



UNIVERSIDAD ESTATAL DE MILAGRO

VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO

MAESTRÍA EN QUÍMICA APLICADA

Tema:

**DETERMINACIÓN DE METALES PESADOS EN JENGIBRE
(*Zingiber officinale* Roscoe) POR ICP-OES EN LA CIUDAD DE
GUAYAQUIL**

AUTOR

Juliana Rina Vargas Quezada

TUTOR

Director TFM: Carmen Sagrario Hernández Domínguez

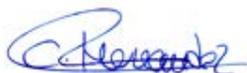
Milagro, marzo de 2022

Ecuador

ACEPTACIÓN DE TUTORÍA

Por la presente hago constar que he analizado el proyecto de grado presentado por la Srta. Juliana Rina Vargas Quezada, para optar al título de Magister en Química Aplicada y que acepto tutorar a la estudiante, durante la etapa del desarrollo del trabajo hasta su presentación, evaluación y sustentación.

Milagro, a los cuatro días del mes de octubre del 2021.



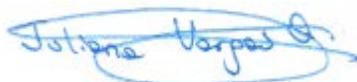
Carmen Sagrario Hernández Domínguez

C.I. 0958178337

DECLARACIÓN DE AUTORÍA DE LA INVESTIGACIÓN

El autor de esta investigación declara ante el Comité Académico del Programa de Maestría en Química Aplicada de la Universidad Estatal de Milagro, que el trabajo presentado es de mi propia autoría, no contiene material escrito por otra persona, salvo el que está referenciado debidamente en el texto; parte del presente documento o en su totalidad no ha sido aceptado para el otorgamiento de cualquier otro Título de una institución nacional o extranjera.

Milagro, a los diecisiete días del mes de marzo de 2022



Juliana Rina Vargas Quezada

CI: 0920976933

CERTIFICACIÓN DE LA DEFENSA

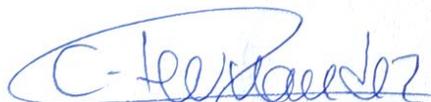
El TRIBUNAL CALIFICADOR previo a la obtención del título de **MAGISTER EN QUÍMICA APLICADA** otorga al presente trabajo de titulación las siguientes calificaciones:

MEMORIA CIENTÍFICA	60
DEFENSA ORAL	40
TOTAL	100
EQUIVALENTE	EXCELENTE



PRESIDENTE/A DEL TRIBUNAL

Delia Noriega Verdugo, MSc.



DIRECTORA/A TFM
Carmen Hernández D, PhD.



ANPA
Ana Paola Echavarría, PhD.

DEDICATORIA

El esfuerzo realizado dentro de este trabajo de investigación va principalmente dedicado a mis padres y mi hermana, por el apoyo a mi educación y por ser los que siempre estuvieron conmigo.

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, quiero agradecer a Dios por darme una familia tan especial y cariñosa, a mis padres y hermana que me apoyaron en la aventura de tomar nuevos rumbos para mi crecimiento profesional, los cuales son parte de mi eje central que me motivan a proponerme y forjarme nuevas metas, sin ellos no sería la persona que soy hoy.

Gracias por el amor recibido, confiar y creer en mí.

De igual manera quiero agradecer a mis compañeros de trabajo y a Grupo Químico Marcos que me permitieron crear una aportación más a lo académico.

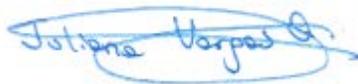
Agradezco especialmente a mi tutora Carmen Hernández, por brindarme la oportunidad de trabajar en un proyecto de interés y nuevo para mí. Gracias por tenerme paciencia, guiarme y acompañarme en el desarrollo de la tesis.

CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR

Doctor.
Fabricio Guevara Viejó, PhD.
Rector de la Universidad Estatal de Milagro
Presente.

Mediante el presente documento, libre y voluntariamente procedo a hacer entrega de la Cesión de Derecho del Autor del Trabajo realizado como requisito previo para la obtención de mi Título de Cuarto Nivel, en la Maestría de Química Aplicada cuyo tema fue Determinación de metales pesados en jengibre (*Zingiber Officinale* Roscoe) por ICP-OES en la ciudad de Guayaquil y que corresponde a al Vicerrectorado de Investigación y Postgrado.

Milagro, 17 de marzo del 2022



— —
Juliana Rina Vargas Quezada

CI: 0920976933

ÍNDICE GENERAL

INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I.....	3
EL PROBLEMA.....	3
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	3
1.1.1. Problematización.....	3
1.1.2. Delimitación del problema	3
1.1.3. Formulación del problema.....	4
1.2. OBJETIVOS.....	4
1.2.1. Objetivo General.....	4
1.2.2. Objetivos Específicos	4
1.3. JUSTIFICACIÓN	5
CAPÍTULO II	7
MARCO TEÓRICO	7
2.1 JENGIBRE.....	7
2.1.1 Apariencia general	7
2.1.2 Propiedades organolépticas	8
2.1.3 Distribución geográfica	8
2.1.4 Cultivo	9
2.1.5 Determinación de pureza	10
2.2 METALES PESADOS	11
2.2.1 Cadmio	12
2.2.2 Mercurio.....	13
2.2.3 Arsénico.....	14
2.2.4 Plomo.....	15
2.2.5 Estaño	15
2.3 HORNO MICROONDAS	16
2.4 ESPECTROMETRO DE EMISION OPTICA DE PLASMA ACOPLADO INDUCTIVAMENTE ICP-OES.....	19
2.4.1 Antorcha	20
2.4.2 Nebulizadores.....	23
2.4.3 Detectores	26
CAPÍTULO III.....	30

MATERIALES Y MÉTODOS	30
3.1 AREA DE ESTUDIO	31
3.2 PROTOCOLO TOMA DE MUESTRA	32
3.3 MATERIALES	32
3.4 HORNO MICROONDAS	33
3.5 TUBOS DE DIGESTIÓN	33
3.6 ESPECTROMETRO DE EMISION OPTICA DE PLASMA ACOPLADO INDUCTIVAMENTE (ICP-OES)	33
3.7 AGUA ULTRAPURA o TIPO I	34
3.8 DIGESTION DE MUESTRAS	34
3.8.1 Muestras de jengibre	34
3.8.2 Muestras de suelo	35
CAPÍTULO IV	39
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	39
4.1 Resultados de los metales en muestras de jengibre	39
4.2 Resultados de los metales en muestras de suelos	42
4.3 Comparación de los niveles de metal en el jengibre con respecto al suelo	43
4.4 Comparación de los niveles de metal en el jengibre de este estudio con valores de la literatura	44
4.5 Análisis de varianza ANOVA	45
CAPITULO V	47
5.1. CONCLUSIONES	47
5.2. RECOMENDACIONES	49
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	50
ANEXOS	52

INDICE DE CUADROS

Cuadro 1	35
Propiedades método de digestión de jengibre en MARS 6	
Cuadro 2	36
Propiedades método de digestión de suelo en MARS 6	
Cuadro 3	38
Concentraciones de estándares de curva de calibración	
Cuadro 4	39
Resultados de análisis de rizoma jengibre	
Cuadro 5	42
Resultados de análisis de suelos	
Cuadro 6	44
Comparación de concentraciones de metales pesados con valores de la literatura	
Cuadro 7	46
Análisis de varianza ANOVA con nivel de confianza del 95%	

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Cultivo de jengibre en la provincia de Los Ríos	10
Figura 2 Estructuras de zingibereno y gingerol presentes en el jengibre	11
Figura 3 Horno microondas	17
Figura 4 Representación gráfica de la emisión atómica	20
Figura 5 Diagrama esquemático de antorcha	21
Figura 6 Diagrama esquemático de tres tipos de nebulizadores neumáticos: (a) Nebulizador concéntrico; (b) nebulizador de flujo cruzado; (c) Nebulizador Babington	25
Figura 7 Diagrama de la rejilla plana. N es la normal a la superficie de la rejilla, α el ángulo de incidencia medido con respecto a N , β el ángulo de difracción medido respecto a N , y d la anchura de una sola ranura	27
Figura 8 Vistas transversal y frontal de un tubo fotomultiplicador (PMT)	29
Figura 9 Diagrama transversal de dos píxeles adyacentes en un detector CCD	29
Figura 10 Ubicación geográfica de finca de sembrío de jengibre	31

RESUMEN

El *Zingiber officinale* Roscoe es un rizoma utilizado como especia y en medicina tradicional para la tos, antiemético, dispepsia entre otros. El objetivo del presente estudio es determinar metales pesados en jengibre expendido en seis mercados y supermercados de la ciudad de Guayaquil por ICP-OES.

Pesar 0,5 g de jengibre, agregar 4 ml de HNO₃ Y 2 ml de H₂O₂, pesar 0,4 g de suelo añadir 9 ml de HNO₃ y 3 ml de HCl, ambas matrices son digeridas en horno microondas. Llevar a 25 ml de volumen final después de filtrarlas y analizar después de haber trazado la curva de calibración de los metales Sn, As, Hg, Pb y Cd, con coeficiente de determinación >0,99.

El límite máximo permisible de plomo y cadmio es 0.1 mg/kg, los resultados obtenidos en el estudio para Cd son inferiores al límite por lo tanto cumplen con la norma NTE INEN 2806, mientras que los valores de Pb no pueden ser evaluados debido a que el límite de detección es <0.1180 mg/kg. Las concentraciones obtenidas de Sn, As y Hg en la muestra de suelo cumplen con la Tabla 1 Criterios de calidad de suelo de Ministerio de Ambiente caso contrario para el Cd que presenta valores superiores.

Es estudio demuestra que las concentraciones de metales pesados en el jengibre son inferiores a los establecidos por la norma por lo tanto su consumo diario no es perjudicial para la salud.

Palabras claves: ICP-OES, jengibre, *Zingiber officinale*, INEN

ABSTRACT

Zingiber officinale Roscoe is a rhizome used as a spice and in traditional medicine for cough, antiemetic, dyspepsia, among others. The objective of this study is to determine heavy metals in ginger sold in six markets and supermarkets in the city of Guayaquil by ICP-OES.

Weigh 0.5 g of ginger, add 4 ml of HNO₃ and 2 ml of H₂O₂, weigh 0.4 g of soil, add 9 ml of HNO₃ and 3 ml of HCl, both matrices were digesting in a microwave oven. Bring to 25 ml final volume after filtering and analyze after having drawn the calibration curve for metals Sn, As, Hg, Pb and Cd, with coefficient of determination >0.99.

The maximum permissible limit for lead and cadmium is 0.1 mg/kg, the results obtained in the study for Cd are lower than the limit and therefore comply with NTE INEN 2806, while Pb values cannot be evaluated because the detection limit is <0.1180 mg/kg. The concentrations obtained for Sn, As and Hg in the soil sample comply with Table 1 Soil Quality Criteria of the Ministry of the Environment; the opposite is true for Cd, which has higher values.

This study shows that the concentrations of heavy metals in ginger are lower than those established by the standard, therefore its daily consumption is not harmful to health.

Key words: ICP-OES, ginger, *Zingiber officinale*, INEN.

INTRODUCCIÓN

El rizoma de *Zingiber officinale* Roscoe es una de las especies más utilizadas de la familia Zingiberaceae, es de origen oriental y los mayores productores a nivel mundial se centran en los países asiáticos. Es utilizado como condimento común para diversos alimentos y bebidas, así como también en la medicina tradicional en el tratamiento de la dispepsia, cólicos, antiemético entre otros. Una de las ventajas de este cultivo es que demanda poco cuidado y se da en las condiciones naturales propias de las regiones tropicales. Razón por la cual encontramos cultivos de jengibre en provincias como Santo Domingo de los Tsáchilas, Esmeraldas, Morona Santiago, Napo, Guayas, Los Ríos y Pichincha.

Uno de los problemas más importantes de la sociedad actual es la contaminación ambiental, entre los cuales está la contaminación por metales pesados de hortalizas y frutas. Esta contaminación, proviene, en otros causales, del uso para riego de aguas contaminadas, suelos contaminados o que tienen altas concentraciones elevadas de metales pesados como composición natural, fertilizantes y pesticidas.

Por su elevada toxicidad y dependiendo del tipo de metal o metaloide, se producen afecciones que van desde daños en órganos vitales hasta desarrollos cancerígenos, esto el impacto que causa en la salud la exposición prolongada o bio-acumulación de metales pesados (Reyes et al., 2016)

En la actualidad los centros de expendio sólo cumplen con los requisitos mínimos con respecto las disposiciones relativas a la calidad. El jengibre al granel debe estar entero, sano, limpio, prácticamente exento de daños y no se ha considerado evaluar más allá de las especificaciones comerciales e higiene algo tan importante como son los contaminantes entre los cuales están los metales pesados jengibre expendido en seis mercados y supermercados de la ciudad de Guayaquil por ICP-OES y el resultado de este estudio contribuirá, en última instancia, a garantizar la seguridad alimentaria de la sociedad.

Según FEDEXPORT las exportaciones no petroleras no mineras experimentaron un crecimiento interanual del 10% en los primeros nueve meses del 2021, entre estos productos se encuentra el jengibre, esta situación nos indica que es importante analizar este rizoma, para asegurar su inocuidad alimentaria.

En otros estudios se han analizado los metales esenciales y no esenciales en jengibre cultivados en Etiopía. La concentración de metales (pesos en base seca $\mu\text{g/g}$), respectivamente , donde: Ca (2000–2540, 1770–3580), Mg (2700–4090, 1460–2440), Fe (41.8–89.0, 21700–46900), Zn (38.5–55.2, 255–412), Cu (1.1–4.8, 3.80–33.9), Co (2.0–7.6, 48.5–159), Cr (6.0–10.8, 110–163), Mn (184–401, 1760–6470), Ni (5.6–8.4, 14.1–79.3) and Cd (0.38–0.97, 0.24–1.1) (Wagesho & Chandravanshi, 2015). También hay estudios de determinación de cuatro metales pesados (Zn, Cd, Pb y Cu) en tres plantas medicinales jengibre, Alovera y menta en la ciudad de Kota-India (Agrawal et al., 2011), y entre otro estudio se determinaron la concentración de cuatro metales (Ni, Zn, Cd and Pb) en dos variedades de jengibre en Etiopía (Kusse et al., 2019).

La diferencia de este estudio es que la técnica a utilizar para determinar los metales pesados es ICP-OES mientras que en los estudios antes mencionados usan espectrofotometría de absorción atómica y no en todos los casos utilizan digestor microondas, además de que no existen estudios similares en el país con la matriz jengibre y su evaluación con respecto a la norma NTE INEN 2806.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1.1. Problematización

El jengibre (fresco) es usado como antiemético, tratamiento de resfriado, antiinflamatorio, es adquirido al granel en los diferentes mercados y supermercados donde recibe un tratamiento de calidad respecto a lo visual como por ejemplo entero, sano, limpio, libre de plagas, entre otros (NTE INEN 2806 Norma para el jengibre (CODEX STAN 218-1999, MOD), 2013) y no un estudio de ciertos contaminantes que son perjudiciales para la salud. En el país hay estudios por contaminación de metales pesados a otras hortalizas y verduras que se consumen de manera fresca pero el jengibre no ha sido de interés, no siendo así en otros países donde su producción y exportación es mayor que nuestro país. Es por lo que es necesario comprobar si este rizoma contiene o no metales pesados y si estos cumplen con la norma técnica INEN 2806 que a su vez está basada en el CODEX STAN 218 del Codex Alimentarius.

1.1.2. Delimitación del problema

Se realizará una toma de muestras de jengibre (*Zingiber officinale* Roscoe) en seis mercados y supermercados, dos en el norte, dos en el centro y dos en el sur de la ciudad en los meses de octubre y noviembre de 2021.

1.1.3. Formulación del problema

El jengibre (*Zingiber officinale* Roscoe) expendido en los mercados y supermercados de la ciudad de Guayaquil proviene de diferentes provincias del país donde no se conoce la calidad de suelo donde es sembrado y debido a que los metales pesados son bioacumulables nace la necesidad de determinar si esta raíz la cual aumentó su producción y exportación en el año 2020 debido a la pandemia tiene estos contaminantes en su estructura, ya que los mismos son perjudiciales para la salud.

1.2. OBJETIVOS

1.2.1. Objetivo General

Determinar metales pesados en *Zingiber officinale* Roscoe (jengibre) expendido en seis mercados y supermercados de la ciudad de Guayaquil por ICP-OES.

1.2.2. Objetivos Específicos

1. Evaluar metales pesados en *Zingiber officinale* Roscoe (jengibre) mediante ICP-OES y su cumplimiento según NTE INEN 2806.
2. Comparar la concentración de metales pesados obtenida en el jengibre con respecto al suelo donde es cultivado para establecer la procedencia de la fuente de contaminación de jengibre.
3. Establecer la metodología de extracción y determinación de metales pesados en el jengibre

1.3. JUSTIFICACIÓN

El *Zingiber officinale* es un rizoma proveniente de la familia Zingiberaceae y es una de las especias más consumidas alrededor del mundo. Tiene un uso tradicional en el tratamiento de enfermedades como náuseas, vómito, constipación, indigestión (dispepsia), dolor, y síntomas producidos por el resfriado.(Nafiseh et al., 2013). Este producto es cultivado en las zonas subtropicales de nuestro país como Santo Domingo de los Tsáchilas, Esmeraldas, Morona Santiago, Napo, Guayas, Los Ríos y Pichincha (Alvarez Morales et al., 2020)

La contaminación del suelo por deposición atmosférica de metales tóxicos afecta a las propiedades del suelo y aumenta aún más los niveles de metales en las plantas a través de la absorción de las raíces, y finalmente estos metales son absorbidos por partes de las plantas y transfieren algunos a la cadena alimentaria. En consecuencia, una mayor concentración de metales pesados en el suelo puede dar lugar a mayores niveles de absorción por parte de las plantas (Wagesho & Chandravanshi, 2015). La contaminación del medio ambiente por metales pesados tóxicos se ha convertido en un tema de preocupación mundial debido a sus fuentes, su amplia distribución y sus múltiples efectos en el ecosistema. Los metales pesados están generalmente presentes en los suelos agrícolas en niveles bajos. Sin embargo, debido a su comportamiento acumulativo y a su toxicidad, tienen un efecto potencialmente peligroso no sólo para las plantas de cultivo sino también para la salud humana (Uwah et al. 2009).

Los elementos a niveles de trazas tienen ambos roles preventivos y curativos. Sin embargo, es de gran interés establecer las concentraciones de los metales pesados en plantas como el jengibre, debido que las concentraciones altas de estos son peligrosas y tóxicas.(Ajasa et al., 2004)

Por lo tanto, un estudio exhaustivo relacionado con la evaluación de los niveles de metales esenciales y tóxicos de las plantas y del suelo en el que han crecido es crucial con respecto a la salud humana y a la calidad de sus productos. Se han

realizado algunos estudios sobre los niveles de metales esenciales y no esenciales en algunas especias y plantas medicinales cultivadas en Etiopía (Kusse et al., 2019), (Wagesho & Chandravanshi, 2015). También se han realizado algunos estudios sobre la determinación del contenido de metales pesados de diferentes plantas medicinales en India (Agrawal et al., 2011) Sin embargo, el estudio de la literatura reveló que no hay ningún estudio realizado sobre la determinación de metales en el jengibre cultivado en Ecuador. Dado que el jengibre se utiliza como especia o medicina en el país además de ser un cultivo comercial, es de especial interés saber si tiene metales pesados. Por lo tanto, este estudio trata de la evaluación de los niveles de metales pesados en el jengibre expandido en los mercados y supermercados de la ciudad de Guayaquil y tiene como objetivo llenar el vacío, al menos parcialmente, en el área e iniciar otros para el estudio adicional sobre el jengibre y las plantas estrechamente relacionadas ampliamente utilizadas en todo el país. El resultado de este estudio contribuirá, en última instancia, a garantizar la seguridad alimentaria de la sociedad y a mejorar la economía del país mediante el aumento de la calidad y la cantidad de jengibre cultivado en Ecuador.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

En este capítulo se describe la apariencia general, propiedades organolépticas y distribución geográfica y cultivo del jengibre, así como también la definición de los metales pesados y sus efectos nocivos para la salud. Se dará una explicación del funcionamiento del microondas y del ICP-OES, técnicas analíticas que nos permiten determinar concentraciones a niveles trazas en diferentes matrices.

