

Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua– León

Facultad de Ciencias Químicas

Carrera de Farmacia



“A la libertad por la Universidad”

Determinación Cualitativa de Plomo en especies marinas obtenidas en Poneloya mediante el Bioensayo *Allium Cepa L* y marcha Analítica, Enero– Mayo 2014.

Monografía Para Optar al Título de Licenciado Químico Farmacéutico.

Autoras:

- **Br. Mariela Juniette Téllez Palacios.**
- **Br. Ilse Lisbett Torres Blandon**
- **Br. Fabiola Judith Treminio Juárez.**

Tutora:

- **MSc. Gloria María Herrera.**

León, 2014

2014. Por la Pertinencia y la Excelencia Académica.

INDICE

+ INTRODUCCION.....	1
+ PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	6
+ OBJETIVOS.....	7
+ MARCO TEORICO.....	8
+ MATERIAL Y METODO.....	31
+ RESULTADOS.....	37
+ ANALISIS DE RESULTADOS.....	39
+ CONCLUSIONES.....	41
+ RECOMENDACIONES.....	42
+ BIBLIOGRAFIA.....	43
+ ANEXOS.....	48

AGRADECIMIENTOS

A Dios

Por brindarnos la fe, la sabiduría, la comprensión y sobre todo la fortaleza para culminar este trabajo con salud y con éxito.

A nuestros Padres de Familia

Quienes a lo largo de toda la vida nos han apoyado y motivado en la formación académica, creyeron en nosotras y nuestras habilidades en todo momento, por brindarnos buenos consejos, por el apoyo incondicional en los momentos difíciles y por toda la comprensión que tuvieron con nosotras a lo largo de nuestra carrera universitaria, gracias padres por inculcarnos excelentes valores.

A nuestra Tutora

MSc. Gloria María Herrera, gracias por darnos la oportunidad de realizar este trabajo de investigación, por todo el tiempo brindado hacia nosotras, y sobre todo la paciencia.

A los demás profesores

A quienes le debemos gran parte de nuestro conocimiento, gracias por su paciencia y enseñanza.

A esta prestigiosa universidad UNAN-León

La cual abre sus puertas a jóvenes como nosotras, preparándonos para un futuro competitivo y formándonos como personas de bien, porque en sus aulas recibimos el conocimiento intelectual y humano de cada uno de los docentes.

DEDICATORIA

Primeramente a Dios

Por haberme dado el Don de la Vida y haberme permitido llegar hasta este punto, por regalarme sabiduría, entendimiento y salud para seguir adelante día a día para lograr mis objetivos, además de su infinita bondad y amor.

A mis Padres Martha Palacios Zapata y Ariel Téllez Rueda

Por haberme dado su apoyo incondicional en todo momento, por sus consejos, sus ejemplos de perseverancia, su paciencia, por la motivación constante, por sus sacrificios para poder terminar mi carrera universitaria y sacarnos adelante a mi hermano y a mí, pero más que nada por su amor.

A mi Hermano Jorge Reyes Palacios

Por ser el ejemplo de un hermano mayor, del cual aprendí aciertos y momentos difíciles.

A mi Novio y además mi amigo José Carlos Centeno Blanco

Por apoyarme siempre, por estar conmigo en las buenas y malas, por su cariño y comprensión.

A mis Amigas

Y además mis compañeras de tesis Ilse Torres y Fabiola Treminio gracias por estar siempre conmigo y ayudarnos en los momentos difíciles siempre cuentan conmigo chicas Las Quiero Mucho.

A Nuestra tutora

MSc. Gloria María Herrera por su gran apoyo para la culminación de nuestros estudios profesionales, por haberme transmitido los conocimientos obtenidos y haberme llevado pasó a paso en el aprendizaje.

Mariela

DEDICATORIA

Dios te dedico este trabajo primeramente por permitirme estar con vida, salud, y darme la fortaleza para cumplir mis metas, a pesar de todas las dificultades y tropiezos que he tenido, tú me has brindado la fe y la esperanza.

A mis Padres María Esther Blandón y Andrés Torres

Gracias por tantos sacrificios que hicieron a lo largo de mi carrera universitaria, trasmitiéndome siempre la humildad y sencillez, brindándome grandes consejos que sin duda me ha permitido salir adelante y ser una mejor persona cada día.

A mi hermana Edipcia Torres Blandón

Por brindarme su comprensión, apoyo, cariño en momentos difíciles, y darme motivación para cumplir mis metas.

A mis compañeras de tesis: Mariela Téllez y Fabiola Treminio

Gracias por esos grandes momentos inolvidables que vivimos a lo largo de nuestra carrera universitaria, sin duda fue una gran experiencia recorrer este camino con ustedes.

A mis amigos

Por su preocupación su apoyo en todo momento y porque estuvieron pendientes de mí durante todo este proceso.

A nuestra tutora

MSc. Gloria María Herrera, por permitirme realizar este trabajo en conjunto con mis compañeras, y trasmitirnos sus conocimientos, para la culminación de esta investigación con éxito.

Ilse

DEDICATORIA

Dedico esta tesis a Dios y a mis padres. A Dios porque ha estado conmigo a cada paso que doy, cuidándome y dándome fortaleza para continuar, por haberme permitido llegar hasta este punto y haberme dado salud para lograr mis objetivos, quién supo guiarme por el buen camino, darme fuerzas para seguir adelante y no desmayar en los problemas que se presentaban, a mis padres, quienes a lo largo de mi vida han velado por mi bienestar y educación siendo mi apoyo en todo momento.

A mi madre María Juárez

Por haberme apoyado siempre, por sus consejos, valores, por la motivación que me ha permitido ser una persona de bien, pero más que nada, por su paciencia y amor, cuyo vivir me ha mostrado que en el camino hacia la meta se necesita de la dulce fortaleza para aceptar las derrotas y del sutil coraje para derribar miedos.

A mi padre Adrián Ramón Treminio

Porque es el jefe principal, por los ejemplos de perseverancia y constancia que lo caracterizan, por su ayuda económica, por el valor mostrado para salir adelante y por su amor, porque gracias a él sé que la responsabilidad se debe vivir como un compromiso de dedicación y esfuerzo, por tu incondicional apoyo, tanto al inicio como al final de mi carrera; por estar pendiente de mí a cada momento.

A mis hermanos

Por estar siempre presentes, acompañándome para poderme realizar. Por apoyarme en cada momento de mi vida; mi hermano Wilmer por su ayuda y gran apoyo y a todos aquellos que participaron directa o indirectamente en la elaboración de esta tesis.

A mis amigos

Que además son mis compañeras de tesis, nos apoyamos mutuamente en las buenas y malas y sobre todo en nuestra formación profesional: Mariela Téllez e Ilse Torres las quiero mucho y a mis demás amigos que aportaron un granito de arena.

A MSc. Gloria María Herrera, quien, muy acertadamente, dirigió nuestra tesis.
Fabiola

INTRODUCCION

El objetivo básico de la epidemiología nutricional es el estudio de la ingesta de alimentos y nutrientes como determinantes de enfermedades. Los numerosos procesos industriales a los que se ven sometidos los alimentos durante su procesado y la presencia en el medio ambiente de gran cantidad de contaminantes metálicos hacen que la investigación de metales en alimentos sea un tema de interés para los toxicólogos. ⁽¹⁾

La evaluación del peligro consiste en la determinación de los agentes biológicos, químicos y físicos que pueden causar efectos nocivos para la salud y que pueden estar presentes en un determinado alimento o grupo de alimentos. El contenido de metales en los alimentos tanto de origen vegetal como animal depende de muchos factores, entre los que hay que destacar: las condiciones medio-ambientales, los métodos de producción y procesado y el lugar de origen del alimento. ⁽²⁾

Se considera metales pesados a aquellos metales que pueden causar trastornos en la salud del ser humano, ya sea por exposición a ellos o por almacenamiento en el cuerpo; ya que en algunos casos el cuerpo no los asimila y los bioacumulan. En la clasificación de dichos metales se encuentran algunos de los más tóxicos como: plomo, mercurio, cromo, cadmio, por mencionar algunos. ⁽¹⁾

En ocasiones el margen entre toxicidad y deficiencia es muy pequeño como sucede en el caso del selenio por lo que no siempre es posible delimitar claramente qué metales son esenciales y cuáles tóxicos y probablemente todos ellos son tóxicos si se ingieren en cantidades suficientemente elevadas. También es difícil considerar la toxicidad de un metal aislado puesto que en el propio organismo se pueden producir interacciones entre ellos. El mercurio, plomo y arsénico se incluyen entre los metales tóxicos más generalizados y todos han sido responsables en alguna ocasión de episodios de intoxicaciones espectaculares. ⁽²⁾

Los metales, especialmente los metales pesados, constituyen una importante fuente de riesgo para la salud y el medio ambiente tanto bajo la forma de intoxicaciones agudas o crónicas. La actividad Antropogénica es la principal fuente de riesgo, pues actúa

concentrando los metales y produciendo en múltiples ocasiones, la exposición en la vida diaria a través de los alimentos, aire, agua e incluso en nuestros hogares. ⁽¹⁾

En Toxicología Alimentaria podemos recurrir a estudios experimentales o a estudios analíticos de exposición. Los estudios experimentales nos permiten definir la toxicidad aguda, la toxicidad por dosis repetidas, la toxicidad crónica (Carcinogenicidad, mutagenicidad, teratogenicidad) e incluso abordan la toxicocinética, el metabolismo, la inmunotoxicología, la neurotoxicología y otros aspectos complementarios. ⁽¹⁾

El número y amplia variedad de contaminantes químicos en el medio ambiente está creciendo constantemente. A nivel internacional, el uso en actividades industriales, agrícolas y el tratamiento de los vertidos de unos 600 contaminantes está regulado a través de diferentes normativas, clasificándolos como sustancias tóxicas y de ellos, 275 compuestos, la mayoría de naturaleza orgánica, están considerados como contaminantes tóxicos prioritarios, cuya presencia puede provocar efectos perniciosos para la salud. ⁽⁵⁾

Entre los ensayos que se pueden utilizar para la determinación de metales pesados: está el de la marcha analítica, el cual es un proceso técnico y sistemático que se utiliza para la identificación de iones inorgánicos en una disolución mediante reacciones químicas en las cuales se produce la formación de complejos o sales de color único y característico, también podemos mencionar la colorimetría, Polarografía, Voltametría, fluorescencia de rayos X, espectroscopía de masas, Fluorimetría, espectrofotometría de absorción atómica además se cuenta con estudios Biológicos alternativos como el ensayo de *Lactuca sativa* L. y el del *Allium cepa* L. ⁽³⁾

Desde 1964, la FDA (Food and Drug Administration) está llevando a cabo estudios de las dietas totales (anuales) para determinar la ingesta alimentaria de determinados plaguicidas, productos industriales y elementos metálicos. Estos estudios comprenden los alimentos de consumo, representativos de las dietas de lactantes, niños y adultos. De esta manera, la administración ejerce una tarea de vigilancia que le permite detectar las desviaciones de las tendencias de consumo y señalar qué alimentos son los más problemáticos con lo que podrá plantear con rigor una política de prevención y educación de la población. ⁽²⁾

Entre 1986 y 1999, Velasco-Abad y colaboradores, del Instituto Colombiano de Hidrología, Meteorología y Adecuación de Tierras HIMAT y el Instituto Colombiano de Geología y Minería INGEOMINAS, realizaron un estudio titulado: "Grado de contaminación de los recursos hídricos e ictiológicos en la región de la Mojana", en donde se encontraron valores muy altos de sedimentos en las aguas y de mercurio en peces del río Magdalena y otros metales pesados en peces dulce-acuícolas de cuyas concentraciones de metales pesados están por encima de los niveles máximos permitidos.⁽⁴⁾

En 1997 los mismos investigadores Velasco – Abad y colaboradores realizaron un análisis del contenido de mercurio en peces, en el río Cauca, de Colombia este Análisis permitió detectar concentraciones que variaron entre 104-125 Ppb en músculos y 103-248 Ppb en hígados.⁽⁴⁾

Alvartiño y colaboradores en 2005 realizaron un estudio en donde se determinó el efecto toxicológico de tres metales pesados sobre el crecimiento radicular de cuatro plantas vasculares. En este estudio se buscaban métodos en los que requerían el empleo de organismos biológicos estandarizados, que fueran sencillos, prácticos, sensibles y repetibles. Se determinaron la presencia de Cr, Hg y Pb sobre el crecimiento radicular de cuatro especies de plantas superiores cebolla (*Allium cepa L., Poaceae*), betarraga (*Beta vulgaris L., Chenopodiaceae*), arroz (*Oriza sativa L., Poaceae*) y rabanito (*Raphanus*). Concluyendo que de acuerdo a lo obtenido en la presente investigación, ninguna de las cuatro especies vegetales: cebolla, betarraga, arroz y rabanito, fue en todo los casos la más sensible a los tres metales pesados, ya que todas demostraron el mismo crecimiento.⁽¹⁸⁾

En México en el año 2005, realizaron un estudio del Daño Genotóxicos y Teratogénicos en el pez Cebra por acumulación del nivel de Arsénico presente en el agua de Zimapan, Hidalgo. Este fue elaborado por Báez Ramírez, O.A. Se realizaron análisis fisicoquímicos, microbiológicos, el método colorimétrico, Potenciómetro y el método turbidimétrico. Se demostró que mediante la aplicación de un retrovirus, por cada cien inserciones puede generar un mutante en el desarrollo del pez cebra, y estos peces

modificados genéticamente expresan una proteína fácilmente detectable cuando aumentan los niveles de metales pesados. ⁽¹⁸⁾

En el año 2006 se realizó un estudio titulado: Estado del conocimiento de las concentraciones de mercurio y otros metales pesados en peces Dulce-acuícola de Colombia, este fue elaborado por: Mancera, N.J y colaboradores del departamento de producción animal, facultad de ciencias de la Universidad Nacional de Colombia. En este estudio se utilizaron bioensayos que involucraban evaluaciones ambientales de tres parámetros (metales pesados, temperatura y efluentes), y se encontró positiva la presencia de metales pesados, específicamente mercurio en altas concentraciones. ⁽¹⁸⁾

Granada Grisales, N. en Colombia en el año 2012 realizó un análisis y cuantificación de metales (Pb, Cd, Ni y Hg) en agua, sedimento y la bioacumulación en la especie RHANDIA WAGNE (Barbudo) del Rio Cauca del Municipio de Virginia. Se utilizó el método de extracción por digestión acida de Hg en agua, método de extracción por digestión acida en Hg en sedimentos, y el método de extracción por digestión acida de Hg en material biológico, además del método de absorción atómica por llama a cada metal. En las muestras de peces analizadas no se presenta bioacumulación de plomo (Pb) por parte de la especie *Rhandia Wagne (BARBUDO)*. Sin embargo en el muestreo, en el músculo se observa una acumulación de dicho metal. De la misma forma, no se registra concentración de níquel (Ni) en las muestras analizadas, la concentración de Mercurio y Cadmio, medida en el pez analizado fue de 7.84 µg/Kg (0.076 mg/Kg), valor que está por debajo de los niveles establecidos. ⁽¹⁹⁾

