de Pastaza y de Chimborazo aplicados en Ratones (Mus musculus)*.
- Herrera, A., & Jimenéz, I. (2013). Producción Agroecológica de dos especies aromáticas con tres niveles de un abono orgánico en la industria de plantas aromáticas medicinales, el caramelo (iplamec) Chuquiribamba, Loja. *Universidad Nacional De Loja*, 62. <http://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/17025/1/TESIS> WILSON

FERNANDO.pdf

- Huari, E., & Cruz, L. (2017). *Efecto terapéutico del extracto etanólico de las hojas de Oenothera rosea A. "chupasangre", en forma de crema farmacéutica.*
- INCAP. (2012). *Tabla de composición de alimentos de centroamérica.*
- INIAP. (2013). *Granos Andinos: quinua, chocho, amaranto y ataco valor nutricional y funcional.*
- Jácome, A. (2014). "Caracterización Morfológica de Hongos Fitopatógenos en el cultivo de Clavel (*Dianthus caryophyllus*), sector Patután.
- Jiménez, M. ;, Grijalva, A. ;, & Ponce, H. (2020). Plasma acoplado inductivamente en espectroscopia de emisión óptica (ICP-OES). *Recimundo*, 4(4), 4–12. [https://doi.org/10.26820/recimundo/4.\(4\).octubre.2020.4-12](https://doi.org/10.26820/recimundo/4.(4).octubre.2020.4-12)
- Jitala, A. (2017). *Estudio del consumo de la borraja en las personas de la tercera edad, como medicina alternativa para tratar la afecciones de las vías respiratorias altas(tos), en la parroquia oton del canton Cayambe 2016-2016.* <https://www.dspace.cordillera.edu.ec/handle/123456789/3380>
- Kachiguma, N. A., Mwase, W., Maliro, M., & Damaliphetsa, A. (2015). Chemical and Mineral Composition of Amaranth (*Amaranthus L.*) Species Collected From Central Malawi. *Journal of Food Research*, 4(4), 92. <https://doi.org/10.5539/jfr.v4n4p92>
- Lim, T. K. (2014). Edible medicinal and non-medicinal plants: Volume 7, flowers. In *Edible Medicinal and Non-Medicinal Plants: Volume 7, Flowers*. Springer Netherlands. <https://doi.org/10.1007/978-94-007-7395-0>
- Lira, P. (2016). *Caracterización fitoquímica del cedrón (Aloysia citrodora Paláu, Verbenáceas) en.*
- López De Romaña, D., Castillo, C., & Diazgranados, D. (2010). El Zinc en la Salud Humana- I. In *Rev Chil Nutr* (Vol. 37).
- Martín, M. (2017). *Análisis de contaminantes y minerles en plantas medicinales. Evaluación del riesgo para la salud humana.* <http://hdl.handle.net/10481/47435>
- McCann, T. (2015). Minerale. In *Geologie im Gelände* (pp. 1–39). Springer Berlin Heidelberg.

https://doi.org/10.1007/978-3-8274-2383-2_1

Medrano, A., Masoud, T. A., & Martinez, M. C. (1992). Mineral and proximate composition of borage. *Journal of Food Composition and Analysis*, 5(4), 313–318.

[https://doi.org/10.1016/0889-1575\(92\)90064-Q](https://doi.org/10.1016/0889-1575(92)90064-Q)

Mendoza, Z. A. (2014). Plantas medicinales de la zona andina de la provincia de Loja. *Herbario y Jardín Botánico "Reinaldo Espinosa,"* 54–55.

Meneses, J., Soto, R., Espinosa, T., & Ramírez, M. (2008). Optimización del proceso de extracción de flavonoides de flor de Manzanilla (*Matricaria recutita* L.). In *Publicado como ARTÍCULO en Agrociencia* (Vol. 42).

Meza, K., & Vargas, G. (2013). *Evaluación de la Actividad ANTibacteriana in vitro del Aceite Esencial de Hierba Luisa (Cymbopogon citratus (DC) Stapf). Poaceae en una formulación cosmética con finalidad Antiacnéica.*

Miranda, V., & Vilca, K. (2018). *Determinación de los parámetros óptimos para la elaboración de una bebida funcional de cebada (hordeum vulgare), hierba luisa (cymbopogon citratus) y cola de caballo (equisetum arvense), con adición de mucílago de semilla de lino (linum usitatissimum) y s.*

Narváez, A. (2020). *Contenido de minerales (calcio, hierro y magnesio) en especies que conforman la bebida tradicional Horchata Lojana.*

Noles, K., & Rueda, E. (2019). *Evaluación de la composición química y actividad antibacteriana de los extractos de hoja y tallos de Malva Olorosa (PELARGONIUM ODORATISSIMUM).*

Núñez, L. (2012). *Aislamiento de metabolitos secundarios bioactivos de Niphogeton dissecta (Benth.) J.F. Macbr. (culantrillo del cerro).*

Nweze, N. E., Nwachukwu, K. A., & Adieme, I. C. (2016). The effect of Iresine herbstii Hook on some haematological parameters of experimentally induced anaemic rats. *Comparative Clinical Pathology*, 25(4), 797–803. <https://doi.org/10.1007/s00580-016-2266-5>

Olabanji, S. O., Adebajo, A. C., Omobuwajo, O. R., Ceccato, D., Buoso, M. C., & Moschini,