2.1 JENGIBRE

2.1.1 Apariencia general

El *Zingiber officinale* o jengibre se presenta en piezas horizontales, aplanadas lateralmente y ramificadas de forma irregular; 3 cm a 16 cm de largo, 3 cm a 4 cm de ancho, hasta 2 cm de grosor; a veces divididos longitudinalmente; de color amarillo pálido o marrón claro, estriado longitudinalmente, algo fibroso; las ramas conocidas como "dedos" surgen oblicuamente de los rizomas, son aplanadas, cortas, de unos 1cm a 3 cm de longitud. (WHO, 1999)

2.1.2 Propiedades organolépticas

Se entiende por propiedades organolépticas todas las características que tienen los alimentos y las cuales la diferencia de otros como son el olor, sabor, aroma y textura que pueden ser determinados por nuestros sentidos. Según la norma (NTE INEN-ISO 1003, 2014) el aroma y sabor del jengibre debe ser característico: ligeramente ácido, pungente, fresco y alimonado. El material no debe oler a humedad, ni tener un gusto rancio o amargo.

2.1.3 Distribución geográfica

La planta es probablemente nativa del sureste de Asia y es cultivada en regiones tropicales en los hemisferios oriental y occidental. Se cultiva comercialmente en África, China, India y Jamaica. Según el Ministerio de Agricultura y Ganadería de Costa Rica (Morales, 2007) el jengibre exige un clima tropical o subtropical a una altura, entre los 400 a 800 m. sobre el nivel del mar y una temperatura de 25°C a 30°C, ganando un tamaño entre 50 a 100 cm de alto. Motivo que justifica el cultivo tanto en la costa como en la sierra ecuatoriana.

Según el Ministerio de Cultura y Patrimonio (2016) las áreas específicas de producción en Ecuador son las siguientes:

- ✓ Manabí
- ✓ Cotopaxi
- ✓ Esmeraldas, específicamente en el cantón San Lorenzo, Quinindé y La Concordia.
- ✓ Santo Domingo de los Tsáchilas.
- ✓ Los Ríos, específicamente en Quevedo
- ✓ Guayas en el cantón El Triunfo.

- ✓ Pichincha, siendo uno de los cantones Quito

2.1.4 Cultivo

El cultivo de jengibre se lo realiza en diferentes etapas en las áreas que brindan el clima apropiado para su desarrollo:

1. Clasificación de la semilla: rizomas más gruesos y de 90 gramos para un mayor rendimiento.
2. En mesas de cultivos en un periodo de dos semanas se obtienen los brotes.
3. Desinfección de la semilla con cal u otro producto.
4. Eliminación de la hierba y arado para formar los surcos.
5. Sembrado de la semilla manteniendo un espacio de 25cm a 30cm y un metro de distancia entre los surcos. Se necesitan aproximadamente 2000 kg de jengibre por hectárea.
6. Control de la maleza en forma manual o fumigación, también se realiza la fertilización cada dos meses y rodear con un muro a la planta para un mejor desarrollo del tubérculo, cada dos o tres meses.
7. Cuando las lluvias son escasas, se realiza el riego unas dos veces por semana.
8. El jengibre estará listo en 8 a 10 meses
9. La cosecha se realiza extrayendo la plata de la raíz.



Figura 1: Cultivo de jengibre en la provincia de Los Ríos

Fuente: Autor

2.1.5 Determinación de pureza

Entre los ensayos para determinar la pureza en los rizomas de *Zingiber officinale* están los microbiológicos, materia orgánica ajena menor al 2,0%, cenizas menores a 6,0%, residuos de pesticidas menor a 0,05 mg/kg, metales pesados entre ellos el plomo no mayor de 10 mg/kg y niveles de cadmio no mayor a 0,3 mg/kg.

El rizoma contiene un 1-4% de aceite esencial y una oleorresina. La composición del aceite esencial varía en función del origen geográfico, pero el principal constituyente son hidrocarburos sesquiterpénicos (responsables del aroma) parecen permanecer constante. Las estructuras representativas del zingibereno, gingeroles y shogaoles se presentan a continuación:

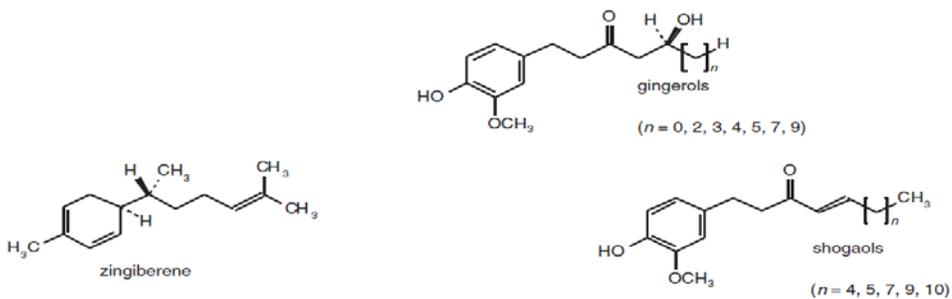


Figura 2: Estructuras de zingibereno y gingerol presentes en el jengibre

Fuente: Monografías de OMS de plantas medicinales seleccionadas Volumen 1(WHO, 1999)

2.2 METALES PESADOS

Los metales pesados son elementos naturales que se caracterizan por una masa atómica bastante elevada y una alta densidad. Aunque por lo general ocurren en concentraciones bastante bajas, se pueden encontrar en toda la corteza terrestre. Generalmente se utiliza una densidad de al menos 5 g/cm^3 para definir y distinguir los metales pesados de otros metales "ligeros".

Ciertos metales pesados se consideran o al menos se sospecha que son cancerígenos (cromo hexavalente, arsénico, cobalto, níquel, antimonio, vanadio, mercurio), mutagénicos (arsénico, vanadio), teratogénicos (arsénico), sensibilizantes (níquel) o alteradores endocrinos (plata), cobre, zinc, selenio). Otros (por ejemplo, el talio) provocan alteraciones neurológicas y de comportamiento, sobre todo en el caso de los niños, daños en el sistema nervioso central (mercurio, plomo, talio, manganeso y estaño), daños en la médula ósea y osteoporosis (cadmio); son hepatotóxicos y/o nefrotóxicos (cadmio, cadmio, mercurio, manganeso heptavalente manganeso); provocan alteraciones del ritmo cardíaco (talio); o afectan negativamente al sistema inmune (plomo) (Ivanova et al., 2016)

Los metales pesados están directamente relacionados con el riesgo de contaminación del suelo, la fitotoxicidad y los impactos negativos sobre los recursos naturales y la calidad ambiental. Además, son responsables de peligros en función de varios aspectos, como la toxicidad específica, la bioacumulación, la persistencia y la no biodegradabilidad de los metales (Martínez & González, 2017)

Las causas más sobresalientes de contaminación por metales pesados en la inhalación e ingesta de alimentos y sus efectos tóxicos dependen del tipo de metal, de la concentración y en algunos casos de la edad de la población expuesta. También en algunos estudios que evalúan la contaminación de metales pesados en alimentos, carne y leche, se encontró que el cadmio, el mercurio, el plomo y el arsénico, son cuatro de los elementos que por su impacto en la salud y concentración deben ser cuidadosamente evaluados y monitoreados.(Reyes et al., 2016)

La creciente acidez de las aguas superficiales, incluidos los lagos, causada por las precipitaciones ácidas y el cambio de las prácticas forestales y agrícolas, puede aumentar la movilidad de los compuestos metálicos incrementando los efectos adversos en el medio ambiente y en el hombre.(Nordberg et al., 2015)

2.2.1 Cadmio

La Agencia para sustancias tóxicas y el registro de enfermedades (ATSDR, 2008) indica que el cadmio puro es un metal blando de color plateado, que se encuentra en la corteza terrestre, asociado con minerales de zinc, plomo y cobre.

La mayor parte del cadmio en los Estados Unidos se extrae como producto secundario durante la producción de otros metales y también se recupera de baterías usadas.

El cadmio es liberado hacia el suelo, agua y aire durante la refinación de metales no ferrosos, la manufactura y aplicación de abonos de fosfato, la combustión de combustibles fósiles, y la disposición e incineración de basura y puede acumularse en organismos acuáticos y en cosechas agrícolas.

La exposición al cadmio puede ser para las personas no fumadoras a través de la dieta e inhalación, la misma que puede causar daños graves en el estómago y pulmones si la exposición es alta y a concentraciones bajas en periodos prolongados daños renales.

2.2.2 Mercurio

El mercurio se obtiene de manera natural en el medio ambiente y existe en muchas formas. Estas formas se pueden dividir en tres tipos: mercurio metálico (también conocido como mercurio elemental), mercurio inorgánico y mercurio orgánico.

El mercurio metálico es un metal blanco plateado brillante que es líquido a temperatura ambiente. El mercurio metálico es la forma elemental o pura del mercurio (no combinado con otros elementos).

El mercurio metálico es un líquido metálico típico que se usa en termómetros y algunos interruptores eléctricos. A temperatura ambiente, pequeñas cantidades de mercurio metálico se evaporan en el aire y forman vapor de mercurio. El vapor de mercurio es incoloro e inodoro. Cuanto más alta es la temperatura, más vapor libera el mercurio metálico líquido.

Es difícil distinguir entre la cantidad de mercurio liberada del agua y el suelo previamente contaminados por actividades humanas y la nueva liberación natural. Los niveles de mercurio atmosférico son extremadamente bajos y no representan un riesgo para la salud. Sin embargo, la liberación sostenida de mercurio produce

niveles de mercurio que ahora son de tres a seis veces más altos de lo que se pensaba que estaba presente en la atmósfera en la época preindustrial.

Las personas pueden estar expuestas al mercurio al respirar aire contaminado, al comer agua o alimentos contaminados o al tener contacto con la piel con el mercurio. No todas las formas de mercurio ingresan fácilmente al cuerpo, incluso si está expuesto a ellas. (ATSDR, 2016)

2.2.3 Arsénico

El arsénico es un elemento ampliamente distribuido en la corteza terrestre que ha sido clasificado químicamente como un metaloide, con propiedades tanto de metal como de elemento no-metálico; sin embargo, se le refiere frecuentemente como un metal.

Como consecuencia de que el arsénico se encuentra formando compuestos que son solubles en agua, se lo puede encontrar en lagos, ríos o aguas subterráneas el cual se transferirá a los suelos o sedimentos. El medio de exposición es a través de los alimentos, el agua potable o del aire. (ATSDR, 2007b)

Según la OMS (2021) existe arsénico orgánico como inorgánico. Los compuestos de arsénico inorgánico son extremadamente tóxicos, en tanto que los compuestos de arsénico orgánico son menos perjudiciales para la salud.

2.2.4 Plomo

Según ATSDR (2007) el plomo es un metal pesado, que tiene una temperatura de fusión baja que se encuentra naturalmente en la corteza terrestre combinado con otros elementos. Este elemento no se degrada y es liberado al aire desplazándose por largas distancias y adherirse al suelo donde puede filtrarse llegando a las aguas subterráneas. Indiferente del ingreso al cuerpo por inhalación o por ingesta sus efectos son los mismos. La intoxicación por plomo afecta: el sistema nervioso de niños y adultos disminuyendo la capacidad de aprendizaje. Puede causar anemia, aumento de la presión arterial, graves daños en el cerebro y riñones o la muerte.

Es posible encontrar plomo de manera natural en el suelo, en áreas cultivadas y regiones cercanas. Los terrenos que se utilizan para pastoreo y cultivos deben tener especial cuidado con las concentraciones de plomo presentes, ya que éste podría ingresar en el organismo de plantas y animales de uso alimentario, lo cual dicho metal conduce a su acumulación y distribución en diferentes ecosistemas (Rodríguez Rey et al., 2016)

2.2.5 Estaño

Según ATSDR (2005) el estaño es un metal blando, blanco-plateado, que no se disuelve en agua, se utiliza para revestir latas de alimentos, bebidas y aerosoles y está presente en latón, bronce, peltre y en algunos materiales para soldar.

El estaño se encuentra en la corteza terrestre combinado con cloro, azufre u oxígeno, denominados compuestos inorgánicos y compuestos orgánicos cuando se combina con carbono. Los compuestos orgánicos de estaño se adhieren al suelo, el sedimento y a partículas en el agua los cuales pueden ser degradados por exposición a la luz solar y por bacterias a compuestos inorgánicos de estaño.

Debido a que el estaño está presente en el aire, agua, suelo y en vertederos, es posible su transferencia hacia los alimentos, la ingesta de grandes cantidades de compuestos inorgánicos de estaño puede producir dolores de estómago, anemia, y alteraciones del hígado y los riñones. Respirar o tragar ciertos compuestos orgánicos de estaño (por ejemplo, trimetilestaño y trietilestaño) puede interferir con el funcionamiento del sistema nervioso y el cerebro y en casos grave puede causar la muerte.

2.3 HORNO MICROONDAS

El microondas consta de un carrusel giratorio con varias bombas de digestión de muestras y un sistema de ventilación controlado. El sistema también puede monitorear y registrar la temperatura y la presión en el recipiente. Los recipientes de muestra son recipientes de presión relativamente alta, generalmente hechos de un polímero resistente a altas temperaturas, generalmente policarbonato para mayor resistencia o PTFE para resistencia química. Los sistemas diseñados para la digestión de ácidos fuertes requeridos para el análisis de metales generalmente incluyen un revestimiento separado que es más resistente al ataque químico y puede reemplazarse cuando la descomposición comienza a ocurrir bajo condiciones corrosivas de alta acidez y temperatura en la bomba de digestión. Cada bomba tiene una válvula de alivio que conduce al colector.



Figura 3: Horno microondas

Fuente: Tomada de <https://cem.com/en/mars-6>

Los vapores ácidos se expulsan a un tubo, que debe estar conectado a una trampa de lavado de ácidos. Las válvulas de alivio se ajustan para que la muestra se caliente bajo presión, lo que permite temperaturas más altas y una digestión más rápida de lo que es posible en un recipiente abierto.

Los sistemas modernos de digestión por microondas controlan tanto la presión como la temperatura y cuando alcanzan el punto establecido se corta la alimentación del horno. La potencia del horno, así como la presión y la temperatura pueden ajustarse. La digestión inicial se realiza lentamente a baja temperatura, y la temperatura se incrementa cuando se disuelve la mayor parte de la matriz fácilmente digerible. (Ahuja & Jespersen, 2006)

La digestión de una muestra en un recipiente cerrado en un horno de microondas tiene varias ventajas sobre los métodos de disolución en recipientes abiertos:

1. Los recipientes están fabricados con polímeros de alta temperatura, que son menos propensos a contener contaminantes metálicos que los vasos o crisoles de vidrio o cerámica.
2. El contenedor sellado elimina la posibilidad de contaminación por polvo en el aire.
3. Los contenedores sellados y presurizados reducen la evaporación, por lo que se requiere menos solución de digestión ácida, lo que reduce los espacios en blanco.
4. El contenedor sellado también elimina las pérdidas de especies metálicas más volátiles, que pueden ser un problema en los contenedores abiertos de la muestra, especialmente en el caso de la ceniza seca.
5. Los digestores de microondas permiten unas condiciones de digestión muy reproducibles.
6. Los sistemas automatizados reducen la necesidad de atención del operador.
7. Por último, el escape controlado contiene los humos ácidos, que pueden ser lavados en una solución neutralizadora. De lo contrario, estos humos tienden a corroer las campanas de escape y las instalaciones del laboratorio.

Existen en el mercado contenedores de microondas para la digestión de muestras que pueden utilizarse para la asimilación de muestras a temperaturas de hasta 300C o presiones hasta 800 psi, bajo presión y temperatura controladas. Bajo estas condiciones, incluso las muestras refractarias pueden ser digeridas con éxito en un tiempo razonable. Un método para la disolución de muestras de alúmina utiliza una mezcla de alto punto de ebullición de H_2SO_4 y H_3PO_4 y digiere la muestra a 280C, con la presión que alcanza sólo 40 psi. Muestras similares también pueden ser digeridas a 240°C con HCl, pero la presión alcanza hasta 660 psi.

Los hornos que no tienen la posibilidad de supervisar y controlar la temperatura de la muestra necesitan ser calibrados, de modo que se puedan utilizar diferentes

hornos con resultados similares. No es suficiente simplemente fijar la fracción de potencia y hacer una corrección para la diferencia de potencia de los hornos. La forma más fácil calibrar un horno de microondas es medir el aumento de temperatura de 1 L de agua a diferentes potencias y tiempos y compararlas entre los hornos. (Harvey, 2000)

2.4 ESPECTROMETRO DE EMISION OPTICA DE PLASMA ACOPLADO INDUCTIVAMENTE ICP-OES

La espectrometría de emisión óptica por plasma acoplado inductivamente (ICP OES) es una potente herramienta para la determinación de muchos elementos en una variedad de matrices. Con este método, las muestras líquidas se inyectan en un plasma de argón inducido por radiofrecuencia (RF) utilizando uno de una variedad de nebulizadores o técnicas de introducción de muestras. La muestra nebulizada llega al plasma se vaporiza y se energiza a través de la excitación colisionando a alta temperatura. La emisión atómica que emana del plasma se visualiza en una configuración radial o axial, se recoge con una lente o un espejo, y se visualiza en la rendija de entrada de un dispositivo de selección de longitudes de onda.

Las mediciones de un solo elemento pueden realizarse de forma rentable con una simple combinación de monocromador y tubo fotomultiplicador (PMT), y las determinaciones simultáneas de varios elementos de hasta 70 elementos con la combinación de un policromador y un detector de matriz. El rendimiento analítico de estos sistemas es competitivo con la mayoría de las demás técnicas de análisis inorgánico, especialmente con respecto al rendimiento de la muestra y la sensibilidad. (Hou et al., 2004)

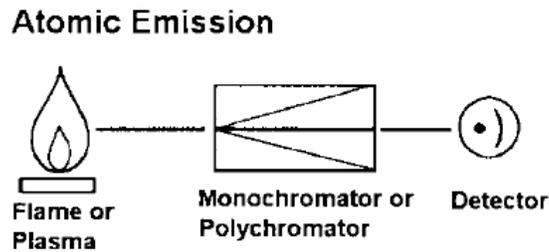


Figura 4: Representación gráfica de la emisión atómica

Fuente: Tomada de Concepts, instrumentation, and techniques in inductively Coupled plasma optical Emission Spectrometry

2.4.1 Antorcha

La antorcha en ICP suele ser un conjunto de tres tubos concéntricos de sílice fundida. Estos se denominan con frecuencia tubos de gas exterior, intermedio e internos. El diámetro del tubo exterior varía de 9 a 27 mm. Una bobina de cobre de dos o tres anillos, refrigerada por agua, denominada bobina de carga que rodea el extremo de la antorcha y está conectada a un generador de radiofrecuencia (RF). El flujo exterior de argón (gas de plasma, 10 l/min a 20l/min) sostiene el plasma a alta temperatura y lo posiciona con respecto a las paredes exteriores de la antorcha y a la bobina de inducción, impidiendo así la fusión de las paredes y facilitando la observación de las señales de emisión.