A nivel Nacional se puede mencionar:

En el año 2012, Ruiz Moreno E, Salmerón Mendoza y, Urbina Alvarado B, estudiantes de la Carrera de farmacia de la UNAN-León, realizaron un estudio en plantas Medicinales con el Tema: Determinación de Plomo en raíces de *Valeriana Officinalis*, *Smilax áspera L.* y *Panax ginseng*, mediante la marcha analítica y la biotoxicidad por *Allium Cepa L.* Los resultados de este estudio en relación a la Marcha Analítica, resultó que las muestras en estudio presentaron trazas de Plomo debido a un cambio de color evidenciándose así una contaminación que podría resultar de la actividad Antropogénica o Natural. En cuanto al Bioensayo de toxicidad se observó inhibición de la división

celular de los meristemos radiculares, impidiendo así el crecimiento normal de la raíz de *Allium Cepa L.* ⁽²⁵⁾

En el año 2013 Carrasco López J, Centeno Altamirano G, Chávez I, estudiantes de farmacia de la UNAN-León realizaron un estudio con el título: Determinación de la calidad del agua Mediante Indicadores Biológicos y Fisicoquímicos en la Comunidad de El Paragua. Malpaisillo, en donde utilizaron el Método colorimétrico en solución Acuosa mediante de proceso sulfhidración, el Bioensayo de Toxicidad Aguda para la determinación de Minerales con *Allium Cepa L.*, así como la determinación bacteriológica de coliformes totales y fecales mediante el número más probable. El resultado de este estudio fue: En el ensayo Colorimétrico se encontró Plomo en concentración de 2 ppm a 6 ppm del tóxico, según este cambio de coloración obtenidas en las diferentes muestras, demostrando así que los valores exceden el límite máximo permisible, en cuanto al Bioensayo de toxicidad, las muestras en estudio provocaron inhibición del crecimiento normal de la raíz de *Allium Cepa L.*, además en el ensayo Microbiológico por el método “Número más probable”, se determinó la presencia de coliformes totales con un 100% y coliformes fecales en un 70%.⁽²⁶⁾

El aumento de las insuficiencias renales en la población y la falta de un estudio sobre los organismos acuáticos, en general peces, que bioacumulan estos metales, y en las que se utilicen Bioensayos con un marcador biológico de origen vegetal, nos motivó a realizar el presente trabajo para poder evaluar desde una perspectiva cualitativa la presencia de plomo y de esta manera poder valorar los posibles efectos indeseables o daños que estos puedan provocar en el ser humano. Debido a la inexistencia de estudios relacionados con este tema, nosotras como futuras profesionales de la salud encargadas de velar por la salud de la población, nos alentó a llevar a cabo este estudio en conjunto con la MSc. Gloria María Herrera para determinar cualitativamente la presencia de plomo mediante el método Biológico del *Allium Cepa L.* y la Marcha Analítica en las especie marinas Pargo Blanco, Camarón Rosado y Chuleta de tiburón Provenientes de las Playas de PoneLOYA, especies más consumidas por la población leonesa; siendo un trabajo único, original e innovador que puede servir como referencias a futuras investigaciones.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La contaminación por metales pesados en las zonas costeras es un tema de actualidad tanto en el área ambiental como en la de salud pública, ya que son importantes fuentes de contaminación provocando en gran parte de la población la acumulación de estos metales y de esta manera causar insuficiencias renales en la población que consume estas especies.

Tomando en consideración el planteamiento realizado en torno al tema de estudio, la presente investigación centra la formulación de su problemática en la siguiente interrogante:

- ✚ ¿Existe presencia de Plomo en las especies: Pargo Blanco, Camarón Rosado y Chuleta de Tiburón obtenidas en PoneLOYA, analizado mediante el método Biológico de Toxicidad Aguda del *Allium cepa L* y de la Marcha Analítica?

OBJETIVOS

GENERAL:

- ✚ Evaluar la presencia de Plomo mediante el Bioensayo *Allium cepa L.* en pargo blanco, camarón rosado y chuleta de tiburón obtenidas en Poneloya, Enero – Mayo 2014.

OBJETIVOS ESPECIFICOS:

- ✚ Utilizar el método de citotoxicidad alternativo del *Allium cepa L.* para evaluar cualitativamente la presencia de Plomo en dichas especies marinas.
- ✚ Aplicar el método analítico de identificación cualitativa de iones de Plomo en solución conocido como Marcha Analítica para identificar los iones presentes en las muestras en estudio.

MARCO TEORICO

Ecotoxicología

Es el estudio del efecto de compuestos químicos tóxicos sobre los seres vivos, especialmente en cuanto a poblaciones, comunidades y ecosistemas. La ecotoxicología es un campo multidisciplinario, que integra la toxicología, la ecología y la química ambiental.⁽¹⁶⁾

El objetivo de esta aproximación es ser capaz de predecir los efectos de la contaminación para la acción más eficiente y efectiva para prevenir o remediar cualquier efecto de deterioro ambiental que pueda ser identificado. En aquellos ecosistemas que están perdiendo calidad ambiental por efecto de la contaminación u otras actividades humanas. Los estudios ecotoxicológicos pueden dar información para dar el mejor curso de acción para restablecer los bienes y los servicios ecosistemáticos.⁽¹⁶⁾

La Ecotoxicología difiere de la toxicología ambiental en su capacidad de integrar los efectos de los agentes de estrés a través de todos los niveles de organización desde la escala molecular hasta las comunidades y ecosistemas, mientras la toxicología ambiental se enfoca en los efectos a escala individual o un nivel inferior; es decir efectos estudiados en fisiología, histología, bioquímica y etiología.⁽¹⁶⁾

Estudios de Ecotoxicología:

- La fuente de productos tóxicos o potencialmente tóxicos.
- Su movilidad y persistencia en el medio ambiente y cadenas tróficas.
- Su transformación bajo condiciones ambientales.
- Sus efectos sobre la dinámica de poblaciones de las especies afectadas.⁽¹⁷⁾

Efecto de un tóxico

El efecto causado por un tóxico dependerá de su toxicidad inherente (capacidad de causar algún efecto nocivo sobre un organismo vivo), del grado de exposición, que a su

vez dependerá de la cantidad que ingrese, de cuánto pase a los distintos compartimientos del ecosistema y de su persistencia.⁽¹⁷⁾

Ensayos

Se realizan ensayos de toxicidad, principalmente en laboratorio, con organismos de una especie, de varias especies o simulando microecosistemas. En general, se evalúan las sustancias tóxicas para determinar qué tan perjudiciales son y qué riesgo poseen para el ambiente.⁽¹⁷⁾

Resultados de los ensayos

Los resultados de los ensayos se interpretan para definir efectos letales, sub-letales y crónicos de tales sustancias, y su tendencia a acumularse en tejidos vivos. El aumento de la resistencia a sustancias tóxicas por parte de los organismos, es uno de los factores que puede incidir en la dificultad para extrapolar al ambiente los resultados obtenidos en ensayos de laboratorio.⁽¹⁷⁾

Biomarcadores en toxicología

Utilización de fluidos corporales, células o tejidos para indicar, en términos moleculares o bioquímicas, la presencia y magnitud de la exposición a los tóxicos a través de la respuesta del organismo receptor.⁽¹⁷⁾

- Biomarcadores de exposición: aquellos que indican si la exposición a un tóxico ha tenido lugar y en qué grado.⁽¹⁷⁾
- Biomarcadores de respuesta: cambio (bioquímica, genética, fisiología.) de importancia toxicológica real o potencial aparecido como consecuencia de la exposición a un tóxico. Idealmente debería detectar posibles efectos adversos antes de que estos sean irreversibles.⁽¹⁷⁾
- Biomarcadores de susceptibilidad: son todos aquellos que indican si un organismo o individuo pueden ser más o menos susceptible a los efectos

adversos resultantes de la exposición a un determinado tóxico. Ej.: diversos polimorfismos (Acetiladores lentos / rápidos, receptor H).⁽¹⁷⁾

Ensayo de toxicidad aguda con bulbos de cebolla *Allium cepa* L mediante la evaluación de la inhibición del crecimiento promedio de raíces

Principio de la prueba

Cuando un bulbo de cebolla (*Allium sp.*) se rehidrata se produce una estimulación del crecimiento de las células, lo cual permite la elongación de las raíces de la planta. Sin embargo, cuando la hidratación se lleva a cabo en presencia de sustancias tóxicas, la división celular de los meristemos radiculares puede inhibirse, ya sea retardando el proceso de mitosis o destruyendo las células. Este tipo de alteraciones generalmente impide el crecimiento normal de la raíz, y por tanto su elongación.⁽⁷⁾

El efecto puede determinarse en forma indirecta, mediante la comparación de la elongación de las raíces de cebollas expuestas al compuesto tóxico contra la de cebollas no expuestas, luego de un período de 72 horas de prueba. La cuantificación del efecto se realiza estableciendo el porcentaje de inhibición del crecimiento de las raíces respecto a la longitud promedio de las raíces del control.⁽⁷⁾

Material

- ✓ Tubos de ensayo de vidrio de 10 cm de largo y 1.5 cm de diámetro (o recipientes de mayor tamaño, dependiendo del tipo de bulbos a utilizar).
- ✓ gradillas o soportes para tubos.
- ✓ bisturí y reglilla para hacer mediciones en cm o mm.⁽⁷⁾

Reactivos y soluciones

La solución madre, preparada de acuerdo con lo indicado, se diluye 10 veces con agua destilada y el pH se ajusta a 7.0 antes de utilizarla. También se puede utilizar agua dura o agua de la llave como medio de crecimiento. En el caso de usar cualquiera de estas opciones, el control negativo y el agua utilizada para preparar las diluciones de los compuestos o las muestras deberán ser los mismos.⁽⁷⁾

Medio de crecimiento para la *Allium cepa* L**Cuadro # 1**

Masa de sal para disolver en un litro de agua destilada	
Reactivo	Cantidad (mg)
Ca(NO ₃) ₂ +4H ₂ O	236.1
KNO ₃	202
MgSO ₄ +7H ₂ O	246
KH ₂ PO ₄	136.1
Fe EDTA+3H ₂ O	67.6

Organismos de prueba

Para la elaboración de las pruebas se deben seleccionar bulbos de *Allium sp.* (Cebolla amarilla) de 1.5 cm de diámetro, secos y sin formación de hojas o raíz. Previo al montaje de la prueba, los bulbos deben limpiarse eliminando la epidermis seca y removiendo, con un bisturí o instrumento punzante, los restos de tejido y raíces del área radicular. No se deben dañar las raíces primordiales. Con el fin de eliminar los restos de tejido, es conveniente colocar los bulbos en agua destilada por 2 horas y dejar secar.⁽⁷⁾

Almacenamiento de los bulbos de cebolla

Se recomienda adquirir los bulbos en vísperas de la realización de pruebas o en su defecto, almacenarlos en un lugar donde se puedan garantizar condiciones secas y una temperatura entre 10 y 20 °C.⁽⁷⁾

Pasos a seguir en la prueba con *Allium cepa* L. Ver Anexo 4 figura #6.

- Procedimiento de la prueba**

Un elemento importante en la elaboración de las pruebas es el proceso de pelado de los bulbos. Igualmente, se debe trabajar con un alto número de réplicas para controlar la variabilidad de las pruebas. Se recomienda utilizar 12 réplicas por concentración, con el fin de descartar por lo menos 2 de los valores más extremos. En el caso que exista un bajo desarrollo radicular en más de 2 bulbos del control, se

considera que el lote de bulbos tiene problemas, por tanto los resultados no serán válidos. Al igual que en todas las pruebas, se debe establecer la sensibilidad de los bulbos a los compuestos de referencia; se recomienda el empleo de Cu (II) a partir de sulfato de cobre y registrar la sensibilidad mediante la confección de una carta control con por lo menos veinte pruebas. Resultados por encima o por debajo de la sensibilidad establecida son indicativos de problemas con el material biológico utilizado.⁽⁷⁾

- **Preparación de diluciones**

Generalmente, se sugiere el empleo de una serie de 5 concentraciones, un control negativo y 1 o 2 controles positivos; este último contiene el compuesto de referencia mencionado en el párrafo anterior. Para su preparación se emplea el método de dilución en forma secuencial aplicando un factor de 0.2 o 0.3. Cuando se va a llevar a cabo una evaluación exploratoria, puede emplearse una serie de diluciones logarítmicas (por ejemplo: 100; 10; 1; 0.1; 0.01), lo cual permitirá establecer el intervalo de concentración conveniente para la determinación de la Concentración Inhibitoria Media (CI50).⁽⁷⁾

- **Desarrollo de la prueba**

Cuando se trabaja con bulbos de diámetro pequeño, las pruebas se realizan en tubos de ensayo de 10 cm de longitud x 1.5 cm de ancho. En el caso de bulbos de mayor diámetro pueden utilizarse tubos o recipientes de mayor volumen, dependiendo del tamaño de los mismos. Es importante destacar que la profundidad de los recipientes debe ser tal que, al término de la prueba, la elongación máxima no alcance el fondo del recipiente.