- G. (2014). PIXE analysis of some Nigerian anti-diabetic medicinal plants (II). *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research, Section B: Beam Interactions with Materials and Atoms*, 318(PART A), 187–190. <https://doi.org/10.1016/j.nimb.2013.06.052>
- Orellana, C. (2017). *Caracterización del aceite esencial de Hierbabuena (Mentha Spicata L.) Obtenido por el método de arrastre con vapor.*
- Orozco, I., Lara, R., Quiroga, V., & Villafañe, G. (2018). Cuantificación de metales pesados en aguas de minas , mediante la técnica de espectrometría de emisión óptica por plasma inductivamente acoplado (icp-oes) Quantification of heavy metals in mine waters , by the spectrometry technique of optical emission. *Facultad de Ing.-Instituto de Investigaciones Mineras*, 1109, 371–380.
- Ostojich, Z., & Sangronis, E. (2012). Minerales Linaza. *Archivos Latinoamericanos De Nutrición*, 62(5), 192–200.
- Ozyigit, I. I., Yalcin, B., Turan, S., Saracoglu, I. A., Karadeniz, S., Yalcin, I. E., & Demir, G. (2018). Investigation of Heavy Metal Level and Mineral Nutrient Status in Widely Used Medicinal Plants' Leaves in Turkey: Insights into Health Implications. *Biological Trace Element Research*, 182(2), 387–406. <https://doi.org/10.1007/s12011-017-1070-7>
- Palacios, K., & Proaño, L. (2018). *Comparación del efecto cicatrizante de los extractos hidroalcohólicos de escancel (Aerva sanguinolentaL) y Llantén (Plantago major L) en animales de experimentación.* http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/28413/1/BCIEQ-T-0271_Palacios_Villamar_Katherine_Paulina%3B_Proaño_Vega_Luis_David.pdf
- Paucar, F. (2010). Evaluación y caracterización morfoagronómica del Plantago lanceolata (LLANTÉN FORRAJERO). *Escuela Superior Politécnica de Chimborazo*, 9(1), 76–99.
- Peralta, E., Villacres, E., Mazon, N., Rivera, M., & Subia, C. (2008). *El ataco, sangorache o amaranto negro (Amaranthus hybridus L.) en Ecuador.* <http://www.sidalc.net/cgi-bin/wxis.exe/?IisScript=INIAP.xis&method=post&formato=2&cantidad=1&expresion=mfn=001597>

- Perez, O. (2004). *Concentración Nutricional en hojas, rendimiento, eficiencia de producción, calidad de jugo e índice nutrimentales de naranja valencia injertado en portainjertos de cítricos.*
- Pujol, L. (2009). *Horchata Ecuatoriana.* 2019. <http://yoshitomo.blogspot.com/2009/07/horchata-ecuatoriana.html>
- Razic, S., Onjia, A., Dogo, S., Slavković, L., & Popović, A. (2005). Determination of metal content in some herbal drugs Empirical and chemometric approach. *Talanta*, 67(1), 233–239. <https://doi.org/10.1016/j.talanta.2005.03.023>
- Ricco, R., Agudelo, I., Graces, M., Evelson, P., Wagner, M., & Alberto, G. (2011). *Polifenoles y actividad antioxidante en Equisetum giganteum L. (Equisetaceae).* 4. www.blacpma.usach.cl
- Ríos, M., Tinitana, F., Jarrín-v, P., Donoso, N., & Romero, J. C. (2017). “Horchata” drink in Southern Ecuador: Medicinal plants and people’s wellbeing. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*, 13(1), 1–20. <https://doi.org/10.1186/s13002-017-0145-z>
- Rodríguez, J. (2010). Uso y Manejo Tradicional de Plantas Medicinales y Mágicas en el Valle de Sibundoy, Alto Putumayo y su Relación con Procesos Locales de Construcción Ambiental. *Revista de La Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, XXXIV, 309.
- Roig, J. (2017). *Plantas medicinales, aromáticas o venenosas de Cuba (Tomo II) - Juan Tomás Roig y Mesa* (Instituto Cubano Del Libro (ed.); II). Cuba. [https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=1nRVDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PT2&dq=\(Roig,+2017\).+pimpinela+&ots=sTfZW1bMXE&sig=LMfl-iWxy0EB4qTELKiBxzqtqhY#v=onepage&q=\(Roig%2C 2017\). pimpinela&f=false](https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=1nRVDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PT2&dq=(Roig,+2017).+pimpinela+&ots=sTfZW1bMXE&sig=LMfl-iWxy0EB4qTELKiBxzqtqhY#v=onepage&q=(Roig%2C%202017).%20pimpinela&f=false)
- Romojaro, A., Botella, M. Á., Obón, C., & Pretel, M. T. (2013). Nutritional and antioxidant properties of wild edible plants and their use as potential ingredients in the modern diet. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 64(8), 944–952. <https://doi.org/10.3109/09637486.2013.821695>
- Rubio, C., González, D., Martín-Izquierdo, R., Revert, C., Rodríguez, I., & Hardisson, A.

- (2007). Alimentos funcionales El zinc: oligoelemento esencial. *Nutr Hosp*, 22, 101–107.
- Sam, O., Luz, M. de la;, & Barroso, L. (2002). Caracterización Anatómica de las Hojas de la Albahaca (*Ocimum basilicum* L.). In *Cultivos Tropicales* (Vol. 23, Issue 2).
- Sánchez, E., Leon, M., Chavez, D., Hechevarria, I., & Pino, J. (2010). Pharmacognosy characterization of *Melissa officinalis* L.(toronjil). In *Revista Cubana de Plantas Medicinales* (Vol. 15, Issue 4). <http://scielo.sld.cu>
- Sandoval, J. (2021). Tabla Nutricional: Horchata. In 2021. <http://www.todoalimentos.org/horchata/>
- Shad, A. A., Zeeshan, M., Fazal, H., Shah, H. U., Ahmed, S., Abeer, H., Abd Allah, E. F., Ullah, R., Afridi, H., Tariq, A., Adnan, M., & Asma. (2016). Physio-chemical evaluation and biological activity of *Ajuga bracteosa* wall and *Viola odorata* Linn. *African Journal of Traditional, Complementary and Alternative Medicines*, 13(2), 40–46. <https://doi.org/10.4314/ajtcam.v13i2.5>
- Siddiqi, H., Mehmood, M., Rehman, N., & Gilani, A. (2012). *Studies on the antihypertensive and antilipidemic activities of Viola odorata leaves extract*. <https://doi.org/10.1186/1476-511X-11-6>
- Stampella, P. C., Hilgert, N. I., & Pochettino, L. (2018). Usos medicinales de los cítricos (*Citrus* L., *Rutaceae*) entre los criollos del sUr de misiones (Argentina). In *sedici.unlp.edu.ar* (Vol. 12, Issue 1). <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/97591>
- Starring, J. (2018). *Beneficios del cobre para la salud*. European Copper Institute. <https://copperalliance.es/beneficios-cobre/salud/>
- Stoliar, C. (2009). *Parámetros botánicos y cromatográficos para la monografía farmacopeica de “cola de caballo”, Equisetum Giganteum L.* <http://repositorio.ub.edu.ar/handle/123456789/1634>
- Taboada, N. (2017). El zinc y el cobre: micronutrientes esenciales para la salud humana. In *Acta Médica del Centro* (Vol. 11, Issue 2). <http://www.revactamedicacentro.sld.cu>
- Timoszuk, M., Bielawska, K., & Skrzydlewska, E. (2018). Evening primrose (*Oenothera biennis*) biological activity dependent on chemical composition. *Antioxidants*, 7(8), 1–