En estas condiciones, el plasma tiene una forma anular. El aerosol de la muestra transportado por el flujo interno de argón (gas de nebulización, 0,5 l/min a 1,5 l/min) entra en el canal central de la antorcha y ayuda a mantener la forma del plasma. El

flujo intermedio de argón (gas auxiliar, 0 l/min a 1,5 l/min) es opcional y puede servir para diluir el flujo de gas interno en presencia de disolventes orgánicos, o empujar el plasma ligeramente lejos del extremo del tubo central de la muestra, mejorando la transferencia de energía del plasma al aerosol de la muestra. El gas auxiliar

desempeña un papel importante cuando se procesan muestras con alto contenido de sólidos disueltos (TDS) y disolventes orgánicos. Evita la deposición de partículas de sal y carbono en la antorcha y los preópticos. (Charles B & Kenneth J, 2004)

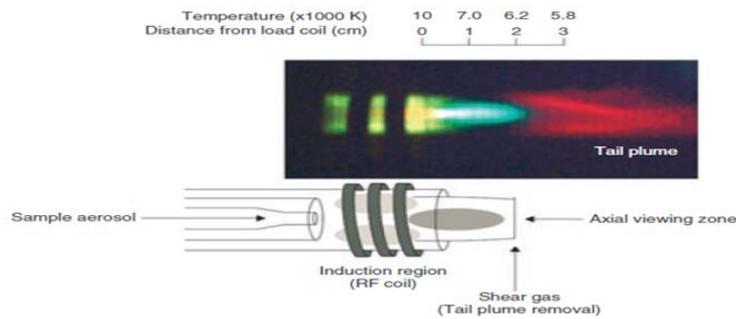


Figura 5: Diagrama esquemático de antorcha

Fuente: Tomada de Inductively Coupled Plasma Optical Emission Spectrometry

Se pueden emplear dos configuraciones para observar la emisión del ICP. Una se denomina visión radial o lateral del plasma y la otra se conoce como una visualización axial o de extremo a extremo del plasma (Figura 5).

Un tercer modo de visualización es la combinación de estos dos modos básicos y se conoce como vista dual. Todos ellos están comercialmente disponibles, y cada uno de ellos tiene ventajas y desventajas.

2.4.1.1 Vista radial

La vista radial es el modo de operación clásico para ICP-OES debido a que es operado en una orientación vertical, y la zona analítica se observa desde el lado del plasma, esto imita la orientación clásica de observación para la emisión atómica de una llama. La visualización radial limita el volumen de observación a la distancia a través del diámetro del plasma. Como esta trayectoria es limitada, la sensibilidad también lo es, al igual que los efectos de las posibles interferencias espectrales y de fondo. La orientación de la vista radial permite una mejor linealidad y determinaciones menos ruidosas que la orientación de la vista axial, lo que se traduce en una mayor precisión analítica y menos efecto matriz.

2.4.1.2 Vista axial

Con la vista axial, la señal de emisión se observa desde el extremo del plasma (normalmente en posición horizontal). La vista axial proporciona mejores límites de detección (LD) que la vista radial. Esto puede atribuirse a la mayor trayectoria de visión disponible en el eje del plasma. Por lo tanto, se puede lograr una mejor sensibilidad y una mejora de 5 a 10 veces en los LD. Las desventajas de la vista axial incluyen el aumento de interferencias espectrales y de interferencias inducidas por la matriz. Además, los efectos de auto absorción pueden ser bastante severos porque las observaciones se realizan a través de la pluma de cola del plasma, mucho más fría. Estos efectos pueden reducirse significativamente mediante el uso de un gas o una interfaz óptica de cono frío adecuada, que desplaza el penacho de cola de la trayectoria óptica, reduciendo así la auto absorción. Sin embargo, ambas

estrategias presentan desventajas asociadas al consumo adicional de gas o la capacidad reducida de manejar muestras con altas cantidades de sólidos disueltos. (Nölte J, 2021)

2.4.1.3 Vista Dual

Este sistema de vista dual permite al usuario optimizar la configuración adecuada para el tipo de muestra sin el gasto de dos sistemas ICP OES separados.

Los instrumentos de vista dual suelen estar contruidos para ser optimizados axial o radialmente, por lo general los instrumentos con vista dual requieren al menos dos lecturas secuenciales de la muestra para cubrir las vistas axial y radial del plasma.

2.4.2 Nebulizadores

Un sistema de introducción se utiliza para transportar una muestra al canal central del ICP como gas, vapor, aerosol de gotas finas, o partículas sólidas Los requisitos generales para un sistema de introducción ideal son: compatibilidad con muestras en todas las fases (sólido, líquido o gas), tolerancia a matrices complejas, capacidad para analizar cantidades muy pequeñas (<1 ml o <50 mg), excelente estabilidad y reproducibilidad, alta movilidad , alta eficiencia, simplicidad y bajo costo. Se ha desarrollado una amplia variedad de métodos de introducción de muestras como: nebulizadores, generación de hidruros (HG), vaporización electrotérmica (ETV), la ablación por láser (LA) y la inserción directa de la muestra (DSI). También es posible el análisis de micro muestras líquidas, a caudales <0,1 ml/min.(Hou et al., 2004)

Los nebulizadores se clasifican en:

Nebulizadores Ultrasónicos (USN): La formación de aerosol es independiente del flujo de gas.

Nebulizadores Neumáticos (NP): utilizan flujos de gas a alta velocidad para crear un aerosol.

Sólo las gotas muy finas (de unos $8\mu\text{m}$ de diámetro) en el aerosol son adecuadas para la inyección en el plasma. Una cámara de aerosol se coloca entre el nebulizador y la antorcha ICP para eliminar las gotas grandes del aerosol y para amortiguar las pulsaciones que puedan producirse durante la nebulización.

A veces se adoptan cámaras de nebulización estabilizadas térmicamente para disminuir la cantidad de líquido introducido en el plasma, proporcionando así estabilidad, se trata de disolventes orgánicos. Debido a esta estricta selección del tamaño de las gotas, la nebulización neumática se convierte un proceso muy ineficiente. Sólo una fracción muy pequeña (menos del 5%) de la solución de la muestra aspirada llega realmente al plasma, y la mayor parte del líquido se pierde por el desagüe de la cámara de pulverización. A pesar de sus inconvenientes, la PN sigue siendo popular debido a su comodidad, estabilidad razonable y su facilidad de uso. La eficiencia sólo puede ser una preocupación cuando los volúmenes de muestra son limitados o las mediciones deben realizarse mediciones en el límite de detección o cerca de él. (Harvey, 2000)

En la ICP-OES se emplean habitualmente tres tipos de nebulizadores neumáticos: el nebulizador concéntrico, el nebulizador de flujo cruzado y el nebulizador Babington (Figura 6).

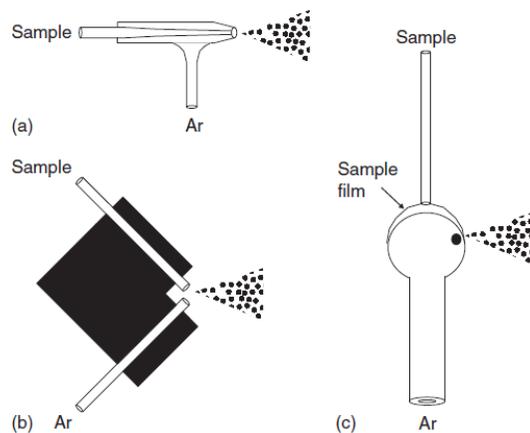


Figura 6: Diagrama esquemático de tres tipos de nebulizadores neumáticos: (a) Nebulizador concéntrico; (b) nebulizador de flujo cruzado; (c) Nebulizador Babington

Fuente: Tomada de Inductively Coupled Plasma Optical Emission Spectrometry

2.4.2.1 Nebulizador concéntrico

El nebulizador concéntrico está diseñado con sílice fundida. La muestra se bombea en el extremo posterior del nebulizador mediante una bomba peristáltica. Las tasas de absorción de líquido pueden ser de 4ml/min, pero son más comunes los flujos más bajos. La muestra fluye a través del capilar interior del nebulizador. Este capilar es cónico para que el tubo flexible de la bomba flexible de la bomba en la entrada (4 mm de diámetro exterior). La salida tiene un orificio estrecho de aproximadamente 100 μ m o menos de diámetro interior. El gas Ar (0,5 l/min a 1,5 l/min) se suministra en ángulo recto en el tubo exterior del nebulizador. Este tubo también es cónico de modo que el diámetro interno de salida se aproxime al diámetro externo para el capilar de la muestra. Cuando el gas Ar pasa a través de este orificio estrecho, su velocidad aumenta considerablemente (efecto Venturi), lo que provoca el cizallamiento de la corriente de muestra en gotas diminutas (Figura 6a). Los nebulizadores concéntricos tienen las ventajas de una excelente sensibilidad y estabilidad, pero los pequeños y frágiles orificios de sílice fundida son propensos a obstruirse, especialmente cuando se aspiran muestras con alto contenido en sal. (Hou et al., 2004)

2.4.2.2 Nebulizador de flujo cruzado

Un segundo tipo de nebulizador neumático es el nebulizador de flujo cruzado, está diseñado para reducir el problema de la obstrucción. A diferencia de los nebulizadores concéntricos, los nebulizadores de flujo cruzado utilizan una corriente de alta velocidad de argón perpendicular a la punta del del capilar de la muestra. De

nuevo, la solución de la muestra se rompe en un aerosol, como se muestra en la figura 6(b). Los inconvenientes del nebulizador de flujo cruzado incluyen una menor sensibilidad y la posible desalineación de los capilares.

2.4.2.3 Nebulizador Babington

El tercer tipo NP utilizado para ICP-OES es el nebulizador Babington que permite que una película de la muestra fluya sobre una superficie lisa que contiene un pequeño orificio (Figura 6c). El gas argón de alta velocidad que emana del orificio corta la lámina de líquido en pequeñas gotas. En algunos casos, el líquido puede ser guiado sobre el orificio de argón colocando tanto el orificio como el puerto de la base de una ranura en forma de V (Vgroove nebulizador). La característica esencial del nebulizador Babington es que la muestra fluye libremente por una pequeña abertura, en lugar de pasar por un fino capilar, lo que da lugar a una gran tolerancia a los sólidos disueltos. De hecho, incluso los lixiviados pueden nebulizarse con un nebulizador Babington. Este tipo de nebulizador es el menos susceptible de obstruirse y puede nebulizar líquidos muy viscosos.

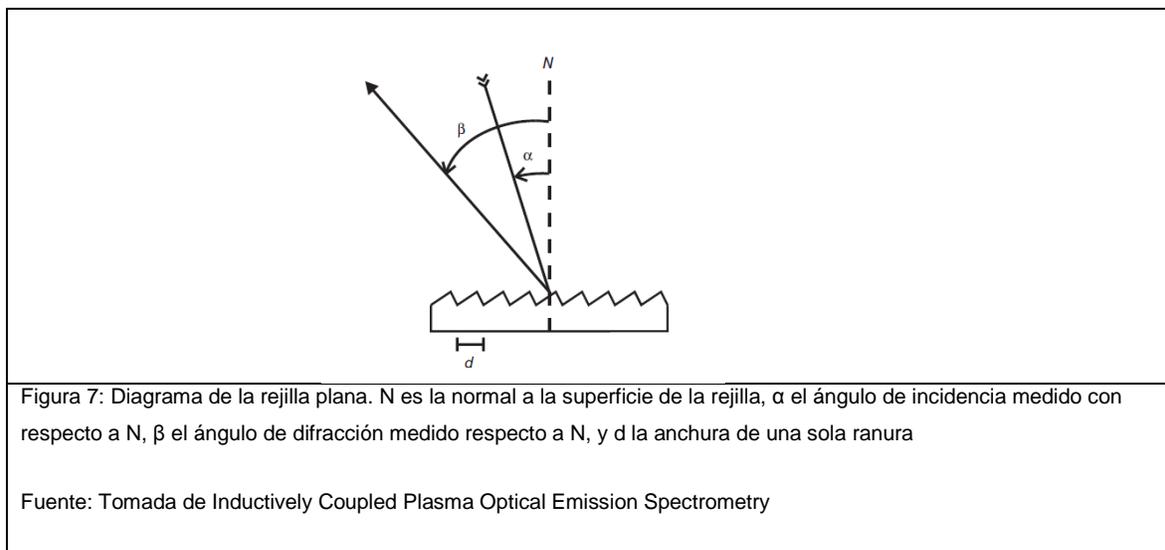
2.4.3 Detectores

2.4.3.1 Rejillas

El ICP-OES se caracteriza por una gran riqueza de espectros. Para ejemplo, los 70 elementos más comúnmente determinados más comúnmente determinados por el método dan lugar a un total de al menos 70.000 líneas de emisión en la longitud de onda de 200 a 600 nm. Una consecuencia de esta alta densidad de información

espectral es la necesidad de un alto poder de resolución. Los sistemas dispersivos de baja resolución que se emplean habitualmente en los espectrómetros de absorción atómica no son suficientes. Las interferencias espectrales se producen en este caso incluso si sólo un pequeño número de elementos concomitantes en concentraciones moderadas en la muestra.

Una resolución mucho mayor es deseable en la ICP OES, con un paso de banda espectral ($\Delta\lambda_s$) de 0,01nm o inferior, si es posible. Tradicionalmente, este grado de resolución se ha conseguido utilizando monocromadores de rejilla plana monocromadores de rejilla plana con grandes longitudes focales ($f=0,5m$ o más).



La figura 7 muestra una rejilla plana. La normal a la superficie de la rejilla (N) se muestra como una línea discontinua. Un rayo de luz que incide en la rejilla se aproxima con un ángulo α medido con respecto a N. El rayo difractado sale a la superficie de la rejilla con un ángulo β . Los rayos paralelos que chocan con la rejilla en diferentes facetas adyacentes de la ranura recorren una distancia diferente antes de alcanzar una posición común más allá de la rejilla. Si la diferencia de distancia recorrida es un múltiplo de la longitud de onda de la luz (λ) que incide sobre la superficie de la rejilla, los rayos sufren una interferencia constructiva. En caso contrario, se produce una interferencia destructiva. (Ahuja & Jespersen, 2006)

2.4.3.2 Tubo fotomultiplicador

El tubo fotomultiplicador (PMT) consiste en dos electrodos sellados en una envoltura de sílice fundida. El cátodo tiene una superficie relativamente grande, suele tener la forma de un "medio cilindro" vertical, hueco, y está hecho de un material foto emisivo como óxido de metal alcalino. El ánodo es simplemente un cable o rejilla de electrones. Sin embargo, a diferencia del fototubo el PMT tiene hasta 14 dinodos de emisión secundaria colocados entre el cátodo y el ánodo. Normalmente, el ánodo está fijado al potencial de tierra y los dinodos están a potenciales que son sucesivamente más negativos, en unos 100 V/dinodos. El potencial del cátodo suele ser de -1000V.

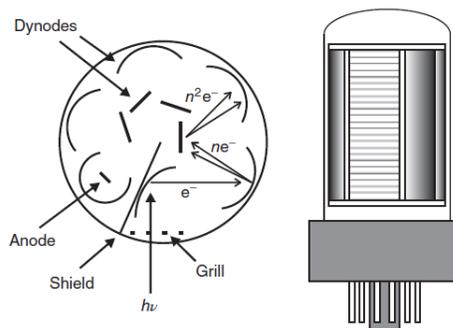


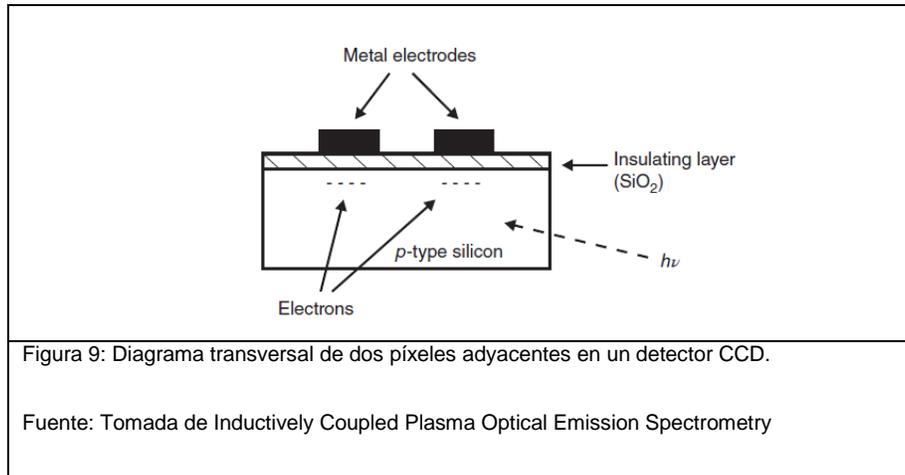
Figura 8: Vistas transversal y frontal de un tubo fotomultiplicador (PMT)

Fuente: Tomada de Inductively Coupled Plasma Optical Emission Spectrometry

2.4.3.3 Detectores de matriz

Los dispositivos de transferencia de carga (CTD) incluyen una amplia gama de detectores de matriz de estado sólido basados en el silicio. Incluyen el dispositivo de inyección de carga (CID) y el dispositivo de carga (CCD). El CCD se ha utilizado ampliamente en dispositivos no espectroscópicos, como cámaras de vídeo,

escáneres de códigos de barras y fotocopiadoras. Con los CCD, los fotones que caen sobre un sustrato de silicio producen pares electrón-hueco. Los agujeros de electrones positivos migran libremente a través del de silicio de tipo p, mientras que los electrones son recogidos y almacenados temporalmente por un conjunto de semiconductores de óxido metálico (MOS). (Harvey, 2000)



CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

Los análisis de metales basados en su especiación dentro de una muestra ambiental o biológica, o en su distribución entre los distintos componentes de una muestra, se ha demostrado que proporciona información valiosa que nos ayuda a comprender el metabolismo del metal y de los riesgos potenciales para la salud asociados a la exposición. En el primer caso, a menudo se requiere la separación de las especies metálicas para la cuantificación de las especies individuales. La separación de las especies suele realizarse mediante una de las siguientes técnicas conocidas: cromatografía líquida (CL), cromatografía de gases (CG), electroforesis capilar (EC) y electroforesis en gel (GE). La elección vendrá determinada por las propiedades químicas de las especies, los conocimientos y la infraestructura disponibles en el laboratorio, y, por último, pero no menos importante, por los recursos disponibles. En el caso de este último (es decir, la partición de los metales dentro de una muestra), las metodologías actuales, como: espectrometría de plasma de acoplamiento inductivo (ICP-OES), espectrometría de masas con plasma de acoplamiento inductivo por ablación láser (ICP-MS), espectrometría de emisión de rayos X inducida por partículas (PIXE) y espectrometría de absorción de rayos X (XAFS) permiten el análisis de metales y/o especies metálicas en muestras in situ.