En la prueba se utilizan 5 concentraciones de la muestra, un control negativo y 1 o 2 controles positivos, cada una con 12 réplicas. El ensayo se inicia con el llenado de los tubos con cada una de las diluciones y controles; este llenado debe hacerse hasta el borde del tubo. A continuación se colocan los bulbos limpios sobre la boca del tubo, cuidando que la zona radicular quede inmersa en el líquido. Los tubos se colocan en una gradilla, la cual se localiza sobre una mesa que no presente vibraciones y se mantienen a temperatura ambiente (20 °C) durante un período de 72 horas.⁽⁷⁾

Dos veces al día durante el período de prueba, se debe reponer el volumen perdido por evaporación o absorción. Para reponer este volumen se utiliza la muestra o dilución correspondiente. Se recomienda inclinar el bulbo sin sacar las raíces del tubo, adicionando cuidadosamente el volumen con ayuda de una pipeta Pasteur. ⁽⁷⁾

- **Expresión de resultados**

Medición: Al término del período de exposición se registra la longitud promedio de las raíces, con ayuda de una regla común con escala en milímetros. La medición se lleva a cabo colocando la escala en el margen del tubo, se ubica el valor de longitud mínimo y máximo donde incide la mayoría de las raíces y el punto medio se define como el promedio. Se efectúa la estimación en cada tubo y se obtiene el promedio matemático de diez réplicas. Para obtener el porcentaje de efecto de inhibición se debe realizar la siguiente operación:

$$\% \text{ I.} = \frac{\text{Longitud del control} - \text{longitud de la muestra}}{\text{Longitud del control}} \times 100$$

Con estos valores se construye una gráfica de concentración en función del porcentaje de inhibición y se calcula la CI50 mediante cualquiera de los siguientes métodos: Probit, promedios móviles o Sperman y Karber. ⁽⁷⁾

Método de Marcha Analítica

El estudio del análisis cualitativo es un estudio de las vías y medios utilizados para identificar sustancias. ⁽³⁾

La marcha analítica de cationes es una técnica de análisis cualitativo, que permite la separación e identificación de los cationes presentes en una muestra. Consiste en una serie de pasos sistemáticos basados en procesos químicos las cuales permiten en primer lugar separar cada catión constituyente de la muestra aprovechando ciertas propiedades particulares como lo es la solubilidad y el pH y en segundo identificar mediante reacciones específicas de cada catión. Su objetivo puede ser variado: extracción de un cierto elemento químico, eliminación de impurezas o más frecuente la detección de ciertos elementos o compuestos en una muestra. ⁽³⁾

El procedimiento experimental es el siguiente:

1. Coger un tubo de ensayo con la disolución a analizar. Esta disolución puede contener todos o algunos de los cationes de metales pesados, además de otros iones de distinta naturaleza.⁽³⁾
2. Echar unas gotas de HCl 2N en el tubo de ensayo. Todos los metales pesados precipitarán en forma de cloruro (no solubles en frío) de color blanco.⁽³⁾
3. Colocar un embudo con filtro sobre un vaso de precipitado. Decantar el contenido del tubo de ensayo sobre el filtro. Enjuagar el tubo llenándolo con agua destilada y decantando en el filtro. Los cloruros metálicos quedan retenidos en el filtro mientras que el resto de la disolución (ya sin metales) cae en el vaso precipitado.⁽³⁾
4. Calentar agua destilada en un vaso de precipitado limpio debajo. El cloruro de plomo $PbCl_2$ es soluble en caliente pero los cloruros de mercurio Hg_2Cl_2 y plata $AgCl$ no lo son y permanecen en el filtro.⁽³⁾
5. Para comprobar que el plomo ha pasado a la disolución, agregamos unas gotas de yoduro potásico KI en el vaso. Si existe plomo, se formará yoduro de plomo PbI_2 que da un precipitado amarillo.⁽³⁾

Métodos Alternativos

Ensayo de toxicidad aguda con el cladócero *Daphnia magna*.

Principio de la prueba

Dentro del grupo de los cladóceros, las especies del género *Daphnia* son las más utilizadas como organismos de prueba o de referencia en pruebas de toxicidad. La amplia distribución geográfica, el importante papel que cumplen al interior de la comunidad zooplánctónica, la facilidad de cultivo en el laboratorio, la reproducción partenogenética (lo cual asegura una uniformidad de respuesta), y el corto ciclo de vida con la producción de un alto número de crías, han hecho de este grupo un ideal para la evaluación de toxicidad, a nivel universal.⁽⁶⁾

El género *Daphnia* se ubica dentro del orden cladóceros de la clase crustáceo y especies como *D. magna*, *D. pulex*, y *D. similis*, son utilizadas extensivamente en pruebas de toxicidad, por lo cual existe una extensa información sobre las técnicas de cultivo, los requisitos de temperatura, luz y nutrientes, así como su respuesta a muchos compuestos tóxicos. Específicamente, los ensayos de toxicidad con *D. magna*, permiten determinar la letalidad potencial de sustancias puras, aguas residuales domésticas e industriales, lixiviados, aguas superficiales o subterráneas, agua potable, y agua de poro de sedimentos, entre otros. ⁽⁶⁾

Daphnia magna

En las pruebas de toxicidad con *D. magna*, neonatos menores de 24 horas de edad son expuestos a la muestra o compuesto a probar, por un período de 48 horas, al término del cual se cuantifica el número de organismos muertos. Con estos resultados se establece la proporción o porcentaje de mortalidad producida. ⁽⁶⁾

Cuadro # 2

Tipo de ensayo	Estático
Temperatura	20 ± 2 °C
Calidad de luz	Fluorescente, blanco-frío
Intensidad luminosa	10-20 ±E / m ² / s (800 ± 10% luxes)
Fotoperiodo	16 horas luz : 8 horas oscuridad
Recipientes de prueba	Vasos de 50 MI
Volumen de la solución de prueba	30 MI
Edad de los organismos de prueba	< 24 horas
Número de organismos en cada vaso	10
Número de réplicas	3
Agua de dilución	Agua dura reconstituida
Factor de dilución	0.3 o 0.5
Duración de la prueba	48 horas
Efecto medido	Mortalidad (inmovilidad)
Resultado final	CL50
Aceptabilidad de los resultados	Mortalidad en el control negativo < 10%
Control positivo	Cr(VI) a partir de una solución de K ₂ Cr ₂ O ₇

Aceptabilidad de los resultados

La mortalidad en el control negativo no debe exceder el 10%. La concentración final de oxígeno disuelto debe ser mayor de 2 mg/L. La CL₅₀ para el compuesto tóxico de referencia deberá estar dentro de los límites de confianza preestablecidos en la carta control. En caso de emplear un control positivo de concentración cercana a la CL₅₀, los valores de mortalidad obtenidos deberán encontrarse cercanos al 50%. Se puede considerar aceptable el encontrar mortalidades entre el 33 y 57%.⁽⁶⁾

Ensayo de toxicidad aguda con semillas de lechuga *Lactuca sativa L*

Principio de la prueba

El bioensayo de toxicidad con semillas de lechuga (*Lactuca Sativa*) es una prueba estática de toxicidad aguda (120 horas de exposición) en el que se pueden evaluar los efectos fitotóxicos de compuestos puros o de mezclas complejas en el proceso de germinación de las semillas y en el desarrollo de las plántulas durante los primeros días de crecimiento.⁽¹⁰⁾

Como puntos finales para la evaluación de los efectos fitotóxicos, se determina la inhibición en la germinación y la inhibición en la elongación de la radícula y del hipocotilo. Es importante destacar que durante el período de germinación y los primeros días de desarrollo de la plántula ocurren numerosos procesos fisiológicos en los que la presencia de una sustancia tóxica puede interferir alterando la supervivencia y el desarrollo normal de la planta, siendo por lo tanto una etapa de gran sensibilidad frente a factores externos adversos.⁽¹⁰⁾

Por otra parte, muchas de las reacciones y procesos involucrados son generales para la gran mayoría de las semillas, por lo que la respuesta de esta especie y los datos obtenidos a partir de la aplicación de esta prueba son en gran medida representativos de los efectos en semillas o plántulas en general. El éxito o aptitud de una plántula para establecerse en un ambiente determinado es de gran importancia para garantizar la supervivencia de la especie.⁽¹⁰⁾

La evaluación del desarrollo de la radícula y del hipocotilo constituye indicadores representativos para determinar la capacidad de establecimiento y desarrollo de la planta. A diferencia de la prueba tradicional de germinación de semillas, la evaluación del efecto en la elongación de la radícula y del hipocotilo de las plántulas permite ponderar el efecto tóxico de compuestos solubles presentes en niveles de concentración tan bajos que no son suficientes para inhibir la germinación, pero que sin embargo pueden retardar

o inhibir completamente los procesos de elongación de la radícula o del hipocotilo, dependiendo ello del modo y sitio de acción del compuesto.⁽¹⁰⁾

De esta manera, la inhibición en la elongación de la radícula e hipocotilo constituyen indicadores subletales muy sensibles para la evaluación de efectos biológicos en vegetales, aportando información complementaria a la proporcionada al estudiar el efecto en la germinación. Este ensayo puede ser aplicado para la evaluación de la toxicidad de compuestos puros solubles, de aguas superficiales (lagos, ríos), aguas subterráneas, aguas para consumo humano, aguas residuales domésticas e industriales, además de lixiviados de suelos, sedimentos, lodos u otras matrices sólidas.⁽¹⁰⁾

A diferencia de otras pruebas en las que se consideran algas o plantas acuáticas sumergidas como organismo de diagnóstico, el bioensayo con semillas permite evaluar la fitotoxicidad de muestras coloreadas o con elevada turbiedad de manera directa y sin necesidad de filtración previa, reduciéndose así las interferencias debidas al pre- tratamiento y simplificando el procedimiento de prueba.⁽⁹⁾

Si bien *L. sativa* no es una especie representativa de ecosistemas acuáticos, la información generada a partir de esta prueba de toxicidad proporciona datos acerca del posible efecto de los contaminantes en las comunidades vegetales cercanas a las márgenes de cuerpos de agua contaminados, siendo también una especie interesante de considerar por su importancia desde el punto de vista hortícola.⁽⁹⁾

Por otra parte, es de fácil y rápida germinación por lo que es posible desarrollar la prueba en pocos días. Este bioensayo de toxicidad ha sido recomendado y aplicado por diferentes organismos de protección ambiental para la evaluación ecotoxicológica de muestras ambientales y compuestos puros, además de la evaluación del efecto fitotóxicos de plaguicidas sobre especies no blanco, necesarios para el registro de estos compuestos.⁽⁹⁾

En la incorporación de esta prueba en una batería de bioensayos es importante considerar el compromiso entre la sensibilidad de la especie *L. sativa*, el reducido tiempo de exposición de la prueba con semillas, los bajos costos asociados y que no requiere

equipamiento sofisticado, en particular en la aplicación a muestras ambientales o en el monitoreo de procesos de toxicación, saneamiento, control de efluentes o reuso de biosólidos.⁽⁸⁾

Organismos de prueba

En este ensayo se usan semillas de lechuga de la especie *L. sativa* variedad mantecosa.⁽⁸⁾

Obtención, control y conservación de las semillas

La obtención de las semillas de lechuga se realiza en sumillerías locales, procurando que sean semillas sin curar (sin fungicidas o plaguicidas), con buen poder germinativo y baja variabilidad en la elongación de la radícula e hipocotilo.⁽⁸⁾

Procedimiento de prueba

- **Preparación de las diluciones**

Para realizar una curva dosis respuesta se recomienda preparar un mínimo de 5 o 6 diluciones de la muestra o compuesto a estudiar de manera que se obtengan valores de toxicidad intermedios entre el 100 y 0%. Para las muestras ambientales se recomienda el uso de un factor de dilución de 0.3 o 0.5 para la preparación de la serie de diferentes concentraciones. El uso de un factor de 0.3 permite evaluar la toxicidad considerando el intervalo entre el 100% y 1% de la muestra realizando 5 diluciones (100, 30, 10, 3 y 1%). Al aplicar un factor de dilución de 0.5, es necesario utilizar mayor número de diluciones para abarcar el mismo intervalo de concentraciones (100, 50, 25, 12, 6, 3 y 1.5%) pero se obtiene mayor precisión en los resultados. Para la preparación de cada dilución se utiliza agua dura reconstituida (es posible el uso de agua mineral dura para consumo humano), realizando el control negativo con el agua de dilución empleada.⁽⁸⁾

Para el caso de las muestras cuya toxicidad es desconocida, previo a la realización de la prueba definitiva, se sugiere hacer una prueba exploratoria (ensayo preliminar) utilizando diluciones logarítmicas (100, 10, 1, 0.1, 0.01) que permitan establecer el

intervalo de concentración conveniente para obtener valores de efecto entre 100 y 0%, necesarios para calcular la CI50. ⁽⁸⁾

- **Desarrollo de la prueba**

Para llevar a cabo el ensayo se deben realizar los siguientes pasos:

1. Colocar en cada caja Petri un disco de papel de filtro
2. Marcar correctamente cada caja con la dilución correspondiente, así como la fecha y hora de inicio y término del bioensayo
3. Saturar el papel de filtro con 4 o 5 mL de la dilución evitando que se formen bolsas de aire.
4. Con la ayuda de una pinza, colocar cuidadosamente 20 semillas, dejando espacio suficiente entre las semillas para permitir la elongación de las raíces.
5. Tapar las cápsulas y colocarlas en bolsas plásticas para evitar la pérdida de humedad. Dado que algunas variedades de semillas de lechuga requieren oscuridad para que se produzca la germinación (semillas fotoblásticas negativas)
6. las cajas de Petri deben cubrirse de la luz inmediatamente después de colocarlas las semillas en su interior y durante el período de ensayo
7. Incubar por 120 horas (5 días) a una temperatura de 22 ± 2 °C.
8. Realizar repeticiones para cada dilución ensayada. ⁽⁸⁾

Especies marinas

Pargo Blanco (ver anexo 2, fig. 3)

- **Descripción**

Cuerpo fusiforme, robusto, cubierto de escamas (cicloides). Dos aletas dorsales, la primera con radios duros, con aleta caudal redondeada. Boca ventral con una barbilla mentoniana. Presenta sexos separados sin dimorfismo sexual y fecundación externa. Longitud media 27 cm, el dorso de color marrón a marrón claro y el vientre blanco. ⁽²⁰⁾

- **Cuadro # 3**

Clasificación científica

Género	UmbrinacanosaiBerg.
Especie	UmbrinacanosaiBerg.
Familia	<i>Scianidae.</i>
Nombre común	Pargo blanco, pargo.