11. <https://doi.org/10.3390/antiox7080108>

- Toledo, M. (2015). *Estudio fitoquímico, evaluación de la actividad antioxidante y antimicrobiana de la corteza de "triumfetta semitriloba" jacq (moteccepo) y análisis de parámetros reológicos del mucílago.*
- Tramil. (2017). *Amaranthaceae.* 2017. <http://www.tramil.net/en/taxonomy/term/177?page=1>
- Vanina, L. (2019). *Comparacion de metodos (ICP-OES VS. ICP-MS) para la determinacion de Arsenico en agua.* www.alexstewart.com.ar
- Vargas, M. (2013). *Determinacion de las curvas de acumulación de nutrientes en las variedades de clavel Nelsom y Dakota (Dianthus caryophyllus).*
- Vargas, V. (2012). *Elaboracion de Té Aromático a base de plantas de Cedrón (Aloysiacitrodora) Y Toronjil(Mellisaofficinalis) procesado con Stevia(steviarebaudiana Bertoni) Endulzante Natural, Utilizando el Metodo de Deshidratación.*
- Vinueza, D., Yanza, K., Tacchini, M., Grandini, A., Sacchetti, G., Chiurato, M. A., & Guerrini, A. (2018). *Flavonoids in Ecuadorian Oreocallis grandiflora (Lam) R. Br.: Perspectives of Uses of This Species as a Food Supplement.* <https://doi.org/10.1155/2018/1353129>
- Zhañay, M. (2014). *Evaluacion farmacognostica y preclinica de la actividad laxante en las semillas de Linaza(Linum usitatissimum).*

Apéndices

Se incluye de acuerdo al orden citado en el cuerpo del Trabajo de Titulación.

Apéndice 1: Determinación de minerales Zn y Cu

1 Determinación de Zn

Hierba	Número	COi1 (mg/L)	Peso muestra (g)	Aforo (ml)	FD	Cf(mg/100g)	Promedio	Desviación Estándar	Coficiente de Variación	Cf(mg/100g)
Albahaca	1	0,723	1,0052	25	1	1,797505832	2,04701463	0,22718484	11,0983497	2,047±0,22
	2	0,8547	1,0167	25	1	2,101612241				
	3	0,945	1,0537	25	1	2,241925803				
Ataco	1	0,567	1,0160	25	1	1,395137973	1,52156599	0,70897022	46,5947729	1,521±0,70
	2	0,930	1,0176	25	1	2,285244651				
	3	0,366	1,0361	25	1	0,884315336				
Borraja	1	0,774	2,0046	25	1	0,965596354	1,56196962	0,60745115	38,8900745	1,561±0,60
	2	1,236	2,0065	25	1	1,540389004				
	3	1,747	2,0036	25	1	2,179923505				
Cadillo	1	1,199	1,0149	25	1	2,953848426	2,55463945	0,52681171	20,6217638	2,554±0,52
	2	1,104	1,0023	25	1	2,752533035				
	3	0,797	1,0178	25	1	1,957536875				
Cedrón	1	0,523	2,0182	25	1	0,648423121	0,89453443	0,30790418	34,420607	0,894±0,30
	2	0,637	2,0024	25	1	0,795380938				
	3	0,997	2,0110	25	1	1,23979922				
Clavel	1	1,069	1,0394	25	1	2,571989122	2,57693821	0,42878844	16,6394537	2,576±0,42
	2	1,301	1,0810	25	1	3,008179779				
	3	0,868	1,0090	25	1	2,150645741				
Cola de caballo	1	0,000	1,0322	25	1	0	0,6582396	0,21827451	33,1603426	0,658±0,21
	2	0,212	1,0501	25	1	0,503896216				
	3	0,326	1,0031	25	1	0,812582983				
Congona	1	1,278	2,0240	25	1	1,579068317	0,91376485	0,58267782	63,766714	0,913±0,58

	2	0,536	2,0045	25	1	0,667957277				
	3	0,398	2,0114	25	1	0,494268949				
Cucharillo	1	1,067	2,0027	25	1	1,331368581	0,97635742	0,42233982	43,2566818	0,976±0,42
	2	0,871	2,0003	25	1	1,088413969				
	3	0,410	2,0123	25	1	0,509289702				
Culantrillo	1	0,396	1,0044	25	1	0,985307055	0,68567913	0,36645099	53,4435102	0,685±0,36
	2	0,113	1,0220	25	1	0,277111111				
	3	0,323	1,0147	25	1	0,794619217				
Escancel	1	1,877	2,0000	25	1	2,346533773	1,84084942	0,7070597	38,4094264	1,840±0,70
	2	1,731	2,0198	25	1	2,143116172				
	3	0,827	2,0028	25	1	1,032898313				
Hierba buena	1	1,130	2,0144	25	1	1,402694265	1,33377714	0,20292181	15,2140718	1,333±0,20
	2	0,885	2,0018	25	1	1,105372488				
	3	1,211	2,0274	25	1	1,493264657				
Hierba Luisa	1	1,101	1,5068	25	1	1,827121139	1,80445767	0,02780873	1,54111274	1,804±0,02
	2	1,099	1,5160	25	1	1,812826205				
	3	1,073	1,5133	25	1	1,773425664				
Hoja de naranja	1	0,187	2,0036	25	1	0,233052574	0,32369074	0,08312414	25,6801108	0,323±0,08
	2	0,320	2,0192	25	1	0,396362426				
	3	0,277	2,0261	25	1	0,341657209				
Linaza	1	1,837	1,0239	25	1	4,486397064	4,37262723	0,74807283	0,17108086	4,372±0,74
	2	2,028	1,0025	25	1	5,057298291				
	3	1,456	1,0186	25	1	3,574186324				
Llantén	1	0,933	2,0007	25	1	1,165931214	1,15251726	0,08333793	7,23094837	1,152±0,08
	2	0,856	2,0123	25	1	1,063285991				
	3	0,989	2,0132	25	1	1,228334587				
Malva blanca	1	0,867	1,0043	25	1	2,157920658	1,58430319	0,52655414	33,2356929	1,584±0,52
	2	0,590	1,0014	25	1	1,472083995				
	3	0,463	1,0298	25	1	1,122904903				
Malva esencia	1	0,579	1,0008	25	1	1,447425099	1,26855145	0,21479113	16,9320002	1,268±0,21
	2	0,533	1,0026	25	1	1,327904393				
	3	0,429	1,0418	25	1	1,030324859				