3.1 AREA DE ESTUDIO

Las muestras de jengibre se tomaron de seis mercados y supermercados distribuidos por el norte, centro y sur de la ciudad de Guayaquil, además se obtuvieron muestras de jengibre y suelo de un productor finca lote 7, sector las cañitas en cantón Palenque situado en la provincia de Los Ríos. (figura 10)

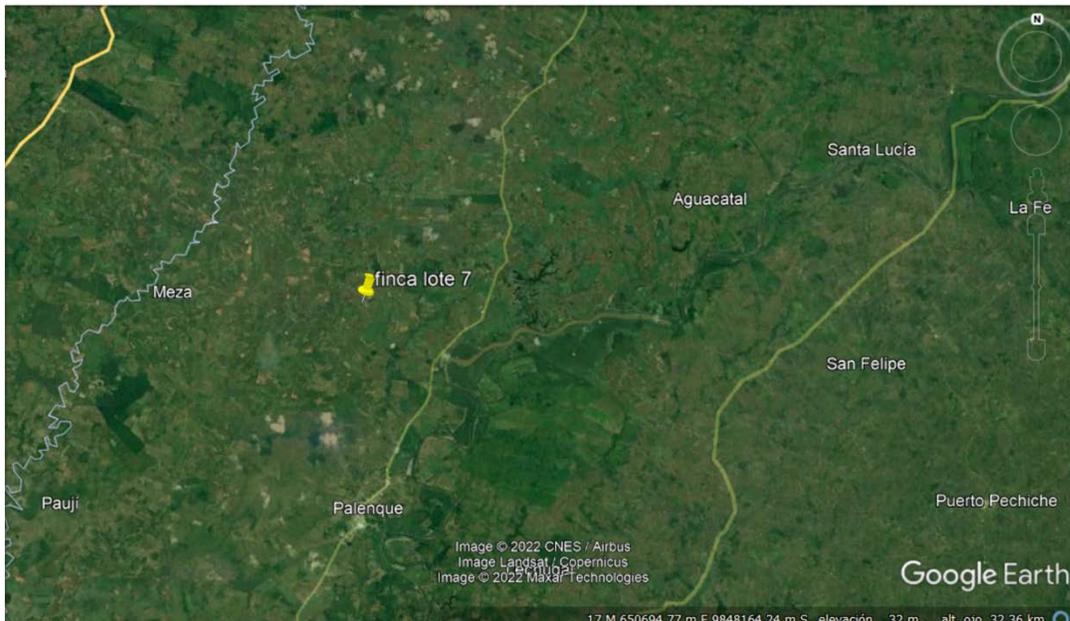


Figura 10: Ubicación geográfica de finca de sembrío de jengibre

Fuente: Tomada de Google earth

3.2 PROTOCOLO TOMA DE MUESTRA

Según INEN (1994) En el caso del jengibre se tomó 1 kg de rizoma en cada centro de expendio y en la zona productora una muestra compuesta de diferentes puntos de sembrío. Según Acuerdo Ministerial 097-A,2015 para toma de muestras de suelos agrícolas se procede a tomar una muestra compuesta por cada 100 hectáreas, formada por 15 a 20 submuestras georreferenciadas, cada una con un peso no inferior a 0,5 kg tomadas a una profundidad entre 0 a 30 cm. Las submuestras serán mezcladas y homogenizadas para obtener una muestra compuesta representativa del suelo, de la cual se obtuvo un peso de entre 0,5 y 1,0kg, que servirá para realizar los análisis requeridos

3.3 MATERIALES

Todos los reactivos utilizados proceden de marcas comerciales: ácido nítrico (HNO_3) FISHER, 68%; ácido clorhídrico (HCl) FISHER,37%; peróxido de hidrógeno (H_2O_2) FISHER, 30%; estándares ICP o AA mínimo la concentración es de 1000 $\mu\text{g}/\text{ml}$ (As, Cd, Sn, Hg y Pb) AccuStandard. El agua es de calidad ultrapura obtenida mediante un sistema de purificación de agua Simplicity® Tipo 1 para laboratorio de Merck Millipore.

3.4 HORNO MICROONDAS

El MARS 6 es un horno de microondas (CEM) técnica utilizada para disolver matrices de muestras sólidas en un líquido acuoso. Suministra energía de 1800 vatios y guías de onda especialmente diseñadas para garantizar una distribución uniforme de la energía microondas sin necesidad de un modo de agitación.

3.5 TUBOS DE DIGESTIÓN

Las digestiones ácidas de las plantas se realizaron en tubos de PFA de teflón. Los tubos se componen de cuerpos de recipiente, tapas de recipientes, válvulas de seguridad y tuercas de ventilación.

3.6 ESPECTROMETRO DE EMISION OPTICA DE PLASMA ACOPLADO INDUCTIVAMENTE (ICP-OES)

En el ICP-OES (PerkinElmer) se forma un plasma por la interacción de un campo de radiofrecuencia (RF) y el gas argón ionizado. El plasma puede alcanzar temperaturas de hasta 10000 K, lo que permite la atomización completa de los elementos en una muestra y minimizar las posibles interferencias químicas.

3.7 AGUA ULTRAPURA o TIPO I

Se utilizó un sistema de purificación de agua Simplicity® (MERCK). Para generar el agua ultrapura se utilizó agua grado reactivo (ósmosis inversa).

3.8 DIGESTION DE MUESTRAS

3.8.1 Muestras de jengibre

La muestra de jengibre fue secada a temperatura de 60°C en una estufa (POLEKO) durante un día, luego de eso por método de cuarteo se cortaron varios pedazos del jengibre y se pesaron 0,5 g en una balanza (BOECO) en un tubo de digestión. Se añade 4 ml de HNO₃ (68%) y 2 ml de H₂O₂ (30%) se deja reposar los tubos destapados por 15 minutos, pasado este tiempo tapar los tubos. Llevar la tornamesa del microondas MARS 6 (CEM) en donde se realiza la digestión en el programa food. (Cuadro 1)

Una vez que terminó el proceso de enfriamiento se los destapa cada uno de los tubos de digestión y se procede a filtrar por papel Whatman 40 y se llevó a volumen final de 25 ml en matraz aforado con agua tipo I.

Cuadro 1. Propiedades método de digestión de jengibre en MARS 6

Nombre	Food
Tipo de muestra	organic
Notas preparativas de muestra	0,5 g, 10 ml HNO ₃ . Dejar que las muestras se predigesten dejando destapados por un tiempo mínimo de 15 minutos antes de cerrar los tubos de digestión
Etapas	1
Potencia	1030 – 1800 W
Rampa de tiempo	20:00 – 25:00
Tiempo mantenimiento	15:00
Temperatura	210°C

3.8.2 Muestras de suelo

Se secó la muestra a 105 °C durante toda la noche en estufa (POLEKO), luego se trituró, tamizó y envasó la muestra. Con ayuda de una espátula se pesó en una balanza analítica (BOECO) aproximadamente 0,4 gramos de muestra dentro de los tubos de digestión. Con ayuda de una pipeta se colocó cuidadosamente 9 ml de HNO₃ concentrado y 3 ml de HCl concentrado. Se dejó reposar los tubos destapados por 15 minutos, pasado este tiempo se tapó los tubos y colocó en la tornamesa para su digestión en el microondas. (Cuadro 2)

Cuadro 2. Propiedades método de digestión de suelo en MARS 6

Nombre	3052a
Tipo de muestra	Solid
Notas preparativas de muestra	0,5 g, 9 ml HNO ₃ y 3 ml de HCl. Dejar que las muestras se predigesten dejando destapados por un tiempo mínimo de 15 minutos antes de cerrar los tubos de digestión
Etapas	1
Potencia	900 – 1050 W
Rampa de tiempo	20:00 – 25:00
Tiempo mantenimiento	15:00
Temperatura	180°C

Una vez que terminó el proceso de enfriamiento se los destapa cada uno de los tubos de digestión y se procede a filtrar por papel Whatman 40 y se llevó a volumen final de 25 ml en matraz aforado con agua tipo I.

3.9 PROCESAMIENTO DE MUESTRAS EN ICP

3.9.1 Preparación curva de calibración

Las soluciones estándar de calibración es una mezcla de los cinco metales que se preparó a partir de varias soluciones estándar intermedia que contenían 2000 µg/l (As), 500 µg/l (Cd), 5000 µg/l (Sn), 500 µg/l (Hg), 500 µg/l (Pb), para lo

cual se usaron estándares individuales de la marca comercial AccuStandard® con una concentración de 1000 µg/ml. En la Cuadro 3 se muestran las concentraciones por cada nivel y metal que constituyen la curva.

Cuadro 3. Concentraciones de estándares de curva de calibración

Niveles	Concentración (µg/l)				
	As λ: 193.696	Cd λ: 226.503	Sn λ: 189.927	Hg λ: 194.168	Pb λ: 220.356
Cal 1	10	2,5	20	7,5	10
Cal 2	20	5	50	10	15
Cal 3	40	10	100	15	20
Cal 4	80	20	200	20	40
Cal 5	120	50	500	50	50

Todas las preparaciones de estándares de curvas de calibración se realizaron en material volumétrico llegando a volumen final con agua acidulada (1% HNO₃ :0,5% HCl, las alícuotas se tomaron con micropipetas (BRAND)).

Una vez preparados los estándares que conformaron la curva de calibración se colocaron en el automuestreador ASX-280 (CETAC) y se analizan en el ICP-OES (PERKIN ELMER modelo AVIO 200). Se realizaron tres repeticiones de determinación en cada muestra, las lecturas del instrumento se observan en el software Syngistix y el mismo procedimiento analítico se empleó para la determinación de elementos en las soluciones digeridas de jengibre y suelos obtenidos en los pasos anteriores. Los coeficientes de determinación de las curvas de calibración fueron >0.99. Los gráficos de curvas se observan en el Anexo 1.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Resultados de los metales en muestras de jengibre

Las concentraciones de los metales pesados estaño (Sn), arsénico (As), mercurio (Hg), plomo (Pb) y cadmio (Cd) de las muestras digeridas de jengibre analizadas por ICP-OES se presentan en la Cuadro 4 y los reportes del laboratorio donde se realizaron los análisis en el Anexo 2:

Cuadro 4. Resultados de análisis de rizoma jengibre

Muestras	Elementos en mg/kg				
	Sn	As	Hg	Pb	Cd
1	0.715	<0.1358	<0.1214	0.1239	<0.0257
2	0.504	<0.1358	<0.1214	<0.1180	<0.0257
3	0.449	<0.1358	0.1222	<0.1180	<0.0257
4	0.391	<0.1358	0.2006	0.132	0.0949
5	0.347	<0.1358	0.2308	<0.1180	<0.0257
6	0.326	<0.1358	0.1897	0.123	<0.0257
CXS 193-1995	-	-	-	0.1	0.1
Raíces y tubérculos					

Estaño (Sn)

En el presente estudio, el rango de concentraciones de estaño va desde 0.326 mg/kg a 0.715 mg/kg, en la norma CXS 193-1995 de Codex Alimentarius no tiene un nivel máximo(NM) pero si cuenta con una ingesta semanal tolerable provisional (ISTP) de 14 mg/kg por peso corporal (pc), por lo que los resultados obtenidos no afectarían la salud al momento de ser consumido el jengibre.

Arsénico (As)

El límite de detección en el equipo ICP-OES es de 0.1358 mg/kg y los resultados obtenidos de este metal en las muestras de jengibre están por debajo, por lo que siguiendo las indicaciones de la norma el (ISTP) de 3.0 µg/kg pc por día se cumpliría.

Mercurio (Hg)

El mercurio tiene establecido un ISTP de 5 µg/kg pc por día, esto significa que una persona que pesa 45 kg puede consumir hasta 0.225 mg/kg en forma semanal, los resultados obtenidos en el presente estudio indica que la muestra 5 excede este valor.

Plomo (Pb)

El límite de detección (<0.1180 mg/kg) de la técnica utilizada está por encima del nivel máximo que es de 0.1 mg/kg y en tres de los mercados muestreados se obtienen valores que incumplen, muestra 1 (0.1239 mg/kg), muestra 4 (0.132 mg/kg) y en la muestra 6 (0.123 mg/kg) .

Cadmio (Cd)

El nivel máximo para cadmio es de 0.1 mg/kg y en uno de los mercados muestreados se obtiene un valor cercano, pero no incumple muestra 4 (0.0949 mg/kg) y en los otros se obtienen valores menores a límite de detección (<0.0257 mg/kg).

4.2 Resultados de los metales en muestras de suelos

Se tomaron muestras de suelo en Finca lote 7, sector las cañitas en cantón Palenque de la provincia de Los Ríos, para analizar los mismos metales que el jengibre por la técnica de ICP-OES y el método de digestión 3052A. Los resultados se presentan en la Cuadro 5 y los reportes del laboratorio donde se realizaron los análisis en el Anexo 2:

Cuadro 5. Resultados de análisis de suelos

Muestras	Elementos en mg/kg				
	Sn	As	Hg	Pb	Cd
1	3.5330	0.3630	<0.1214	8.7109	2.3749
2	2.8853	0.5105	<0.1214	8.2881	1.9704
3	3.5465	0.5916	<0.1214	9.5868	2.4425
4	3.2037	0.1357	<0.1214	9.9398	2.8628
5	3.1935	0.2415	<0.1214	6.7264	1.5813
6	2.6442	0.1357	<0.1214	7.8848	1.2767
Cuadro 1 Criterios de calidad de suelo (MAE, 2015)	5	12	0,1	19	0.5

En el presente estudio, el rango de concentraciones de Sn (2.6442 mg/kg a 3.5330 mg/kg), As (0.1357 mg/kg a 0.5916 mg/kg), Hg (<0.1214) y Pb (6.7264 mg/kg a 9.9398 mg/kg) todos estos valores están por debajo del límite máximo permisible (LMP) de la Cuadro 1 Criterios de calidad de suelo (MAE, 2015), sin embargo el Cd presenta valores (1.2767 mg/kg a 2.8628 mg/kg) los cuales incumplen el criterio de la norma.

4.3 Comparación de los niveles de metal en el jengibre con respecto al suelo

La muestra cuatro de jengibre es cultivada en la Finca lote 7, sector las cañitas en cantón Palenque de la provincia de Los Ríos, la cual en el Sn tiene un valor de 0.391 mg/kg que es muy bajo en comparación con el suelo que tiene 2.6442 mg/kg. El As tiene un valor menor al límite de detección mientras que el suelo tiene 0.1357 mg/kg. El suelo para el metal Hg tiene <0.1214 mg/kg y en el jengibre 0.2006 mg/kg, lo que nos indica que el jengibre está bioacumulando e indiscutiblemente la contaminación no proviene del suelo sino de otra fuente que se desconoce, posiblemente de los fertilizantes o pesticidas que se utilizan en el cultivo. El Pb en jengibre es de 0.132 mg/kg valor bajo en contraste del suelo que es de 7.8848 mg/kg. Del mismo modo el Cd tiene 0.0949 mg/kg en el jengibre y 1.2767 mg/kg en el suelo.

4.4 Comparación de los niveles de metal en el jengibre de este estudio con valores de la literatura

El estudio comparativo de la concentración de metales en el jengibre determinado en este estudio y los valores reportados por otros investigadores se presenta en la Cuadro 6.

Cuadro 6. Comparación de concentraciones de metales pesados con valores de la literatura

Parámetros	Este estudio mg/kg	(Kusse et al., 2019) mg/kg	(Agrawal et al., 2011) mg/kg	(Wagesho & Chandravanshi, 2015) mg/kg
Cd	<0.0257 a 0.101	ND	0,14 - 1,07	0,38 – 0,97
Pb	<0.1180 a 0.132	ND	0,50 - 12,60	ND

El Cd en (Kusse et al., 2019) reportan no detectado, (Wagesho & Chandravanshi, 2015) reportan un rango de 0.38 mg/kg a 0.97 mg/kg y en (Agrawal et al., 2011) tienen un rango de 0.14 mg/kg a 1.07 mg/kg. Los resultados de (Wagesho & Chandravanshi, 2015) y (Agrawal et al., 2011) están por encima del límite máximo del CXS 193-1995 y son superiores a los valores de este estudio el cual sólo en una muestra excede por una milésima.

Para Pb en (Kusse et al., 2019) y (Wagesho & Chandravanshi, 2015) reportan no detectado mientras que en (Agrawal et al., 2011) tienen un rango de 0.50 mg/kg a 12.60 mg/kg, siendo estos valores más altos que los de este estudio que incumple, pero la necesidad humana de jengibre es de muy pocos gramos al día, lo que no genera un riesgo al consumirlo.

4.5 Análisis de varianza ANOVA

Las pruebas T y el análisis de la varianza (ANOVA) son métodos estadísticos muy utilizados para comparar las medias de los grupos. Mientras que la prueba t de muestras dependientes se limita a comparar las medias de dos grupos, el ANOVA de un factor puede comparar la media de más de dos grupos de muestras. El ANOVA utiliza el estadístico F para comparar si las diferencias entre las medias de las muestras son significativas o no. (Wagesho & Chandravanshi, 2015)

En este estudio, se recogieron muestras de jengibre de seis lugares de expendio y se analizaron los niveles de metales de cada muestra mediante ICP-OES. Durante los procesos de preparación y análisis de las muestras se pueden introducir una serie de errores aleatorios en cada alícuota y en cada medición repetida. Los cambios en los valores medios de la muestra de analito se examinaron mediante ANOVA, ya sea que la fuente del cambio fuera un procedimiento experimental o heterogeneidad entre las muestras (es decir, diferencias en el contenido mineral del suelo, pH del suelo, agua, atmósfera; cambios en la aplicación de agroquímicos, como fertilizantes, plaguicidas, herbicidas, etc. u otras variantes en los procedimientos de cultivo). Los resultados del ANOVA (Tabla 7) mostraron que, con la excepción de Hg y Pb, dos de los cinco metales fueron estadísticamente significativamente diferentes al nivel de confianza del 95 %.

Cuadro 7. Análisis de varianza ANOVA con nivel de confianza del 95%

Metal	Comparación	SD	gl	F_{calculado}	F_{crítico}	Observación
Sn	Entre grupos	0,5627	5	57,6232	3,1059	Existe diferencia significativa
	Dentro de grupos	0,1148	12			
As	Entre grupos	0,0000				
	Dentro de grupos	0,0000				
Hg	Entre grupos	0,6126	5	1,7845	3,1059	No existe diferencia significativa
	Dentro de grupos	0,7104	12			
Pb	Entre grupos	0,1482	5	0,9130	3,1059	No existe diferencia significativa
	Dentro de grupos	0,2402	12			
Cd	Entre grupos	0,1321	5	43,3562	3,1059	Existe diferencia significativa
	Dentro de grupos	0,0311	12			

dónde SD es desviación estándar y gl es grados de libertad

CAPITULO V

5.1. CONCLUSIONES

1. El objetivo principal de esta investigación era determinar metales pesados en *Zingiber officinale* Roscoe (jengibre) expendido en seis mercados y supermercados de la ciudad de Guayaquil por ICP-OES, puesto que los metales pesados son muchos se escogieron cinco metales (Sn, As, Hg, Pb y Cd) que son considerados como contaminantes por la norma CXS 193-1995 y una vez analizadas las muestras de jengibre de los lugares antes mencionados se concluye que tienen concentraciones inferiores a los límites máximos permisibles de la norma por lo tanto su consumo diario no es perjudicial para la salud.
2. La NTE INEN 2806 Norma para el jengibre (CODEX STAN 218-1999, MOD) establece 0.1 mg/kg como límite máximo permisible (LMP) para el Cd y Pb. En el desarrollo de la investigación se comprobó que la muestra tomada tiene valores por debajo de LMP para el metal Cd, mientras que el metal Pb no puede ser evaluado debido a que el límite de detección de la técnica utilizada es superior al LMP.
3. El Ministerio del Ambiente en el acuerdo ministerial 097 establece los Criterios de calidad para suelos, dentro de la cual están los metales estudiados en esta investigación. El suelo analizado en esta investigación es proporcionado por un proveedor que surte al mercado (muestra 4 de jengibre). Esta muestra tiene valores por debajo del LMP en los metales estaño, arsénico, mercurio y plomo, pero igual son valores algo elevados. El cadmio tiene valores superiores al LMP. Con estas concentraciones

obtenidas se concluye que el jengibre (muestra 4) absorbió el metal del suelo donde fue sembrado, pero en cantidades que no superan el LMP de la norma NTE INEN 2806 en el caso de Pb y Cd. El Sn, As y Hg no tienen establecido LMP, pero el Sn presenta concentraciones altas por lo que está absorbiéndolo de una del suelo más sin embargo no hay afectación a la salud porque tiene una ISTP de 14 mg/kg por peso corporal (pc).

4. De acuerdo con la literatura revisada para el desarrollo de la tesis y know how se estableció el método de digestión por microondas para el jengibre y el suelo, debido a que genera mayor reproducibilidad y elimina la pérdida de sustancias volátiles, en cuanto a la determinación se la realizó por ICP-OES técnica multielementos y de mayor sensibilidad.

