



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
CARRERA DE LABORATORIO CLÍNICO E HISTOPATOLÓGICO

TESINA DE GRADO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
LICENCIADO EN CIENCIAS DE LA SALUD EN LABORATORIO
CLÍNICO E HISTOPATOLÓGICO

TÍTULO:

DETERMINACIÓN DE METALES A TRAVÉS DEL MÉTODO DE ABSORCIÓN ATÓMICA EN PLANTAS DE LA ESPECIE DATURA ARBÓREA, EN LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA (LAS VIÑAS), EN EL PERÍODO DE ENERO A JUNIO DEL 2015.

AUTORES:

QUINTANA RODRÍGUEZ LUIS FERNANDO
SALVATIERRA CEDEÑO HUGO CRISTOPHER

TUTOR:

Dr. WILSON MONCAYO MOLINA MgSc.

RIOBAMBA – ECUADOR

2016



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
CARRERA DE LABORATORIO CLÍNICO E HISTOPATOLÓGICO

TEMA:

DETERMINACIÓN DE METALES A TRAVÉS DEL MÉTODO DE ABSORCIÓN ATÓMICA EN PLANTAS DE LA ESPECIE DATURA ARBÓREA, EN LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA (LAS VIÑAS), EN EL PERÍODO DE ENERO A JUNIO DEL 2015.

Tesina de grado previo a la obtención del título en Licenciado en Ciencias de la Salud en Laboratorio Clínico e Histopatológico.

APROBADO Y CALIFICADO POR LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL

Nota:.....

Lic. Ximena Robalino (PRESIDENTE)

FIRMA.....

Dr. Wilson Moncayo Molina (TUTOR)

FIRMA.....

Dra. Mery Alvear (TRIBUNAL)

FIRMA.....

CERTIFICADO

En calidad de Tribunal en la pre defensa del señor Luis Fernando Quintana Rodríguez con el tema de tesina **DETERMINACIÓN DE METALES A TRAVÉS DEL MÉTODO DE ABSORCIÓN ATÓMICA EN PLANTAS DE LA ESPECIE DATURA ARBÓREA, EN LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA (LAS VIÑAS), EN EL PERÍODO DE ENERO A JUNIO DEL 2015.**

Certificamos de haber realizado las correcciones y sugerencias en la pre defensa sugiriéndole se proceda a la presentación de los empastados, solicitud de fecha y hora para la defensa pública.

Tesina de grado previo a la obtención del título de Licenciado en Ciencias de la Salud en Laboratorio Clínico e Histopatológico.

APROBADO POR LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL

Lic. Ximena Robalino (PRESIDENTE)

FIRMA.....

Dr. Wilson Moncayo Molina (TUTOR)

FIRMA.....

Dra. Mery Alvear. (TRIBUNAL)

FIRMA.....

CERTIFICADO

En calidad de Tribunal en la pre defensa del señor Hugo Cristopher Salvatierra Cedeño con el tema de tesina **DETERMINACIÓN DE METALES A TRAVÉS DEL MÉTODO DE ABSORCIÓN ATÓMICA EN PLANTAS DE LA ESPECIE DATURA ARBÓREA, EN LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA (LAS VIÑAS), EN EL PERÍODO DE ENERO A JUNIO DEL 2015.**

Certificamos de haber realizado las correcciones y sugerencias en la pre defensa sugiriéndole se proceda a la presentación de los empastados, solicitud de fecha y hora para la defensa pública.

Tesina de grado previo a la obtención del título de Licenciado en Ciencias de la Salud en Laboratorio Clínico e Histopatológico.

APROBADO POR LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL

Lic. Ximena Robalino (PRESIDENTE)

FIRMA.....

Dr. Wilson Moncayo Molina (TUTOR)

FIRMA.....

Dra. Mery Alvear (TRIBUNAL)

FIRMA.....

DERECHO DE AUTORÍA

Nosotros, Luis Fernando Quintana Rodríguez y Hugo Christopher Salvatierra Cedeño, somos responsables de todo el contenido de este trabajo investigativo, los derechos de autoría pertenecen a la Universidad Nacional de Chimborazo.

.....
Luis Fernando Quintana R.

C.I. 180408526-2

.....
Hugo Christopher Salvatierra C.

C.I. 080264382-5

ACEPTACIÓN DEL TUTOR

Por la presente, hago constar que he leído el protocolo del Proyecto de Grado presentado por los señores Luis Fernando Quintana Rodríguez y Hugo Cristopher Salvatierra Cedeño para optar al título de Licenciado en Laboratorio Clínico e Histopatológico, y que acepto asesorar a los estudiantes en calidad de tutor, durante la etapa del desarrollo del trabajo hasta su presentación y evaluación.

Riobamba, de Marzo del 2015

.....
Dr. Wilson Moncayo Molina, MgSc.
TUTOR

AGRADECIMIENTO

Expresamos nuestra gratitud a las personas e Instituciones que contribuyeron en nuestra formación profesional, con mucho afecto a la UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO, quien nos abrió sus puertas y nos permitió ser alguien en la vida, a nuestro tutor de tesis Dr. Wilson Moncayo Molina, quien con su paciencia, tolerancia y brillante capacidad, compartió conocimientos, anécdotas y experiencias que fueron de gran importancia para culminar el presente trabajo.

Un reconocimiento único a todo el cuerpo docente y administrativo de esta prestigiosa Universidad que nos asesoraron para la finalización de este trabajo, así mismo a nuestros compañeros de clase, quienes día a día contribuyeron a mejorar nuestra manera de actuar y de ellos nos llevamos los momentos más gratos de la vida.

Luis Quintana, Hugo Salvatierra.

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a mis Padres, mi esposa, mis hijos y a mi familia, ya que su apoyo incondicional influyo en mí para culminar una etapa más en mi vida, al departamento de Criminalística de la Provincia de Chimborazo, quienes supieron impartirnos información y conocimientos para que esta investigación culminara.

Hugo Cristopher

Es grato poder plasmar unas palabras en el presente trabajo, dedicarles un espacio a las personas que hicieron posible que esta meta propuesta llegase a su fin, mi eterna gratitud, cariño y respeto al esfuerzo y sacrificio que hicieron mis padres para orientar mi futuro e inculcarme valores para ser de mí alguien en la vida, a mis hermanos por su fe inquebrantable fruto de comprensión y paciencia para afrontar mi destino.

Luis Fernando

RESUMEN

Los metales, son elementos esenciales que cumplen una función en distintas partes del cuerpo, la toxicidad de estos se mide a través de su densidad por lo que un porcentaje elevado de los mismos combinado con otras sustancias pueden ocasionar serios problemas en la salud. Determinar metales a través del método de absorción atómica en plantas de la especie *Datura arbórea*, en la provincia de Tungurahua (las viñas), en el período de enero a junio del 2015, responde a la necesidad de conocer cómo influye la proporción de minerales expuestos en las plantas y sus efectos en distintos órganos para de esta manera contribuir con el diagnóstico y tratamiento de alteraciones y patologías que provocan estos compuestos, el presente trabajo investigativo emplea el método de espectroscopia de absorción atómica que se basa en la descomposición de muestras en átomos mediante una llama que permite cuantificar minerales en determinadas matrices, lo que nos permitirá indicar el metabolito presente en las muestras a ser analizadas, también se empleó el método deductivo que parte de la teoría general para formular la hipótesis, la investigación fue descriptiva ya que detalla características generales de las muestras sometidas al análisis, de campo por el lugar donde se realizó la investigación y explicativa ya que interpreta una realidad basada en un conjunto de afirmaciones, creencias, principios y descubrimientos, se trabaja con una población de 600 plantas que fueron procesadas y analizadas en el Laboratorio de Química Forense del Departamento de Criminalística de Chimborazo, los resultados obtenidos dieron cumplimiento a los objetivos propuestos y comprueban la hipótesis, en conclusión las plantas portan gran concentración de metales tóxicos como cloruros, calcio, fosforo, hierro, magnesio, manganeso, potasio, cromo, cobre, plomo que al ser combinados con la escopolamina resultan perjudiciales para la salud.

SUMMARY

ÍNDICE

CERTIFICADO	iii
DERECHO DE AUTORÍA.....	v
ACEPTACIÓN DEL TUTOR	vi
AGRADECIMIENTO.....	vii
DEDICATORIA	viii
RESUMEN.....	ix
SUMMARY.....	X
ÍNDICE	xi
INTRODUCCIÓN	xvi
CAPÍTULO I.....	1
1. PROBLEMATIZACIÓN.....	1
1.1 Planteamiento del problema.....	1
1.2 Formulación del problema	2
1.3 Objetivos	2
1.3.1 Objetivo General	2
1.3.2 Objetivos específicos	2
1.4. Justificación.....	3
CAPÍTULO II.....	4
2. MARCO TEÓRICO.....	4
2.1 Posicionamiento teórico personal	4
2.2 Fundamentación Teórica.....	4
2.2.1 Metales	4
2.2.2 Propiedades físicas de los metales	5
2.2.3 Propiedades químicas de los metales	6
2.2.4 Metales en plantas de la especie datura arbórea.....	6

2.2.5 Utilidad de los metales	7
2.2.6 Toxicidad de los metales	8
2.2.6.1 Plantas de la especie datura arbórea.....	9
2.2.6.2 Clasificación de las plantas	10
2.2.6.3 Partes de la planta.....	12
2.2.6.4 Utilidad y toxicidad.....	13
2.2.7 Toxicología	14
2.2.8 Escopolamina	15
2.2.9 Método de absorción atómica	16
2.2.9.1 Fundamentación del método de absorción atómica	16
2.2.9.2 Equipo thermo Scientific iCE 3000 Series	17
2.2.9.3 Composición del equipo.....	19
2.2.9.4 Sistema del Equipo.....	21
2.2.9.5 Procedimiento de extracción	21
2.3 Definición de términos básicos	28
2.4 Hipótesis.....	29
2.5 Variables	29
2.5.1 Variable independiente.....	29
2.5.2 Variable dependiente.....	30
2.6 Operacionalización de las variables	30
CAPÍTULO III.....	31
3. MARCO METODOLÓGICO.....	31
3.1. Método científico	31
3.1.1 Tipo de investigación	31
3.1.2 Diseño de investigación	32
3.2 POBLACIÓN Y MUESTRA.....	32
3.2.1 Población.....	32
3.2.2 Muestra.....	32
3.3 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	33