Malva olorosa	1	0,741	1,0043	25	1	1,845506629	1,65828182	0,18433935	11,1162862	1,658±0,18
	2	0,605	1,0242	25	1	1,47697021				
	3	0,670	1,0136	25	1	1,652368628				
Manzanilla	1	0,428	1,0224	25	1	1,04703253	1,16631552	0,11859481	10,16833	1,166±0,11
	2	0,468	1,0026	25	1	1,167704083				
	3	0,518	1,0093	25	1	1,284209959				
Pena pena	1	0,479	1,0014	25	1	1,195807266	1,11830417	0,08514154	7,61345107	1,11±0,08
	2	0,420	1,0233	25	1	1,02716909				
	3	0,455	1,0055	25	1	1,131936162				
Pimpinela	1	0,802	1,0141	25	1	1,977984015	1,86484275	0,17752156	9,51938477	1,864±0,17
	2	0,792	1,0118	25	1	1,95630317				
	3	0,665	1,0010	25	1	1,660241059				
Shullo	1	1,108	2,0136	25	1	1,375980414	1,22176439	0,13358117	10,9334638	1,22±0,13
	2	0,920	2,0145	25	1	1,142012117				
	3	0,921	2,0061	25	1	1,147300643				
Toronjil	1	0,697	1,0052	25	1	1,734499513	2,16385522	0,6077814	28,0878957	2,163±0,60
	2	1,194	1,0443	25	1	2,859301711				
	3	0,776	1,0222	25	1	1,897764434				
Violeta	1	1,072	1,0240	25	1	2,616554501	3,04422433	0,37945511	12,4647551	3,044±0,37
	2	1,348	1,0086	25	1	3,340582364				
	3	1,278	1,0063	25	1	3,175536135				
Caserita	1	0,226	16	25	1	0,035375779	0,035375779	0	0	0,035
Mercado	1	0,319	300	25	1	0,002657131	0,002657131	0	0	0,002
Sureñita	1	0,264	16	25	1	0,041204989	0,041204989	0	0	0,041

2 Determinación de Cu

Hierba	Número	CO11 (mg/L)	Peso muestra (g)	Aforo (ml)	FD	Cf(mg/100g)	Promedio	Desviación Estandar	Coficiente de Variación	Cf(mg/100g)
Albahaca	1	0,182	1,0052	25	1	0,45358531	0,44686407	0,00749589	1,67744261	0,446±0,007
	2	0,182	1,0167	25	1	0,44822649				
	3	0,185	1,0537	25	1	0,43878042				
Ataco	1	0,166	1,0160	25	1	0,40816441	0,40292233	0,07151375	17,7487687	0,402±0,07
	2	0,192	1,0176	25	1	0,47167081				
	3	0,136	1,0361	25	1	0,32893178				
Borraja	1	0,655	2,0046	25	1	0,81650146	1,02108233	0,2510311	24,5848056	1,021±0,25
	2	1,044	2,0065	25	1	1,3012115				
	3	0,758	2,0036	25	1	0,94553401				
Cadillo	1	0,289	1,0149	25	1	0,71097616	0,74675452	0,04757449	6,37083403	0,746±0,04
	2	0,321	1,0023	25	1	0,80074445				
	3	0,297	1,0178	25	1	0,72854295				
Cedrón	1	0,873	2,0182	25	1	1,08160589	1,01553818	0,10191648	10,0357112	1,015±0,10
	2	0,854	2,0024	25	1	1,06684447				
	3	0,722	2,0110	25	1	0,89816417				
Clavel	1	0,125	1,0394	25	1	0,30028648	0,42379452	0,11107861	26,2104884	0,423±0,11
	2	0,197	1,0810	25	1	0,45558555				
	3	0,208	1,0090	25	1	0,51551154				
Cola de caballo	1	0,090	1,0322	25	1	0,21688903	0,28930463	0,06273685	21,6853962	0,289±0,06
	2	0,137	1,0501	25	1	0,32721509				
	3	0,130	1,0031	25	1	0,32380975				
Congona	1	0,524	2,0240	25	1	0,64677259	0,39415913	0,21936563	55,6540788	0,394±0,21
	2	0,228	2,0045	25	1	0,28401141				
	3	0,203	2,0114	25	1	0,2516934				
Cucharillo	1	0,267	2,0027	25	1	0,33358407	0,33575026	0,02117594	6,30704992	0,335±0,02
	2	0,286	2,0003	25	1	0,35792604				
	3	0,254	2,0123	25	1	0,31574068				