- **Importancia en la alimentación**

El pargo blanco constituye una fuente rica de nutrientes y de los más importantes son las proteínas de alta o buena calidad, las cuales vienen acompañadas de vitaminas del grupo B y minerales, tales como fósforo, calcio, hierro, yodo y cobre, forma parte importante de una dieta saludable y es recomendado comerlo dos veces por semana. Este puede contener alto contenido de mercurio y recomienda limitar tu consumo de pescado alto en mercurio a una porción por semana. Cuando se consume en cantidades adecuadas, el pargo aumenta tu ingesta de nutrientes y contribuye a una dieta equilibrada. ⁽²²⁾

Camarón Rosado (ver anexo 2, fig. 2)

- **Descripción**

Caparazón liso, con una carena dorsal pero sin surcos laterales al rostro. Margen anterior con una espina orbital, una espina antenal y una espina postorbital. Rostro con 7 a 13 espinas en el margen superior. Pereiópodos normalmente desarrollados; los tres primeros con quelas bien formadas. ⁽¹¹⁾

• **Cuadro # 4**

<i>Superclase</i>	<i>Crustáceo</i>
<i>Clase</i>	<i>Malacostrácea</i>
Orden	Decápoda
Super familia	<i>Peneoidea</i>
Familia	<i>Selenoceridae</i>
Género y especie	<i>Pleoticus Muelleri</i>
Nombre común	Camarón
Profundidad	3-90m
Talla	Entre 53 y 206 mm
Observaciones	Color Rosado

• **Importancia en la alimentación**

El camarón es una magnífica fuente de proteína completa con casi nada de grasa. Esto se traduce en bajo contenido calórico y un elevado poder nutricional. Son una buena fuente de vitamina B3 y una docena de ella satisface la necesidad de vitamina B12. Ofrecen buena calidad de calcio, potasio, fósforo y cobre, pero destacan más en selenio y yodo. ⁽²³⁾

Comer camarón, además de ser rico, representa una sana costumbre para el ser humano. Asimismo el consumo de este marisco no tiene ningún daño a la salud. En resumen proporciona lo siguiente:

- ✓ Poseen un alto contenido en proteínas (18 g por cada 100 g).⁽²³⁾
- ✓ Contiene una baja cantidad en grasas.⁽²³⁾
- ✓ No contiene muchas calorías (82 calorías por cada 100 g).
- ✓ El camarón contiene niveles medios/elevados de colesterol (195,00 mg por cada 100 g).⁽²³⁾
- ✓ Es fuente de Omega 3.⁽²³⁾

Tiburón (ver anexo 2, fig. 1)

- **Descripción**

El tiburón es un pez que habita principalmente en los mares de agua cálida. Es el predador más importante entre los peces por sus afilados dientes, que se reemplazan rápidamente a medida que los va perdiendo. ⁽¹²⁾

- **Cuadro # 5**

Nombre Científico	<i>Carcharodon carcharias</i>
Nombre Común	Tiburón Blanco, Jaquetón, Puntero Blanco
Tamaño	2,5-6,4 m
Alimentación	Desde pequeños peces óseos hasta otros tiburones, aves marinas, tortugas
Reproducción	Ovíparos su sistema reproductivo esta poco estudiado, pero se sabe que puede llegar a haber 9 fetos en el interior materno ⁽¹²⁾

- **Importancia en la alimentación**

El Tiburón en lo que respecta a su aporte nutricional contiene poquísimas grasas y calorías, y además es sumamente rico en proteínas de alto valor biológico (aportando por tanto la mayoría de aminoácidos esenciales), minerales y vitaminas. Este destaca sobre todo por su contenido en proteínas de buena calidad. Aporta muy pocas grasas y por tanto es un alimento bajo en calorías, y es rico en vitaminas (destacando en especial las vitaminas A y E) y minerales (hierro, fósforo, potasio y magnesio), proporciona en resumen lo siguiente:⁽²⁴⁾

- ✓ Vitamina A: esencial y fundamental para una buena salud de la visión. Favorece la resistencia a las infecciones, además de contribuir al mantenimiento, crecimiento y reparación de la piel.⁽²⁴⁾
- ✓ Vitamina B1: ayuda a mejorar la salud de nuestro cerebro, siendo útil en caso de pérdida de concentración y de memoria.⁽²⁴⁾

- ✓ Vitamina B2: interviene en procesos enzimáticos, es fundamental para la salud de las mucosas y la piel.⁽²⁴⁾
- ✓ Vitamina B3: participa en la producción de las hormonas sexuales y la síntesis de glucógeno, ayudando en el aprovechamiento de la energía que aportan los macronutrientes.⁽²⁴⁾
- ✓ Vitamina B6: participa en la formación de hormonas, glóbulos rojos y células sanguíneas. Además, es fundamental en la síntesis de los macronutrientes.⁽²⁴⁾
- ✓ Vitamina B9: conocida como ácido fólico, es fundamental no solo para el embarazo, sino incluso antes del embarazo al prevenir defectos en la placenta.⁽²⁴⁾
- ✓ Vitamina B12: ayuda en el buen funcionamiento de las neuronas y en la maduración de los glóbulos rojos.⁽²⁴⁾
- ✓ Vitamina E: actúa como antioxidante, ayudando en la prevención del cáncer y disminuyendo la acción de los radicales libres.⁽²⁴⁾

Metales pesados

Cuando hablamos de metales pesados, nos estamos refiriendo al elemento químico metálico cuya densidad relativa es alta, lo mismo que su poder de toxicidad, aún a Concentraciones bajas. No son degradables, por lo tanto no pueden ser destruidos. Se incorporan a los organismos vivos a través del aire, del agua y del suelo pasando a la cadena alimentaria o trófica.⁽¹⁴⁾

Entre los que afectan a los peces están el mercurio (Hg), plomo (Pb), y cadmio (Cd). En el medio acuático sufren una transformación pasando de metales inorgánicos a metales orgánicos, por lo tanto de solubles a liposolubles por lo que no se excretan y van bioacumulándose a lo largo de toda la cadena trófica en los tejidos y vísceras de los peces. De ahí que en los últimos eslabones de la cadena haya más tóxico acumulado pasando así a ser disponible para el hombre.⁽¹⁴⁾

Además la mayor distribución de los metales pesados se encuentra en el agua y en las especies acuáticas tanto vegetales como animales alterando la cadena y produciendo efectos graves sobre la salud humana al poder pasar la barrera hemato-encefálica.⁽¹⁴⁾

Características generales

Los metales pesados son componentes naturales de la corteza de tierra. No pueden ser degradados o ser destruidos. En un grado pequeño se incorporan a nuestros cuerpos vía el alimento, el agua potable y el aire. Como elementos de rastro, algunos metales pesados (cobre, selenio, cinc) son esenciales mantener el metabolismo del cuerpo humano. Sin embargo, en concentraciones más altas pueden conducir al envenenamiento.⁽¹⁴⁾

Envenenamiento por metal pesado:

- La contaminación del agua potable (tuberías del plomo).
- Las altas concentraciones en el aire cerca de fuentes de la emisión, o producto vía la cadena de alimento.⁽¹⁴⁾

Bioacumulación de metales pesados

Significa un aumento en la concentración de un producto químico en un organismo biológico en un cierto plazo, comparada a la concentración del producto químico en el ambiente. Los metales pesados pueden entrar en abastecimiento de agua por medio de residuos industriales y se deposita en corrientes, los lagos, los ríos, etc.⁽¹⁴⁾

Descripción del metal en estudio

➤ Plomo Pb

Es metal azulado, maleable y dúctil, su punto de fusión es de 327°C, sus principales óxidos son: Litargirio (PbO), bióxido de plomo (PbO₂), Minio (Pb₃O₄). El más importante es la galena (PbO₂), se encuentra en todo el planeta en forma galena, que es sulfuro de plomo, en la industria se usan óxidos, carbonatos, sulfuros y otros.⁽¹⁴⁾

La absorción de plomo puede constituir un grave riesgo para la salud pública. El plomo puede provocar un retraso del desarrollo mental e intelectual de los niños y causar hipertensión y enfermedades cardiovasculares en los adultos. En los últimos diez años,

los contenidos de plomo de los productos alimenticios se redujeron sensiblemente porque aumentó la sensibilización ante el problema sanitario que puede representar el plomo, por los esfuerzos realizados para reducir la emisión de plomo en su origen y por los progresos en la garantía de calidad de los análisis químicos.⁽¹⁴⁾

Fuentes de exposición

El plomo se bioacumula por lo que su concentración en plantas y animales se magnifica en la cadena alimentaria.⁽¹⁴⁾

El plomo y sus derivados se encuentran en todas partes del medio ambiente, como por ejemplo, en las plantas y animales de uso alimentario, en el aire, en el agua de la bebida, en los ríos, océanos y lagos, en el polvo, en el suelo, etc.⁽¹⁴⁾

El agua de mar contiene entre 0,003 y 0,20 mg/L de plomo. Las concentraciones de este metal en aguas marinas contribuyen a la contaminación de los peces que habitan en ellas.⁽¹⁴⁾

Valores superiores a los 10 mg/L que es el nivel seguro. Sin embargo, sí se han detecta la dieta es una fuente importante de exposición de plomo. Un adulto sano no expuesto al plomo ingiere diariamente de 0,3 a 0,5 mg de este metal, el 80% del mismo es eliminado por el riñón. Si la ingesta es superior a 0,6 mg/día el plomo se acumula y puede provocar una intoxicación.⁽¹⁴⁾

Existen dos razones que pueden explicar situaciones de fácil contaminación de determinados alimentos con plomo:

- La primera, por vía ambiental, en absoluto desdeñable, se habría de tener en cuenta en las zonas industriales y en las de tráfico rodado muy intenso, tales como zonas agrícolas adyacentes y vecinas a las grandes rutas de las autopistas (viñedos, frutales, etc.).⁽¹⁴⁾
- La segunda derivada de la fácil solubilización del plomo en ácidos débiles inorgánicos y orgánicos.⁽¹⁴⁾

Fisiopatología

Una vez absorbido cerca del 99% del plomo que fluye por la corriente sanguínea se liga a la hemoglobina de los eritrocitos, solo 1 a 3% del que circula en el suero es activo o queda disponible para ligarse a los tejidos. El plomo inorgánico se distribuye inicialmente en los tejidos blandos, sobre todo riñón, hígado, medula ósea y cerebro. Así mismo, el metal se redistribuye y se deposita en los huesos. ⁽¹⁴⁾

Se acumula principalmente en los huesos donde puede permanecer hasta 20 años de donde puede ser removido como sucede en la lactancia, originando niveles de plomo en la leche materna. ⁽¹⁴⁾

La Excreción

Es fundamentalmente a través de la orina, aunque también se encuentra pequeñas cantidades en bilis, el cabello, saliva, sudor, heces y las uñas. El efecto tóxico por plomo, se relaciona con la concentración en la sangre y tejidos blandos, esto constituye solo el 5% de la carga total del plomo corporal, ya que la mayor parte del 90–95% se almacena en los huesos. ⁽¹⁴⁾

Tipos de intoxicaciones que produce el plomo

(Ver anexo 11)

a) Intoxicación aguda: Esta produce efectos neurológicos y hematológicos.

- **Efectos neurológicos**

Pueden ir de leves a severos, con irritabilidad, somnolencia, insomnio, temblores, convulsiones persistentes (estado convulsivo), ataxia, parálisis de pares craneales, debilidad muscular aguda, estado confusional, alucinaciones, hasta hipertensión endocraneana con riesgo de herniación cerebral, llegando al coma y/o muerte. ⁽¹⁴⁾

- **Efectos hematológicos**

Las manifestaciones hematológicas en la intoxicación aguda con niveles elevados de plomo se han asociado con la anemia hemolítica.⁽¹⁴⁾

- **En el tratamiento de las intoxicaciones agudas**

Por ingestión de sales solubles se practica lavado gástrico cuya eficacia puede comprobarse mediante una radiografía simple de abdomen, ya que el plomo es radio-opaco.⁽²¹⁾

Los quelantes indicados en la intoxicación por plomo son el BAL11, empleado a dosis de 3 mg/kg por vía intramuscular, seguido por la pauta de administración de EDTA cálcico disódico²⁶ iniciada 4 horas después, a dosis de 935 mg en 500 ml de Suero fisiológico a pasar en 6 horas, repetido cada 12 horas durante 5 días. El BAL atraviesa la barrera hematoencefálica y actúa en los espacios intra y extracelular.⁽²¹⁾

b) **Intoxicación crónica**

Exposición de meses a años. Sus manifestaciones son poliformas y abarcan prácticamente todos los órganos y sistemas. En particular en el sistema nervioso central y periférica, hematopoyético y renal, también se puede afectar el sistema gastrointestinal, cardíaco y reproductivo, su forma más frecuente de presentación es el saturnismo.⁽¹⁴⁾

Saturnismo consta de dos fases:

1. Fase subclínica o de impregnación: Paciente asintomático, pero con alteraciones biológicas (Plombemia 35 – 60 µg/dL).⁽¹⁴⁾
2. Fase clínica: Plombemia a partir de 60 – 70 µg/dL: Astenia, irritabilidad, mialgias. Afecta principalmente: Sistema nervioso, gastrointestinal, renal, hematopoyético y neuromuscular.⁽¹⁴⁾

Efectos que produce el plomo en la intoxicación crónica

- **Sistema Neurológico**

En la infancia pueden tener efectos permanentes e irreversibles en el sistema nervioso, con retraso o deterioro del desarrollo psicomotor (áreas cognitivas o intelectual, motora gruesa y fina, lenguaje y social). Puede observarse disminución en la agudeza auditiva, lo que contribuye a los problemas de aprendizaje o alteraciones conductuales. En los adultos; en el SNC: cambios de conducta sutiles, fatiga y problemas de concentración, las lesiones del sistema nervioso periférico en su mayoría son motrices (caída de la muñeca).⁽¹⁴⁾

- **Efectos hematológicos**

La anemia no es una manifestación inicial. Sólo se manifiesta cuando los niveles de plomo en sangre permanecen significativamente altos durante periodos prolongados.⁽¹⁴⁾

- **Efectos endocrinos**

Se ha asociado a talla corta. La similitud química del plomo con el calcio, le permite interferir con diversas vías metabólicas.⁽¹⁴⁾

- **Efectos óseos**

El plomo afecta el crecimiento, la maduración celular y el desarrollo de los huesos y dientes.⁽¹⁴⁾

- **Efectos renales:**

Nefropatía: La alteración de los túbulos proximales se manifiesta como aminoaciduria, glicosuria e hiperfosfaturia (un síndrome parecido al de Fanconi. También existen pruebas de una asociación entre la exposición de plomo y la HTA, un efecto que puede estar mediado por mecanismo renales. Puede desarrollarse gota como resultado de la hiperuricemia inducida por plomo y una disminución selectiva de la excreción fraccional de ácido úrico previa a una disminución del aclaramiento de creatinina.⁽¹⁴⁾

- **Efectos sobre la reproducción**

Reducción del recuento y la motilidad espermática. Efectos sobre el desarrollo fetal. El plomo atraviesa la barrera placentaria, afecta la viabilidad del feto y su desarrollo ocasionando abortos, óbitos, niños con menos peso al nacer y partos prematuros.⁽¹⁴⁾

- **Efectos Gastrointestinales**

Puede presentarse anorexia, dolor abdominal, vómitos intermitentes y estreñimiento, diarrea. El “cólico saturnino” es un cuadro de abdomen agudo no quirúrgico, típico de intoxicaciones plúmbicas severas.⁽¹⁴⁾

- **Alteraciones sicomotoras**

Tiempo de reacción, atención, concentración y memoria.⁽¹⁴⁾

- **Alteraciones del estado general**

Cefalea, hiperoxia, adelgazamiento, palidez, mialgias, Polineuritis motora, disminución y pérdida de la capacidad intelectual, trastorno de la memoria, cefaleas, sordera, afasia transitoria, hemianopsia y amaurosis.⁽¹⁴⁾

- **Diagnóstico de la intoxicación por plomo:** Se emplean dos tipos de procedimientos analíticos:

1.- Determinación directa de plomo en sangre y orina o tras provocación por quelación con EDTA.