3.4 Técnicas para el análisis e interpretación de los resultados	33
3.5 Análisis e interpretación de resultados.....	33
3.6 COMPROBACIÓN DE LA HIPÓTESIS	41
CAPÍTULO IV	42
4.CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	42
4.1 CONCLUSIONES	42
4.2 RECOMENDACIONES	43
BIBLIOGRAFÍA.....	44
ANEXOS.....	48

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla No. 1	Metales presentes en las flores de la planta datura arbórea	33
Tabla No 2.	Metales presentes en las hojas de la planta datura arbórea	35
Tabla No 3.	Metales presentes en las semillas de la planta datura arbórea	37
Tabla No 4.	Metales presentes en las partes de la planta datura arbórea	39

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro No. 1	Metales esenciales para el hombre	6
---------------------	-----------------------------------	---

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico No. 1	Metales	5
Gráfico No. 2	Plantas solanáceas	9
Gráfico No. 3	Brugmansia sanguínea	10
Gráfico No. 4	Brugmansia aurea	11
Gráfico No. 5	Datura arbórea	11
Gráfico No. 6	Hojas datura arbórea	12
Gráfico No. 7	Fruto datura arbórea	12
Gráfico No 8	Semilla datura arbórea	13
Gráfico No. 9	Química Forense	14
Gráfico No. 10	thermo Scientific iCE 3300	17
Gráfico No. 11	thermo Scientific iCE 3400	18
Gráfico No. 12	Componentes del espectrómetro	19
Gráfico No. 13	Flores secas	21
Gráfico No. 14	Fragmentación y reducción de las plantas	22
Gráfico No. 15	Concentración de componentes	23
Gráfico No. 16	Eliminación de impurezas	26
Gráfico No. 17	Concentración de metabolitos y separación del solvente	27

Gráfico No. 18	Concentración de metales presentes en las flores	34
Gráfico No. 19	Concentración de metales presentes en las hojas	36
Gráfico No. 20	Concentración de metales presentes en las semillas	38
Gráfico No. 21	Metales presentes en las partes de la planta datura arbórea	40
Gráfico No. 22	Recolección de la muestra	48
Gráfico No. 23	Recolección de la muestra	48
Gráfico No. 24	Clasificación de la muestra	49
Gráfico No. 25	Clasificación de la muestra	49
Gráfico No. 26	Clasificación de la muestra	50
Gráfico No. 27	Proceso de secado	50
Gráfico No. 28	Proceso de triturado	51
Gráfico No. 29	Proceso de triturado	51
Gráfico No. 30	Proceso de maceración	52
Gráfico No. 31	Proceso de maceración	52
Gráfico No. 32	Proceso de filtración	53
Gráfico No. 33	Proceso de filtración	53
Gráfico No. 34	Separación de sustancias por rota vapor	54

INTRODUCCIÓN

Nuestro organismo dispone alrededor de 20 minerales esenciales que se encuentran disueltos en nuestros líquidos corporales, cada uno de ellos cumplen funciones importantes así por ejemplo: regular el equilibrio hidroelectrolítico, transportan oxígeno, forman parte del tejido de los huesos, responsables de proporcionar impulsos nerviosos entre otros, la peligrosidad de los metales que se acumulan en nuestro organismo y no son eliminados, son muy nocivos para la salud ya que afectan negativamente a nuestros órganos. La exposición diaria a través del aire, del agua y los alimentos que consumimos, provocan daños en los riñones, hígado, pulmones y también el sistema nervioso central y periférico.

La contaminación por metales es un tema de gran importancia en el área médica, la exposición a los mismos puede generar efectos nocivos a nivel psíquico, físico, emocional y en el ambiente debido a que se encuentran de forma natural en la corteza terrestre, metales como el plomo, arsénico, aluminio, cadmio entre otros que han sido utilizados desde ya hace mucho tiempo en distintas aplicaciones industriales y domésticas como pesticidas, fungicidas, fertilizantes, insecticidas, y que a su vez son vertidas en ríos, plantas, huertos frutales, sin tener un conocimiento de los perjuicios que causa la manipulación de estas sustancias altamente tóxicas. En el Ecuador se ha registrado un incremento de cultivo no controlado de plantas tóxicas y dañinas para el ser humano, esto se debe a que en nuestro país existen climas tropicales, húmedos y templados que favorecen al crecimiento de las mismas y de las cuales se obtienen sustancias tóxicas y perjudiciales.

La importancia de estudiar los metales presentes en la planta *Datura arborea*, es que estos minerales al combinarse con la atropina y escopolamina, alcaloides que posee esta especie logran alterar las condiciones fisiológicas normales de los individuos, dejándolos vulnerables ante los antisociales que cometen hurto, robo, violaciones, homicidios y otros actos delictivos debido al poder hipnótico de sus compuestos.

La presente tesina tiene la siguiente estructura.

Capítulo I, describe el marco referencial, el problema en estudio, la formulación del problema, la justificación e importancia del tema además los objetivos generales y específicos.

Capítulo II, se enfoca en los referentes teóricos que definen las variables en estudio, con anotaciones, definiciones y experiencias de prestigiosos investigadores sobre la necesidad de determinar metales en plantas de la especie datura arbórea a través de técnicas innovadoras que permitan contribuir con el diagnóstico y prevención de las alteraciones que ocasionen estas plantas.

Capítulo III, pone en manifiesto la metodología empleada en la investigación, tipo, diseño de estudio, población y muestra, técnicas para análisis e interpretación de resultados.

Capítulo IV, plasma las conclusiones que se obtienen de la investigación así como las recomendaciones que se pueden aplicar posteriormente.

CAPÍTULO I

1. PROBLEMATIZACIÓN

1.1 Planteamiento del problema.

Se conoce como sustancia psicoactiva a toda droga que ingrese al organismo y altera una o más funciones de este, se absorbe vía oral, respiratoria, gastrointestinal y se administra a las personas en chocolates, dulces, bebidas como café, licores, gaseosas pero la forma más rápida de vulnerar a la víctima es vía inhalatoria a través de cigarrillos y aplicación de ungüentos por vía dérmica. La escopolamina se emplea bajo prescripción médica para tratar la sintomatología de diversas enfermedades y patologías como el párkinson, la excesiva secreción de saliva y de secreciones bronquiales antes de una cirugía, países como México, Colombia, Brasil, Nicaragua y Honduras las personas se dedican a delinquir empleando esta sustancia psicotrópica por causar pérdida de conocimiento, parálisis, delirio y otro tipo de psicosis por lo que es eficaz por los antisociales para cometer actos de lesa humanidad.(Organización Mundial de la Salud)

El acto delictivo en nuestro país se agrava a medida que el gobierno y sus reformas legales en la constitución han dado lugar a la liberación de personas privadas de su libertad, que en su mayoría son considerados de peligrosidad por cometer o estar involucrados en asesinatos, violaciones, secuestros, hurto, robo calificado, tentativa de asesinato, entre otros, el método que emplean los antisociales para cometer estos crímenes hoy en día es la utilización de drogas que bloqueen la voluntad de la víctima y someterlas a su capricho, pero no todas las víctimas que han sido objeto de la delincuencia por medio de este accionar ha logrado salir ilesas ya que estas drogas empleadas dejan secuelas en el organismo y en otras fallecen a causa de una sobredosis.(El Diario Ecuador, 2015)

Tungurahua registra en los cinco últimos años un incremento de robos, el principal método que emplean los antisociales es la escopolamina que deja vulnerable a sus víctimas, es de vital importancia dar a conocer el riesgo que corren las personas del sector las Viñas, ya que al manipular sin conocimiento científico este tipo de plantas que al ser combinadas con insumos de fumigación y de cuidado de parcelas, crean condiciones adecuadas para que los arboles de la especie datura arbórea crezcan rápidamente.(Diario El Herald, 2015)

1.2 Formulación del problema

¿De qué forma contribuye con la sociedad la determinación de metales a través del método de absorción atómica en plantas de la especie datura arbórea, en la provincia de Tungurahua (las viñas) en el período de Enero a Junio del 2015?

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo General

Determinar metales a través del método de absorción atómica en plantas de la especie datura arbórea, en la provincia de Tungurahua (las viñas), en el periodo Enero a Junio del 2015.

1.3.2 Objetivos específicos

Separar componentes volátiles presente en las muestras, mediante destilación de arrastre vapor, para su posterior análisis.

Demostrar en qué proporción se encuentran distribuidos los metales en las distintas partes de la planta datura arbórea, mediante la técnica de cuantificación de absorción atómica.

Realizar la cuantificación de los metales extraídos y purificados de las diferentes partes de la planta, por el método de Absorción Atómica.

1.4. Justificación

En nuestro país no se criminaliza el consumo de drogas ya que es algo considerado como un problema de salud mas no un crimen, si bien se penaliza el cultivo, tráfico y venta de sustancias psicotrópicas no se ha registrado un descenso de la tasa delincencial sino más bien un incremento en cultivo de plantas no controladas como lo es caso de la planta *Datura arbórea* precursora de la escopolamina, alcaloide utilizado por el hampa para cometer varios delitos, ya que en la actualidad el CONSEP ha fijado tablas de uso máximo de estas sustancias con fines terapéuticos.

El presente trabajo investigativo tiene como objetivo primordial determinar metales presentes en plantas de la especie *Datura Arbórea* ya que pueden ser responsables de los procesos de biotransformación, conjugación o metabolismo para la producción de sustancias altamente toxicas como la escopolamina, hiosciamina, acido trópico, atropina y otros derivados que se encuentran en diversas parte de la planta, además la presencia de metales que pueden haber sido suministrados en cualquier objeto proporcionado por individuos dedicados a la delincuencia casual u organizada, y que genere perdidas de la facultad de las personas.