Culantrillo	1	0,187	1,0044	25	1	0,46611739	0,39178207	0,06579776	16,7944798	0,391±0,06
	2	0,139	1,0220	25	1	0,34101145				
	3	0,149	1,0147	25	1	0,36821738				
Escancel	1	0,546	2,0000	25	1	0,68230056	0,61693821	0,05718762	9,26958688	0,616±0,05
	2	0,479	2,0198	25	1	0,59239621				
	3	0,462	2,0028	25	1	0,57611786				
Hierba buena	1	0,477	2,0144	25	1	0,59144232	0,45842615	0,20983514	45,7729431	0,458±0,20
	2	0,173	2,0018	25	1	0,21653046				
	3	0,460	2,0274	25	1	0,56730566				
Hierba Luisa	1	0,257	1,5068	25	1	0,42636582	0,4073772	0,07555697	18,5471775	0,40±0,07
	2	0,286	1,5160	25	1	0,4716286				
	3	0,196	1,5133	25	1	0,32413717				
Hoja de naranja	1	0,555	2,0036	25	1	0,69246024	0,58920881	0,13306625	22,5838863	0,589±0,13
	2	0,514	2,0192	25	1	0,63612741				
	3	0,356	2,0261	25	1	0,43903878				
Linaza	1	0,502	1,0239	25	1	1,22689777	1,31740379	0,07862469	5,96815419	1,317±0,07
	2	0,549	1,0025	25	1	1,3688485				
	3	0,553	1,0186	25	1	1,35646511				
Llantén	1	0,229	2,0007	25	1	0,2855972	0,34537415	0,05469341	15,8359872	0,345±0,05
	2	0,288	2,0123	25	1	0,35761592				
	3	0,316	2,0132	25	1	0,39290932				
Malva blanca	1	0,272	1,0043	25	1	0,67705963	0,68666432	0,16024941	23,3373728	0,686±0,16
	2	0,213	1,0014	25	1	0,53143327				
	3	0,351	1,0298	25	1	0,85150006				
Malva esencia	1	0,216	1,0008	25	1	0,5392601	0,41084671	0,11141566	27,1185471	0,410±0,11
	2	0,136	1,0026	25	1	0,33986146				
	3	0,147	1,0418	25	1	0,35341856				
Malva olorosa	1	0,249	1,0043	25	1	0,61896283	0,39453103	0,194636	49,3335094	0,394±0,19
	2	0,111	1,0242	25	1	0,27202193				
	3	0,119	1,0136	25	1	0,29260833				
Manzanilla	1	0,157	1,0224	25	1	0,38355963	0,42974191	0,19073412	44,3834115	0,429±0,19
	2	0,256	1,0026	25	1	0,63932675				

	3	0,108	1,0093	25	1	0,26633934				
Pena pena	1	0,119	1,0014	25	1	0,29594273	0,45839807	0,15830118	34,5335616	0,458±0,15
	2	0,191	1,0233	25	1	0,46706226				
	3	0,246	1,0055	25	1	0,61218924				
Pimpinela	1	0,102	1,0141	25	1	0,25238784	0,32916528	0,26541176	80,6317606	0,329±0,26
	2	0,045	1,0118	25	1	0,11060591				
	3	0,250	1,0010	25	1	0,62450209				
Shullo	1	0,333	2,0136	25	1	0,41292272	0,47295774	0,05199472	10,9935228	0,472±0,05
	2	0,406	2,0145	25	1	0,50352148				
	3	0,403	2,0061	25	1	0,502429				
Toronjil	1	0,310	1,0052	25	1	0,77032691	0,61837512	0,13620365	22,0260568	0,618±0,13
	2	0,241	1,0443	25	1	0,57753364				
	3	0,207	1,0222	25	1	0,50726482				
Violeta	1	0,574	1,0240	25	1	1,40045671	0,86213205	0,48833811	56,6430761	0,862±0,48
	2	0,298	1,0086	25	1	0,73832803				
	3	0,180	1,0063	25	1	0,44761142				
Caserita	1	0,054	16	25	1	0,00843150	0,00843150	0	0	0,008
Mercado	1	0,100	300	25	1	0,000834842	0,000834842	0	0	0,0008
Sureñita	1	0,054	16	25	1	0,008513965	0,008513965	0	0	0,008

Donde:

Co: Lectura de Concentración (mg/L)

Cf: Concentración calculada (mg/100g)

Wm: Peso muestra (g)

%Cv: Coeficiente de variación

FD: Factor de dilución

1. Análisis de los datos con porcentaje de coeficiente de variación superior a 10

De la lectura realizada a las 25 hierbas, 18 de ellas superan el 10% en el coeficiente de variación en la determinación de Cu y Zn, de acuerdo con (Fernández, 2001) cuando existe un resultado dudoso en pequeñas series de datos, existe una aplicación estadística que sirve para rechazar dicho resultado, esta alternativa es conocida como el criterio Q, la cual consiste en distinguir el valor dudoso (X_q) y el mas cercano al mismo (X_n), para el intervalo de la serie total (W), con un intervalo de confianza de 90% que es dato de tabla, para ello utilizamos los siguientes criterios:

Si $Q_{exp} < Q_{crit}$ No se rechaza el valor dudoso

Si $Q_{exp} > Q_{crit}$ Existen fundamentos estadísticos para rechazar el valor dudoso

$$Q_{exp} = \frac{|X_q - X_n|}{W}$$

Calcularemos un ejemplo para los datos de albahaca:

Albahaca: 0.723; 0.8547 y 0.945mg/L.

De los datos presentados el valor dudoso $X_q = 0.945$, siendo $X_n = 0.8547$

$$W = 0.945 - 0.723 = 0.222$$

Aplicando la ecuación mencionada tenemos:

$$Q_{exp} = \frac{|0.945 - 0.8547|}{0.222}$$

$$Q_{exp} = \frac{|0.0903|}{0.222} = 0.4061$$

Como afirma (Fernández, 2001) la tabla de valores críticos para el coeficiente de rechazo Q, para un número de observaciones de 3 con un intervalo de confianza de 90% el valor de Q crítico (Q_{crit}) es 0,94.

Por lo tanto:

$$Q_{exp} < Q_{crit}$$

$$0.4061 < 0.94$$

Zinc

Hierba	Lectura (mg/L)	Coefficiente de Variación	Q Exp	Q crítico	Decisión
Albahaca	0,723	11,0983497	0,40616117	0,94	No se rechaza
	0,854				
	0,945				
Ataco	0,567	46,5947729	0,64432879	0,94	No se rechaza
	0,930				
	0,366				
Borraja	0,774	38,8900745	0,52502983	0,94	No se rechaza
	1,236				
	1,747				
Cadillo	1,199	20,6217638	0,2376944	0,94	No se rechaza
	1,104				
	0,797				
Cedrón	0,523	34,420607	0,76023471	0,94	No se rechaza
	0,637				
	0,997				
Clavel	1,069	16,6394537	0,5347523	0,94	No se rechaza
	1,301				
	0,868				
Cola caballo	0,000	33,1603426	0,35082797	0,94	No se rechaza
	0,212				
	0,326				
Congona	1,278	63,766714	0,843	0,94	No se rechaza
	0,536				
	0,398				
Cucharillo	1,067	43,2566818	0,29800848	0,94	No se rechaza
	0,871				
	0,410				
Culantrillo	0,396	53,4435102	0,25953177	0,94	No se rechaza
	0,113				
	0,323				
Escancel	1,877	38,4094264	0,139	0,94	No se rechaza
	1,731				
	0,827				
Hierba buena	1,130	15,2140718	0,24776596	0,94	No se rechaza
	0,885				
	1,211				
Hoja de naranja	0,187	25,6801108	0,32425405	0,94	No se rechaza
	0,320				
	0,277				
Malva blanca	0,867	33,2356929	0,68562791	0,94	No se rechaza
	0,590				
	0,463				
Malva esencia	0,579	16,9320002	0,31244411	0,94	No se rechaza
	0,533				

