



**UNIVERSIDAD NACIONAL SAN LUIS GONZAGA DE ICA
FACULTAD DE AGRONOMÍA**

TITULO:

**“ESTUDIO DE LA CONCENTRACIÓN Y ABSORCIÓN DE
MACROELEMENTOS Y METALES PESADOS EN EL
CULTIVO DE ALGODÓN IRRIGADO CON AGUAS
SERVIDAS EN EL SECTOR DE SAN PEDRO CACHICHE
– ICA”**

AUTOR:

LOVERA MUÑOZ STICK ROBINSON

ICA – PERÚ

2019

DEDICATORIA

A Nuestras familias por la paciencia, comprensión y apoyo, ya que su fortaleza y aliento nos han servido en esta etapa de desarrollo profesional

A MIS PADRES

Carmen Rosa Muñoz García - Henry Benito

Lovera Hernández, por darme la vida, su amor y cariño sin condición, por ser ejemplo de superación y esfuerzo. Por darme muchos momentos felices, por darme un hogar su confianza. Son lo más importante en mi vida. Mil gracias.

A MIS HERMANOS:

Angie, Kevin, Rosalinda, por convivir y compartir conmigo los momentos difíciles y de alegría en mi vida, los quiero mucho.

Lovera Muñoz Stick Robinson.

AGRADECIMIENTOS

A DIOS NUESTRO SEÑOR

Por su bendición y fuerzas que nos da para avanzar y salir adelante cada día.

A LA FACULTAD DE AGRONOMIA

Por recibirme en su seno y forjarme como profesionalista para el engrandecimiento de mi Región, País.

AL Dr. LUIS FELIPE BENDEZÚ DÍAZ

Por su gran y valioso apoyo que me brindo, por su aportación y asesoría con la información necesaria para este trabajo de investigación. Así también por su sincera amistad durante mi estancia en la universidad. Más que nada mil gracias por su dedicación de tiempo.

A TODOS MIS MAESTROS EN GENERAL

Por aportar sus conocimientos académicos que para mí son muy significativos, ya que compartieron de una manera eficiente y que gracias a ellos llegué a otro nivel en mi vida.

A TODOS MIS COMPAÑEROS DE CARRERA

Les agradezco por los buenos y malos momentos que compartimos en clases durante toda la estancia en esta universidad.

INDICE GENERAL

INDICE	Pág.
RESUMEN EN ESPAÑOL	01
SUMMARY	03
INTRODUCCIÓN	05
CAPITULO I	06
1. MARCO TEORICO	06
1.1 Antecedentes del Problema de Investigación	06
1.1.1 Antecedentes a nivel Internacional	06
1.1.2 Antecedentes a nivel Nacional	19
1.1.3 Antecedentes a nivel Local	30
1.2 Bases Teóricas de la Investigación	31
1.3 Marco Conceptual	33
CAPITULO II	36
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	36
2.1 Situación problemática.	36
2.2 Formulación del Problema	36
2.2.1 Problema General	37
2.2.2 Problema Específico	37
2.3 Delimitación del Problema	37
2.3.1 Delimitación Espacial o Geográfica	37
2.3.2 Delimitación Temporal	37
2.3.3 Delimitación Social	37
2.3.4 Delimitación Conceptual	37
2.4 Justificación e Importancia de la Investigación	38
2.4.1 Justificación	38
2.4.2 Importancia	39
2.5 Objetivos de la Investigación	40
2.5.1 Objetivos Generales	40
2.5.2 Objetivos Específicos	40
2.6 Hipótesis de Investigación	40
2.6.1 Hipótesis General	40

2.6.2 Hipótesis Específicos	40
2.7 Variables de la Investigación	41
2.7.1 Identificación de las Variables	41
CAPÍTULO III	42
3. ESTRATEGIA METODOLÓGICA	42
3.1 Tipo, Nivel y Diseño de la Investigación	42
3.2 Población y Muestra.	42
CAPÍTULO IV	43
4. TECNICAS E INSTRUMENTOS DE INVESTIGACION.	43
4.1 Técnicas de recolección de datos	43
4.2 Instrumentos de recolección de datos	43
4.3 Técnica de procedimiento de datos, Análisis e Interpretación de Resultados	43
CAPÍTULO V	45
5. PRESENTACION, INTERPRETACION Y DISCUSION DE RESULTADOS	45
5.1 Presentación e interpretación de los resultados.	45
5.2 Discusión de los resultados.	53
CAPÍTULO VI	59
6. COMPRONACION DE HIPOTESIS	59
6.1. Contrastación de la hipótesis general	59
6.2. Contrastación de la hipótesis especifica	59
CAPÍTULO VII	60
7. CONCLUSIONES	60
CAPÍTULO VIII	62
8. RECOMENDACIONES	62
CAPÍTULO IX	63

9. FUENTES DE INFORMACIÓN	63
10. ANEXOS	66
10.1 Matriz de Consistencia	66
10.2 Instrumentos de Recolección de Información	67

RESUMEN

El presente trabajo de investigación titulado **“ESTUDIO DE LA CONCETRACION Y ABSORCION DE MACROELEMENTOS Y METALES PESADOS EN EL CULTIVO DE ALGODÓN IRRIGADO CON AGUAS SERVIDAS EN EL SECTOR DE SAN PEDRO CACHICHE – ICA”** en el periodo comprendido entre los meses de octubre 2017 y culminado en marzo del 2018 sobre una plantación de algodón variedad Tangüis linaje Ica 161 – 71 instalado en la parcela del señor Carrizales Luis.