5.2. RECOMENDACIONES

En base a los resultados recogidos en la siguiente investigación y el aporte bibliográfico de este texto monográfico, se recomienda:

1. Extender los estudios de esta tesis a otras ciudades o provincias del país, para verificar si los resultados obtenidos son comparables o distintos.
2. Ampliar la investigación evaluando el suelo, los fertilizantes, los pesticidas y el agua de riego utilizados durante el sembrado del jengibre.
3. Se propone utilizar una técnica de mayor sensibilidad para determinar concentraciones más bajas de metales pesados o su especiación como lo es el ICP-MS.
4. Se recomienda ampliar la investigación a otras hortalizas o frutas debido a que la mayoría son consumidas de manera fresca y no pasan por una continua inspección de parte del ente regulador.

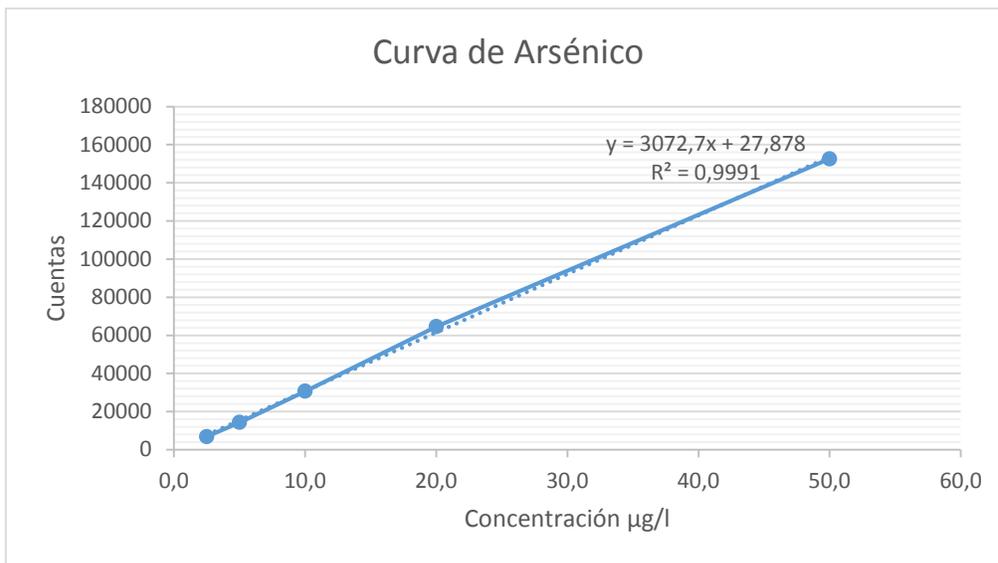
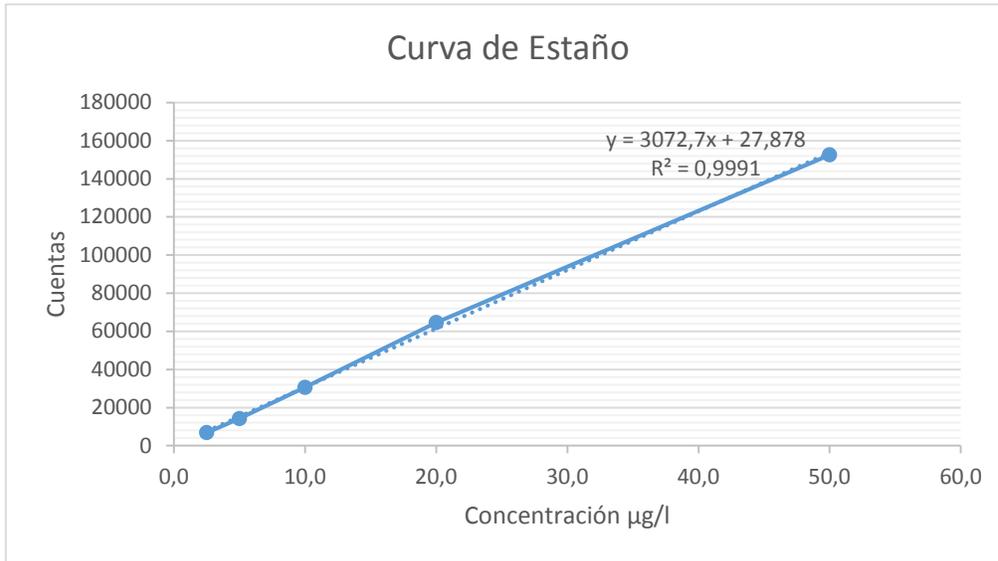
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

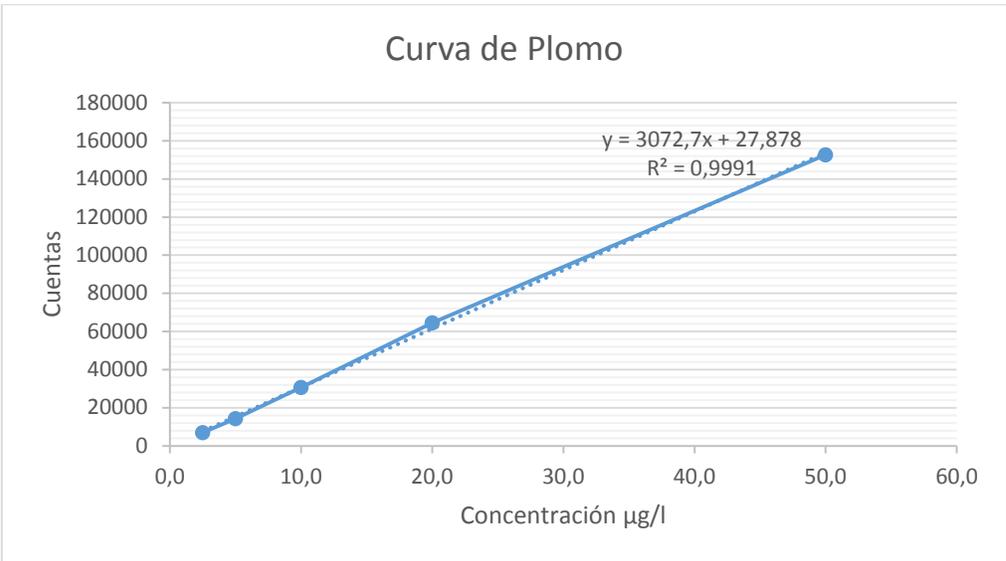
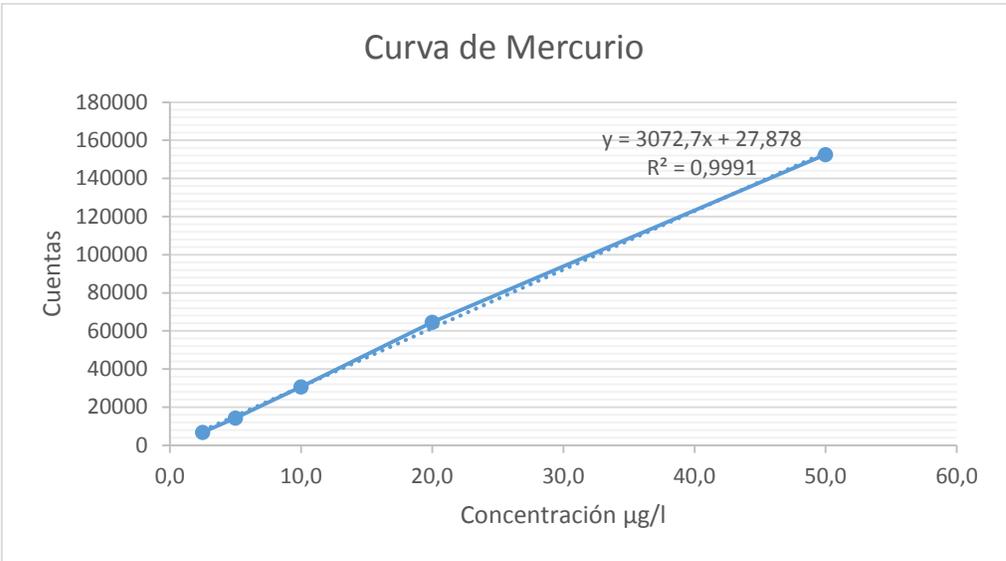
- Agrawal, J., Gupta, N., Bharadwaj, N., & Kalpana, S. (2011). Determination of heavy metal contents in samples of different medicinal plants. *International Journal of Chemical Sciences*, 9(3), 1126–1132.
- Ahuja, S., & Jespersen, N. (2006). *MODERN INSTRUMENTAL ANALYSIS*.
- Ajasa, A. M. O., Bello, M. O., Ibrahim, A. O., Ogunwande, I. A., & Olawore, N. O. (2004). Heavy trace metals and macronutrients status in herbal plants of Nigeria. *Food Chemistry*, 85(1), 67–71.
<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2003.06.004>
- Alvarez Morales, E. L., Alava Camacho, Y. D., Orellana Haro, J. A., & Tipan Tubay, T. S. (2020). Evaluación socioeconómica de la producción de jengibre en la zona norte de la provincia de Los Ríos. *Centro Sur*, 4(2), 222–236.
- ATSDR. (2005). *Estaño Y Compuestos De Est Año (Tin and Tin Compounds) Estaño Y Compuestos De Est Año (Tin and Tin Compounds)*.
- ATSDR. (2007a). Reseña Toxicológica del Plomo. *Atsdr*, 15.
http://www.atsdr.cdc.gov/es/phs/es_phs13.pdf
- ATSDR. (2007b). *ToxFAQs™ sobre el arsénico*. 1–2.
- ATSDR. (2008). ToxFAQs sobre el cadmio. *Health and Human Services*, 2.
https://www.atsdr.cdc.gov/es/toxfaqs/es_tfacts5.pdf
- ATSDR. (2016). *ToxFAQs sobre el mercurio*. 1–2.
https://www.atsdr.cdc.gov/es/toxfaqs/es_tfacts46.pdf
- Charles B, B., & Kenneth J, F. (2004). Concepts, Instrumentation and Techniques in Inductively Coupled Plasma Optical Emission Spectroscopy. *Emission Spectroscopy*, 1–22.
- Harvey, D. (2000). Modern Analytical Chemistry. In *McGraw-Hill Higher Education*.
- Hou, X., Amais, R. S., Bradley, T., Jone and George, L., & Donati. (2004). Inductively coupled plasma optical emission spectrometry. *Analytical Instrumentation Handbook, Third Edition*, 57–74.
<https://doi.org/10.1201/9781315118024-3>
<https://isalatam.com/preparacion-de-muestras/mars-6-cem/>
- INEN. (1994). *Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1750:1994 HORTALIZAS Y FRUTAS FRESCAS. MUESTREO*. 1, 26.
http://www.normalizacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2013/11/nte_inen_0980.pdf
- NTE INEN 2806 Norma para el jengibre (CODEX STAN 218-1999, MOD), 1999 (2013).
- Ivanova, N., Gugleva, V., Dobрева, M., Pehlivanov, I., Stefanov, S., & Andonova, V. (2016). We are IntechOpen , the world ' s leading publisher of Open Access

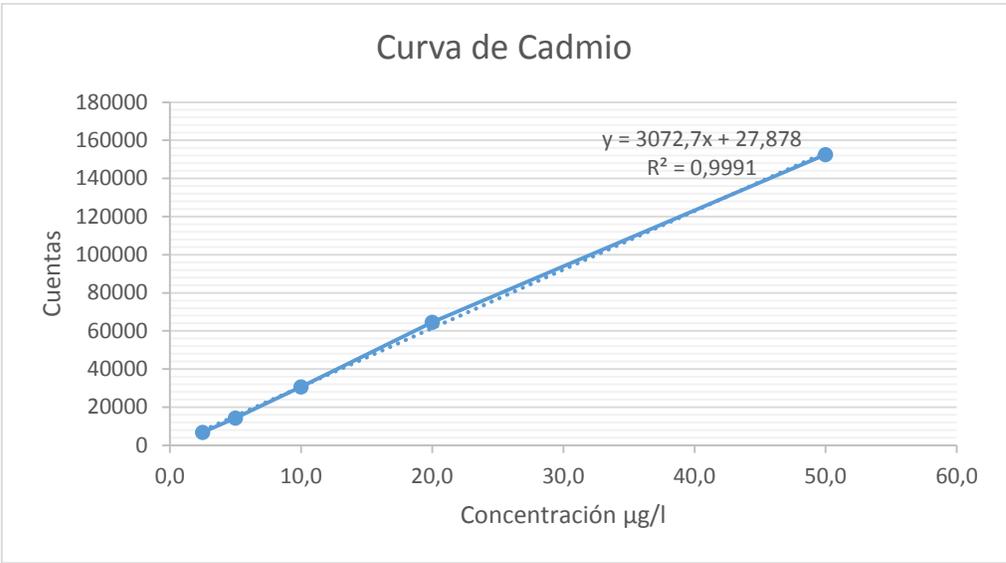
- books Built by scientists , for scientists TOP 1 %. *Intech, i(tourism)*, 13.
- NTE INEN-ISO 1003, 1 (2014).
- Kusse, G. G., Zewde, M., & Yoseph, A. A. (2019). Determination of concentration of heavy metals in ginger using flame atomic absorption spectroscopy. *African Journal of Plant Science*, 13(6), 163–167. <https://doi.org/10.5897/ajps2019.1787>
- MAE, M. D. A. (2015). *Acuerdo_Ministerial_97a.Pdf*.
- Martínez, Z., & González, M. (2017). Contaminación de suelos agrícolas por metales pesados, zona minera El Alacrán, Colombia. *Temas Agrarios*, 22(2), 21–31. <https://doi.org/10.21897/rta.v22i2.941>
- Morales, A. (2007). *Jengibre MAG.pdf* (p. 14). <http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/F01-5066.pdf>
- Nafiseh, K., Farzad, S., Asadollah, R., Tayebbeh, R., Payam, H., & Mohsen, M. T. (2013). Iranian Journal of Pharmaceutical Research. *The Effects of Ginger on Fasting Blood Sugar, Hemoglobin A1c, Apolipoprotein B, Apolipoprotein A-I and Malondialdehyde in Type 2 Diabetic Patients*, 14(November 2013), 131–140. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511802027.008>
- Nordberg, G. F., Fowler, B. A., & Nordberg, M. (2015). Handbook on the Toxicology of Metals. In *Handbook on the Toxicology of Metals (Fourth Edition): Vol. I*. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1016/B978-0-444-59453-2.00059-7>
- Reyes, Y. C., Vergara, I., Torres, O. E., Díaz, M., & González, E. E. (2016). Contaminación por metales pesados: implicaciones en salud, ambiente y seguridad alimentaria. *Ingeniería, Investigación y Desarrollo*, 16(2), 66–77. <https://doi.org/10.1007/BF02796157>
- Rodríguez Rey, A., Cuéllar Luna, L., Maldonado Cantillo, G., & Suardiaz Espinosa, M. E. (2016). Efectos nocivos del plomo para la salud del hombre. *Revista Cubana de Investigaciones Biomedicas*, 35(3), 251–271.
- Wagesho, Y., & Chandravanshi, B. S. (2015). Levels of essential and non-essential metals in ginger (*Zingiber officinale*) cultivated in Ethiopia. *SpringerPlus*, 4(1), 1–13. <https://doi.org/10.1186/s40064-015-0899-5>
- WHO. (1999). WHO monogram. In *WHO monographs on selected medicinal plants* (Vol. 1).

ANEXOS

Anexo 1. Curvas de calibración







Anexo 2. Reportes de muestras de jengibre y suelo



GRUPO QUIMICO MARCOS C. LTDA.
Representante Legal: **MARCOS YANQUI FERNANDO XAVIER**
Dirección: **KM 11.5 VIA DAULE PARQUE CALIFORNIA 2 BLOQUE D-41, Tel. 2100390-2100392**
Atención : Ing. Juliana Vargas

Guayaquil, 2022-01-20

DATOS DE LA MUESTRA

Punto e Identificación de la Muestra:	Jengibre - Norte 1
Fecha/Hora Lugar de Toma de Muestra:	2021/11/21 / 09:00 / Guayaquil
Fecha/Hora Recepción Muestras:	2021/12/14 / 09:39
Matriz de la muestra:	Alimentos

METALES

PARÁMETRO	RESULTADO	UNIDADES	U K=2	MÉTODO	ANALIZADO POR
Arsénico (1)	<0,1358	mg/kg	---	PEE-GQM-FQ-33	2021/12/16 JV
Cadmio (1)	0,026	mg/kg	0,005	PEE-GQM-FQ-33	2021/12/16 JV
Mercurio (1)	<0,1214	mg/kg	---	PEE-GQM-FQ-33	2021/12/16 JV
Estaño (1)	1	mg/kg	0	PEE-GQM-FQ-33	2021/12/16 JV
Plomo (1)	<0,1180	mg/kg	---	PEE-GQM-FQ-33	2021/12/16 JV

SIMBOLOGÍA:

---- No. Aplica	E.P.A. Environmental Protection Agency	V.M.R. Valor Máximo Referencial
<LD Menor al Límite Detectable	P.E.E. Procedimiento específico de ensayo de GQM	C.C. Criterios de Calidad
N.E. No efectuado	G.R. Grados de Restricción	V.M. Valor Máximo
S.M. Standard Methods	L.M.P. Límite Máximo Permisible	V.M.P. Valor Máximo Permisible
U K=2 Incertidumbre Nivel de Confianza 95,45%	V.L.P. Valor Límite Permisible	

NOMENCLATURA:

- (1) Parámetro NO INCLUIDO en el alcance de acreditación ISO 17025 por el SAE.
- (2) Parámetro subcontratado NO ACREDITADO, competencia evaluada Cap. 5 Manual de Calidad de GQM
- (3) Parámetro acreditado cuyo resultado está FUERA DEL ALCANCE de acreditación.
- (4) Parámetro subcontratado ACREDITADO; ver alcance en www.acreditacion.gob.ec

IMPORTANTE:

Los resultados de este informe de ensayo sólo son aplicables a las muestras analizadas; PROHIBIDA su reproducción total o parcial sin autorización escrita de GQM.

DESCARGO DE RESPONSABILIDAD:

La información del lugar de toma, punto e identificación de la muestra es proporcionada por el cliente a GQM previo a su monitoreo o recepción.
Si la muestra es entregada por el cliente, sus resultados aplican a la muestra tal como se recibió.



GRUPO QUIMICO MARCOS C. LTDA.

Representante Legal: MARCOS YANQUI FERNANDO XAVIER

Dirección: KM 11.5 VIA DAULE PARQUE CALIFORNIA 2 BLOQUE D-41, Tel. 2100390-2100392

Atención : Ing. Juliana Vargas

Guayaquil, 2022-01-20

DATOS DE TOMA / RECEPCIÓN DE MUESTRA

Punto e Identificación de la Muestra: Jengibre - Norte 1
Fecha/Hora Lugar de Toma de Muestra: 2021/11/21 / 09:00 / Guayaquil
Fecha/Hora Recepción Muestras: 2021/12/14 / 09:39
Matriz de la muestra: Alimentos
Responsable de Toma de Muestra / Tipo de Muestra: GRUPO QUIMICO MARCOS C. LTDA / Juliana Vargas / Puntual
Duración de Actividad: ---
Coordenadas Geográficas: - -
Norma Técnica Aplicada: No Aplica
Temperatura de Recepción de Muestra (Equipo): 26 C° / EI-174
Condiciones Ambientales del Monitoreo: CUANDO EL MUESTREO ES REALIZADO POR GQM, LOS DATOS SE REGISTRAN EN SU ACTA DE TOMA DE MUESTRAS QUE ESTA A DISPOSICIÓN DEL CLIENTE.
Muestreo Actividad Acreditada: Muestreo de Aguas Naturales y Residuales. Parámetros: DBO, DQO, Aceites y Grasas, TPH, Fenoles, ST y SST.

MEMORIA FOTOGRÁFICA



Digitally signed by
LAURA MERCEDES YANQUI MOREIRA
Date: 2022-01-20 12:38:22-05:00

Q.F. LAURA YANQUI M.
Coordinadora de calidad

IMPORTANTE:

Los resultados de este informe de ensayo sólo son aplicables a las muestras analizadas; PROHIBIDA su reproducción total o parcial sin autorización escrita de GQM.