	0,429				
Malva olorosa	0,741	11,1162862	0,52417389	0,94	No se rechaza
	0,605				
	0,670				
Toronjil	0,697	28,0878957	0,68845409	0,94	No se rechaza
	1,194				
	0,776				
Violeta	1,072	12,4647551	0,25185441	0,94	No se rechaza
	1,348				
	1,278				

Cobre

Hierba	Lectura (mg/L)	Coefficiente de Variación	Q Exp	Q crítico	Decisión
Ataco	0,166	17,7487687	0,46905978	0,94	No se rechaza
	0,192				
	0,136				
Borraja	0,655	24,5848056	0,73544063	0,94	No se rechaza
	1,044				
	0,758				
Clavel	0,125	26,2104884	0,13297465	0,94	No se rechaza
	0,197				
	0,208				
Cola caballo	0,090	21,6853962	0,15697076	0,94	No se rechaza
	0,137				
	0,130				
Congona	0,524	55,6540788	0,64615385	0,94	No se rechaza
	0,228				
	0,203				
Culantrillo	0,187	16,7944798	0,79009188	0,94	No se rechaza
	0,139				
	0,149				
Hierba buena	0,477	45,7729431	0,05441765	0,94	No se rechaza
	0,173				
	0,460				
Hierba luisa	0,257	18,5471775	0,32313381	0,94	No se rechaza
	0,286				
	0,196				
Hoja de naranja	0,555	22,5838863	0,30666667	0,94	No se rechaza
	0,514				
	0,356				
Llantén	0,229	15,8359872	0,072	0,94	No se rechaza
	0,288				
	0,316				
Malva blanca 2	0,272	23,3373728	0,57123648	0,94	No se rechaza
	0,213				
	0,351				

Malva esencia	0,216	27,1185471	0,86204144	0,94	No se rechaza
	0,136				
	0,147				
Malva olorosa	0,249	49,3335094	0,53266332	0,94	No se rechaza
	0,111				
	0,119				
Manzanilla	0,157	44,3834115	0,66161616	0,94	No se rechaza
	0,256				
	0,108				
Pena pena	0,119	34,5335616	0,43111466	0,94	No se rechaza
	0,191				
	0,246				
Pimpinela	0,102	80,6317606	0,71934706	0,94	No se rechaza
	0,045				
	0,250				
Toronjil	0,310	22,0260568	0,66931147	0,94	No se rechaza
	0,241				
	0,207				
Violeta	0,574	56,6430761	0,70085867	0,94	No se rechaza
	0,298				
	0,180				

2. Cálculos de las concentraciones de minerales

El cálculo de Cu y Zn por cada 100g de hierba seca se realizó de la siguiente manera:

Se tomó la lectura de la muestra # 1 que corresponde a la Albahaca, el dato obtenido del equipo ICP (OES) es $Co = 0,723\text{mg/L}$.

Albahaca # 1

$$\begin{array}{r} 0,723\text{mg} \\ \times \\ \hline \end{array} \quad \begin{array}{l} 1000\text{ml} \\ \\ 25\text{ml (volumen de aforo)} \end{array}$$

$$x = 0,018075\text{mg}$$

La alícuota que tomamos de muestra fue de un ml la cual corresponde a 25ml de aforo del factor de dilución de 25ml.

$$\boxed{Fd = \frac{\text{Aforo}}{\text{Alícuota}}}$$

$$\boxed{\text{Alícuota} = \frac{\text{Aforo}}{Fd}}$$

$$\text{Alícuota} = \frac{25\text{ml}}{25} = 1\text{ml}$$

Con los datos obtenidos procedemos a realizar los siguientes cálculos:

Albahaca # 1

$$\begin{array}{rcl} 0,018075\text{mg} & & 1\text{ml (Alícuota)} \\ X & & 0,25\text{ml (Usado para preparar factor de} \\ & & \text{dilución)} \end{array}$$

$$x=0.00451875\text{mg}$$

El resultado de la muestra es necesario para calcular la cantidad de Zn en 100g, para lo cual realizamos la siguiente relación:

Albahaca # 1

$$\begin{array}{rcl} 0.00451875\text{mg} & & 1,0052\text{g} \\ X & & 100\text{g} \end{array}$$

$$x=0.45358531\text{mg de Zn/100g}$$

Apéndice 2: Análisis estadístico

Los datos fueron analizados mediante la técnica ANOVA (análisis de varianza) y la prueba de Tukey para determinar la variabilidad de los datos contenidos en las hierbas y así mismo agruparlos de acuerdo a la diferencia significativa de cada una de las repeticiones, utilizando el programa Minitab16.

1 Contenido de Zn en hierbas

ANOVA unidireccional: Zn Cf(mg/100g) vs.Hierba

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor f	Valor p
Hierba	27	75,349	2,791	17,94	0,000
Error	56	8,713	0,156		
Total	83	84,062			

S	R-cuad.	R-cuad.(ajustado)
0,3945	89,63%	84,64%

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza del 95%

Hierba	N	Media	Agrupación																	
Linaza	3	4,3726	A																	
Violeta	3	3,0442		B																
Clavel	3	2,5769		B	C															
Cadillo	3	2,5546		B	C															
Toronjil	3	2,1639		B	C	D														
Albahaca	3	2,0470		B	C	D	E													
Pimpinela	3	1,8648		B	C	D	E	F												
Escancel	3	1,8408		B	C	D	E	F												
Hierba luisa	3	1,8045		B	C	D	E	F												
Malva olorosa	3	1,6583			C	D	E	F	G											
Malva blanca	3	1,5843			C	D	E	F	G											
Borraja	3	1,5620			C	D	E	F	G	H										
Ataco	3	1,5216			C	D	E	F	G	H										
Hierba buena	3	1,3338			C	D	E	F	G	H										
Malva esencia	3	1,2686				D	E	F	G	H	I									
Shullo	3	1,2218				D	E	F	G	H	I	J								
Manznilla	3	1,1663				D	E	F	G	H	I	J								
Llantén	3	1,1525				D	E	F	G	H	I	J								
Pena pena	3	1,1183				D	E	F	G	H	I	J								
Cucharillo	3	0,9764				D	E	F	G	H	I	J								
Congona	3	0,9138				D	E	F	G	H	I	J								
Cedrón	3	0,8945					E	F	G	H	I	J								
Culantrillo	3	0,6857						F	G	H	I	J								
Cola de caballo	3	0,4388							G	H	I	J								