Este algodón estuvo instalado en un terreno de textura ligera, arenoso a arena franca de baja fertilidad química bastante pobre con pH alcalino sin problemas de sales solubles con muy bajo nutrientes que se riega por el sistema de gravedad a través de la acequia con aguas del desagüe de la ciudad la cual presenta un contenido ligeramente alcalino con ligera salinidad, pero altos en sodio y bicarbonatos clasificada como una agua de calidad c3s1.

Durante el experimento se tomaron plantas completas de algodón y la frecuencia de muestreo fue mensual iniciándose está a partir del mes de octubre cuando las plantas de algodón tenían una edad de 110 días de la plantación y con el permiso respectivo del dueño de la parcela, analizándose raíces, tallos y hojas las cuales una vez extraídas del campo se hicieron secar con la estufa a una temperatura de 70° C para las hojas y 75° C para el tallo y la raíz.

Los resultados que provenían del laboratorio de análisis de suelo de la facultad de agronomía de la universidad nacional agraria la molina arrojaron valores moderados en el suelo para el caso de plomo, en el caso de cadmio los contenidos más altos se detectaron a nivel del sub suelo, el que si sobrepasa los umbrales críticos es el cromo el cual es bastante elevado tanto en suelo como en sub suelo.

Al evaluar producción de biomasa en el cultivo diremos que la raíz almacena los valores más bajos, en segunda instancia las hojas están en un nivel intermedio encontrándose la mayor producción de biomasa a nivel de tallos y ramas.

Al determinar contenido de metales pesados dentro de la planta los valores más altos se obtuvieron en el 4to mes siendo plomo el más abundante seguido del cromo en cambio el cadmio presenta los contenidos más bajos.

A nivel de la raíz el plomo es el elemento más absorbido seguido del cromo y cadmio.

A nivel de hojas los valores más altos de metales pesados se obtuvo para el plomo.

Cuando se analizan los tallos se logra detectar contenidos bastantes altos de plomo en el 4to periodo de muestreo y luego tiende a decaer.

Finalmente cuando sumamos los pesos finales de raíz tallo y hoja, el elemento más absorbido sigue siendo el plomo seguido por el cromo y el más bajo es el cadmio. Por todo ello podemos inferir que al finalizar este experimento observamos muy detalladamente que son las hojas los componentes de la planta que absorben las mayores cantidades de metales pesados por lo cual sería necesario quemar toda la planta al finalizar el periodo de cosecha evitando en lo posible que pueda ser consumido por los animales domésticos.

SUMMARY

This research work entitled "STUDY OF THE CONCENTRATION AND ABSORPTION OF MACROELEMENTS AND HEAVY METALS IN CROP CULTIVATION IRRIGATED WITH WATERS SERVED IN THE SECTOR OF SAN PEDRO CACHICHE - ICA", period between the months of October 2017 and culminated in March 2018 on a cotton plantation of the Tangüis lineage variety, installed in the plot of the Mr. Carrisales Luis.

This cotton was installed in a land of light texture, sandy to sandy loam of low chemical fertility rather poor with alkaline pH without problems of soluble salts with very low nutrients that is watered by the system of gravity through the ditch, with water from the city drainage which presents a slightly alkaline content with slight salinity, but high in sodium and bicarbonate classified as quality water.

During the experiment, complete cotton plants were taken and the sampling frequency was monthly, beginning with the month of October when the cotton plants were 110 days old from the plantation and with the respective permission of the owner of the plot. Analyzing roots, stems and leaves which once extracted from the field were dried with the stove at a temperature of 70° C for the leaves and 75° C for the stem and root.

The results that come from the laboratory of soil analysis, from the faculty of agronomy of the National Agrarian University La Molina, showed moderate values in the soil for the case of plumbum, in the case of cadmium, the highest contents were detected at the of the sub soil, which exceeds the critical thresholds is chromium, which is quite high both in the soil and in the sub soil.

When evaluating biomass production in the crop we will say that the root stores the lowest values, in the second instance the leaves are in an intermediate level finding the highest production of biomass at the level of stems and branches.

When determining heavy metal content within the plant, the highest values were obtained in the fourth month, with lead being the most abundant followed by chromium, whereas cadmium has the lowest contents.

At the root level, plumbum is the most absorbed element followed by chromium and cadmium.

At leaf level, the highest values of heavy metals were obtained for plumbum.