2.-Biomarcadores de efecto, entre los que se cuentan la determinación de ALA y porfirinas, la hemoglobina y hematocrito y el punteado basófilo de los hematíes.⁽²¹⁾

- **Tratamiento para la intoxicación crónica**

Se emplea la misma pauta que en la intoxicación aguda o bien la d-Penicilamina por vía oral, empezando a dosis de 10 mg/Kg/día en 4 tomas hasta alcanzar 40 mg/Kg/día, durante 2 semanas. Es preciso evaluar la eficacia del tratamiento mediante la verificación de la eliminación urinaria.

MATERIAL Y MÉTODO

Tipo de Estudio: es de Tipo Experimental, siendo un experimento puro.

Área de estudio: Playa de Poneloya del municipio de León y Laboratorio de Farmacognosia del Departamento de Farmacia Industrial.

Universo: Especies marinas obtenidas en Poneloya.

Muestra: Tres Especies marinas: pargo blanco, chuleta de tiburón y camarón Rosado, que más se consumen por la población de la ciudad de León.

Criterios de Inclusión

1. Que sean las especies de mayor consumo por la población de León.
2. Que las especies en estudio sean capturadas en las aguas de Poneloya, el mismo día de la realización del ensayo.
3. Que las especies en estudio pertenezcan a las especies del Pargo Blanco, Chuleta de Tiburón y Camarón Rosado.

Criterios de Exclusión

1. Que sean especies que la población no consume normalmente.
2. Que las especies marinas sean capturadas en otras aguas no en las aguas de Poneloya.
3. Que no pertenezcan a las especies del Pargo blanco, chuleta de tiburón y camarón Rosado.
4. Que las especies en estudio, hayan sido capturadas en días anteriores.

Instrumento y Procedimiento para la recolección de información

Instrumento

Para la recopilación de los datos necesarios en nuestra investigación nos fue útil llevar a cabo una entrevista no estructurada con los consumidores que llegan a comprar pescados en el Mercado Félix Pedro Carrillo, conocido popularmente como el Mercadito de Subtiava. Su objetivo estaba en conocer cuáles eran las especies marinas que más consumían las personas. Ver Anexo 1.

Procedimiento

Este tipo de entrevista se efectuó a manera de conversación en el propio mercado. Se visitó el Mercado Félix Pedro Carrillo en la ciudad de León desde horas tempranas, se realizaron varias preguntas acerca del consumo de las especies Marinas en estudio a la población que se encontraba en dicho centro de compras.

Fuentes de Información

Para la realización de nuestro trabajo de investigación, utilizamos fuentes primaria y Secundaria.

Como **fuentes primaria**, se realizó una pequeña entrevista a consumidores de especies Marinas, para poder determinar cuál es la especie que más ellos consumían. Como **fuentes secundaria**, contamos con los documentos y libros que se utilizaron para la realización de este trabajo de investigación

Variables

- Bioensayo de toxicidad del *Allium Cepa L.*
- Método Marcha Analítica.

Operacionalización de las Variables

VARIABLES	DEFINICIÓN	INDICADOR
Bioensayo de Toxicidad del <i>Allium cepa L</i>	Es un bioensayo experimental que permite determinar la toxicidad total o parcial así como su genotoxicidad de diferentes agentes.	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Crecimiento en cm de la raíz de <i>Allium cepa</i>. ✓ Inhibición de crecimiento de raíces.
Marcha Analítica	Proceso técnico y sistemático (una serie de operaciones unitarias) de identificación de iones inorgánicos en una disolución mediante reacciones químicas en las cuales se produce la formación de complejos o sales de color único y característico.	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Cualitativo: precipitado de color amarillo tenue

Procedimiento para el procesamiento de los resultados y análisis de resultados

Una vez realizada la parte experimental se graficaron los resultados utilizando los programas Microsoft Excel 2010 y Microsoft Word 2010.

Material, Reactivos y Equipos

MATERIAL Y EQUIPOS	REACTIVOS
<ul style="list-style-type: none"> ✓ Beakers de 100, 250 y 500 ml. ✓ Balones de 250 y 1000 ml ✓ Gradilla. ✓ Tubos de ensayos. ✓ Espátula. ✓ Pipetas de 1 y 10 ml. ✓ Bisturí. ✓ Regla milimetrada. ✓ Papel filtro. ✓ Cocina. ✓ Mortero y pilón. ✓ Embudos. ✓ Balanza analítica: Modelo: Sartorius serie TE214S. ✓ Licuadora 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Agua destilada. ✓ Sulfato de cobre II Cu (SO₄)₂ 0.02M. ✓ Ácido Clorhídrico HCl 6N. ✓ Cromato de potasio K₂CrO₄.

Procedimiento

1. Recolección de la muestra

Se visitó desde horas muy tempranas las playas de Poneloya para obtener las especies marinas en estudio: pargo blanco, chuleta de tiburón y camarón rosado.

Una vez adquiridas, las especies se colocaron en un termo con hielo para mantenerlos frescos y trasladarlas al laboratorio inmediatamente, y se procedió a aplicar los ensayos del *Allium cepa L* y marcha analítica.

2. Preparación de la muestra

En el laboratorio con la vestimenta correcta que incluye: gabacha, nasobuco, guante se procedió a limpiar las especies y luego a cortar el músculo finamente, se pesaron 500g de pargo blanco, camarón rosado y chuleta de tiburón, individualmente, se colocaron en una licuadora con 500 ml de agua destilada, hasta triturarlos finamente, luego se trasladaron a balones de 1000 ml y se aforo con agua destilada.

Bioensayo de toxicidad aguda para la determinación de presencia de metales pesados con *Allium cepa L*.

- a) Los cebollines fueron obtenidos del mercado municipal de la Ciudad de Sébaco, del departamento de Matagalpa.
- b) En el laboratorio se procedió a lavarlas con agua destilada, secarlas y pelarlas con ayuda de un bisturí, se cortaron varias capas hasta obtener bulbos de aproximadamente 1.5 cm de diámetro cortándose las raíces que estas presentan dejándose el primordio central.
- c) De la solución madre tomamos una alícuota de 1ml con una concentración de 0.5; 2ml con una concentración de 1; 3 ml con una concentración de 1.5; 4 ml con una concentración de 2 y una de 5 ml con una concentración de 2.5, trasladándose a balones de 250 ml respectivamente, luego se aforaron con agua destilada.
- d) Se llenaron cada uno de los tubos de ensayos hasta el borde, realizándose 8 réplicas por concentración.

- e) Garantizamos las condiciones de ensayo. Anexo 5.
- f) Se preparó una solución de sulfato de cobre II que se utilizó como control positivo, se pesaron 0.798 g, se diluyó en un balón de 250 ml, luego tomamos una alícuota de 1ml y se diluyó en un balón de 250ml
- g) Se llenaron solamente 8 tubos de ensayos hasta el borde.
- h) Para el control negativo utilizamos agua del grifo del laboratorio de farmacognosia.
- i) Se llenaron solamente 8 tubos de ensayos hasta el borde.
- j) Se colocaron los bulbos en el borde de los tubos de ensayos con el fin de que el primordio quede en contacto con las soluciones correspondientes.
- k) Tomando en cuenta las condiciones del ensayo, durante el tiempo de prueba, se rellenaron los tubos de ensayos dos veces al día durante (72 horas) con las soluciones correspondientes ya que los bulbos absorben dicha soluciones.
(Anexo 3 figura #5).
- l) Cumplidas las 72 horas se midió con una regla la longitud de las raíces una por una de cada una de las concentraciones de cada muestra.
- m) Luego se obtiene el resultado del porcentaje de inhibición utilizando la siguiente fórmula:
$$\% I. = \frac{(\text{Longitud del control} - \text{longitud de la muestra})}{\text{Longitud del control}} \times 100$$

Método Marcha Analítica

Para esto se seguirá los siguientes pasos

Preparación de la prueba

Una vez obtenida la muestra, procedentes de Poneloya se procedió a morterizar la muestra y se pesó 0.5 g de cada una de las especies y se trasladó a un Erlenmeyer, se le agregó 10 ml de agua para disolverlo hasta formar una pasta blanda de esta solución se tomó una alícuota de 1 ml de cada una de las especies con una concentración de 0.05 g/ml y se colocaron en tres balones diferentes de 50 ml, en este punto se agregó ácido clorhídrico 6 N, se agitó y se filtró, con agua caliente se lavó el papel filtro en Beakers de 100 ml, al producto filtrado se agregó hidróxido de amonio y luego K_2CrO_4 , en este

punto se pudo observar la coloración del producto filtrado, resultando un color amarillo tenue.

Interpretación

- a) Si se observa un leve cambio de color y turbidez en el producto filtrado y en el residuo del filtrado: la prueba se considera **POSITIVA**, debiendo anotar los diferentes colores observados.
- b) Si en ninguna de las muestras se observa un leve cambio de color, ni turbidez: la prueba se considera **NEGATIVA**.

Plan de análisis de los resultados

El análisis de datos es el precedente para la actividad de interpretación. La interpretación se realizará en términos de los resultados de la investigación.

Con el fin de obtener resultados determinantes de los datos recabados, se utilizó el programa Microsoft Excel, mediante el cual se obtuvieron frecuencias, tablas y graficas simplificando el contenido de los datos, dando como resultado información necesaria para el estudio. El diseño de tablas permitió aplicar técnicas de análisis facilitando el proceso.

Resultados

TABLA # 1

Bioensayo de toxicidad aguda con *Allium cepa* L. mediante la evaluación de la inhibición del crecimiento promedio de raíces de cebolla.

Nº DE REPLICAS	CHULETA					PARGO BLANCO					CAMARON ROSADO					CONTROL NEGATIVO	CONTROL POSITIVO	
	CONCENTRACIONES (mg/ml)																Agua de grifo-laboratorio	Sulfato de cobre II
	0.5	1	1.5	2	2.5	0.5	1	1.5	2	2.5	0.5	1	1.5	2	2.5			
1	1.6	0.6	0	0	0	0	0	0	0.5	1.5	0	0.8	1	0	0	0.4	0	
2	0	0.3	0	0.7	0	1.4	0.6	0.7	1.5	0.5	0.7	1	0.8	0	0.4	0.6	0	
3	1.2	0.7	1.5	0.5	0	0	1.5	1	0.6	0	1.2	0.9	0.8	0.9	0	0.7	0	
4	0.6	0.8	0.5	0	0.7	1	0	0.6	0	0.5	1.5	1.3	0.9	0.8	0.5	1.4	0	
5	1.1	0	0	0.3	0.7	0	0.9	0.6	0.3	0.6	0	1.2	1.5	0.9	0.8	0.4	0	
6	0.8	0	0.6	0	0.9	1.7	1.3	0.7	0	0.8	0	0	1.3	0	0	1	0	
7	0.8	0.5	0	0.7	0	0	1.6	0.6	0.9	1	1.2	1.3	0.8	0.9	0.9	0.9	0	
8	0.7	0.4	0	0.3	0	1.7	0	1	0.9	0	0.6	1.2	1.4	0.7	0.9	1	0	
Promedio	0.85	0.41	0.32	0.31	0.28	0.78	0.73	0.65	0.58	0.55	0.65	0.96	1.06	0.52	0.43	0.8	0	
% De Inhibición	6.25	48.4	59.3	60.9	64	1.56	7.8	18.7	26.7	31.2	18.7	20.3	32.5	34.3	45.3	0	100	

Nota: El promedio obtenido es en unidad de medida en cm.

METODO MARCHA ANALITICA

Tabla # 2

Muestra Problema	¿Presencia de Plomo?
Pargo Blanco	Si
Camarón Rosado	Si
Chuleta de tiburón	Si

ANALISIS DE RESULTADOS

Análisis de resultado # 1: Bioensayo de toxicidad de *Allium cepa L.*

En este estudio se evaluó la presencia de Plomo en las muestras de Pargo Blanco, Camarón Rosado y Chuleta de tiburón, mediante la inhibición del crecimiento de las raíces de *Allium Cepa L.* Cuando la hidratación en los bulbos de cebolla se lleva a cabo en presencia de plomo, la división celular de los meristemos radiculares puede inhibirse, ya sea retardando el proceso de mitosis o destruyendo las células. Este tipo de alteraciones generalmente impide el crecimiento normal de la raíz, y por tanto su elongación.

Se utilizó como control negativo el agua de grifo del laboratorio de farmacognosia, de la facultad de CCQQ y el control positivo fue Sulfato de cobre II.

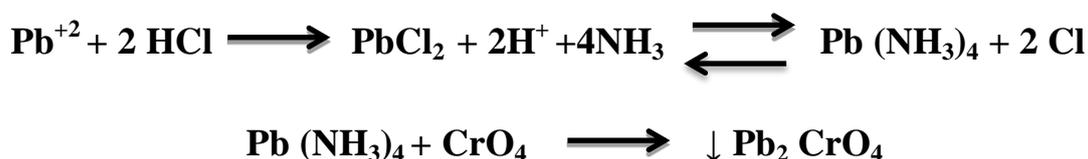
Los resultados de esta prueba demuestran que a medida en que las concentraciones van aumentando se produce un menor crecimiento radicular de las raíces del *Allium Cepa L.* por lo tanto existe un mayor % de inhibición, esto lo podemos observar en las concentraciones 1, 1.5, 2 y 2.5 mg/ml de las muestras que causaron aumento significativo del porcentaje de inhibición de las 3 especies.

En relación al control negativo (agua de grifo) se observó que no se produjo inhibición del crecimiento radicular de las raíces, mientras que en el control positivo en el cual se utilizó sulfato de cobre II, se produjo una inhibición del 100% en las raíces del *Allium Cepa L.*

Análisis de resultados # 2: Método Marcha Analítica

Debido a la naturaleza cualitativa de los procedimientos realizados, no obtuvimos ningún resultado cuantitativo. Sin embargo, debido a la presencia en las soluciones de la coloración amarilla característica, observamos la formación de precipitados de cromato de Plomo en cada una de las muestras de las especies marinas en estudio.

De forma cualitativa se demostró un tipo de reacción Iónica y rápida, permitiendo la formación de precipitado en la cual la variación de la solubilidad es directamente proporcional con la temperatura, debido a que el Cromato de Plomo (II), es un compuesto mucho más soluble en caliente que en frío. Dicha reacción de precipitados está dada por la siguiente ecuación:



El Pb^{2+} , como numerosos cationes, precipita con cromato, la reacción es poco selectiva. Así se distingue el cromato de plomo de los demás cationes del grupo I principalmente, que originan cromatos amarillos.