Hoja de naranja	3	0,3237	H	I	J
Sureñita	3	0,0412		I	J
Caserita	3	0,0354		I	J
Mercado (tongo)	3	0,0027			J

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

2 Contenido de Cu en hierbas

ANOVA unidireccional: Cu Cf (mg/100g) vs.Hierba

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor f	Valor p
Hierba	27	7,2062	0,2669	10,71	0,000
Error	56	1,3950	0,0249		
Total	83	8,6012			

S	R-cuad.	R-cuad.(ajustado)
0,1578	83,78%	75,96%

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza del 95%

Hierba	N	Media	Agrupación			
Linaza	3	1,3174	A			
Borraja	3	1,0211	A	B		
Cedrón	3	1,0155	A	B		
Violeta	3	0,8621	A	B	C	
Cadillo	3	0,7468		B	C	D
Malva blanca	3	0,6867		B	C	D
Toronjil	3	0,6184		B	C	D
Escancel	3	0,6169		B	C	D
Hoja de naranja	3	0,5892		B	C	D
Shullo	3	0,4730			C	D E
Hierba buena	3	0,4584			C	D E
Pena pena	3	0,4584			C	D E
Albahaca	3	0,4469			C	D E
Manzanilla	3	0,4297			C	D E
Clavel	3	0,4238			C	D E
Malva esencia	3	0,4108			C	D E
Hierba luisa	3	0,4074			C	D E
Ataco	3	0,4029			C	D E
Malva olorosa	3	0,3945			C	D E
Congona	3	0,3942			C	D E
Culantrillo	3	0,3918			C	D E
Llantén	3	0,3454				D E
Cucharillo	3	0,3358				D E
Pimpinela	3	0,3292				D E
Cola de caballo	3	0,2893				D E
Sureñita	3	0,0085				E
Caserita	3	0,0084				E
Mercado (tongo)	3	0,0008				F

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

3 Contenido de Zn en Infusiones (Caserita, Sureñita, Mercado (tongo))

ANOVA unidireccional: Zn Cf (mg/100g) vs. Infusiones

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor f	Valor p
Infusiones	2	0,0025904	0,0012952	0,000	0,000
Error	6	0,0000000	0,0000000		
Total	8	0,0025904			

S	R-cuad.	R-cuad.(ajustado)
0	99,99%	100%

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza del 95%

Hierba	N	Media	Agrupación
Sureñita	3	0,0412050	A
Caserita	3	0,0353758	B
Mercado (tongo)	3	0,0026571	C

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

4 Contenido de Cu en Infusiones (Caserita, Sureñita, Mercado (tongo))

ANOVA unidireccional: Cu Cf(mg/100g) vs. Infusiones

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor f	Valor p
Infusiones	2	0,0001167	0,0000583	0,000	0,000
Error	6	0,0000000	0,0000000		
Total	8	0,0001167			

S	R-cuad.	R-cuad.(ajustado)
0	99,99%	100%

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza del 95%





Hierba	N	Media	Agrupación
Sureñita	3	0,00851397	A
Caserita	3	0,00843150	B
Mercado (tongo)	3	0,00083484	C

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.




Apéndice 3

Certificado de los estándares

Certificado de estándar Zinc

 													
<h1>Certificate</h1>													
													
<p>This certificate is designed in accordance with ISO Guide 31^[1].</p>													
Object of certification:	Zinc standard for ICP												
Product No.:	18562 Lot: BCBK8605V												
Composition:	Zinc metal (high purity quality) in 2% HNO ₃ (prepared with HNO ₃ suitable for trace analysis and high-purity water, 18.2 MΩ·cm, 0.22 μm filtered).												
Density at 20 °C:	$\rho = 1011.2 \text{ kg m}^{-3}$ $\rho_c(\rho) = 0.5 \text{ kg m}^{-3}$												
Intended use:	Calibration of ICP, AAS, spectrophotometry or any other analytical technique.												
Storing and handling:	This reference material shall be stored in the original closed bag between 5 °C and 30 °C. Before every use of the material the bottle must be shaken well and its temperature has to be 20 °C. If storage of a partially used bottle is necessary, the cap should be tightly sealed and the bottle should be stored at reduced temperature (e.g. refrigerator) to minimize transpiration rate. We highly recommend using this reference material no longer than 15 months after the aluminum bag was opened.												
Expiry date:	APR 2017 (unopened bottle in aluminized bag)												
Bottle opening date:	-----												
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td colspan="4" style="text-align: center;">Certified value traceable to SI unit kg and uncertainty according to ISO Guide 35^[2] and Eurachem/CITAC Guide^[3]</td> </tr> <tr> <td style="width: 30%;">Constituent</td> <td colspan="3" style="text-align: center;">Certified value at 20 °C^[4] and expanded uncertainty [$U = k u_c$; $k = 2$]</td> </tr> <tr> <td>Zinc</td> <td style="text-align: center;">989 ±</td> <td style="text-align: center;">2 mg kg⁻¹</td> <td style="text-align: center;">1000 ± 2 mg L⁻¹</td> </tr> </table>		Certified value traceable to SI unit kg and uncertainty according to ISO Guide 35 ^[2] and Eurachem/CITAC Guide ^[3]				Constituent	Certified value at 20 °C ^[4] and expanded uncertainty [$U = k u_c$; $k = 2$]			Zinc	989 ±	2 mg kg⁻¹	1000 ± 2 mg L⁻¹
Certified value traceable to SI unit kg and uncertainty according to ISO Guide 35 ^[2] and Eurachem/CITAC Guide ^[3]													
Constituent	Certified value at 20 °C ^[4] and expanded uncertainty [$U = k u_c$; $k = 2$]												
Zinc	989 ±	2 mg kg⁻¹	1000 ± 2 mg L⁻¹										
<h3>1. CONCEPT OF CERTIFICATION AND TRACEABILITY STATEMENT</h3> <p>To guarantee top reliability of the values for this TraceCERT[®] certified reference material three independent procedures were followed. The values have to agree in the range of their uncertainties, but the impurity corrected value from the gravimetric preparation has been chosen as certified value^[5]:</p> <ol style="list-style-type: none"> Gravimetric preparation using pure materials is a practical realization of concentration units, through conversion of masses and mole fraction to mass fraction^[5]. If the purity of the materials is demonstrated and if contamination and loss of material is strictly prevented this approach allows highest accuracy and small uncertainties. The certified value of TraceCERT[®] reference materials is based on this approach and directly traceable to the SI unit kilogram. <p>Therefore comprehensively characterized materials of highest purity are used (see paragraph 2). All balances are certified by DKD and calibrated with OIML Class E2 (up to 12 kg) and F2 (up to 64 kg) weights. The bulk solution was homogenized by overhead tumbling in a PVDF container for at least 6 hours. A peristaltic pump with perfluorinated polymer tubings was used for bottling. Detailed information about the long-term stability of the bottled solution is given in paragraph 5 of this certificate.</p> The starting material is measured against a certified reference material (i.e. NIST, BAM or EMPA) followed by gravimetric preparation using balances calibrated with SI-traceable weights. Consequently the value calculated by this unbroken chain of comparisons is traceable to the reference to which the starting material is compared. Whenever applicable the bottled TraceCERT[®] calibration solution is compared to a second reference (e.g. from NIST, BAM or EMPA) which is independent from the first reference. 													
<p>Certificate page 1 of 3 Sigma-Aldrich Production GmbH, Industriestrasse 25, 9471 Buchs/Switzerland, Tel +41-81-756-2511, Fax +41-81-756-5449, e-mail: fluka@sial.com </p>													