Nuestro estudio busca brindar información suficiente para la sociedad y las personas que viven y mantienen permanente contacto con la planta, ya que el riesgo al que están expuestos es alto de ahí que se hace hincapié en los beneficios que traería la erradicación de esta planta.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Posicionamiento teórico personal

Se ha indagado minuciosamente en varias entidades, con la finalidad de comprobar si existe similitud o estudios realizados acorde al tema propuesto a nivel de UNACH, publicaciones de alguna institución así como también en el lugar donde se va a participar con la investigación, no se ha realizado estudios o análisis a nivel Nacional o Provincial, siendo los pioneros para efectuar este trabajo en el Laboratorio de Toxicología de la Universidad Nacional de Chimborazo, brindando un mejor prestigio a nuestra institución como también aportando a la sociedad y a la comunidad.

2.2 Fundamentación Teórica

2.2.1 Metales

Se conoce como metales a todos los elementos químicos capaces de producir calor y electricidad, gran parte de estos presenta un color gris excepto el oro que es de color amarillo y el cobre rojizo, son sólidos a temperatura ambiente excepto el mercurio, poseen gran densidad y sus sales forman iones electropositivos y cationes en disolución. Los metales comprenden la mayor parte de la tabla periódica de los elementos y se separan de los no metales por una línea diagonal entre el boro y el polonio. En comparación con los no metales tienen baja electronegatividad y baja energía de ionización, por lo que es más fácil que los metales cedan electrones y más difícil que los ganen. (Química 1 L.N.S, 1997 EDIBOSCO)

Gráfico No. 1 Metales



Fuente: <http://dearkitectura.blogspot.com>

Elaborado por: Luis Quintana y Hugo Salvatierra

2.2.2 Propiedades físicas de los metales

- Brillo y color, diferencia característica de los metales los hay en color gris y plateado, rojo del cobre y amarillo del oro.
- Conductividad eléctrica, resistencia que ofrece un alambre al paso de la corriente eléctrica.
- Conductividad térmica, propiedad de los metales para conducir calor a través de su masa.
- Maleabilidad, se pueden convertir en láminas.
- Ductilidad, consiste en el estiramiento hasta formar hilos muy finos sin romperse.
- Densidad, muestra que los metales son variables van desde 1g/cm^3 hasta $22,59\text{g/cm}^3$.
- Dureza, resistencia que presenta un cuerpo al rayado y penetración.
- Tenacidad, resistencia de un metal a la ruptura por tracción.
- Solubilidad, propiedad de los metales para disolverse.(Elizabeth Rosales, Química 1 2005)

2.2.3 Propiedades químicas de los metales

- Tienen pobreza electrónica poseen menos de 4 electrones en su nivel externo, por lo que al combinarse donan o pierden electrones.
- Poseen electropositividad debido a que pierden electrones.
- Capacidad de combinación, con el hidrogeno en condiciones especiales para formar hidruros, con el oxígeno para dar óxidos básicos y peróxidos excepto el oro y platino que no se oxidan, de la misma manera con el agua para formar hidróxidos.(Química 1, L.N.S 1997 EDIBOSCO, Química 1, Elizabeth Rosales 2005)

Cuadro No. 1 Metales esenciales para el hombre

GRUPO	IA	IIA	VIB	VIIB	VIII	IB	IIB	VA	VIA	VIIA
METAL	Na	Mg	Cr	Mn	Fe	Cu	Zn	P	S	F
	K	Ca	Mo		Co				Se	Cl
					Ni					I

Fuente: Manual de Toxicología básica

Elaborado por: Luis Quintana y Hugo Salvatierra

2.2.4 Metales en plantas de la especie datura arbórea

La tierra dispone de cientos de minerales de los cuales solo una veintena resultan esenciales para que las plantas puedan completar su ciclo de vida, sin embargo el uso indiscriminado de compuestos químicos para acelerar el proceso evolutivo de las mismas provocan efectos tóxicos, ya que los arbustos recogen oxígeno, hidrógeno y carbono del agua y del dióxido de carbono mientras que las sales minerales incorporan el resto de elementos nutritivos, siendo los más esenciales el azufre, fosforo, magnesio, calcio, potasio, nitrógeno debido a su concentración mayor al 0,1% de su peso en seco y son macronutrientes, y los elementos esenciales en menor proporción conocidos como micronutrientes son níquel, molibdeno, cobre, zinc,

sodio, manganeso, hierro, boro, otros elementos como el cadmio, cromo, plomo promueven el crecimiento de ciertas plantas , son beneficiosas y tanto su función como concentración varían entre especies vegetales y elementos.(Claudia Azpilicueta,2010)

2.2.5 Utilidad de los metales

- El Boro se encuentra en los alimentos y en el medio ambiente, se usa para el tratamiento de la osteoartritis, para la formación de músculos y para aumentar los niveles de testosterona además se emplea en el mejoramiento de la coordinación muscular y las habilidades del pensamiento.
- El Cadmio posee propiedades similares a las del zinc y se emplea para su electrodeposición en otros metales, especialmente el acero y el hierro. Los tornillos, las tuercas de seguridad, los pestillos y diversas partes de los aviones y vehículos de motor están tratados con cadmio con el fin de protegerlos de la corrosión.(Gunnar Nordberg)
- El Calcio constituye el principal mineral del cuerpo ya que proporciona dureza al esqueleto. (Ananya Mandal, 2014)
- El Cobre es el primer metal conocido por el hombre y empleado para fabricar herramientas como cables para generadores eléctricos, además ayuda a la formación de la hemoglobina.
- El fósforo se utiliza como fertilizantes, insecticidas y en la industria pirotecnia.
- El Hierro constituye la materia prima de la industria siderúrgica, también se encarga de formar la molécula de hemoglobina quien a su vez se encarga de transportar oxígeno a todo el organismo a través de la sangre. (Ruth Lelyen)
- El magnesio mejora la presión arterial y previene los ataques cardiacos repentinos y derrames cerebrales.(Joseph Mercola)
- El manganeso en dosis no muy elevadas refuerza la memoria, disminuye la irritabilidad, el cansancio, interviene en la síntesis de los ácidos grasos, hormonas sexuales y esenciales en la formación de cartílago. (Arantza Ruiz)

- El potasio es el oligoelemento que ayuda a regular el equilibrio hidroelectrolítico, controla la actividad neuromuscular e interviene en la transmisión del impulso nervioso.(Jurgen Weineck)
- El zinc se encuentra en el páncreas, hígado, riñones, glóbulos blancos, glóbulos rojos y almacenados en los músculos, es esencial para producir células que conforman el sistema inmunológico, para el crecimiento y la formación del ADN.

2.2.6 Toxicidad de los metales

- La exposición al Boro en concentraciones altas produce irritación de la nariz, la garganta y los ojos mientras que en hombres disminuye la producción de espermatozoides. La ingesta de este mineral daña el hígado, el estómago, los intestinos, riñones y el cerebro.
- El cadmio ingresa a nuestro organismo por vía inhalatoria y digestiva, en proporciones altas provoca edema y enfisema pulmonar, osteomalacia, osteoporosis, anosmia, cáncer, problemas inmunológicos.(Ángeles Méndez)
- El calcio es el mineral más abundante de nuestro organismo el exceso provoca hipercalcemia.(José M. Verdu, Juan Llopis G.)
- El exceso del nivel normal de cromo en el organismo conlleva a padecer úlceras estomacales e intestinales, dermatitis, problemas hepáticos y renales.(Fisaude)
- El cobre es la sustancia que más se emplea en la agricultura e industrias siderúrgicas, de ahí que los alimentos al no ser tratados adecuadamente provocan intoxicaciones e infecciones gastrointestinales.(Jesús Marín Ruiz)
- El incremento de fósforo en sangre genera hiperfosfatemia. (Marcela Licata)
- El hierro en concentraciones elevadas puede dar origen a una Hemocromatosis.
- Los niveles altos de magnesio provocan desequilibrio electrolítico Hiper magnesemia.
- El manganeso provoca trastornos neurológicos, y la inhalación produce inflamación de los pulmones. (Jane Higdon)

- La exposición al plomo conlleva a serios problemas fisiológicos ya que es un mineral nocivo para la salud y causa hipertensión, anemia, disfunción renal, retardo mental, esterilidad, alteraciones cromosómicas del ADN. (OMS)
- La principal patología que causa el exceso de potasio en sangre se denomina hipercalemia debido a problemas renales que impiden su eliminación.
- El exceso de zinc provoca disminución del colesterol plasmático, depresión del sistema inmune, anemias y erosiones gástricas. (Rafael Torres A.)

2.2.6.1 Plantas de la especie datura arbórea

Gráfico No. 2 Plantas solanáceas



Fuente: <http://www.arbolesornamentales.es>

Elaborado por: Luis Quintana y Hugo Salvatierra

Este tipo de plantas provienen de la familia de las solanáceas, distribuidas en América del Sur y su crecimiento se da en climas cálidos y templados, se lo conoce también como Guanto, Burundanga, Floripondio, Borrachero, Cacao Sabanero, son plantas que poseen un alto contenido toxico, como la Nicotiana, Hyoscyamus, Atropa, que inhabilitan las facultades del sistema nervioso central, debido a las sustancias que se derivan de estas como la nicotina, atropina y escopolamina. Las Daturas también llamadas Floripondio, Trompeta de Ángel, Borrachero, Cacao Sabanero, se empleaban en rituales para invocar a los ancestros y observar el futuro, además se lo utilizaba para limpiar el espanto en recién nacidos, ahuyentar las malas energías y conciliar el sueño en las personas adultas mayores.

Los principales efectos que se observan en un individuo que ha sido sometido a este tipo de sustancias en una mínima cantidad pueden ser taquicardia, vasodilatación, delirio, visión borrosa, asialia, y cuando la dosis es superior a lo normal suele causar la muerte.

2.2.6.2 Clasificación de las plantas

Existe gran variedad de plantas de la familia solanácea, las principales en Sur América por su condición geográfica y clima variado son tres la Brugmansia sanguínea, Brugmansia Aurea y Datura Arbórea.