CONCLUSION

Después de los resultados obtenidos y analizados del presente estudio concluimos que:

Se realizó el bioensayo de toxicidad aguda *Allium Cepa L.* Este ensayo consistió en exponer los bulbos de cebolla frente a concentraciones de las muestras en estudio (pargo blanco, camarón rosado y chuleta de tiburón). El efecto tóxico se observó cuando la sustancia en estudio impidió el crecimiento normal de la raíz del *Allium Cepa*, comparándolas con las raíces de las pruebas de control.

Para confirmar la presencia de plomo se precedió a realizar el ensayo marcha analítica el cual es el método para la determinación de iones en solución utilizando ciertos reactivos, el resultado fue el cambio de coloración. Este es un ensayo cualitativo que a pesar de ser de bajo costo se pueden obtener resultados confiables. La coloración obtenida en las diferentes muestras analizadas el cual fue amarillo tenue confirma la presencia de plomo en las especies marinas en estudio.

Los resultados de este estudio evidencia que a pesar de que las especies en estudio, son fundamentales en la alimentación y salud de los seres humanos, puede causar graves problemas y daños en la salud, si estas contienen algún toxico, sustancia o si se usa de manera irracional.

RECOMENDACIONES

Después de obtener los resultados y las conclusiones a que se llegó luego del presente estudio deseamos sugerir las siguientes recomendaciones:

1. Se recomienda realizar estudios por parte del ministerio de salud para identificar si existe presencia de sustancias toxicas en las diferentes especies marinas que la población consume regularmente para así determinar si estas son aptas para el consumo.
2. Que el ministerio de salud implemente normas de higiene tanto para los pescadores como los comerciantes para que el producto que se va a comercializar sea de mejor calidad.
3. Se recomienda a los profesores incorporar en monografías temas asociados a la toxicología ambiental y a la microbiología específicamente en especies marinas.
4. Se recomienda implementar otros estudios analíticos en los cuales se lleva a cabo la identificación cuantitativa de metales pesados en particular Plomo, en especies marinas.
5. Como profesionales de la salud proponemos que el consumo de estas especies se haga cautelosamente y por periodos no prolongados.

Bibliografía

1. Donat J. y Dryden C. (2001) Transition metals and heavy metal speciation. *En:* Encyclopedia of ocean sciences, Steele J., Thorpe S. y Turekian K., Eds. Academic Press, London. Disponible en: http://www.uaemex.mx/Red_Ambientales/docs/memorias/Extenso/CB/EC/CBC-11.pdf. Recuperado el 03 de febrero del 2014.
2. Alday E, Bartual J, Berenguer MJ, Delgado P, Huici A, Márquez F, Martí A, Porcel J, Urbietta MJ (1988). Toxicología laboral básica. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. Madrid. Disponible en: <ftp://tesis.bbt.ull.es/ccppytec/cp185.pdf>. Recuperado el 03 de febrero del 2014.
3. Fundamentos de química (2000). Practica 8: disolución reguladora del pH analítica de metales pesados. Disponible en: <http://www.upo.es/depa/webdex/quimfis/docencia/.../FQpractica8.pdf> recuperado el 14 de mayo del 2014
4. ALVAREZ-LEON R. Los bioensayos con organismos acuáticos y la protección ambiental en Colombia. *Rev. AINSA*. 1998; 31: 10-15. Disponible en: <http://www.revistas.unal.edu.co/index.php/actabiol/article/viewFile/27140/28608>. recuperado el: 10 de febrero del 2014.
5. (Rahlenbeck y cols., 1999). Disponible en: <ftp://tesis.bbt.ull.es/ccppytec/cp185.pdf>. recuperado el: 12 de febrero del 2014.
6. Compañía de Tecnología de Saneamiento Ambiental (CETESB). 1991. Agua-Teste de toxicidad con *D. similis* Clauss 1876, (*Cladóceras*, *Crustacea*), Método de ensayo. L5.018. Agosto 1991. CETESB. Disponible en: <http://www.inecc.gob.mx/descargas/publicaciones/573.pdf>. recuperado el: 17 de febrero del 2014.

7. Fiskesjö, G. 1997. Allium Test for Screening Chemicals; Evaluation of Cytological Parameters. En: W. Wancheng, J. W. Gorsuch y J. S. Hughes (Eds.). *Plants for Environmental Studies*. CRC Press, Florida, pp. 308-329 Disponible en:
<http://es.scribd.com/doc/39076322/Bioensayo-Con-Cebolla>. Recuperado el: 20 de FEBRERO DEL 2014.
8. Ellis, R. H., T. D. Hong y E. H. Roberts, 1985. Handbook of Seed Technology for Gene banks. Vol.1 Principles and Methodology. International Board of Plant Genetic Resources, Roma. 210 pp. Disponible en:
<http://www.readyhrdocs.com/employee-handbook.html?gclid=CODD7q-Jmr0CFUoV7AodKSYA3g>. recuperado el 20 de febrero del 2014.
9. OECD, 1984; Wang, 1987; USEPA, 1989. Disponible en:
<http://www2.inecc.gob.mx/publicaciones/libros/573/cap4.pdf>. recuperado el: 17 de febrero del 2014.
10. Bowersetal, 1997; Cheung et al, 1989; Dutka, 1989. Disponible en:
http://books.google.com.ni/books?id=wdJWUOj81isC&pg=PA57&lpg=PA57&dq=10.%09Bowers+et+al,+1997;+Cheung+et+al,+1989;+Dutka,+1989.&source=bl&ots=Dw_gNtY9oP&sig=P7FMVXszI1Ab8pp5oofTQyNH4PQ&hl=es&sa=X&ei=iYUnU4jRCcXnkAeBiYDwAQ&ved=0CCcQ6AEwAA#v=onepage&q=10.%09Bowers%20et%20al%2C%201997%3B%20Cheung%20et%20al%2C%201989%3B%20Dutka%2C%201989.&f=false. Recuperado el: 18 de febrero del 2014.
11. Boschi, E. E... 1963. Los camarones comerciales de la familia Peneidae de la costa Atlántica de América del Sur. Clave para el reconocimiento de las especies y datos bioecológicos. Boletín del Instituto de Biología Marina. Mar del Plata, 3: 1-39. Disponible en:
http://www.dinara.gub.uy/web_dinara/index.php?option=com_content&view=article&id=100:camaroneoceanico&catid=37:recursos-pesqueros&Itemid=63. Recuperado el: 20 de febrero del 2014.

12. Pimiento, Catalina; Dana J. Ehret, Bruce J. MacFadden, and Gordon Hubbell (10 de mayo de 2010). «Ancient Nursery Area for the Extinct Giant Shark Megalodon from the Miocene of Panama». PLoSOne (Panama: PLoS.org) (5). Disponible en: <http://www.esacademic.com/dic.nsf/eswiki/222505>. recuperado el: 19 de febrero del 2014.

13. Macchi, G. J., M. I. Iorio y H. Christiansen. 1992. Aspectos del desove y fecundidad del langostino *PleoticusMuelleri* (Bate, 1888) (Crustacea, Decápoda, *Selenoceridae*). Revista de Biología Marina. Valparaíso, 27 (1):43-58. Disponible en: http://es.wikipedia.org/wiki/Pleoticus_muelleri. recuperado el 18 de febrero del 2014.

14. Marroquín, J. A. (s.f.). Universidad católica Santo Toribio de mogrovejo-Chiclayo-Perú: plomo, Arsénico Mercurio; 11, 22-32; 53,56-63; 70,72-79. Disponible en: <http://www.slideshare.net/jcustodio91/contaminacin-por-metales-pesados>. recuperado el 17 de febrero del 2014.

15. Albert, L., 1999. Curso básico de Toxicología Ambiental. Noriega Editores. México. 310pp. Disponible en: <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/776/1/Determinaci%C3%B3n%20de%20metales%20pesados%20en%20moluscos%20bivalvos%20de%20inter%20comercial%20de.pdf>. Recuperado el: 12 de febrero del 2014.

16. Ecotoxicology: aNewman, M. C. (200 Comprehensive Treatment. Disponible en: <http://es.wikipedia.org/wiki/Ecotoxicolog%C3%ADa>. Recuperado el 22-04-2014

17. Ministerio de Salud Pública- Sitio Web de Cenatox. Copyright© 2009. Todos los Derechos Reservados. CEDISAP. Disponible en:<http://www.cenatox.sld.cu/Publicaciones/Publicaciones.html>. Recuperado el 14 de Marzo del 2014.

18. ALVAREZ-BARREROJ. Pruebas de toxicidad crónica y aguda con las sustancias de interés sanitario: mercurio y amonio. Inderena/Rarnon Andrade & Ga. Ltda. Cartagena (Bolívar). Informe Técnico; 1993. Disponible en: [file:///C:/Users/martha/Downloads/27140-100723-1-PB%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/martha/Downloads/27140-100723-1-PB%20(1).pdf). Recuperado el: 14 de marzo del 2014.
19. Mancera Rodríguez N; León R J. Estado del conocimiento de mercurio y otros metales pesados en peces dulceacuícolas de Colombia. Departamento de producción animal. Facultad de ciencias agropecuarias. Universidad nacional de Colombia, sede Medellín. Fundación Geo Sur. Bogotá, Colombia. Acta biológica Colombiana, Vol. 11 No. 1, 2006. Disponible en: [file:///C:/Users/martha/Downloads/333918G748%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/martha/Downloads/333918G748%20(1).pdf). Recuperado el: 14 de marzo del 2014.
20. La enciclopedia Virtual de Bolsillo – Maniacotas Geográfica – Enciclopedia Animal –. (s.f.). Maniacotas, Laboratorios Bonacqua. Disponible en: <http://enciclopediaanimal.wordpress.com/peces-marinos-umbrina-canosai-%E2%80%A2-pargo-blanco/>. Recuperado el martes 23 de abril del 2014.
21. Dufol., A. F. (2003.). Intoxicación por Metales. En Unidad de toxicología clínica, hospital clínico (págs. 145, 146,147, 148, 149,151). Zaragoza, España.: Volumen: 26, suplemento I. Disponible en: [https://www.google.com.ni/search?q=21.+Dufol.%2C+A.+F.+\(2003.\).+Intoxicación+por+Metales.+En+Unidad+de+toxicología+clínica%2C+hospital+clínico&oq=21.+Dufol](https://www.google.com.ni/search?q=21.+Dufol.%2C+A.+F.+(2003.).+Intoxicación+por+Metales.+En+Unidad+de+toxicología+clínica%2C+hospital+clínico&oq=21.+Dufol).recuperado el 23de abril del 20014.
22. Pérez, C. (s.f.) (2001). Los pescados blancos-beneficiosos para la salud. Disponible en: <http://www.natursan.net/los-pescados-blancos-o-magros-beneficiosos-para-la-salud/>. Recuperado el 02 de mayo del 2014.

23. Pérez, C. (2000). Información nutricional de tiburón. Disponible en: <http://www.natursan.net/informacion-nutricional-tiburon>. recuperado el 02 de mayo del 2014.
24. Mujer, n. (2005). el camarón un alto contenido en proteínas. Periódico El Enfoque. Disponible en: <http://www.periodicoenfoque.com/noticia/mujer/el-camaron-un-alto-contenido-en-proteinas>. Recuperado el 02 de mayo del 2014.
25. Emilia de los Ángeles Ruiz Moreno, E. S. (2012). Determinación de plomo en raíces de *valeriana officinalis* *Smilax aspera* L, y *Panax ginseng*, mediante la marcha analítica y la biotoxicidad por *Allium cepa* L. Recuperado el 20 de mayo del 2014.
26. Josselin Mariam Carrasco, G. C. (Julio 2013). Determinación de la calidad del agua mediante indicadores Biologicos y fisicoquímicos el la comunidad el Paragua Maipaisillo marzo julio 2013. recuperado el 20 de mayo del 2014.

ANEXOS

Anexo 1

Entrevista no Estructurada:

- **Saludo:**

Somos estudiantes de la carrera de farmacia de la UNAN-LEON, estamos realizando nuestro trabajo monográfico, con el objetivo de conocer cuáles son los pescados que más cree usted que se consumen, pedimos su colaboración y disposición para atendernos.

- **Preguntas:**

¿Consumes a menudo pescado?

¿Nos puede mencionar que tipo de pescado consume a menudo?

¿Cuáles considera usted que son demanda en la población?

¿Cree usted que son fáciles de comprar por la población?

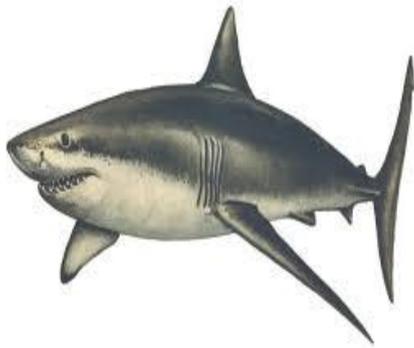
- **Despedida**

Muchas gracias por su ayuda.

Anexo 2

Tiburón

Figura # 1



Camarón Rosado

Figura #2



Pargo Blanco

Figura #3



Anexo 3

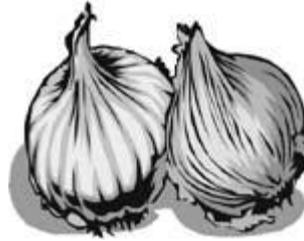
Esquema Grafico de los pasos a seguir en la prueba con *Allium Cepa L*

Figura # 4

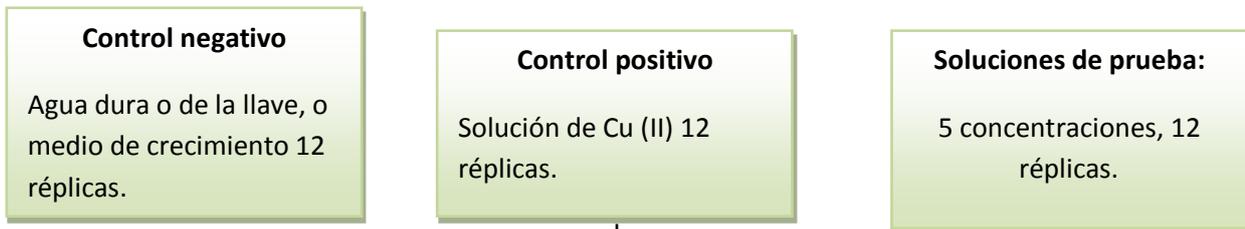
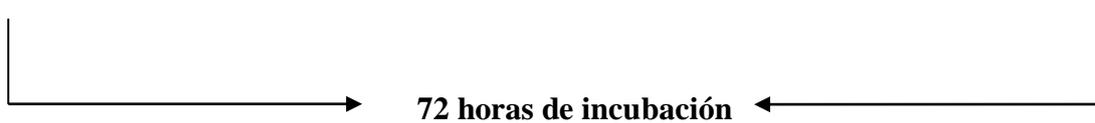
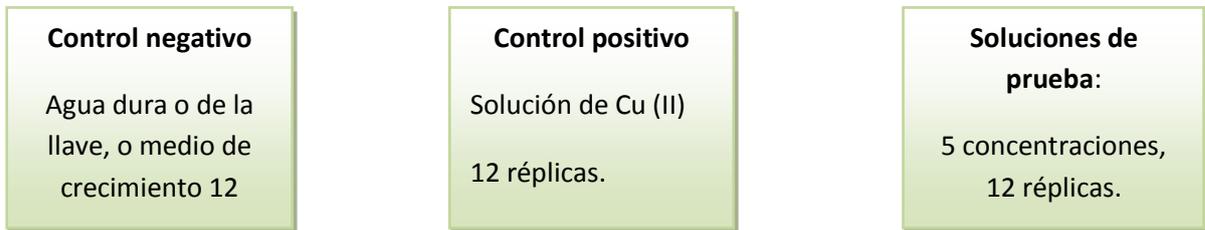


1. limpieza y pelado de bulbos.
2. ubicación de bulbos en tubos para exposición a las Soluciones de ensayo.
3. colocación de tubos en soporte.
4. Rellenado de soluciones en los tubos durante el ensayo.
5. medición de longitud del haz de raíces al finalizar el tiempo de Exposición de los bulbos.