Certificado del estándar de cobre

												
<h1>Certificate</h1>												
												
<p>This certificate is designed in accordance with ISO Guide 31^[1].</p>												
Object of certification:	Copper standard for ICP											
Product No.:	68921											
Lot:	BCBS0410V											
Composition:	Copper metal (high-purity quality) in 2% HNO ₃ (prepared with HNO ₃ suitable for trace analysis and high-purity water, 18.2 MΩcm, 0.22 μm filtered).											
Density at 20°C:	ρ = 1011.2 kg m ⁻³ u _c (ρ) = 0.5 kg m ⁻³											
Intended use:	Calibration of ICP, AAS, spectrophotometry or any other analytical technique.											
Storing and handling:	This reference material shall be stored in the original closed bag between 5°C and 30°C. Before every use of the material the bottle must be shaken well and its temperature has to be 20°C. If storage of a partially used bottle is necessary, the cap should be tightly sealed and the bottle should be stored at reduced temperature (e.g. refrigerator) to minimize transpiration rate. We highly recommend using this reference material no longer than 15 months after the aluminum bag was opened.											
Expiry date:	APR 2020 (unopened bottle in aluminized bag)											
Certificate issue date:	30 MAY 2016											
Bottle opening date:	-----											
<table border="1"> <tr> <td colspan="3">Certified value traceable to SI unit kg and uncertainty according to ISO Guide 35^[2] and Eurachem/CITAC Guide^[3]</td> </tr> <tr> <td>Constituent</td> <td colspan="2">Certified value at 20°C and expanded uncertainty [U = k u_c; k = 2]</td> </tr> <tr> <td>Copper</td> <td>989 mg kg⁻¹ ± 2 mg kg⁻¹</td> <td>1'000 mg L⁻¹ ± 2 mg L⁻¹</td> </tr> </table>				Certified value traceable to SI unit kg and uncertainty according to ISO Guide 35 ^[2] and Eurachem/CITAC Guide ^[3]			Constituent	Certified value at 20°C and expanded uncertainty [U = k u _c ; k = 2]		Copper	989 mg kg⁻¹ ± 2 mg kg⁻¹	1'000 mg L⁻¹ ± 2 mg L⁻¹
Certified value traceable to SI unit kg and uncertainty according to ISO Guide 35 ^[2] and Eurachem/CITAC Guide ^[3]												
Constituent	Certified value at 20°C and expanded uncertainty [U = k u _c ; k = 2]											
Copper	989 mg kg⁻¹ ± 2 mg kg⁻¹	1'000 mg L⁻¹ ± 2 mg L⁻¹										
<h2>1. CONCEPT OF CERTIFICATION AND TRACEABILITY STATEMENT</h2> <p>To guarantee top reliability of the values for this <i>TraceCERT</i>[®] certified reference material three independent procedures were followed. The values have to agree in the range of their uncertainties, but the impurity corrected value from the gravimetric preparation has been chosen as certified value^[4].</p> <ol style="list-style-type: none"> Gravimetric preparation using pure materials is a practical realization of concentration units, through conversion of masses and mole fraction to mass fraction^[4]. If the purity of the materials is demonstrated and if contamination and loss of material is strictly prevented this approach allows highest accuracy and small uncertainties. The certified value of <i>TraceCERT</i>[®] reference materials is based on this approach and directly traceable to the SI unit kilogram. <p>Therefore comprehensively characterized materials of highest purity are used (see paragraph 2). All balances are certified by DKD and calibrated with OIML Class E2 (up to 12 kg) and F2 (up to 64 kg) weights. The bulk solution was homogenized by overhead tumbling in a PVDF container for at least 6 hours. A peristaltic pump with perfluorinated polymer tubings was used for bottling. Detailed information about the long-term stability of the bottled solution is given in paragraph 5 of this certificate.</p> The starting material is measured against a certified reference material (e.g. NIST or BAM) followed by gravimetric preparation using balances calibrated with SI-traceable weights. Consequently the value calculated by this unbroken chain of comparisons is traceable to the reference to which the starting material is compared. Whenever applicable the bottled <i>TraceCERT</i>[®] calibration solution is compared to a second reference which is independent from the first reference. 												
Certificate page 1 of 3		Sigma-Aldrich Production GmbH, Industriestrasse 25, 9471 Buchs/Switzerland, Tel +41-81-756-2511, Fax +41-81-756-5449										
		