Brugmansia sanguínea

Gráfico No. 3 Brugmansia sanguínea



Fuente: Las viñas cantón Ambato

Elaborado por: Luis Quintana y Hugo Salvatierra

Conocida así debido a su doble color, mide entre 18 y 20 centímetros de largo y su corola de 5 a 7 centímetros, compuesta por, hiosciamina, atropina y escopolamina en mayor proporción.

Brugmansia aurea

Gráfico No. 4 Brugmansia aurea



Fuente: Las viñas cantón Ambato

Elaborado por: Luis Quintana y Hugo Salvatierra

Se la denomina copa de Oro por su color amarillento, su árbol mide 4 metros de altura las flores miden 18 a 23 centímetros de largo y 7 a 9 centímetros su corola, desprenden su aroma por las noches, tiempos atrás se ingería a manera de infusiones de té para calmar el dolor de fracturas y heridas. (Daniel Guillot)

Datura arbórea

Luz de luna, Floripondio, Guanto y Burundanga son los nombres comunes que recibe este tipo de planta que antiguamente se empleaba para limpiar el mal de ojo o espanto, mide 22 a 25 centímetro de largo 9 a 12 centímetros su corola, posee invervaciones en sus extremos y el principal componente químico es la escopolamina, provoca sequedad, somnolencia y alucinaciones. (Daniel Guillot)

Gráfico No. 5 Datura arbórea



Fuente: Las viñas cantón Ambato

Elaborado por: Luis Quintana y Hugo Salvatierra

2.2.6.3 Partes de la planta

Hojas

Gráfico No. 6 Hojas datura arbórea



Fuente: Las viñas cantón Ambato

Elaborado por: Luis Quintana y Hugo Salvatierra

Las hojas de los 3 tipos de Datura arbórea son de color verde, ovoide y presentan vellosidades de color blanquecino en sus extremidades miden de 8 a 10 centímetros de largo por 7 centímetros de diámetro a excepción de las hojas de la Brugmansia sanguínea o flor roja que son más largas miden de 12 a 15 centímetros de largo por 10 centímetros de diámetro. (Daniel Guillot)

Frutos

Gráfico No. 7 Fruto datura arbórea



Fuente: Las viñas cantón Ambato

Elaborado por: Luis Quintana y Hugo Salvatierra

Los frutos de estas especies de *Datura arborea* son ovoides con vellosidades de color blanquecino, son de color verde miden de 6 a 10 centímetros de largo por 5 de diámetro.

Semillas

Repartidos en el interior del fruto entre 4 a 6 semillas de color café, miden 2 centímetros de largo por 1 centímetro de diámetro, las semillas contienen un mayor porcentaje de alcaloides. (Daniel Guillot)

Gráfico No. 8 Semilla *datura arborea*



Fuente: Criminalística de Chimborazo Laboratorio de Química forense

Elaborado por: Luis Quintana y Hugo Salvatierra

2.2.6.4 Utilidad y toxicidad

Las daturas se emplean desde hace mucho tiempo atrás con el objeto de calmar el dolor de cabeza, limpiar el mal de ojo y en infusiones de té para aliviar el dolor de fracturas o heridas, al estar expuestos durante tiempos prolongados provocan alucinaciones, convulsiones, delirio, dilatación de las pupilas, trastornos cardíacos, sudoración y trastornos respiratorios. (Ruiz & Pavón 2009)

2.2.7 Toxicología

Disciplina que determina sustancias psicoactivas y estupefacientes con la finalidad de esclarecer una investigación y establecer la causa de muerte en un individuo, empleando técnicas que logren medir la cantidad de drogas como heroína, cocaína, marihuana u otros compuestos presentes en el organismo orina, sangre, etc. Tomando en cuenta las propiedades físicas y químicas de las muestras, la toxicología y la criminalística en derecho penal se constituyen en una de las herramientas más eficaces para hallar respuestas a las interrogantes que surgen ante un acontecimiento en el cual se pueden ver inmersos una o varias personas, debiéndose cumplir técnicas que prueben la veracidad de los hechos, que se contrasten y sean rutinizadas.

Gráfico No. 9 Química Forense



Fuente: <http://scenacriminis.com/2015/02/01/toxicologia-forense>

Elaborado por: Luis Quintana y Hugo Salvatierra

Toda sustancia toxica afecta al organismo de las personas debido a su efecto instantáneo sobre la piel, mucosas, árbol respiratorio, etc. Logrando destruir la arquitectura celular y alterar la estructura de las proteínas, siendo así las principales vías de ingreso de los xenobióticos las siguientes:

Respiratoria: Catalogada como la vía de más importancia en penetración de tóxicos, ya que la cantidad de sustancias que se absorben a través de inhalación pasan a los alveolos pulmonares donde ocasionan daños severos y luego pasan al torrente sanguíneo y ser distribuidos a todo el cuerpo, la forma más común de intoxicación

por inhalación de tóxicos como fungicidas, herbicidas, plaguicidas, insecticidas, así también las sustancias psicoactivas como la escopolamina, es por medio de esta vía.

Digestiva: Vía de poca importancia, salvo si se ingiere alimentos contaminados, si bebemos líquidos de dudoso aspecto o si fumamos, el tóxico suele ingresar por absorción al tracto gastrointestinal.

Dérmica: Constituye la segunda entrada de importancia de los xenobioticos, ya que atraviesan la primera línea de defensa de nuestro cuerpo como lo es la piel y en cuestión de minutos alcanzan los capilares e ingresan a la sangre y causan daños en distintos órganos, las sustancias que se absorben con gran facilidad por esta vía son los compuestos liposolubles y la penetración a través de la piel dependen del espesor de la piel, tamaño de las partículas, vascularización y arrugas.

2.2.8 Escopolamina

La escopolamina, también conocida como burundanga, es un alcaloide tropánico que se encuentra como metabolito secundario de plantas en la familia de las solanáceas como el beleño blanco (*Hyoscyamus albus*), la burladora o borrachero (*Datura stramonium* y otras especies), la mandrágora (*Mandragora autumnales*), la escopolia (*Scopolia carniolica*), la brugmansia (*Brugmansia candida*) y otras plantas de los mismos géneros. Es una sustancia afín a la atropina que se encuentra en la belladona (*Atropa belladonna*). La escopolamina es una droga altamente tóxica y debe ser usada en dosis minúsculas, como por ejemplo, en el tratamiento de la cinetosis (mareos vehiculares), se usan dosis trasdérmicas que no superan los 330 µg cada día. Una sobredosis por escopolamina puede causar supresión de la salivación, frecuencia cardíaca, delirio, vasodilatación, visión borrosa incluso la muerte. (Gonzalo Jair Díaz)

2.2.9 Método de absorción atómica

La absorción atómica es una técnica capaz de analizar cuantitativamente varios elementos de la tabla periódica y se emplea en la industria petroquímica, industria farmacéutica, medicina legal, toxicología, análisis de suelos, bioquímica, análisis de agua, entre otros, esta técnica consiste en medir los átomos de cada especie a través de una longitud de onda dada por la atomización de la muestra siendo las más empleada la absorción atómica con flama o llama, que nebuliza la muestra y luego la disemina en forma de aerosol dentro de una llama de acetileno u óxido nitroso – acetileno. (Morral 2013)

2.2.9.1 Fundamentación del método de absorción atómica

Es un procedimiento instrumental que está basado en la atomización del analito en matriz líquida y que utiliza comúnmente un nebulizador pre-quemador (o cámara de nebulización) para crear una niebla de la muestra y un quemador con forma de ranura que da una llama con una longitud de trayecto más larga, en caso de que la transmisión de energía inicial al analito sea por el método "de llama". La niebla atómica es desolvatada y expuesta a una energía a una determinada longitud de onda emitida ya sea por la dicha llama o una Lámpara de Cátodo hueco construido con el mismo analito a determinar o una Lámpara de Descarga de Electrones (EDL).

La temperatura de la llama es lo bastante baja para que la llama de por sí no excite los átomos de la muestra de su estado fundamental. El nebulizador y la llama se usan para desolvatar y atomizar la muestra, pero la excitación de los átomos del analito se hace por el uso de lámparas que brillan a través de la llama a diversas longitudes de onda para cada tipo de analito. En AA la cantidad de luz absorbida después de pasar a través de la llama determina la cantidad de analito existente en la muestra. Hoy día se utiliza frecuentemente horno de grafito para calentar la muestra a fin de desolvatarla y atomizarla, aumentando la sensibilidad. El método del horno de grafito

puede también analizar algunas muestras sólidas o semisólidas. Debido a su buena sensibilidad y selectividad, sigue siendo un método de análisis comúnmente usado para ciertos elementos traza en muestras acuosas.(Begoña Ribón Lozano)

2.2.9.2 Equipo thermo Scientific iCE 3000 Series

Ice 3300 atomización por llama

Gráfico No. 10 thermo Scientific iCE 3300



Fuente: <http://instruquimica.com/?p=33>

Elaborado por: Luis Quintana y Hugo Salvatierra

Espectrómetro de alto rendimiento compacto con sistema de atomización de llama totalmente controlado por computadora, posee opciones de colocar un horno de grafito y generador de hidruros (vapor)

Características Principales

- Diseño compacto, tamaño reducido,
- Software mejorado de fácil uso con una completa interfaz guiada por asistente,

- Excepcional sensibilidad de llama, obtenidos por nebulización de alta eficiencia a través de un efecto totalmente inerte de cámara de pulverización.
- Quemador de titanio universal que asegura una atomización excepcional, incluso con muestras de matrices complejas.
- Corrección de fondo Quadline (corrección de deuterio)
- Control de gases completamente automatizado para un análisis seguro, confiable y repetible con todo tipo de llama

Ice 3400 atomización por horno de grafito

Gráfico No. 11 thermo Scientific iCE 3400



Fuente: <http://instruquimica.com/?p=33>

Elaborado por: Luis Quintana y Hugo Salvatierra

Espectrómetro de absorción atómica que combina rendimiento y simplicidad, óptica superior, diseño innovador y flexibles opciones de corrección de fondo.