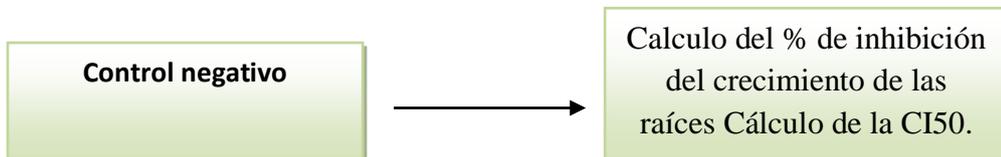
Figura # 5



Condiciones de prueba
Temperatura a 20°C iluminación indirecta volumen de prueba 15-20 mL
Tiempo de prueba: 72 hrs.

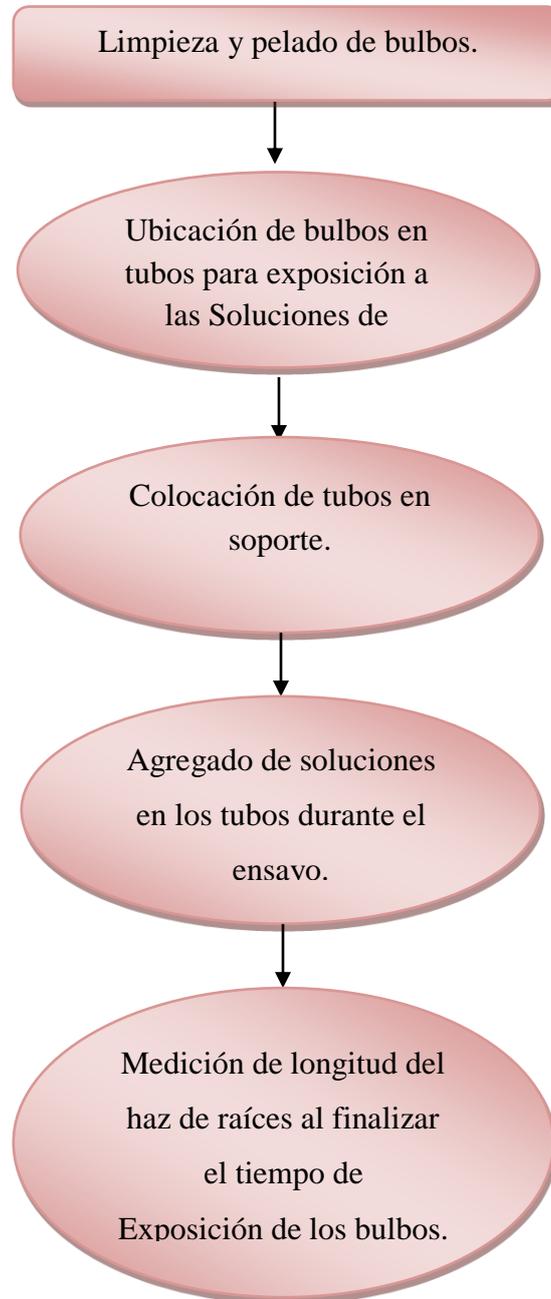


Registros de signos de fitotoxicidad
Disminución de la longitud de las raíces, medición de la elongación, descarte de valores extremos.



Anexo 4.

Pasos a seguir en el procedimiento del *Allium Cepa L.* figura #6



Anexo 5.

- Condiciones recomendadas para las pruebas de toxicidad con *Allium cepa* L

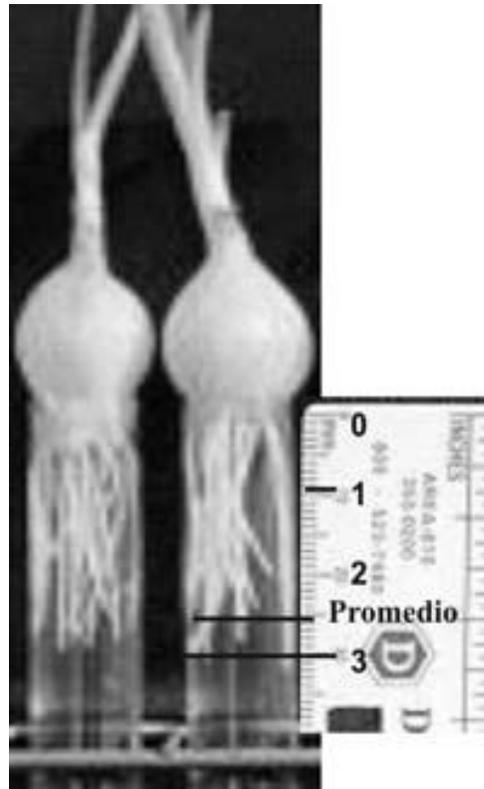
Cuadro # 7

Tipo de ensayo:	Estático
Temperatura:	20 °C, ambiente
Calidad de luz:	Fluorescente, blanco-frio
Iluminación:	Indirecta
Recipientes de prueba:	Tubos de Ensayo de 10 cm x 1.5 cm diámetro
Numero de réplicas:	12
Material biológico:	Bulbos de aproximadamente 1.5 cm de diámetro
Condición de los bulbos:	Pelar los bulbos y la base, evitar dañar el anillo Radicular
Agua de dilución:	Agua de la llave o medio de crecimiento
Numero de concentraciones:	5
Duración de la prueba:	72 horas
Efecto medido:	Inhibición de crecimiento de las raíces
Control negativo:	Agua de la llave o medio de crecimiento
Control positivo:	Cobre (II) a partir de una solución de CuSO ₄
Resultado final:	CL50

Anexo 6.

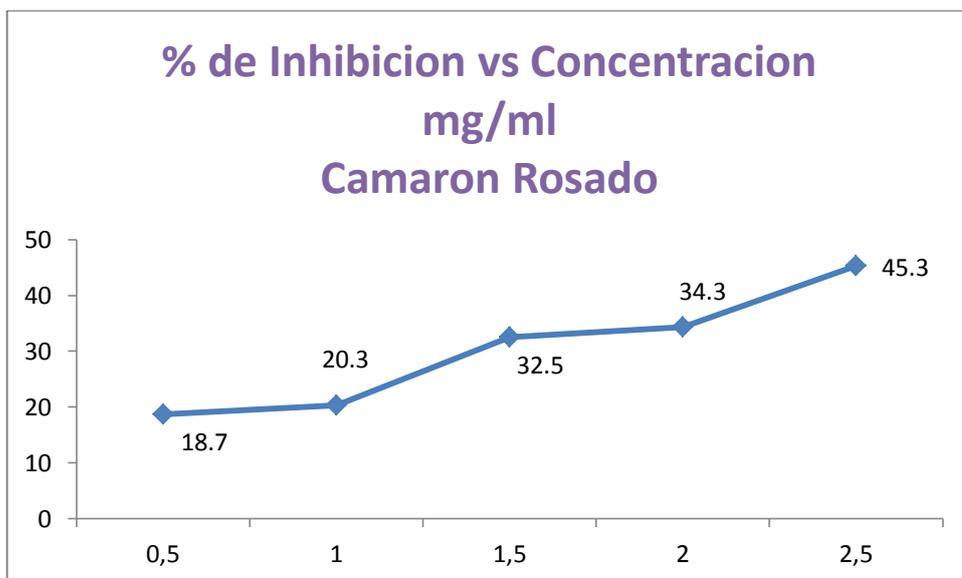
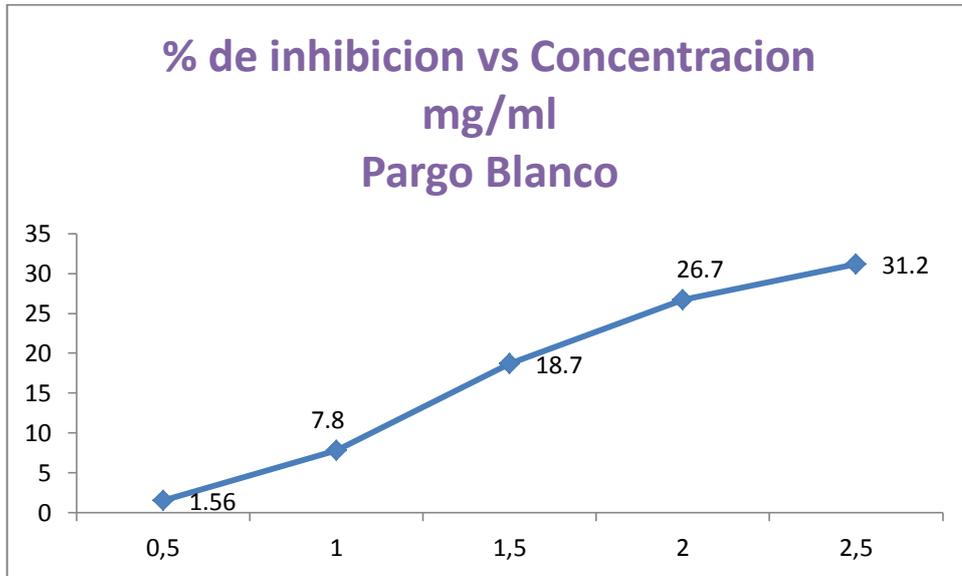
- **Elongación de las raíces de bulbos de cebolla**
Después de un proceso de hidratación:

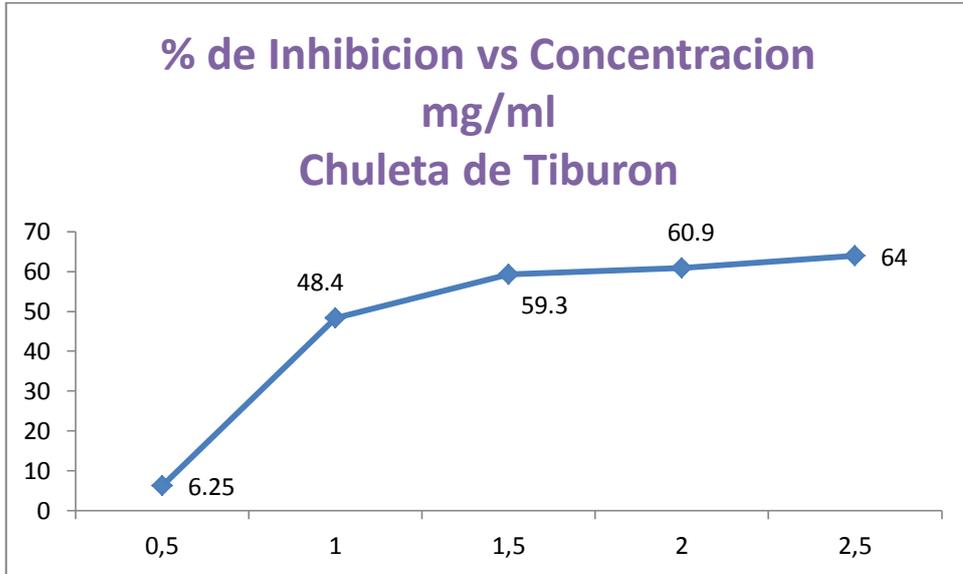
Figura # 7



Anexo 7

GRÁFICOS





Anexo 8

IMÁGENES DEL ENSAYO DEL *ALLIUM CEPA L.*



Figura # 8. Recolección de los cebollines y de las especies marinas en estudio.

Figura # 9. Cebollines sin proceso de pelado.



Figura #10 Preparación del control positivo 1 y 2 de la prueba *Allium Cepa L.*



Figura # 11. Cebollines después del proceso de limpieza y pelado.



Figura #12 Imagen del total de cebollines

utilizados en la prueba de *Allium Cepa L.*



Figura # 13. Camarón rosado usado en la prueba de *Allium Cepa L.*, proveniente de las playas de Poneloya.



Figura # 14. Imagen del proceso de limpieza y descamación del Pargo Blanco procedentes de las playas de Poneloya.



Figura # 15. Imagen del camarón rosado y de las chuletas de tiburón una vez ya limpias y lavada



Figura # 16. Las tres especies marinas listas para la realización del ensayo.

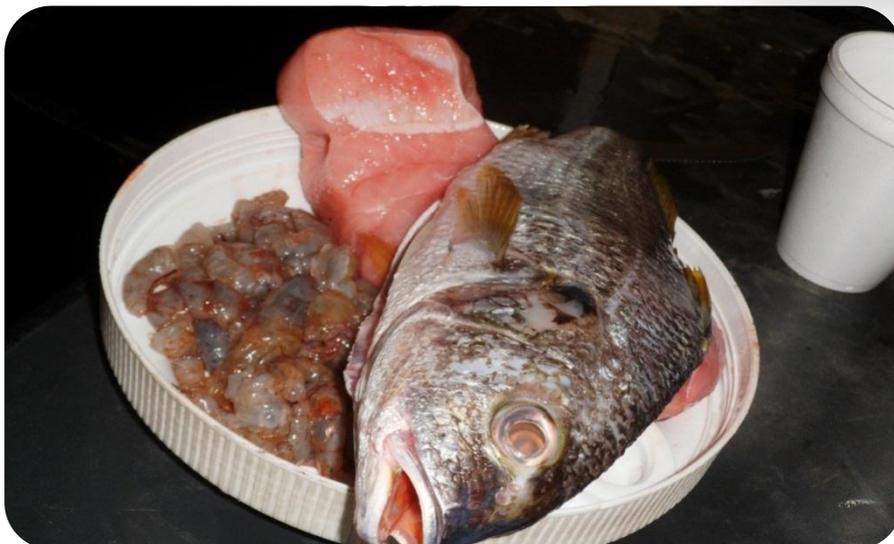


Figura # 17 Proceso de pesado de cada una de las especies marinas en estudio.