INCERTIDUMBRE DE MUESTREO/TOMA DE MUESTRA:

En caso de ser requerida, se encuentra disponible como una desviación de repetibilidad(r)

DESCARGO DE RESPONSABILIDAD:

La información del lugar de toma, punto e identificación de la muestra es proporcionada por el cliente a GQM previo a su monitoreo o recepción. Si la muestra es entregada por el cliente, sus resultados aplican a la muestra tal como se recibió.



GRUPO QUIMICO MARCOS C. LTDA.
Representante Legal: MARCOS YANQUI FERNANDO XAVIER
Dirección: KM 11.5 VIA DAULE PARQUE CALIFORNIA 2 BLOQUE D-41, Tel. 2100390-2100392
Atención : Ing. Juliana Vargas

Guayaquil, 2022-01-20

DATOS DE LA MUESTRA

Punto e Identificación de la Muestra: Jengibre - Norte 2
Fecha/Hora Lugar de Toma de Muestra: 2021/11/21 / 09:00 / Guayaquil
Fecha/Hora Recepción Muestras: 2021/12/14 / 09:39
Matriz de la muestra: Alimentos

METALES

PARÁMETRO	RESULTADO	UNIDADES	U K=2	MÉTODO	ANALIZADO POR
Arsénico (1)	<0,1358	mg/kg	---	PEE-GQM-FQ-33	2021/12/16 JV
Cadmio (1)	0,026	mg/kg	0,005	PEE-GQM-FQ-33	2021/12/16 JV
Mercurio (1)	<0,1214	mg/kg	---	PEE-GQM-FQ-33	2021/12/16 JV
Estaño (1)	1	mg/kg	0	PEE-GQM-FQ-33	2021/12/16 JV
Plomo (1)	<0,1180	mg/kg	---	PEE-GQM-FQ-33	2021/12/16 JV

SIMBOLOGÍA:

--- No. Aplica	E.P.A. Environmental Protection Agency	V.M.R. Valor Máximo Referencial
<LD Menor al Limite Detectable	P.E.E. Procedimiento específico de ensayo de GQM	C.C. Criterios de Calidad
N.E. No efectuado	G.R. Grados de Restricción	V.M. Valor Máximo
S.M. Standard Methods	L.M.P. Limite Máximo Permisible	V.M.P. Valor Máximo Permisible
U K=2 Incertidumbre Nivel de Confianza 95,45%	V.L.P. Valor Limite Permisible	

NOMENCLATURA:

- (1) Parámetro NO INCLUIDO en el alcance de acreditación ISO 17025 por el SAE.
- (2) Parámetro subcontratado NO ACREDITADO, competencia evaluada Cap. 5 Manual de Calidad de GQM
- (3) Parámetro acreditado cuyo resultado está FUERA DEL ALCANCE de acreditación.
- (4) Parámetro subcontratado ACREDITADO; ver alcance en www.acreditacion.gob.ec

IMPORTANTE:

Los resultados de este informe de ensayo sólo son aplicables a las muestras analizadas; PROHIBIDA su reproducción total o parcial sin autorización escrita de GQM.

DESCARGO DE RESPONSABILIDAD:

La información del lugar de toma, punto e identificación de la muestra es proporcionada por el cliente a GQM previo a su monitoreo o recepción.
Si la muestra es entregada por el cliente, sus resultados aplican a la muestra tal como se recibió.



GRUPO QUIMICO MARCOS C. LTDA.

Representante Legal: MARCOS YANQUI FERNANDO XAVIER

Dirección: KM 11.5 VIA DAULE PARQUE CALIFORNIA 2 BLOQUE D-41, Tel. 2100390-2100392

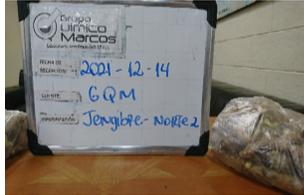
Atención : Ing. Juliana Vargas

Guayaquil, 2022-01-20

DATOS DE TOMA / RECEPCIÓN DE MUESTRA

Punto e Identificación de la Muestra: Jengibre - Norte 2
Fecha/Hora Lugar de Toma de Muestra: 2021/11/21 / 09:00 / Guayaquil
Fecha/Hora Recepción Muestras: 2021/12/14 / 09:39
Matriz de la muestra: Alimentos
Responsable de Toma de Muestra / Tipo de Muestra: GRUPO QUIMICO MARCOS C. LTDA / Juliana Vargas / Puntual
Duración de Actividad: ---
Coordenadas Geográficas: - -
Norma Técnica Aplicada: No Aplica
Temperatura de Recepción de Muestra [Equipo]: 26 C° / EI-174
Condiciones Ambientales del Monitoreo: CUANDO EL MUESTREO ES REALIZADO POR GQM, LOS DATOS SE REGISTRAN EN SU ACTA DE TOMA DE MUESTRAS QUE ESTA A DISPOSICIÓN DEL CLIENTE.
Muestreo Actividad Acreditada: Muestreo de Aguas Naturales y Residuales. Parámetros: DBO, DQO, Aceites y Grasas, TPH, Fenoles, ST y SST.

MEMORIA FOTOGRÁFICA



Digitally signed by
LAURA MERCEDES YANQUI MOREIRA
Date: 2022-01-20 12:38:22-05:00

Q.F. LAURA YANQUI M.
Coordinadora de calidad

IMPORTANTE:

Los resultados de este informe de ensayo sólo son aplicables a las muestras analizadas; PROHIBIDA su reproducción total o parcial sin autorización escrita de GQM.

INCERTIDUMBRE DE MUESTREO/TOMA DE MUESTRA:

En caso de ser requerida, se encuentra disponible como una desviación de repetibilidad(r)

DESCARGO DE RESPONSABILIDAD:

La información del lugar de toma, punto e identificación de la muestra es proporcionada por el cliente a GQM previo a su monitoreo o recepción.

Si la muestra es entregada por el cliente, sus resultados aplican a la muestra tal como se recibió.



GRUPO QUIMICO MARCOS C. LTDA.
Representante Legal: MARCOS YANQUI FERNANDO XAVIER
Dirección: KM 11.5 VIA DAULE PARQUE CALIFORNIA 2 BLOQUE D-41, Tel. 2100390-2100392
Atención : Ing. Juliana Vargas

Guayaquil, 2022-01-20

DATOS DE LA MUESTRA

Punto e Identificación de la Muestra: Jengibre - Centro 1
Fecha/Hora Lugar de Toma de Muestra: 2021/11/21 / 09:00 / Guayaquil
Fecha/Hora Recepción Muestras: 2021/12/14 / 09:39
Matriz de la muestra: Alimentos

METALES

PARÁMETRO	RESULTADO	UNIDADES	U K=2	MÉTODO	ANALIZADO POR
Arsénico (1)	<0,1358	mg/kg	---	PEE-GQM-FQ-33	2021/12/16 JV
Cadmio (1)	0,026	mg/kg	0,005	PEE-GQM-FQ-33	2021/12/16 JV
Mercurio (1)	<0,1214	mg/kg	---	PEE-GQM-FQ-33	2021/12/16 JV
Estaño (1)	<0,2187	mg/kg	---	PEE-GQM-FQ-33	2021/12/16 JV
Plomo (1)	<0,1180	mg/kg	---	PEE-GQM-FQ-33	2021/12/16 JV

SIMBOLOGÍA:

---- No. Aplica
<LD Menor al Límite Detectable
N.E. No efectuado
S.M. Standard Methods
U K=2 Incertidumbre Nivel de Confianza 95,45%

E.P.A. Environmental Protection Agency
P.E.E. Procedimiento específico de ensayo de GQM
G.R. Grados de Restricción
L.M.P. Límite Máximo Permisible
V.L.P. Valor Límite Permisible

V.M.R. Valor Máximo Referencial
C.C. Criterios de Calidad
V.M. Valor Máximo
V.M.P. Valor Máximo Permisible

NOMENCLATURA:

- Parámetro NO INCLUIDO en el alcance de acreditación ISO 17025 por el SAE.
- Parámetro subcontratado NO ACREDITADO, competencia evaluada Cap. 5 Manual de Calidad de GQM
- Parámetro acreditado cuyo resultado está FUERA DEL ALCANCE de acreditación.
- Parámetro subcontratado ACREDITADO; ver alcance en www.acreditacion.gob.ec

IMPORTANTE:

Los resultados de este informe de ensayo sólo son aplicables a las muestras analizadas; PROHIBIDA su reproducción total o parcial sin autorización escrita de GQM.

DESCARGO DE RESPONSABILIDAD:

La información del lugar de toma, punto e identificación de la muestra es proporcionada por el cliente a GQM previo a su monitoreo o recepción.
Si la muestra es entregada por el cliente, sus resultados aplican a la muestra tal como se recibió.



GRUPO QUIMICO MARCOS C. LTDA.

Representante Legal: MARCOS YANQUI FERNANDO XAVIER

Dirección: KM 11.5 VIA DAULE PARQUE CALIFORNIA 2 BLOQUE D-41, Tel. 2100390-2100392

Atención : Ing. Juliana Vargas

Guayaquil, 2022-01-20

DATOS DE TOMA / RECEPCIÓN DE MUESTRA

Punto e Identificación de la Muestra:	Jengibre - Centro 1
Fecha/Hora Lugar de Toma de Muestra:	2021/11/21 / 09:00 / Guayaquil
Fecha/Hora Recepción Muestras:	2021/12/14 / 09:39
Matriz de la muestra:	Alimentos
Responsable de Toma de Muestra / Tipo de Muestra:	GRUPO QUIMICO MARCOS C. LTDA / Juliana Vargas / Puntual
Duración de Actividad:	---
Coordenadas Geográficas:	- -
Norma Técnica Aplicada:	No Aplica
Temperatura de Recepción de Muestra (Equipo):	26 C° / EI-174
Condiciones Ambientales del Monitoreo:	CUANDO EL MUESTREO ES REALIZADO POR GQM, LOS DATOS SE REGISTRAN EN SU ACTA DE TOMA DE MUESTRAS QUE ESTA A DISPOSICIÓN DEL CLIENTE.

Muestreo Actividad Acreditada: Muestreo de Aguas Naturales y Residuales. Parámetros: DBO, DQO, Aceites y Grasas, TPH, Fenoles, ST y SST.

MEMORIA FOTOGRÁFICA



Digitally signed by
LAURA MERCEDES YANQUI MOREIRA
Date: 2022-01-20 12:38:22-05:00

Q.F. LAURA YANQUI M.
Coordinadora de calidad

IMPORTANTE:

Los resultados de este informe de ensayo sólo son aplicables a las muestras analizadas; PROHIBIDA su reproducción total o parcial sin autorización escrita de GQM.

INCERTIDUMBRE DE MUESTREO/TOMA DE MUESTRA:

En caso de ser requerida, se encuentra disponible como una desviación de repetibilidad(r)

DESCARGO DE RESPONSABILIDAD:

La información del lugar de toma, punto e identificación de la muestra es proporcionada por el cliente a GQM previo a su monitoreo o recepción.

Si la muestra es entregada por el cliente, sus resultados aplican a la muestra tal como se recibió.



GRUPO QUIMICO MARCOS C. LTDA.
Representante Legal: MARCOS YANQUI FERNANDO XAVIER
Dirección: KM 11.5 VIA DAULE PARQUE CALIFORNIA 2 BLOQUE D-41, Tel. 2100390-2100392
Atención : Ing. Juliana Vargas

Guayaquil, 2022-01-20

DATOS DE LA MUESTRA

Punto e Identificación de la Muestra: Jengibre - Centro 2
Fecha/Hora Lugar de Toma de Muestra: 2021/11/21 / 09:00 / Guayaquil
Fecha/Hora Recepción Muestras: 2021/12/14 / 09:39
Matriz de la muestra: Alimentos

METALES

PARÁMETRO	RESULTADO	UNIDADES	U K=2	MÉTODO	ANALIZADO POR
Arsénico (1)	<0,1358	mg/kg	---	PEE-GQM-FQ-33	2021/12/16 JV
Cadmio (1)	0,095	mg/kg	0,019	PEE-GQM-FQ-33	2021/12/16 JV
Mercurio (1)	0,20	mg/kg	0,04	PEE-GQM-FQ-33	2021/12/16 JV
Estaño (1)	<0,2187	mg/kg	---	PEE-GQM-FQ-33	2021/12/16 JV
Plomo (1)	<0,1180	mg/kg	---	PEE-GQM-FQ-33	2021/12/16 JV

SIMBOLOGÍA:

--- No. Aplica	E.P.A. Environmental Protection Agency	V.M.R. Valor Máximo Referencial
<LD Menor al Límite Detectable	P.E.E. Procedimiento específico de ensayo de GQM	C.C. Criterios de Calidad
N.E. No efectuado	G.R. Grados de Restricción	V.M. Valor Máximo
S.M. Standard Methods	L.M.P. Límite Máximo Permisible	V.M.P. Valor Máximo Permisible
U K=2 Incertidumbre Nivel de Confianza 95,45%	V.L.P. Valor Límite Permisible	

NOMENCLATURA:

- (1) Parámetro NO INCLUIDO en el alcance de acreditación ISO 17025 por el SAE.
- (2) Parámetro subcontratado NO ACREDITADO, competencia evaluada Cap. 5 Manual de Calidad de GQM
- (3) Parámetro acreditado cuyo resultado está FUERA DEL ALCANCE de acreditación.
- (4) Parámetro subcontratado ACREDITADO; ver alcance en www.acreditacion.gob.ec

IMPORTANTE:

Los resultados de este informe de ensayo sólo son aplicables a las muestras analizadas; PROHIBIDA su reproducción total o parcial sin autorización escrita de GQM.

DESCARGO DE RESPONSABILIDAD:

La información del lugar de toma, punto e identificación de la muestra es proporcionada por el cliente a GQM previo a su monitoreo o recepción. Si la muestra es entregada por el cliente, sus resultados aplican a la muestra tal como se recibió.



GRUPO QUIMICO MARCOS C. LTDA.

Representante Legal: **MARCOS YANQUI FERNANDO XAVIER**

Dirección: **KM 11.5 VIA DAULE PARQUE CALIFORNIA 2 BLOQUE D-41, Tel. 2100390-2100392**

Atención : **Ing. Juliana Vargas**

Guayaquil, 2022-01-20

DATOS DE TOMA / RECEPCIÓN DE MUESTRA

Punto e Identificación de la Muestra:	Jengibre - Centro 2
Fecha/Hora Lugar de Toma de Muestra:	2021/11/21 / 09:00 / Guayaquil
Fecha/Hora Recepción Muestras:	2021/12/14 / 09:39
Matriz de la muestra:	Alimentos
Responsable de Toma de Muestra / Tipo de Muestra:	GRUPO QUIMICO MARCOS C. LTDA / Juliana Vargas / Puntual
Duración de Actividad:	---
Coordenadas Geográficas:	- -
Norma Técnica Aplicada:	No Aplica
Temperatura de Recepción de Muestra (Equipo):	26 C° / EI-174
Condiciones Ambientales del Monitoreo:	CUANDO EL MUESTREO ES REALIZADO POR GQM, LOS DATOS SE REGISTRAN EN SU ACTA DE TOMA DE MUESTRAS QUE ESTA A DISPOSICIÓN DEL CLIENTE.

Muestreo Actividad Acreditada: Muestreo de Aguas Naturales y Residuales. Parámetros: DBO, DQO, Aceites y Grasas, TPH, Fenoles, ST y SST.

MEMORIA FOTOGRÁFICA



Digitally signed by
 LAURA MERCEDES YANQUI MOREIRA
 Date: 2022-01-20 12:38:22-05:00

Q.F. LAURA YANQUI M.
 Coordinadora de calidad

IMPORTANTE:

Los resultados de este informe de ensayo sólo son aplicables a las muestras analizadas; PROHIBIDA su reproducción total o parcial sin autorización escrita de GQM.

INCERTIDUMBRE DE MUESTREO/TOMA DE MUESTRA:

En caso de ser requerida, se encuentra disponible como una desviación de repetibilidad(r)

DESCARGO DE RESPONSABILIDAD:

La información del lugar de toma, punto e identificación de la muestra es proporcionada por el cliente a GQM previo a su monitoreo o recepción. Si la muestra es entregada por el cliente, sus resultados aplican a la muestra tal como se recibió.

GRUPO QUIMICO MARCOS C. LTDA.
Representante Legal: MARCOS YANQUI FERNANDO XAVIER
Dirección: KM 11.5 VIA DAULE PARQUE CALIFORNIA 2 BLOQUE D-41, Tel. 2100390-2100392
Atención : Ing. Juliana Vargas

Guayaquil, 2022-01-20

DATOS DE LA MUESTRA

Punto e Identificación de la Muestra: Jengibre - Sur 1
Fecha/Hora Lugar de Toma de Muestra: 2021/11/21 / 09:00 / guaya
Fecha/Hora Recepción Muestras: 2021/12/14 / 09:39
Matriz de la muestra: Alimentos

METALES

PARÁMETRO	RESULTADO	UNIDADES	U K=2	MÉTODO	ANALIZADO POR
Arsénico (1)	<0,1358	mg/kg	---	PEE-GQM-FQ-33	2021/12/16 JV
Cadmio (1)	0,026	mg/kg	0,005	PEE-GQM-FQ-33	2021/12/16 JV
Mercurio (1)	0,23	mg/kg	0,05	PEE-GQM-FQ-33	2021/12/16 JV
Estaño (1)	<0,2187	mg/kg	---	PEE-GQM-FQ-33	2021/12/16 JV
Plomo (1)	<0,1180	mg/kg	---	PEE-GQM-FQ-33	2021/12/16 JV

SIMBOLOGÍA:

---- No. Aplica
<LD Menor al Limite Detectable
N.E. No efectuado
S.M. Standard Methods
U K=2 Incertidumbre Nivel de Confianza 95,45%

E.P.A. Environmental Protection Agency
P.E.E. Procedimiento específico de ensayo de GQM
G.R. Grados de Restricción
L.M.P. Limite Máximo Permisible
V.L.P. Valor Limite Permisible

V.M.R. Valor Máximo Referencial
C.C. Criterios de Calidad
V.M. Valor Máximo
V.M.P. Valor Máximo Permisible

NOMENCLATURA:

- (1) Parámetro NO INCLUIDO en el alcance de acreditación ISO 17025 por el SAE.
- (2) Parámetro subcontratado NO ACREDITADO, competencia evaluada Cap. 5 Manual de Calidad de GQM
- (3) Parámetro acreditado cuyo resultado está FUERA DEL ALCANCE de acreditación.
- (4) Parámetro subcontratado ACREDITADO; ver alcance en www.acreditacion.gob.ec

IMPORTANTE:

Los resultados de este informe de ensayo sólo son aplicables a las muestras analizadas; PROHIBIDA su reproducción total o parcial sin autorización escrita de GQM.

DESCARGO DE RESPONSABILIDAD:

La información del lugar de toma, punto e identificación de la muestra es proporcionada por el cliente a GQM previo a su monitoreo o recepción.
Si la muestra es entregada por el cliente, sus resultados aplican a la muestra tal como se recibió.



GRUPO QUIMICO MARCOS C. LTDA.