Características Principales

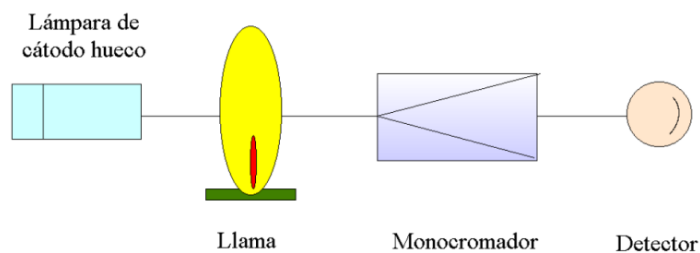
- El horno de grafito posee un sistema de cámara (GFTV) el cual reemplaza la visión basada en espejos y proporciona alta definición, la cámara en tiempo real permite ver todos los eventos que ocurren dentro de la cubeta.

- Software de uso fácil y completa interfaz guiada por asistente a través de todos los aspectos del análisis, incluyendo la optimización del método de horno.
- Posee la capacidad de operación simultánea del automuestreador con el horno de grafito en los procedimientos de muestreo, reduciendo al mínimo el ciclo global del horno y haciendo un análisis más rápido.
- Corrección de fondo Zeeman y deuterio Quadline, permitiendo análisis libre de interferencias.
- Sistema de alta precisión, óptica de doble haz con control de la temperatura que permite límites de detección bajos y estabilidad de análisis.
- Funciones de seguridad integradas de software y de hardware.
- Facilidad de instalación y operación del horno pre-alineado.

2.2.9.3 Composición del equipo

El espectrómetro de absorción atómica de llama Ice 3300 consta de los siguientes componentes para realizar medidas de absorción:

Gráfico No. 12 Componentes del espectrómetro



Fuente: <https://absorcion-atmica.blogspot.com>

Elaborado por: Luis Quintana y Hugo Salvatierra

- Fuente de radiación
- Sistema nebulizador – atomizador
- Monocromador
- Detector

Fuente de radiación.- Emplea lámpara de cátodo hueco que están constituidas por cátodos metálicos capaces de emitir radiaciones de las mismas longitudes de onda que son capaces de absorber los átomos del elemento que se desea analizar, en ocasiones los cátodos están formados por más de un elemento, de manera que se pueden utilizar para su determinación sin necesidad de cambiar la lámpara, dispone además de lámparas de descarga gaseosa para producir emisión por el paso de corriente a través de un vapor de átomo metálico que se emplea analizar elementos como el Hg. (Hernán Alva, 2009)

Sistema nebulizador – atomizador.- En este sistema la disolución de la muestra o parte de ella es inicialmente aspirada y dirigida como una fina niebla hacia la llama (atomizador), lugar donde se forman los átomos en estado fundamental, para obtener la llama se requiere un combustible por ejemplo acetileno y un oxidante como lo es el aire.

Monocromador.- Alberga prismas y redes de difracción, dispone de una rendija o ranura de entrada que limita la radiación lumínica producida por la fuente y la confina en un área determinada, un conjunto de espejos para pasar la luz a través del sistema óptico, un elemento para separar las longitudes de onda de la radiación lumínica, que puede ser un prisma o una rejilla de difracción, y una rendija de salida para seleccionar la longitud de onda con la cual se desea iluminar la muestra, parte de la radiación no absorbida es dirigida hacia el detector. (Hernán Alva, 2009)

Detector.- Diseñado con fotoceldas, fototubos, fotodiodos o fotomultiplicadores dependiendo de los rangos de longitud de onda, de la sensibilidad y de la velocidad de respuesta requerida. El sistema de detección recibe la energía lumínica proveniente de la muestra y la convierte en una señal eléctrica proporcional a la energía recibida. La señal eléctrica puede ser procesada y amplificada, para que pueda interpretarse a través del sistema de lectura que una vez procesada es presentada al analista de diferentes maneras así por ejemplo en unidades de absorbancia. (Hernán Alva, 2009)

2.2.9.4 Sistema del Equipo

El software Ice SOLAAR de thermo scientific, es un paquete intuitivo, cuenta con varios procedimientos de operación para iniciar de una manera rápida y simple, además cuenta con un recetario con información sobre condiciones de operación para cualquier análisis elemental, consejos para preparar la muestra, modificación de matrices y muchos otros factores importantes para brindar soporte sin importar que tan difíciles sean sus muestras.

2.2.9.5 Procedimiento de extracción

Antes de pasar al equipo de absorción atómica se debe preparar cada parte de la planta que va ser analizada para lo cual se debe realizar los siguientes procesos:

Secado

Se emplea para extraer el exceso de humedad de líquidos, soluciones y sustancias sólidas.

Gráfico No. 13 Flores secas



Fuente: Las Viñas Cantón Ambato

Elaborado por: Quintana Luis, Salvatierra Hugo

- Se separa y clasifica las partes de las plantas tomadas para investigación

- Se extiende las muestras clasificadas de manera correcta, por medio de espacios considerados, sobre una superficie de baldosa o granito lavado, y extendida una tela completamente esterilizada, con el propósito de contaminación de minerales o metales presentes durante el extendido.
- Posteriormente, se conserva las muestras en lugares frescos, a temperatura ambiente y no exponerlas directamente a los rayos ultravioleta, por un periodo de 15 a 20 días o más, dependiendo las condiciones climáticas del sector que facilitan este proceso y secarlas completamente.
- Finalmente se procede a introducir las muestras en sobres de papel, debidamente rotulados.

Triturado

Se reduce las diferentes partes de la planta a fragmentos vegetales secos, por medios mecánicos, ya sea por el uso de instrumentos de fragmentación, licuadora, molino u otros medios, de tal manera que permita de manera adecuada la liberación de minerales o metales en estudio, al mezclarlo con un solvente o mezcla de solventes y posteriormente filtrarlo y purificarlo.

Gráfico No. 14 Fragmentación y reducción de las plantas



Fuente: Las Viñas Cantón Ambato

Elaborado por: Quintana Luis, Salvatierra Hugo

Materiales:

- Licuadora

- Molino
- Bandejas granulométricas metálicas
- Sobres de papel

Procedimiento:

- Se lava y seca completamente, o en lo posible esterilizar los materiales que se van a emplear durante el proceso de trituración.
- Se clasifica y ordena las partes de las plantas en estudio (hojas, flores, fruto y semillas), para posterior fragmentación o trituración.
- Se utiliza la licuadora y posterior el molino a fin de que las muestras fragmentadas, adquieran la granulometría adecuada para el proceso siguiente.
- Se repite el mismo procedimiento para cada una de las partes de la planta.

Maceración

Proceso, mediante el cual se deja en reposo una muestra sólida con un solvente que puede ser agua, aceite, alcohol, vino, etc. Se emplea para extraer el principio activo de la muestra y se lo hace a temperatura ambiente entre 18 o 24 grados centígrados.

Gráfico No. 15 Concentración de componentes



Fuente: Criminalística de Chimborazo Laboratorio de Toxicología

Elaborado por: Quintana Luis, Salvatierra Hugo

Materiales:

- Probeta
- Vasos de precipitación
- Matraces Erlenmeyer
- Partes fragmentadas de la planta Datura arbórea

Solventes:

- Alcohol Etilico al 95%
- Agua Destilada
- Otros solvente

Procedimiento:

- Se realiza el pesaje de las distintas partes de las plantas en estudio, y anotar el peso de cada una de ellas, y como resultado se obtuvo un peso total 620 gramos de los cuales 254 gramos corresponden a semillas, 237 gramos a flores rojas y 129 gramos a flores blancas.
- Se realiza el cálculo para obtener la cantidad de alcohol etílico que se va a utilizar, y posterior aforo mediante la adición de agua destilada, empleando la siguiente fórmula:

$$C1 \times V1 = C2 \times V2$$

La fórmula expresa que **C1** es el alcohol al 98% que disponemos, **V1** es el volumen que requerimos, **C2** la concentración de alcohol que necesitamos, en este caso alcohol etílico al 20%, **V2** es el volumen al que se pretende preparar (1000ml), dando como resultado el **V1 = 204,082 ml**.

- Para determinar el volumen de solución que se necesita para macerar las distintas partes de la muestra se aplica la siguiente ecuación:

Semillas

$$x = \frac{254 \text{ g de semilla} \times 1000 \text{ ml de solución}}{620 \text{ g total de la muestra}}$$

$$x = 409,67 \text{ ml de solución}$$

Flor Roja

$$x = \frac{237 \text{ g de flores rojas} \times 1000 \text{ ml de solución}}{620 \text{ g total de la muestra}}$$

$$x = 382,25 \text{ ml de solución}$$

Flor Blanca

$$x = \frac{129 \text{ g de flores blancas} \times 1000 \text{ ml de solución}}{620 \text{ g total de la muestra}}$$

$$x = 208,06 \text{ ml de solución}$$

- Las muestras clasificadas, se introducen en un vaso de precipitación y se adiciona el solvente o solventes hasta que quede totalmente cubierta y posterior trasvase a un matraz Erlenmeyer y cerrar.
- Se deja en reposo a temperatura ambiente en un lugar que no se exponga a la luz ultravioleta.

Filtración

La separación de partículas sólidas se las realiza a partir de este proceso, y extraer el metabolito de la muestra sin impurezas, ya que podría alterar el siguiente proceso de análisis, identificación y cuantificación.

Gráfico No. 16 Eliminación de impurezas



Fuente: Criminalística de Chimborazo Laboratorio de Toxicología

Elaborado por: Quintana Luis, Salvatierra Hugo

Materiales:

- Vaso de Precipitación
- Embudo de filtración o decantación
- Papel Filtro
- Soporte Universal
- Pinza de Sujeción (aro metálico)

Solvente:

- Alcohol etílico y otros solventes

Procedimiento:

- Se Vierte las muestras maceradas mediante un embudo de decantación y papel filtro, el filtrado, se recoge en un vaso de precipitación que se encuentra en la

base del soporte universal y se adiciona más solvente si el proceso es necesario con la finalidad de obtener la mayor concentración de los metabolitos en estudio.