Figura # 18 proceso de licuado de las especies con ayuda de agua destilada.

Figura # 19 Soluciones madres de las especies marinas en sus respectivos balones de 1000 ml.



Figura # 20 .Diluciones de las soluciones madres del pargo Blanco, Camarón Rosado y

Chuleta de Tiburón en concentraciones de 0.5 mg/ml, 1mg/ml, 1,5mg/ml, 2 mg/ml y 2.5 mg/ml.



FIGURA # 21. Ensayo de *Allium Cepa L*, una vez ya terminado el montaje de dicha prueba.



Figura # 22. 24 Horas después del montaje de la prueba.



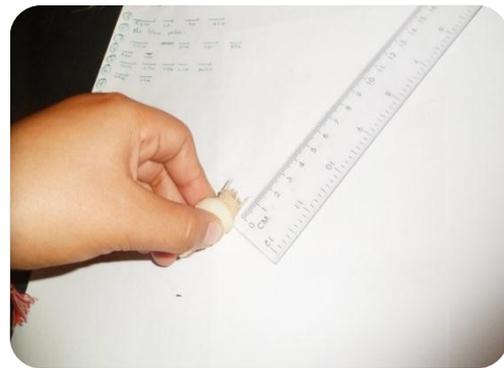
Figura # 23 crecimiento radicular del *Allium Cepa L.* 24 horas después.



FIGURA # 24. 48 Horas después del montaje de la prueba



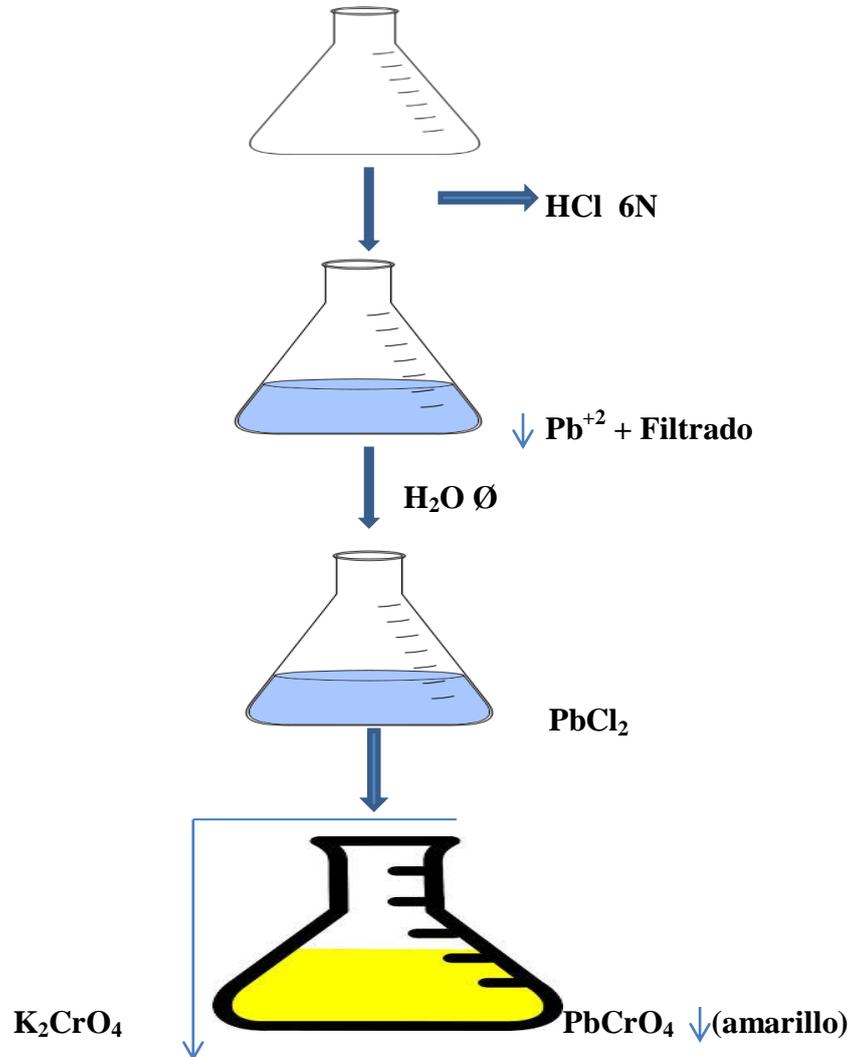
FIGURA #25. 72Horas después del montaje de la prueba, realizando la medición de las raíces.



Anexo 9

Preparación de la marcha analítica. Figura # 26

SOLUCIÓN PREPARADA, MUESTRA LIQUIDA



Anexo 10

Imágenes de la marcha analítica

Figura # 27 Morterización de las especies



Figura # 28 Filtración



Figura # 29 Añadiendo gotas de Cromato de potasio

Figura # 30 Identificación de plomo



Anexo 11

Figura # 31 Intoxicación por plomo



ABREVIATURAS

- **BAL:** Siglas de british antile wisite. Sustancia que se emplea contra los efectos tóxicos de los preparados arsenicales y de los metales pesados.
- **CL50:** Concentración inhibitoria.
- **CuCl₂:** Cloruro de Cobre
- **Cr:** Cromo
- **DDT:** Dicloro Difenil Tricloroetano.
- **DNA:** Acido Desoxirribonucleico.
- **FDA:** Food and Drug Administration.
- **HIMTA:** Instituto Colombiano de Microbiología, Meteorología y Adecuación de Tierras.
- **HTA:** Hipertensión Arterial.
- **H3BO3:** ácido bórico.
- **MgSO4:** Sulfato de magnesio.
- **KNO3:** Nitrato de potasio.
- **NaMNO₄:** Permanganato de sodio.
- **Ni:** Níquel.
- **Ppb:** parte por billón
- **Pb:** Plomo.
- **pH:** es una medida de acidez o alcalinidad de una disolución.
- **QT:** o intervalo QT en medicina es un espacio en un electrocardiograma.
- **SNC:** Sistema Nervioso Central.
- **Zn:** Zinc.
- **ZnSO4:** Sulfato de Cinc.

GLOSARIO

- **Adyacente:** Adj. Cercano; una cosa junta a otra. Se aplica al ángulo que, en relación con otro, tiene un lado común y los otros en prolongación. Elemento de un sintagma que restringe la aplicación de uso del núcleo o de un complemento del mismo sintagma.

- **Alveolo:** (del latín, *alvelus*, cavidad), cavidad en que están engasados los dientes.

- **Bioconcentración:** Capacidad de algunos compuestos químicos de concentrarse (incrementar progresivamente su cantidad acumulada) en tejidos de algún organismo vivo sin causarle un daño evidente.

- **Bioquímica:** F. la química de los diversos fenómenos biológicos. Es una ciencia que estudia la composición química de los seres vivos, especialmente las proteínas, carbohidratos, lípidos y ácidos nucleicos, además de otras pequeñas moléculas presentes en las células y las reacciones químicas que sufren estos compuestos (metabolismo) que les permiten obtener energía (catabolismo) y generar biomoléculas propias (anabolismo).

- **Carcinogenicidad:** Conjunto de procesos por la que una célula se convierte en tumoral maligna.

- **Carcinogenogénicos:** son aquellos que actúan sobre los tejidos vivos de tal forma que producen cáncer.

- **Carroña:** Adj. corrompido, cobarde, miedoso. Es el nombre que recibe la carne podrida. Sirve de alimento a ciertos animales que se alimentan especialmente de cadáveres de animales no capturados por ellos mismos, por lo que son llamados carroñeros.

- **Cefalea:** dolor de cabeza. El término **cefalea** (del latín *cephalaea*, y éste del griego *κεφαλαία*, de *κεφαλή*, cabeza) hace referencia a los dolores y molestias localizadas en cualquier parte de la cabeza, en los diferentes tejidos de la cavidad craneana, en las estructuras que lo unen a la base del cráneo, los músculos y vasos sanguíneos que rodean el cabelludo, cara y cuello. En el lenguaje coloquial cefalea es sinónimo de dolor de cabeza.

- **Cirrosis:** Enfermedad del hígado caracteriza por granulaciones por granulaciones de color rosado. Es la cicatrización y el funcionamiento deficiente del hígado. Es la fase final de la enfermedad hepática crónica.

- **Cólicos:** (Adj de colon), perteneciente al intestino, dolor de las entrañas.: (del griego *kolikos*, relativo al colon) es un síndrome doloroso caracterizado por dolor abdominal que varía de intensidad en el tiempo, desde muy intenso, opresivo (retortijón o retorcijón) hasta casi desaparecer, para volver a aumentar de intensidad. Suele acompañarse de náuseas, vómitos y diarrea. Los dolores producen irritabilidad, tensión y estrés.

- **Colorimetría:** Es la ciencia que estudia la medida de los colores y que desarrolla métodos para la cuantificación del color, es decir la obtención de valores numéricos del color.

- **Desgasificación:** El proceso de eliminación de gases disueltos en agua, usando aspiración o calor.

- **Eco-toxicología:** es una rama de la toxicología, conocida también por toxicología del medio ambiente o toxicología ambiental que estudia:
 - La fuente de productos tóxicos o potencialmente tóxicos.
 - Su movilidad y persistencia en el medio ambiente y cadenas tróficas.-Su transformación bajo condiciones ambientales.

- **Edema:** m. (del gr, oidema, hinchazón, hinchazón). Tumefacción de la piel, producida por infiltración de serosidad en el tejido celular.

- **Elongación:** crecimiento de la cadena naciente de ADN en la replicación o de ARN en la transcripción.

- **Embriones:** m. (gr.embrion), gérmenes de un cuerpo organizado, causa u origen de una cosa.

- **Epidemiología:** es una disciplina científica que estudia la distribución, la frecuencia, los determinantes, las predicciones y el control de los factores relacionados con la salud y con las distintas enfermedades existentes en poblaciones humanas específicas.

- **Espectroscopia:** La espectroscopia o espectroscopia es el estudio de la interacción entre la radiación electromagnética y la materia, con absorción o emisión de energía radiante. Tiene aplicaciones en astronomía, física y química, entre otras disciplinas científicas.

- **Estreñimiento:** m. acción y efecto de estreñir, dificultad de evacuación del vientre.

- **Geología:**(del gr. Ge, tierra y logos, discurso), ciencia que tiene por objeto el estudio de las materias que componen el globo terrestre, su naturaleza, su situación y las causas que lo han determinado.

- **Glomerular:** grupos de corpúsculos de la misma naturaleza, que se encuentran en el riñón.

- **Hemolítica:** disolución de los corpúsculos sanguíneo. Es el fenómeno de la desintegración de los eritrocitos (glóbulos rojos o hematíes)

- **Hidrología:** F. ciencia que estudia las aguas. Es la ciencia que se dedica al estudio de la distribución, espacial y temporal, y las propiedades del agua presente en la atmósfera y en la corteza terrestre. Esto incluye las precipitaciones, la escorrentía, la humedad del suelo, la evapotranspiración y el equilibrio de las masas glaciares.

- **Ictiológico:** El que profesa ictiología. Parte de la zoología que estudia los peces.

- **Inmunotoxicología:** Estudio de los mecanismos por los que sustancias que alteran (estimulan, deprimen o desvían) el sistema inmunitario producen efectos adversos.

- **Letales:** Adj. De mortífero, mortal, capaz de ocasionar la muerte.

- **Lixiviado:** Se denomina lixiviado al líquido resultante de un proceso de percolación de un fluido a través de un sólido. El lixiviado generalmente arrastra gran cantidad de los compuestos presentes en el sólido que atraviesa.

- **Meristemo:** pequeños tejidos que se producen por cambios de la materia prima en las células.: son los responsables del crecimiento vegetal. Sus células son pequeñas, tienen forma poliédrica, paredes finas y vacuolas pequeñas y abundantes. Se caracteriza por mantenerse siempre joven y poco diferenciado. Tienen capacidad de división y de estas células aparecen los demás tejidos. Lo cual diferencia los vegetales de los animales que llegaron a la multicelularidad de una forma completamente diferente.

- **Meteorología:** F. (del gr. Meteoros, meteoro y logos tratado), ciencia que estudia los fenómenos atmosféricos, especialmente en orden a la precisión.

- **Mitosis:** proceso que ocurre en el núcleo de las células eucarióticas y que precede inmediatamente a la división celular, consistente en el reparto equitativo del material hereditario (ADN) característico.

- **Motriz:** Adj. F. motora: fuerza motriz. Que mueve o genera movimiento.

- **Pernicioso:** Que causa mucho daño o es muy perjudicial. se refiere a aquello que puede provocar perjuicios y daños de importancia. Lo pernicioso, por lo tanto, es perjudicial para alguien o algo.

- **Polarografía:** Método electroquímico para analizar disoluciones de sustancias oxidables o reducibles.

- **Plombemia:** es una enfermedad curable que afecta a las personas que se exponen plomo sin la detección adecuada.: envenenamiento que produce el plomo (Pb) cuando entra en el cuerpo humano. Es llamado así debido a que, en la antigüedad, los alquimistas llamaban "saturno" a dicho elemento químico.

- **Radícula:** parte del embrión que emerge primero al crecer en la mayoría de las plantas superiores. Es la primera raíz durante la germinación de las semillas.

- **Síndrome de Fanconi:** Es una enfermedad del riñón que se caracteriza por una alteración en los túbulos proximales que hace que se eliminen por la orina cantidades excesivas de varias sustancias: glucosa, fosfatos, bicarbonato y aminoácidos.

- **Teratogenicidad:** Es la capacidad del medicamento para causar daño y, en un sentido estricto, malformaciones en el feto durante cualquiera de sus etapas de desarrollo.

- **Toxicidad:** Es la capacidad de cualquier sustancia química de producir efectos perjudiciales sobre un ser vivo, al entrar en contacto con él.

- **Víscera:** F. (Latín. víscera), cada uno de los órganos encerrados en las cavidades del cuerpo como el cerebro y el corazón.

- **Volátil:** Adj. (latín volátil), que vuela o puede volar, dicese de las cosas q se mueven ligeramente y andan por el aire. Desde el punto de vista químico, físico y de la termodinámica es una medida de la tendencia de una sustancia a pasar a la fase vapor. Se ha definido también como una medida de la facilidad con que una sustancia se evapora. A una temperatura dada, las sustancias con mayor presión de vapor se evaporan más fácilmente que las sustancias con una menor presión de vapor.

- **Zooplankton:** son los microorganismos que flotan a la deriva en los cuerpos de agua, se encuentran conformado principalmente por protozoos, rotíferos, y crustáceos como cladóceros y copépodos.