Representante Legal: MARCOS YANQUI FERNANDO XAVIER

Dirección: KM 11.5 VIA DAULE PARQUE CALIFORNIA 2 BLOQUE D-41, Tel. 2100390-2100392

Atención : Ing. Juliana Vargas

Guayaquil, 2022-01-20

DATOS DE TOMA / RECEPCIÓN DE MUESTRA

Punto e Identificación de la Muestra: Jengibre - Sur 1
Fecha/Hora Lugar de Toma de Muestra: 2021/11/21 / 09:00 / guaya
Fecha/Hora Recepción Muestras: 2021/12/14 / 09:39
Matriz de la muestra: Alimentos
Responsable de Toma de Muestra / Tipo de Muestra: GRUPO QUIMICO MARCOS C. LTDA / Juliana Vargas / Puntual
Duración de Actividad: ---
Coordenadas Geográficas: - -
Norma Técnica Aplicada: No Aplica
Temperatura de Recepción de Muestra (Equipo): 26 C° / EI-174
Condiciones Ambientales del Monitoreo: CUANDO EL MUESTREO ES REALIZADO POR GQM, LOS DATOS SE REGISTRAN EN SU ACTA DE TOMA DE MUESTRAS QUE ESTA A DISPOSICIÓN DEL CLIENTE.
Muestreo Actividad Acreditada: Muestreo de Aguas Naturales y Residuales. Parámetros: DBO, DQO, Aceites y Grasas, TPH, Fenoles, ST y SST.

MEMORIA FOTOGRÁFICA



Digitally signed by
LAURA MERCEDES YANQUI MOREIRA
Date: 2022-01-20 12:38:22-05:00

Q.F. LAURA YANQUI M.
Coordinadora de calidad

IMPORTANTE:

Los resultados de este informe de ensayo sólo son aplicables a las muestras analizadas; PROHIBIDA su reproducción total o parcial sin autorización escrita de GQM.

INCERTIDUMBRE DE MUESTREO/TOMA DE MUESTRA:

En caso de ser requerida, se encuentra disponible como una desviación de repetibilidad(r)

DESCARGO DE RESPONSABILIDAD:

La información del lugar de toma, punto e identificación de la muestra es proporcionada por el cliente a GQM previo a su monitoreo o recepción.

Si la muestra es entregada por el cliente, sus resultados aplican a la muestra tal como se recibió.



GRUPO QUIMICO MARCOS C. LTDA.

Representante Legal: MARCOS YANQUI FERNANDO XAVIER

Dirección: KM 11.5 VIA DAULE PARQUE CALIFORNIA 2 BLOQUE D-41, Tel. 2100390-2100392

Atención : Ing. Juliana Vargas

Guayaquil, 2022-01-20

DATOS DE LA MUESTRA

Punto e Identificación de la Muestra: Jengibre - Sur 2
 Fecha/Hora Lugar de Toma de Muestra: 2021/11/21 / 09:00 / Guayaquil
 Fecha/Hora Recepción Muestras: 2021/12/14 / 09:39
 Matriz de la muestra: Alimentos

METALES

PARÁMETRO	RESULTADO	UNIDADES	U K=2	MÉTODO	ANALIZADO POR
Arsénico (1)	<0,1358	mg/kg	---	PEE-GQM-FQ-33	2021/12/16 JV
Cadmio (1)	0,026	mg/kg	0,005	PEE-GQM-FQ-33	2021/12/16 JV
Mercurio (1)	0,19	mg/kg	0,04	PEE-GQM-FQ-33	2021/12/16 JV
Estaño (1)	<0,2187	mg/kg	---	PEE-GQM-FQ-33	2021/12/16 JV
Plomo (1)	<0,1180	mg/kg	---	PEE-GQM-FQ-33	2021/12/16 JV

SIMBOLOGÍA:

---- No. Aplica

<LD Menor al Límite Detectable

N.E. No efectuado

S.M. Standard Methods

U K=2 Incertidumbre Nivel de Confianza 95,45%

E.P.A. Environmental Protection Agency

P.E.E. Procedimiento específico de ensayo de GQM

G.R. Grados de Restricción

L.M.P. Límite Máximo Permisible

V.L.P. Valor Límite Permisible

V.M.R. Valor Máximo Referencial

C.C. Criterios de Calidad

V.M. Valor Máximo

V.M.P. Valor Máximo Permisible

NOMENCLATURA:

(1) Parámetro NO INCLUIDO en el alcance de acreditación ISO 17025 por el SAE.

(2) Parámetro subcontratado NO ACREDITADO, competencia evaluada Cap. 5 Manual de Calidad de GQM

(3) Parámetro acreditado cuyo resultado está FUERA DEL ALCANCE de acreditación.

(4) Parámetro subcontratado ACREDITADO; ver alcance en www.acreditacion.gob.ec

IMPORTANTE:

Los resultados de este informe de ensayo sólo son aplicables a las muestras analizadas; PROHIBIDA su reproducción total o parcial sin autorización escrita de GQM.

DESCARGO DE RESPONSABILIDAD:

La información del lugar de toma, punto e identificación de la muestra es proporcionada por el cliente a GQM previo a su monitoreo o recepción.

Si la muestra es entregada por el cliente, sus resultados aplican a la muestra tal como se recibió.



GRUPO QUIMICO MARCOS C. LTDA.

Representante Legal: MARCOS YANQUI FERNANDO XAVIER

Dirección: KM 11.5 VIA DAULE PARQUE CALIFORNIA 2 BLOQUE D-41, Tel. 2100390-2100392

Atención : Ing. Juliana Vargas

Guayaquil, 2022-01-20

DATOS DE TOMA / RECEPCIÓN DE MUESTRA

Punto e identificación de la Muestra:	Jengibre - Sur 2
Fecha/Hora Lugar de Toma de Muestra:	2021/11/21 / 09:00 / Guayaquil
Fecha/Hora Recepción Muestras:	2021/12/14 / 09:39
Matriz de la muestra:	Alimentos
Responsable de Toma de Muestra / Tipo de Muestra:	GRUPO QUIMICO MARCOS C. LTDA / Juliana Vargas / Puntual
Duración de Actividad:	---
Coordenadas Geográficas:	- -
Norma Técnica Aplicada:	No Aplica
Temperatura de Recepción de Muestra (Equipo):	26 C° / EI-174
Condiciones Ambientales del Monitoreo:	CUANDO EL MUESTREO ES REALIZADO POR GQM, LOS DATOS SE REGISTRAN EN SU ACTA DE TOMA DE MUESTRAS QUE ESTA A DISPOSICIÓN DEL CLIENTE.

Muestreo Actividad Acreditada: Muestreo de Aguas Naturales y Residuales. Parámetros: DBO, DQO, Aceites y Grasas, TPH, Fenoles, ST y SST.

MEMORIA FOTOGRÁFICA



Digitally signed by
LAURA MERCEDES YANQUI MOREIRA
Date: 2022-01-20 12:38:22-05:00

Q.F. LAURA YANQUI M.
Coordinadora de calidad

IMPORTANTE:

Los resultados de este informe de ensayo sólo son aplicables a las muestras analizadas; PROHIBIDA su reproducción total o parcial sin autorización escrita de GQM.

INCERTIDUMBRE DE MUESTREO/TOMA DE MUESTRA:

En caso de ser requerida, se encuentra disponible como una desviación de repetibilidad(r)

DESCARGO DE RESPONSABILIDAD:

La información del lugar de toma, punto e identificación de la muestra es proporcionada por el cliente a GQM previo a su monitoreo o recepción.
Si la muestra es entregada por el cliente, sus resultados aplican a la muestra tal como se recibió.

GRUPO QUIMICO MARCOS C. LTDA.
Representante Legal: MARCOS YANQUI FERNANDO XAVIER
Dirección: KM 11.5 VIA DAULE PARQUE CALIFORNIA 2 BLOQUE D-41, Tel. 2100390-2100392
Atención : Ing. Juliana Vargas

Guayaquil, 2021-12-14

DATOS DE LA MUESTRA

Punto e Identificación de la Muestra: SUELO AGRÍCOLA # 1
Fecha/Hora Lugar de Toma de Muestra: 2021/12/02 / 11:55 / FINCA LOTE 7 - SECTOR LAS CAÑITAS EN CANTÓN PALENQUE
Fecha/Hora Recepción Muestras: 2021/12/02 / 16:04
Matriz de la muestra: Suelo

METALES

PARÁMETRO	RESULTADO	UNIDADES	U K=2	MÉTODO	ANALIZADO POR
Arsénico (3)	0,3630	mg/kg	---	PEE-GQM-FQ-33	2021/12/10 JV
Cadmio	2,5871	mg/kg	0,4533	PEE-GQM-FQ-33	2021/12/10 JV
Mercurio (3)	<0,1214	mg/kg	---	PEE-GQM-FQ-33	2021/12/10 JV
Plomo	8,7109	mg/kg	1,2605	PEE-GQM-FQ-33	2021/12/10 JV
Estaño	5,8376	mg/kg	1,0292	PEE-GQM-FQ-33	2021/12/10 JV

SIMBOLOGÍA:

--- No. Aplica	E.P.A. Environmental Protection Agency	V.M.R. Valor Máximo Referencial
<LD Menor al Límite Detectable	P.E.E. Procedimiento específico de ensayo de GQM	C.C. Criterios de Calidad
N.E. No efectuado	G.R. Grados de Restricción	V.M. Valor Máximo
S.M. Standard Methods	L.M.P. Límite Máximo Permisible	V.M.P. Valor Máximo Permisible
U K=2 Incertidumbre Nivel de Confianza 95,45%	V.L.P. Valor Límite Permisible	

NOMENCLATURA:

- (1) Parámetro NO INCLUIDO en el alcance de acreditación ISO 17025 por el SAE.
- (2) Parámetro subcontratado NO ACREDITADO, competencia evaluada Cap. 5 Manual de Calidad de GQM
- (3) Parámetro acreditado cuyo resultado está FUERA DEL ALCANCE de acreditación.
- (4) Parámetro subcontratado ACREDITADO; ver alcance en www.acreditacion.gob.ec

IMPORTANTE:

Los resultados de este informe de ensayo sólo son aplicables a las muestras analizadas; PROHIBIDA su reproducción total o parcial sin autorización escrita de GQM.

DESCARGO DE RESPONSABILIDAD:

La información del lugar de toma, punto e identificación de la muestra es proporcionada por el cliente a GQM previo a su monitoreo o recepción.
Si la muestra es entregada por el cliente, sus resultados aplican a la muestra tal como se recibió.



GRUPO QUIMICO MARCOS C. LTDA.

Representante Legal: MARCOS YANQUI FERNANDO XAVIER

Dirección: KM 11.5 VIA DAULE PARQUE CALIFORNIA 2 BLOQUE D-41, Tel. 2100390-2100392

Atención : Ing. Juliana Vargas

Guayaquil, 2021-12-14

DATOS DE TOMA / RECEPCIÓN DE MUESTRA

Punto e Identificación de la Muestra: SUELO AGRÍCOLA # 1
Fecha/Hora Lugar de Toma de Muestra: 2021/12/02 / 11:55 / FINCA LOTE 7 - SECTOR LAS CAÑITAS EN CANTÓN PALENQUE

Fecha/Hora Recepción Muestras: 2021/12/02 / 16:04
Matriz de la muestra: Suelo
Responsable de Toma de Muestra / Tipo de Muestra: GRUPO QUIMICO MARCOS C. LTDA / Jmarchan / Puntual
Duración de Actividad: ---
Coordenadas Geográficas: 9848684 17M0638226
Norma Técnica Aplicada: PG-GQM-15: Suelo
Temperatura de Recepción de Muestra (Equipo): 6.5 Cº / EI-174
Condiciones Ambientales del Monitoreo: CUANDO EL MUESTREO ES REALIZADO POR GQM, LOS DATOS SE REGISTRAN EN SU ACTA DE TOMA DE MUESTRAS QUE ESTA A DISPOSICIÓN DEL CLIENTE.

Muestreo Actividad Acreditada: Muestreo de Aguas Naturales y Residuales. Parámetros: DBO, DQO, Aceites y Grasas, TPH, Fenoles, ST y SST.

MEMORIA FOTOGRÁFICA



Digitally signed by
LAURA MERCEDES YANQUI MOREIRA
Date: 2021-12-14 19:02:44-05:00

Q.F. LAURA YANQUI M.
Coordinadora de calidad

IMPORTANTE:

Los resultados de este informe de ensayo sólo son aplicables a las muestras analizadas; PROHIBIDA su reproducción total o parcial sin autorización escrita de GQM.

INCERTIDUMBRE DE MUESTREO/TOMA DE MUESTRA:

En caso de ser requerida, se encuentra disponible como una desviación de repetibilidad(r)

DESCARGO DE RESPONSABILIDAD:

La información del lugar de toma, punto e identificación de la muestra es proporcionada por el cliente a GQM previo a su monitoreo o recepción.

Si la muestra es entregada por el cliente, sus resultados aplican a la muestra tal como se recibió.

GRUPO QUIMICO MARCOS C. LTDA.
Representante Legal: MARCOS YANQUI FERNANDO XAVIER
Dirección: KM 11.5 VIA DAULE PARQUE CALIFORNIA 2 BLOQUE D-41, Tel. 2100390-2100392
Atención : Ing. Juliana Vargas

Guayaquil, 2021-12-14

DATOS DE LA MUESTRA

Punto e Identificación de la Muestra: SUELO AGRÍCOLA- MUESTRA INTEGRADA
(17M0638226-9848684/17M0638142-9848546/17M0638175-9848546/17M0638275-9848530/17M0638214-
Fecha/Hora Lugar de Toma de Muestra: 2021/12/02 / 12:50 / FINCA LOTE 7 - SECTOR LAS CAÑITAS EN CANTÓN PALENQUE
Fecha/Hora Recepción Muestras: 2021/12/02 / 16:04
Matriz de la muestra: Suelo

METALES

PARÁMETRO	RESULTADO	UNIDADES	U K=2	MÉTODO	ANALIZADO POR
Arsénico	0,5105	mg/kg	0,0789	PEE-GQM-FQ-33	2021/12/10 JV
Cadmio	1,8253	mg/kg	0,3198	PEE-GQM-FQ-33	2021/12/10 JV
Mercurio (3)	<0,1214	mg/kg	---	PEE-GQM-FQ-33	2021/12/10 JV
Plomo	8,2881	mg/kg	1,1993	PEE-GQM-FQ-33	2021/12/10 JV
Estaño	1,8996	mg/kg	0,3349	PEE-GQM-FQ-33	2021/12/10 JV

SIMBOLOGÍA:

---- No. Aplica	E.P.A. Environmental Protection Agency	V.M.R. Valor Máximo Referencial
<LD Menor al Límite Detectable	P.E.E. Procedimiento específico de ensayo de GQM	C.C. Criterios de Calidad
N.E. No efectuado	G.R. Grados de Restricción	V.M. Valor Máximo
S.M. Standard Methods	L.M.P. Límite Máximo Permisible	V.M.P. Valor Máximo Permisible
U K=2 Incertidumbre Nivel de Confianza 95,45%	V.L.P. Valor Límite Permisible	

NOMENCLATURA:

- (1) Parámetro NO INCLUIDO en el alcance de acreditación ISO 17025 por el SAE.
- (2) Parámetro subcontratado NO ACREDITADO, competencia evaluada Cap. 5 Manual de Calidad de GQM
- (3) Parámetro acreditado cuyo resultado está FUERA DEL ALCANCE de acreditación.
- (4) Parámetro subcontratado ACREDITADO; ver alcance en www.acreditacion.gob.ec

IMPORTANTE:

Los resultados de este informe de ensayo sólo son aplicables a las muestras analizadas; PROHIBIDA su reproducción total o parcial sin autorización escrita de GQM.

DESCARGO DE RESPONSABILIDAD:

La información del lugar de toma, punto e identificación de la muestra es proporcionada por el cliente a GQM previo a su monitoreo o recepción.
Si la muestra es entregada por el cliente, sus resultados aplican a la muestra tal como se recibió.



GRUPO QUIMICO MARCOS C. LTDA.

Representante Legal: **MARCOS YANQUI FERNANDO XAVIER**

Dirección: **KM 11.5 VIA DAULE PARQUE CALIFORNIA 2 BLOQUE D-41, Tel. 2100390-2100392**

Atención : **Ing. Juliana Vargas**

Guayaquil, 2021-12-14

DATOS DE TOMA / RECEPCIÓN DE MUESTRA

Punto e Identificación de la Muestra:	SUELO AGRÍCOLA- MUESTRA INTEGRADA (17M0638226-9848684/17M0638142-9848546/17M0638175-9848546/17M0638275-9848530/17M0638
Fecha/Hora Lugar de Toma de Muestra:	2021/12/02 / 12:50 / FINCA LOTE 7 - SECTOR LAS CAÑITAS EN CANTÓN PALENQUE
Fecha/Hora Recepción Muestras:	2021/12/02 / 16:04
Matriz de la muestra:	Suelo
Responsable de Toma de Muestra / Tipo de Muestra:	GRUPO QUIMICO MARCOS C. LTDA / Jmmerchan / Integrado
Duración de Actividad:	---
Coordenadas Geográficas:	---
Norma Técnica Aplicada:	PG-GQM-15: Suelo
Temperatura de Recepción de Muestra (Equipo):	6.5 Cº / EI-174
Condiciones Ambientales del Monitoreo:	CUANDO EL MUESTREO ES REALIZADO POR GQM, LOS DATOS SE REGISTRAN EN SU ACTA DE TOMA DE MUESTRAS QUE ESTA A DISPOSICIÓN DEL CLIENTE.
Muestreo Actividad Acreditada:	Muestreo de Aguas Naturales y Residuales. Parámetros: DBO, DQO, Aceites y Grasas, TPH, Fenoles, ST y SST.

MEMORIA FOTOGRÁFICA



Digitally signed by
LAURA MERCEDES YANQUI MOREIRA
Date: 2021-12-14 19:02:44-05:00

Q.F. LAURA YANQUI M.
Coordinadora de calidad

IMPORTANTE:

Los resultados de este informe de ensayo sólo son aplicables a las muestras analizadas; PROHIBIDA su reproducción total o parcial sin autorización escrita de GQM.

INCERTIDUMBRE DE MUESTREO/TOMA DE MUESTRA:

En caso de ser requerida, se encuentra disponible como una desviación de repetibilidad(r)

DESCARGO DE RESPONSABILIDAD:

La información del lugar de toma, punto e identificación de la muestra es proporcionada por el cliente a GQM previo a su monitoreo o recepción.
Si la muestra es entregada por el cliente, sus resultados aplican a la muestra tal como se recibió.

GRUPO QUIMICO MARCOS C. LTDA.
Representante Legal: MARCOS YANQUI FERNANDO XAVIER
Dirección: KM 11.5 VIA DAULE PARQUE CALIFORNIA 2 BLOQUE D-41, Tel. 2100390-2100392
Atención : Ing. Juliana Vargas

Guayaquil, 2021-12-14

DATOS DE LA MUESTRA

Punto e Identificación de la Muestra: SUELO AGRÍCOLA # 2
Fecha/Hora Lugar de Toma de Muestra: 2021/12/02 / 12:03 / FINCA LOTE 7 - SECTOR LAS CAÑITAS EN CANTÓN PALENQUE
Fecha/Hora Recepción Muestras: 2021/12/02 / 16:04
Matriz de la muestra: Suelo

METALES

PARÁMETRO	RESULTADO	UNIDADES	U K=2	MÉTODO	ANALIZADO POR
Arsénico	0,5916	mg/kg	0,0915	PEE-GQM-FQ-33	2021/12/10 JV
Cadmio	1,7881	mg/kg	0,3133	PEE-GQM-FQ-33	2021/12/10 JV
Mercurio (3)	<0,1214	mg/kg	---	PEE-GQM-FQ-33	2021/12/10 JV
Plomo	9,5868	mg/kg	1,3872	PEE-GQM-FQ-33	2021/12/10 JV
Estaño	1,0931	mg/kg	0,1927	PEE-GQM-FQ-33	2021/12/10 JV

SIMBOLOGÍA:

---- No. Aplica	E.P.A. Environmental Protection Agency	V.M.R. Valor Máximo Referencial
<LD Menor al Limite Detectable	P.E.E. Procedimiento específico de ensayo de GQM	C.C. Criterios de Calidad
N.E. No efectuado	G.R. Grados de Restricción	V.M. Valor Máximo
S.M. Standard Methods	L.M.P. Limite Máximo Permisible	V.M.P. Valor Máximo Permisible
U K=2 Incertidumbre Nivel de Confianza 95,45%	V.L.P. Valor Limite Permisible	

NOMENCLATURA:

- Parámetro NO INCLUIDO en el alcance de acreditación ISO 17025 por el SAE.
- Parámetro subcontratado NO ACREDITADO, competencia evaluada Cap. 5 Manual de Calidad de GQM
- Parámetro acreditado cuyo resultado está FUERA DEL ALCANCE de acreditación.
- Parámetro subcontratado ACREDITADO; ver alcance en www.acreditacion.gob.ec

IMPORTANTE:

Los resultados de este informe de ensayo sólo son aplicables a las muestras analizadas; PROHIBIDA su reproducción total o parcial sin autorización escrita de GQM.