- Se conserva el filtrado de cada una de las muestras por separado en lugar fresco libre de luz ultravioleta.

Destilación por arrastre de vapor

Proceso físico de separación de componentes volátiles en función de su punto de ebullición, presentes en una muestra biológica e inorgánica, mediante la temperatura para dar lugar a la vaporización, que posteriormente será enfriado (condensación), para obtener los principios activos a partir de dichas muestras

Gráfico No. 17 Concentración de metabolitos y separación del solvente



Fuente: Criminalística de Chimborazo Laboratorio de Toxicología

Elaborado por: Quintana Luis, Salvatierra Hugo

Materiales:

- Tubos de ensayo
- Vasos de precipitación
- Recipientes de vidrio de color ámbar
- Cinta adhesiva

Equipo:

- Rota vapor

Procedimiento:

- Se colocan los filtrados por separado en el balón del equipo y se procede al proceso de destilación, por un lado se obtiene el solvente extractor (balón de recuperación de solventes) y en balón de destilación de inicio se obtiene el concentrado de los minerales y metales.
- Los concentrados, se deben recoger en tubos de ensayo y posterior trasvase en frascos de color ámbar debidamente codificados, y almacenar las muestras a temperatura ambiente y en lugares no expuestos a la luz ultravioleta

2.3 Definición de términos básicos

Alcaloide.- Sustancia nitrogenado que se encuentra en ciertos vegetales y constituye un estimulante natural, puede ser venenosa y algunas se emplean en terapéutica médica.

Tóxico.- Sustancia que puede causar trastornos o la muerte a consecuencia de las lesiones debidas a un efecto químico.

Oligoelemento.- Elemento químico que se halla en muy pequeñas cantidades en las células de los seres vivos y es indispensable para el desarrollo normal del metabolismo.

Edema.- Presencia de un exceso de líquido en algún órgano o tejido del cuerpo que en ocasiones, puede ofrecer el aspecto de una hinchazón blanda.

Enfisema Pulmonar.- Acumulación patológica de aire en los tejidos del pulmón, debido a la dilatación de los alveolos o a la destrucción de sus paredes.

Osteomalacia.- Síndrome que se caracteriza por un reblandecimiento de los huesos debido a la pérdida de sales calcáreas; es causado por una carencia de vitamina D.

Anosmia.- Pérdida del sentido del olfato, puede ser temporal o crónica.

Hemocromatosis.- Enfermedad hereditaria que afecta el metabolismo del hierro provocando un acúmulo excesivo e incorrecto de este metal en los órganos y sistemas del organismo.

Xenobiotico.- Compuesto ajeno al cuerpo

Espectrofotometría.- Es la medición de la cantidad de energía radiante que absorbe o transmite un sistema químico en función de la longitud de onda; es el método de análisis óptico más usado en las investigaciones químicas y bioquímicas.

2.4 Hipótesis

El uso de la Espectroscopia de Absorción Atómica, nos ayudara a determinar la presencia de metales en las diferentes partes de las plantas de la especie *Datura arborea*.

2.5 Variables

2.5.1 Variable independiente

Espectroscopia de Absorción Atómica

2.5.2 Variable dependiente

Determinación de metales en la planta de la especie *Datura arbórea*

2.6 Operacionalización de las variables

VARIABLE INDEPENDIENTE	CONCEPTO	CATEGORIA	INDICADOR	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS
Espectroscopia De absorción Atómica	Método que permite medir concentraciones de varios elementos de la tabla periódica.	-Atomización por llama -Atomización por horno de grafito	- Concentración normal - Concentración elevada	- Técnica de espectroscopia de observación atómica. - Observación
VARIABLE DEPENDIENTE	CONCEPTO	CATEGORIA	INDICADOR	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS
Determinación de metales en plantas de la especie <i>Datura arbórea</i>	Se conoce como metales a todos los elementos químicos capaces de producir calor y electricidad.	- Inofensivos - Tóxicos	- Esenciales - No esenciales	- Observación - Guía de observación

CAPÍTULO III

3. MARCO METODOLÓGICO

3.1. Método científico

Método deductivo: Este método observa el fenómeno de lo general a lo particular, se empleó para examinar los resultados que va a originar la determinación de metales por espectroscopia de Absorción Atómica.

Método Inductivo: Se aplicó este método porque se analiza el problema de lo particular a lo general que nos permitió determinar las causas y consecuencias que originan el crecimiento indebido de plantas de la especie *Datura* arbórea, del cual se obtiene la escopolamina que es un alcaloide altamente tóxico y peligroso para el ser humano.

3.1.1 Tipo de investigación

Descriptiva: Analizados los procesos, fue necesario describir las técnicas y procedimientos a utilizar. Se realizó una descripción del problema encontrado en el crecimiento indebido de plantas de la especie *Datura*, como consecuencia de los minerales y metales que se encuentran presentes en el Sector de la Viñas, los mismos que proporcionan lo antes expuesto.

Exploratoria.- Se usó este método para estudiar la planta *Datura* arbórea desde su etiología hasta sus efectos en los seres humanos, buscando establecer relación entre las técnicas de determinación y los síntomas que esta especie provoca.

3.1.2 Diseño de investigación

De Campo: Ya que la investigación se llevó a cabo en un determinado lugar, el sector las Viñas de la Provincia de Tungurahua y específicamente en el Laboratorio de Química Forense del Departamento de Criminalística de Chimborazo, donde el investigador y la muestra están realmente en contacto para que se pueda estudiar minuciosamente cada una de las características del fenómeno.

Bibliográfico: Debido a que se utilizó información de documentos, libros, revistas especializadas, páginas electrónicas entre otros, los mismos que contribuirán con el desarrollo de las variables fundamentales en el proceso de investigación.

3.2 POBLACIÓN Y MUESTRA

3.2.1 Población

Se trabajó con 600 plantas del género *Datura* arbórea, 200 flores (100 flores *datura* arbórea y 100 flores *brugmansia* sanguínea) 200 hojas y 200 semillas de la especie *datura* arbórea en el periodo de enero a junio del 2015.

3.2.2 Muestra

Son las muestras de las diferentes partes de la planta del género *Datura* arbórea, las mismas que se tomaron en el Sector de la Viñas de la Provincia de Tungurahua, y posteriormente realizar la investigación de metales por el método de Absorción Atómica en el Laboratorio de Química Forense del Departamento de Criminalística de Chimborazo.

3.3 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Se empleó la técnica de observación y el instrumento fue el espectrómetro de Absorción Atómica.

3.4 Técnicas para el análisis e interpretación de los resultados

Los resultados fueron:

Ordenados

Tabulados

Graficados

Interpretados

3.5 Análisis e interpretación de resultados

Tabla No 1. Metales presentes en las flores de la planta datura arbórea, recolectadas en el sector de las viñas de la provincia de Tungurahua, y analizadas por el método de espectroscopia de absorción atómica, durante el periodo de enero a junio de 2015.

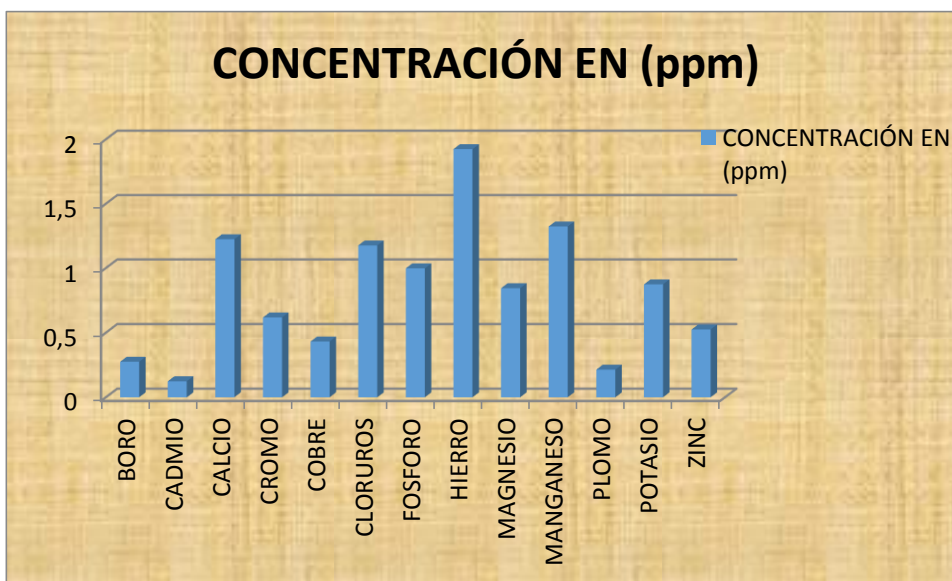
METALES PRESENTES EN FLORES DE LA PLANTA <i>Datura arbórea</i>	
PERIODO DE ENERO A JUNIO 2015	
BORO	0,275
CADMIO	0,124
CALCIO	1,224
CROMO	0,618
COBRE	0,432
CLORUROS	1,176

FOSFORO	0,998
HIERRO	1,924
MAGNESIO	0,844
MANGANESO	1,323
PLOMO	0,214
POTASIO	0,874
ZINC	0,525

Fuente: Criminalística de Chimborazo Laboratorio de Toxicología

Elaborado por: Quintana Luis y Salvatierra Hugo

Gráfico No 18 Concentración de metales presentes en las flores, analizadas por el método de espectroscopia de absorción atómica, durante el periodo de enero a junio de 2015.



Fuente: Criminalística de Chimborazo Laboratorio de Toxicología

Elaborado por: Quintana Luis, Salvatierra Hugo

Interpretación.- Se puede evidenciar la concentración y los metales presentes en la flor de la especie *Datura arborea*, siendo los de mayor concentración el calcio, cloruros, hierro, manganeso.

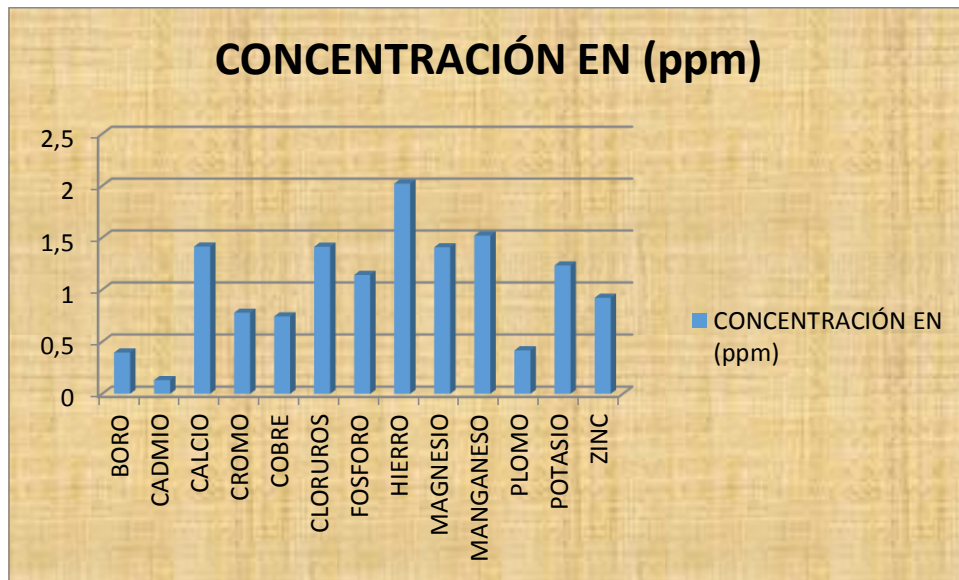
Tabla No 2. Metales presentes en las hojas de la planta datura arbórea, recolectadas en el sector de las viñas de la provincia de Tungurahua, y analizadas por el método de espectroscopia de absorción atómica, durante el periodo de enero a junio de 2015.

METALES PRESENTES EN LAS HOJAS DE LA PLANTA	
<i>Datura arbórea</i>	
PERIODO DE ENERO A JUNIO 2015	
BORO	0,397
CADMIO	0,132
CALCIO	1,415
CROMO	0,779
COBRE	0,744
CLORUROS	1,413
FOSFORO	1,142
HIERRO	2,022
MAGNESIO	1,408
MANGANESO	1,521
PLOMO	0,418
POTASIO	1,233
ZINC	0,923

Fuente: Criminalística de Chimborazo Laboratorio de Toxicología

Elaborado por: Quintana Luis, Salvatierra Hugo

Gráfico No 19 Concentración de metales presentes en las hojas, analizadas por el método de espectroscopia de absorción atómica, durante el periodo de enero a junio de 2015.



Fuente: Criminalística de Chimborazo Laboratorio de Toxicología

Elaborado por: Quintana Luis, Salvatierra Hugo

Interpretación.- El metal con alto porcentaje de toxicidad presente en las hojas de la planta *Datura arbórea* es el hierro mientras que menor porcentaje se encuentran el calcio, cloruros, fósforo, magnesio, manganeso y potasio.

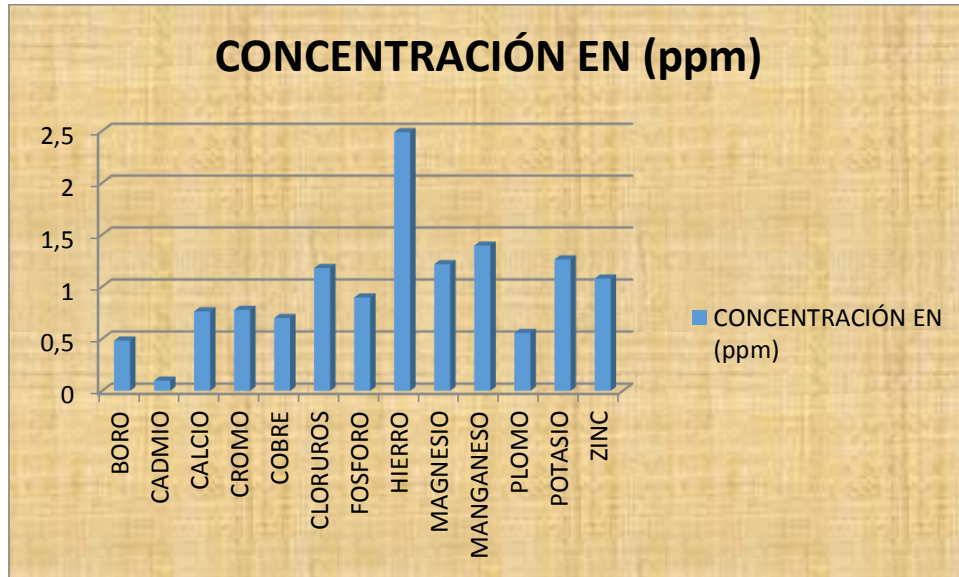
Tabla No 3. Metales presentes en las semillas de la planta datura arbórea, recolectadas en el sector de las viñas de la provincia de Tungurahua, y analizadas por el método de espectroscopia de absorción atómica, durante el periodo de enero a junio de 2015.

METALES PRESENTES EN LAS SEMILLAS DE LA PLANTA <i>Datura arbórea</i>	
PERIODO DE ENERO A JUNIO 2015	
BORO	0,483
CADMIO	0,098
CALCIO	0,763
CROMO	0,778
COBRE	0,699
CLORUROS	1,179
FOSFORO	0,896
HIERRO	2,489
MAGNESIO	1,216
MANGANESO	1,395
PLOMO	0,556
POTASIO	1,262
ZINC	1,078

Fuente: Criminalística de Chimborazo Laboratorio de Toxicología

Elaborado por: Quintana Luis y Salvatierra Hugo

Gráfico No 20 Concentración de metales presentes en las semillas, analizadas por el método de espectroscopia de absorción atómica, durante el periodo de enero a junio de 2015.



Fuente: Criminalística de Chimborazo Laboratorio de Toxicología

Elaborado por: Quintana Luis y Salvatierra Hugo

Interpretación.- Se denota que hay más concentración de minerales en las semillas que en otras partes de la planta

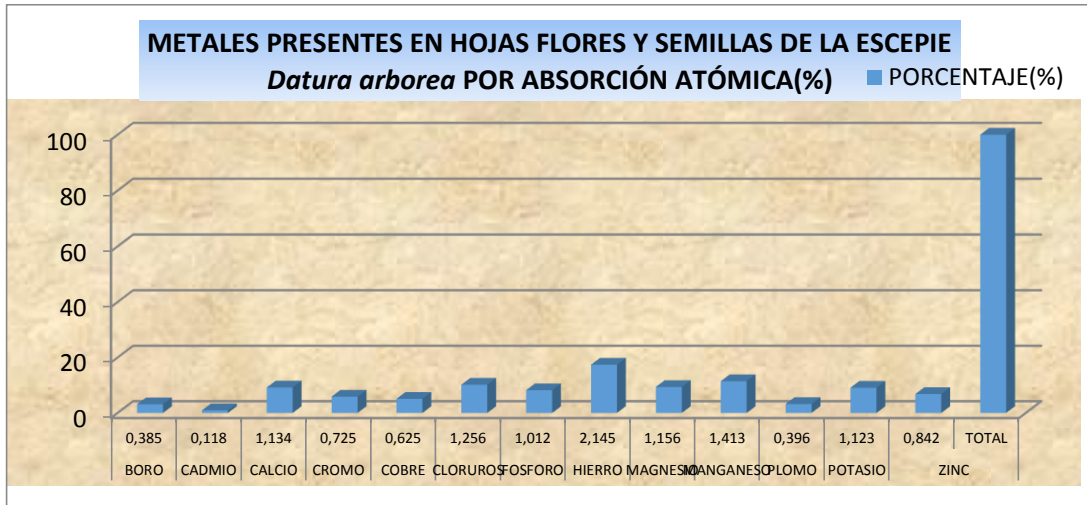
Tabla No 4. Metales presentes en las partes de la planta datura arbórea (flores, hojas y semillas), recolectadas en el sector de las viñas de la provincia de Tungurahua, y analizadas por el método de espectroscopia de absorción atómica, durante el periodo de enero a junio de 2015.

METALES PRESENTES EN HOJAS FLORES Y SEMILLAS DE LA PLANTA <i>Datura arbórea</i>		
PERIODO DE ENERO A JUNIO 2015		
METALES	CONCENTRACIÓN(ppm)	PORCENTAJE(%)
BORO	0,385	3,123
CADMIO	0,118	0,957
CALCIO	1,134	9,197
CROMO	0,725	5,880
COBRE	0,625	5,069
CLORUROS	1,256	10,187
FOSFORO	1,012	8,208
HIERRO	2,145	17,397
MAGNESIO	1,156	9,376
MANGANESO	1,413	11,460
PLOMO	0,396	3,211
POTASIO	1,123	9,108
ZINC	0,842	6,83
TOTAL	12,330	100%

Fuente: Criminalística de Chimborazo Laboratorio de Toxicología

Elaborado por: Quintana Luis y Salvatierra Hugo

Gráfico No 21. Metales presentes en las partes de la planta datura arbórea (flores, hojas y semillas), analizadas por el método de espectroscopia de absorción atómica, durante el periodo de enero a junio de 2015.



Fuente: Criminalística de Chimborazo Laboratorio de Toxicología

Elaborado por: Quintana Luis y Salvatierra Hugo

Interpretación.- Se muestra de manera general tanto la concentración como los metales presentes en hojas flores y semillas siendo el de mayor predisposición el hierro y de menor porcentaje el cadmio.

3.6 COMPROBACIÓN DE LA HIPÓTESIS

Dentro de la hipótesis planteada con la técnica de espectroscopia de absorción atómica se determina metales en plantas de la especie *Datura arbórea*.

Del total de 600 plantas analizadas en el Laboratorio de Toxicología del departamento de Criminalística de Chimborazo el 58.33% de metales presentan valores altos lo cual demuestra la especificidad de la técnica.