DESCARGO DE RESPONSABILIDAD:

La información del lugar de toma, punto e identificación de la muestra es proporcionada por el cliente a GQM previo a su monitoreo o recepción.
Si la muestra es entregada por el cliente, sus resultados aplican a la muestra tal como se recibió.

GRUPO QUIMICO MARCOS C. LTDA.
Representante Legal: MARCOS YANQUI FERNANDO XAVIER
Dirección: KM 11.5 VIA DAULE PARQUE CALIFORNIA 2 BLOQUE D-41, Tel. 2100390-2100392
Atención : Ing. Juliana Vargas

Guayaquil, 2021-12-14

DATOS DE TOMA / RECEPCIÓN DE MUESTRA

Punto e Identificación de la Muestra: SUELO AGRÍCOLA # 2
Fecha/Hora Lugar de Toma de Muestra: 2021/12/02 / 12:03 / FINCA LOTE 7 - SECTOR LAS CAÑITAS EN CANTÓN PALENQUE

Fecha/Hora Recepción Muestras: 2021/12/02 / 16:04
Matriz de la muestra: Suelo
Responsable de Toma de Muestra / Tipo de Muestra: GRUPO QUIMICO MARCOS C. LTDA / Jmerchan / Puntual
Duración de Actividad: ---
Coordenadas Geográficas: 9848639 17M0638142
Norma Técnica Aplicada: PG-GQM-15: Suelo
Temperatura de Recepción de Muestra (Equipo): 6.5 C° / EI-174
Condiciones Ambientales del Monitoreo: CUANDO EL MUESTREO ES REALIZADO POR GQM, LOS DATOS SE REGISTRAN EN SU ACTA DE TOMA DE MUESTRAS QUE ESTA A DISPOSICIÓN DEL CLIENTE.

Muestreo Actividad Acreditada: Muestreo de Aguas Naturales y Residuales. Parámetros: DBO, DQO, Aceites y Grasas, TPH, Fenoles, ST y SST.

MEMORIA FOTOGRÁFICA



Digitally signed by
LAURA MERCEDES YANQUI MOREIRA
Date: 2021-12-14 19:02:44-05:00

Q.F. LAURA YANQUI M.
Coordinadora de calidad

IMPORTANTE:
Los resultados de este informe de ensayo sólo son aplicables a las muestras analizadas; PROHIBIDA su reproducción total o parcial sin autorización escrita de GQM.
INCERTIDUMBRE DE MUESTREO/TOMA DE MUESTRA:
En caso de ser requerida, se encuentra disponible como una desviación de repetibilidad(r)
DESCARGO DE RESPONSABILIDAD:
La información del lugar de toma, punto e identificación de la muestra es proporcionada por el cliente a GQM previo a su monitoreo o recepción.
Si la muestra es entregada por el cliente, sus resultados aplican a la muestra tal como se recibió.



GRUPO QUIMICO MARCOS C. LTDA.
Representante Legal: MARCOS YANQUI FERNANDO XAVIER
Dirección: KM 11.5 VIA DAULE PARQUE CALIFORNIA 2 BLOQUE D-41, Tel. 2100390-2100392
Atención : Ing. Juliana Vargas

Guayaquil, 2021-12-14

DATOS DE LA MUESTRA

Punto e Identificación de la Muestra:	SUELO AGRÍCOLA # 3
Fecha/Hora Lugar de Toma de Muestra:	2021/12/02 / 12:10 / FINCA LOTE 7 - SECTOR LAS CAÑITAS EN CANTÓN PALENQUE
Fecha/Hora Recepción Muestras:	2021/12/02 / 16:04
Matriz de la muestra:	Suelo

METALES

PARÁMETRO	RESULTADO	UNIDADES	U K=2	MÉTODO	ANALIZADO POR
Arsénico (3)	<0,1358	mg/kg	---	PEE-GQM-FQ-33	2021/12/10 JV
Cadmio	2,0318	mg/kg	0,3560	PEE-GQM-FQ-33	2021/12/10 JV
Mercurio (3)	<0,1214	mg/kg	---	PEE-GQM-FQ-33	2021/12/10 JV
Plomo	9,9398	mg/kg	1,4383	PEE-GQM-FQ-33	2021/12/10 JV
Estaño	1,0175	mg/kg	0,1794	PEE-GQM-FQ-33	2021/12/10 JV

SIMBOLOGÍA:

— No. Aplica	E.P.A. Environmental Protection Agency	V.M.R. Valor Máximo Referencial
<LD Menor al Límite Detectable	P.E.E. Procedimiento específico de ensayo de GQM	C.C. Criterios de Calidad
N.E. No efectuado	G.R. Grados de Restricción	V.M. Valor Máximo
S.M. Standard Methods	L.M.P. Límite Máximo Permisible	V.M.P. Valor Máximo Permisible
U K=2 Incertidumbre Nivel de Confianza 95,45%	V.L.P. Valor Límite Permisible	

NOMENCLATURA:
(1) Parámetro NO INCLUIDO en el alcance de acreditación ISO 17025 por el SAE.
(2) Parámetro subcontratado NO ACREDITADO, competencia evaluada Cap. 5 Manual de Calidad de GQM
(3) Parámetro acreditado cuyo resultado está FUERA DEL ALCANCE de acreditación.
(4) Parámetro subcontratado ACREDITADO; ver alcance en www.acreditacion.gob.ec

IMPORTANTE:

Los resultados de este informe de ensayo sólo son aplicables a las muestras analizadas; PROHIBIDA su reproducción total o parcial sin autorización escrita de GQM.

DESCARGO DE RESPONSABILIDAD:

La información del lugar de toma, punto e identificación de la muestra es proporcionada por el cliente a GQM previo a su monitoreo o recepción.
Si la muestra es entregada por el cliente, sus resultados aplican a la muestra tal como se recibió.



GRUPO QUIMICO MARCOS C. LTDA.
 Representante Legal: MARCOS YANQUI FERNANDO XAVIER
 Dirección: KM 11.5 VIA DAULE PARQUE CALIFORNIA 2 BLOQUE D-41, Tel. 2100390-2100392
 Atención : Ing. Juliana Vargas

Guayaquil, 2021-12-14

DATOS DE TOMA / RECEPCIÓN DE MUESTRA

Punto e Identificación de la Muestra: SUELO AGRÍCOLA # 3
Fecha/Hora Lugar de Toma de Muestra: 2021/12/02 / 12:10 / FINCA LOTE 7 - SECTOR LAS CAÑITAS EN CANTÓN PALENQUE
Fecha/Hora Recepción Muestras: 2021/12/02 / 16:04
Matriz de la muestra: Suelo
Responsable de Toma de Muestra / Tipo de Muestra: GRUPO QUIMICO MARCOS C. LTDA / Jmerchan / Puntual
Duración de Actividad: ---
Coordenadas Geográficas: 9848546 17M0638175
Norma Técnica Aplicada: PG-GQM-15: Suelo
Temperatura de Recepción de Muestra (Equipo): 6.5 C° / EI-174
Condiciones Ambientales del Monitoreo: CUANDO EL MUESTREO ES REALIZADO POR GQM, LOS DATOS SE REGISTRAN EN SU ACTA DE TOMA DE MUESTRAS QUE ESTA A DISPOSICIÓN DEL CLIENTE.
 Muestreo Actividad Acreditada: Muestreo de Aguas Naturales y Residuales. Parámetros: DBO, DQO, Aceites y Grasas, TPH, Fenoles, ST y SST.

MEMORIA FOTOGRÁFICA



Digitally signed by
 LAURA MERCEDES YANQUI MOREIRA
 Date: 2021-12-14 19:02:44-05:00

Q.F. LAURA YANQUI M.
 Coordinadora de calidad

IMPORTANTE:

Los resultados de este informe de ensayo sólo son aplicables a las muestras analizadas; PROHIBIDA su reproducción total o parcial sin autorización escrita de GQM.

INCERTIDUMBRE DE MUESTREO/TOMA DE MUESTRA:

En caso de ser requerida, se encuentra disponible como una desviación de repetibilidad(r)

DESCARGO DE RESPONSABILIDAD:

La información del lugar de toma, punto e identificación de la muestra es proporcionada por el cliente a GQM previo a su monitoreo o recepción. Si la muestra es entregada por el cliente, sus resultados aplican a la muestra tal como se recibió.



GRUPO QUIMICO MARCOS C. LTDA.
Representante Legal: MARCOS YANQUI FERNANDO XAVIER
Dirección: KM 11.5 VIA DAULE PARQUE CALIFORNIA 2 BLOQUE D-41, Tel. 2100390-2100392
Atención : Ing. Juliana Vargas

Guayaquil, 2021-12-14

DATOS DE LA MUESTRA

Punto e Identificación de la Muestra: SUELO AGRÍCOLA # 4
Fecha/Hora Lugar de Toma de Muestra: 2021/12/02 / 12:20 / FINCA LOTE 7 - SECTOR LAS CAÑITAS EN CANTÓN PALENQUE
Fecha/Hora Recepción Muestras: 2021/12/02 / 16:04
Matriz de la muestra: Suelo

METALES

PARÁMETRO	RESULTADO	UNIDADES	U K=2	MÉTODO	ANALIZADO POR
Arsénico (3)	0,1485	mg/kg	---	PEE-GQM-FQ-33	2021/12/10 JV
Cadmio	0,9228	mg/kg	0,1617	PEE-GQM-FQ-33	2021/12/10 JV
Mercurio (3)	<0,1214	mg/kg	---	PEE-GQM-FQ-33	2021/12/10 JV
Plomo	6,7264	mg/kg	0,9733	PEE-GQM-FQ-33	2021/12/10 JV
Estaño (3)	0,5856	mg/kg	---	PEE-GQM-FQ-33	2021/12/10 JV

SIMBOLOGÍA:

--- No. Aplica	E.P.A. Environmental Protection Agency	V.M.R. Valor Máximo Referencial
<LD Menor al Límite Detectable	P.E.E. Procedimiento específico de ensayo de GQM	C.C. Criterios de Calidad
N.E. No efectuado	G.R. Grados de Restricción	V.M. Valor Máximo
S.M. Standard Methods	L.M.P. Límite Máximo Permisible	V.M.P. Valor Máximo Permisible
U K=2 Incertidumbre Nivel de Confianza 95,45%	V.L.P. Valor Límite Permisible	

NOMENCLATURA:

- (1) Parámetro NO INCLUIDO en el alcance de acreditación ISO 17025 por el SAE.
- (2) Parámetro subcontratado NO ACREDITADO, competencia evaluada Cap. 5 Manual de Calidad de GQM
- (3) Parámetro acreditado cuyo resultado está FUERA DEL ALCANCE de acreditación.
- (4) Parámetro subcontratado ACREDITADO; ver alcance en www.acreditacion.gob.ec

IMPORTANTE:

Los resultados de este informe de ensayo sólo son aplicables a las muestras analizadas; PROHIBIDA su reproducción total o parcial sin autorización escrita de GQM.

DESCARGO DE RESPONSABILIDAD:

La información del lugar de toma, punto e identificación de la muestra es proporcionada por el cliente a GQM previo a su monitoreo o recepción.

Si la muestra es entregada por el cliente, sus resultados aplican a la muestra tal como se recibió.



GRUPO QUIMICO MARCOS C. LTDA.
 Representante Legal: MARCOS YANQUI FERNANDO XAVIER
 Dirección: KM 11.5 VIA DAULE PARQUE CALIFORNIA 2 BLOQUE D-41, Tel. 2100390-2100392
 Atención : Ing. Juliana Vargas

Guayaquil, 2021-12-14

DATOS DE TOMA / RECEPCIÓN DE MUESTRA

Punto e Identificación de la Muestra:	SUELO AGRÍCOLA # 4
Fecha/Hora Lugar de Toma de Muestra:	2021/12/02 / 12:20 / FINCA LOTE 7 - SECTOR LAS CAÑITAS EN CANTÓN PALENQUE
Fecha/Hora Recepción Muestras:	2021/12/02 / 16:04
Matriz de la muestra:	Suelo
Responsable de Toma de Muestra / Tipo de Muestra:	GRUPO QUIMICO MARCOS C. LTDA / Jmerchan / Puntual
Duración de Actividad:	---
Coordenadas Geográficas:	9848530 17M0638275
Norma Técnica Aplicada:	PG-GQM-15: Suelo
Temperatura de Recepción de Muestra (Equipo):	6.5 C° / EI-174
Condiciones Ambientales del Monitoreo:	CUANDO EL MUESTREO ES REALIZADO POR GQM, LOS DATOS SE REGISTRAN EN SU ACTA DE TOMA DE MUESTRAS QUE ESTA A DISPOSICIÓN DEL CLIENTE.
Muestreo Actividad Acreditada:	Muestreo de Aguas Naturales y Residuales. Parámetros: DBO, DQO, Aceites y Grasas, TPH, Fenoles, ST y SST.

MEMORIA FOTOGRÁFICA



Digitally signed by
 LAURA MERCEDES YANQUI MOREIRA
 Date: 2021-12-14 19:02:44-05:00

Q.F. LAURA YANQUI M.
 Coordinadora de calidad

IMPORTANTE:
 Los resultados de este informe de ensayo sólo son aplicables a las muestras analizadas; PROHIBIDA su reproducción total o parcial sin autorización escrita de GQM.
INCERTIDUMBRE DE MUESTREO/TOMA DE MUESTRA:
 En caso de ser requerida, se encuentra disponible como una desviación de repetibilidad(r)
DESCARGO DE RESPONSABILIDAD:
 La información del lugar de toma, punto e identificación de la muestra es proporcionada por el cliente a GQM previo a su monitoreo o recepción.
 Si la muestra es entregada por el cliente, sus resultados aplican a la muestra tal como se recibió.

GRUPO QUIMICO MARCOS C. LTDA.
Representante Legal: MARCOS YANQUI FERNANDO XAVIER
Dirección: KM 11.5 VIA DAULE PARQUE CALIFORNIA 2 BLOQUE D-41, Tel. 2100390-2100392
Atención : Ing. Juliana Vargas

Guayaquil, 2021-12-14

DATOS DE LA MUESTRA

Punto e Identificación de la Muestra: SUELO AGRICOLA # 5
Fecha/Hora Lugar de Toma de Muestra: 2021/12/02 / 12:30 / FINCA LOTE 7 - SECTOR LAS CAÑITAS EN CANTÓN PALENQUE
Fecha/Hora Recepción Muestras: 2021/12/02 / 16:04
Matriz de la muestra: Suelo

METALES

PARÁMETRO	RESULTADO	UNIDADES	U K=2	MÉTODO	ANALIZADO POR
Arsénico (3)	0,2347	mg/kg	---	PEE-GQM-FQ-33	2021/12/10 JV
Cadmio	1,4452	mg/kg	0,2532	PEE-GQM-FQ-33	2021/12/10 JV
Mercurio (3)	<0,1214	mg/kg	---	PEE-GQM-FQ-33	2021/12/10 JV
Plomo	7,8848	mg/kg	1,1409	PEE-GQM-FQ-33	2021/12/10 JV
Estaño (3)	0,3262	mg/kg	---	PEE-GQM-FQ-33	2021/12/10 JV

SIMBOLOGÍA:

---	No. Aplica	E.P.A. Environmental Protection Agency	V.M.R. Valor Máximo Referencial
<LD	Menor al Límite Detectable	P.E.E. Procedimiento específico de ensayo de GQM	C.C. Criterios de Calidad
N.E.	No efectuado	G.R. Grados de Restricción	V.M. Valor Máximo
S.M.	Standard Methods	L.M.P. Límite Máximo Permissible	V.M.P. Valor Máximo Permissible
U K=2	Incertidumbre Nivel de Confianza 95,45%	V.L.P. Valor Límite Permissible	

NOMENCLATURA:

- (1) Parámetro NO INCLUIDO en el alcance de acreditación ISO 17025 por el SAE.
- (2) Parámetro subcontratado NO ACREDITADO, competencia evaluada Cap. 5 Manual de Calidad de GQM
- (3) Parámetro acreditado cuyo resultado está FUERA DEL ALCANCE de acreditación.
- (4) Parámetro subcontratado ACREDITADO; ver alcance en www.acreditacion.gob.ec

IMPORTANTE:

Los resultados de este informe de ensayo sólo son aplicables a las muestras analizadas; PROHIBIDA su reproducción total o parcial sin autorización escrita de GQM.

DESCARGO DE RESPONSABILIDAD:

La información del lugar de toma, punto e identificación de la muestra es proporcionada por el cliente a GQM previo a su monitoreo o recepción.
Si la muestra es entregada por el cliente, sus resultados aplican a la muestra tal como se recibió.



GRUPO QUIMICO MARCOS C. LTDA.
 Representante Legal: MARCOS YANQUI FERNANDO XAVIER
 Dirección: KM 11.5 VIA DAULE PARQUE CALIFORNIA 2 BLOQUE D-41, Tel. 2100390-2100392
 Atención : Ing. Juliana Vargas

Guayaquil, 2021-12-14

DATOS DE TOMA / RECEPCIÓN DE MUESTRA

Punto e Identificación de la Muestra:	SUELO AGRÍCOLA # 5
Fecha/Hora Lugar de Toma de Muestra:	2021/12/02 / 12:30 / FINCA LOTE 7 - SECTOR LAS CAÑITAS EN CANTÓN PALENQUE
Fecha/Hora Recepción Muestras:	2021/12/02 / 16:04
Matriz de la muestra:	Suelo
Responsable de Toma de Muestra / Tipo de Muestra:	GRUPO QUIMICO MARCOS C. LTDA / Jmmerchan / Puntual
Duración de Actividad:	---
Coordenadas Geográficas:	9848586 17M0638214
Norma Técnica Aplicada:	PG-GQM-15: Suelo
Temperatura de Recepción de Muestra (Equipo):	6.5 C° / EI-174
Condiciones Ambientales del Monitoreo:	CUANDO EL MUESTREO ES REALIZADO POR GQM, LOS DATOS SE REGISTRAN EN SU ACTA DE TOMA DE MUESTRAS QUE ESTA A DISPOSICIÓN DEL CLIENTE.

Muestreo Actividad Acreditada: Muestreo de Aguas Naturales y Residuales. Parámetros: DBO, DQO, Aceites y Grasas, TPH, Fenoles, ST y SST.

MEMORIA FOTOGRÁFICA



Digitally signed by
 LAURA MERCEDES YANQUI MOREIRA
 Date: 2021-12-14 19:02:44-05:00

Q.F. LAURA YANQUI M.
 Coordinadora de calidad

IMPORTANTE:

Los resultados de este informe de ensayo sólo son aplicables a las muestras analizadas; PROHIBIDA su reproducción total o parcial sin autorización escrita de GQM.

INCERTIDUMBRE DE MUESTREO/TOMA DE MUESTRA:

En caso de ser requerida, se encuentra disponible como una desviación de repetibilidad(r)

DESCARGO DE RESPONSABILIDAD:

La información del lugar de toma, punto e identificación de la muestra es proporcionada por el cliente a GQM previo a su monitoreo o recepción.

Si la muestra es entregada por el cliente, sus resultados aplican a la muestra tal como se recibió.