Si se pudo determinar metales en las plantas de la especie *Datura arbórea*.

CAPÍTULO IV

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 CONCLUSIONES

Se separó mediante destilación de arrastre vapor los componentes volátiles como el alcohol, agua, mientras que en el balón de destilación obtuvimos los concentrados de las diferentes partes de la planta, que fueron analizados en el equipo de absorción atómica.

La mayor concentración de metales en la planta se encuentra en las semillas siendo el hierro el metal que más prevalece ya que posee 2% de concentración a diferencia de otros minerales que se encuentran en menor proporción como el manganeso 1,41%, y el cloruro con el 1,25%.

Según el análisis realizado en la tabla No 4 gráfico No 21 se expresa la cuantificación de los metales hallados en la planta *Datura arbórea* de acuerdo a la concentración.

4.2 RECOMENDACIONES

Apoyarse en las guías de manejo y calibración de los equipos a utilizar con la finalidad de obtener concentrados puros de calidad y evitar la contaminación de las muestras por fallas técnicas y volatilización de las sustancias contenidas en las muestras por mal uso de la instrumentación requerida.

De acuerdo con la comparación de técnicas es recomendable la realización de la Espectroscopia de Absorción Atómica, para el análisis de metales, porque es un método de alta tecnología que proporciona datos eficaces, lineales, confiables y exactos.

El análisis cuantitativo de metales por el método de Espectroscopia de Absorción Atómica, debe ser realizado utilizando estándares internacionales certificados, soluciones de trabajo y muestras purificadas, y el empleo de las técnicas y procedimientos específicos de cuantificación, para evitar errores durante el trabajo investigativo.

Se sugiere a los estudiantes y profesionales de las carreras afines a las Ciencias de la Salud la realización de nuevos trabajos investigativos para la identificación y cuantificación de otras sustancias presentes en diferentes plantas que pueden contener alcaloides altamente peligrosos como la escopolamina y otras drogas, que se obtiene del *Datura arbórea*, ya que en la sociedad en que vivimos el tráfico ilegal y el mal uso de las mismas ha venido en incremento y esto representa un grave problema para el País y el Mundo

BIBLIOGRAFÍA

Carlos Pomares Ramón, Julio Vadillo García, La policía local como policía Judicial, Manual para la inspección ocular Técnico-Policial, Editorial Club Universitario, págs. 73,74,75 edición 2013

Daniel Guillot Ortiz, Flora ornamental española: aspectos históricos y principales especies pág. 64 2012

Enrique Saucedo Plata, Suelos contaminados con elementos potencialmente tóxicos. Un nuevo método de detección capítulo 1. págs. 6,7 edición 2014

Francisco Javier Carmona Fuentes, Apoyo al soporte vital avanzado SANT0108 capítulo 5 primera edición 2013

Gonzalo Jair Díaz González, Plantas tóxicas de importancia en salud y producción animal en Colombia capítulo 5 pág. 189 primera edición 2010

Mencías Rodríguez, L.M. Mayero Franco, Manual de Toxicología Básica, (Metales) capítulo 18 págs. 619, 620, 621

Remington Farmacia, Tomo 2, pág. 1572, 20ª edición

REPETTO. J, Manuel, Toxicología fundamental, 4 edición, capítulo 12, pág. 467-468,2009

SITIOS WEB

Ángeles Méndez (16 de mayo 2012) El cadmio y su toxicidad
<http://quimica.laguia2000.com/elementos-quimicos/el-cadmio-y-su-toxicidad>

Begoña Ribón Lozano (20 de marzo 2014) Laboratorio de técnicas instrumentales, espectroscopia de absorción atómica
<http://laboratoriotecnicasinstrumentales.es/analisis-quimicos/espectroscopa-de-absorcin-atmica>

Botanical, toxicidad del potasio <http://www.botanical-online.com/potasiopropiedades.htm>

Blago Razmilig, Espectroscopia de absorción atómica
<http://www.fao.org/docrep/field/003/ab482s/ab482s04.htm>

Chemocare, niveles altos de magnesio
<http://www.chemocare.com/es/chemotherapy/side-effects/Hipermagnesemia.aspx>

Estrucplan, (29 de agosto 2005) Toxicología, sustancias
<http://www.estrucplan.com.ar/Producciones/entrega.asp?IdEntrega=1040>

Fisaude (19 de octubre 2009) Toxicidad del cromo
<http://www.fisaude.com/nutricion/nutricion-terapeutica/los-oligoelementos-el-cromo/sintomas-deficiencia-exceso-cromo.html>

Floripondio. <http://www.mind-surf.net/drogas/floripondio.htm>

Hernán Alva (29 de julio 2009) Componentes de un espectrómetro de absorción atómica <https://absorcion-atmica.blogspot.com>

InstruQuímica S.A de C.V. espectrómetros de absorción atómica

<http://instruquimica.com/?p=33>

ISASA, soluciones integrales en instrumentación analítica

[http://isasaleon.blogspot.com/2010/07/opcionalice3400ice3500espectrofotometro.htm](http://isasaleon.blogspot.com/2010/07/opcionalice3400ice3500espectrofotometro.html)

l

Jane Higdon, (junio 2007) toxicidad del manganeso

<http://lpi.oregonstate.edu/es/mic/minerales/manganeso>

José M. Verdu, Juan Llopis G, Los Minerales

http://www.uco.es/master_nutricion/nb/Mataix/minerales.pdf

Joseph Mercola (5 de diciembre 2012) Los beneficios de salud del magnesio

<http://espanol.mercola.com/boletin-de-salud/beneficios-del-magnesio.aspx>

Jurgen Weineck, Entrenamiento Total, Sodio, cloruro y potasio pág. 596 parte V

Primera Edición 2005

Jesús Marín Ruiz, Cobre efectos en la Salud

<http://socializandovoces.blogspot.com/2008/02/cobre-efectos-en-la-salud.html>

Maceración. [http://www.plantas-medicinal](http://www.plantas-medicinal-farmacognosia.com/) [farmacognosia.com/](http://www.plantas-medicinal-farmacognosia.com/)

[temas/m%C3%A9todos-de-extracci%C3%B3n/maceraci%C3%B3n/](http://www.plantas-medicinal-farmacognosia.com/temas/m%C3%A9todos-de-extracci%C3%B3n/maceraci%C3%B3n/)

Marcela Licata, El fosforo en la nutrición

<http://www.zonadiet.com/nutricion/fosforo.htm>

MedlinePlus, (24 de febrero 2014) Toxicidad del hierro
<https://www.nlm.nih.gov/medlineplus/spanish/ency/article/000327.htm>

Metales y las plantas. <https://www.cienciahoy.org.ar>

Nutrientes del suelo. <http://www.abc.com.py/articulos/nutrientes-del-suelo.866315.html>

OMS, intoxicación por plomo <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs379/es/>

Rafael Torres Acosta (10 de mayo 2004) toxicidad del Zinc
http://bvs.sld.cu/revistas/ped/vol76_4_04/ped08404.htm

Ruth Lelyen, Beneficios del hierro para la salud
<http://www.imujer.com/salud/4175/beneficios-del-hierro-para-la-salud>

Soligaia, (28 de febrero 2011) Los beneficios del zinc
<https://soligaia.wordpress.com/2011/02/28/los-beneficios-del-zinc-el-gran-desconocido/>

Toxicología. <http://scenacriminis.com/2015/02/01/toxicologia-forense/>

Tungurahua (Las Viñas) http://lahora.com.ec/index.php/noticias/show/1101422829/-1/_Picaihua,_reconocido_sector__artesanal_de_los_ambate%C3%B1os.html#.VnKxr_nhDcc

Web consultas (7 de marzo 2016) Los minerales <http://www.webconsultas.com/dieta-y-nutricion/dietaequilibrada/micronutrientes/minerales/manganeso-1837>

ANEXOS

Gráfico No. 22 Recolección de la muestra



Fuente: Provincia de Tungurahua las viñas

Elaborado por: Luis Quintana y Hugo Salvatierra

Gráfico No. 23 Recolección de la muestra



Fuente: Provincia de Tungurahua las viñas

Elaborado por: Luis Quintana y Hugo Salvatierra

Gráfico No. 24 Clasificación de la muestra



Fuente: Provincia de Tungurahua las viñas

Elaborado por: Luis Quintana y Hugo Salvatierra

Gráfico No. 25 Clasificación de la muestra



Fuente: Provincia de Tungurahua las viñas

Elaborado por: Luis Quintana y Hugo Salvatierra

Gráfico No. 26 Clasificación de la muestra



Fuente: Provincia de Tungurahua las viñas

Elaborado por: Luis Quintana y Hugo Salvatierra

Gráfico No. 27 Proceso de secado



Fuente: Provincia de Tungurahua

Elaborado por: Luis Quintana y Hugo Salvatierra

Gráfico No. 28 Proceso de triturado



Fuente: Provincia de Tungurahua

Elaborado por: Luis Quintana y Hugo Salvatierra

Gráfico No. 29 Proceso de triturado



Fuente: Provincia de Tungurahua las viñas

Elaborado por: Luis Quintana y Hugo Salvatierra

Gráfico No. 30 Proceso de maceración



Fuente: Criminalística de Chimborazo Laboratorio de Toxicología

Elaborado por: Luis Quintana y Hugo Salvatierra

Gráfico No. 31 Proceso de maceración



Fuente: Criminalística de Chimborazo Laboratorio de Toxicología

Elaborado por: Luis Quintana y Hugo Salvatierra

Gráfico No. 32 Proceso de filtración



Fuente: Criminalística de Chimborazo Laboratorio de Toxicología
Elaborado por: Luis Quintana y Hugo Salvatierra

Gráfico No. 33 Proceso de filtración



Fuente: Criminalística de Chimborazo Laboratorio de Toxicología
Elaborado por: Luis Quintana y Hugo Salvatierra

Gráfico No. 34 Separación de sustancias por rota vapor



Fuente: Criminalística de Chimborazo Laboratorio de Toxicología

Elaborado por: Luis Quintana y Hugo Salvatierra