When the stems are analyzed, quite high levels of lead are detected in the fourth sampling period and then tend to decay.

Finally, when we add the final weights of root, stem and leaf, the most absorbed element is still plumbum followed by chromium and the lowest is cadmium. For all this we can infer that at the end of this experiment we observed very closely that the leaves are the components of the plant that absorb the largest amounts of heavy metals, which would require burning the entire plant at the end of the harvest period, avoiding as much as possible can be consumed by pets.

INTRODUCCIÓN

En las regiones áridas y semi áridas del mundo, el recurso hídrico es cada vez más escaso por lo que el manejo adecuado de cualquier fuente de suministro de agua, es parte fundamental de desarrollo socioeconómico y la sobrevivencia (Page y Chang, 1981).

Actualmente la reutilización de las aguas residuales principalmente para los sectores industriales y agrícolas, se extiende a la par de la demanda de más y mejores productos alimenticios de origen animal y vegetal. (Mara y Cairncross, 1990).

Esta tendencia de reutilización del agua puede deberse a una actitud conservacionista y sanitaria, acorde a un pensamiento de protección al ambiente, donde países como Alemania, Australia, Canadá, España y Estados Unidos le dan un tratamiento primario y luego reciclan en pequeñas cantidades, aminorando la escasez o la falta de este recurso para la sobrevivencia y desarrollo de los seres vivos. En otros países como Brasil, Chile, India, Israel, Marruecos, México y Perú reutilizan el agua residual en el desarrollo local o regional, empleándolas principalmente en actividades agropecuarias.

Ica, sector de san Pedro – Cachiche, se viene realizando actividades agropecuarias haciendo uso de manera indiscriminada de aguas residuales provenientes de la ciudad. Este trabajo nos permitirá estudiar a que grado de contaminación respecto a los metales pesados podemos llegar a concentrar tanto en suelo como plantas, exclusivamente en el cultivo de algodón variedad tangüis.

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

1.1 ANTECEDENTES DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1.1 ANTECEDENTES A NIVEL INTERNACIONAL

A) METALES PESADOS

Son elementos con propiedades metálicas y una masa atómica mayor a 20, tenemos:

- Micronutrientes: Zn, Cu, Fe, Mg, Mo
- Tóxicos: Cd, Pb, Ag, Hg y As
- Preciosos: Ag, Au, Pt
- Contaminantes: Cd, Cr, Hg, Pb, Cu, Zn, As

En el mundo, el Mercurio está contaminando los mares de los EE.UU, Asia, Europa, China y Japón con valores superiores a 1 ppm, sobre todo en peces, tiburones y demás animales marinos (en especial al atún).

El Arsénico, es contaminante en Chile, Argentina, México, EE.UU, Mongolia, Hungría, Nepal, Bangladés, Vietnam.

La agencia europea del medio ambiente, dice que los mejores contaminantes del suelo y aguas subterráneas son los metales pesados (37.3%), aceites minerales (33.7%), hidrocarburo, policíclicos aromáticos (13.3%) y otros como Btex, fenoles (3.6%), CHC (2.4%).

En China los terrenos arables están contaminados por Hg, As, Cr y Pb. Hay más de 20 millones de Has. y la cosecha de granos se contaminan 12 millones de toneladas por año con cadmio, lo que equivale a una pérdida económica de 3 billones de dólares por año.

Las fuentes de metales pesados pueden ser la roca madre o material parental que son rocas ígneas, sedimentarias, rocas básicas o rocas ácidas, excepcionalmente puede ser la serpentina.

Otras fuentes antropogénicas de solución con metales pesados son:

- Agricultura

- Minería
- Material residual o aguas negras
- Combustible fósiles
- Corrosión
- Metalurgia

Se consideran como metales pesados a aquellos elementos cuya densidad es igual o superior a 5gr/cm³ cuando está en forma elemental y en la tabla periódica son aquellos que tienen densidad mayores al del hierro su número atómico es superior a 20 excluyendo a los metales alcalinos y alcalino térreos **(TORAL 1996)**.

Su presencia en la corteza terrestre como componentes naturales del suelo es menor a 0.1% **(BOWIE Y THORNTEN – 1985)**. La mayoría de los elementos solo están presentes en concentraciones mínimas de toxicidad y poco son los que se requieren para los procesos fisiológicos de plantas y animales **(MORTVET – 1983)**.

Los metales pesados son potencialmente contaminantes devastadores, ya que contaminan el aire, el suelo, el agua y las plantas.

Cuando se absorben en altas concentraciones o se depositan en el suelo, en conjunto esta contaminación afecta a los demás eslabones de las cadenas tróficas. Desde el punto de vista biológico se distinguen 2 grandes grupos: aquellos que no presentan una función biológica conocida y los que tienen consideración de oligoelementos o micronutrientes **(RYAN Y CHANEY 1994)**.

Los oligoelementos o micronutrientes se requieren en pequeñas cantidades a trazar por las plantas y animales, todos aquellos son necesarios para que los organismos completen un ciclo vital pero al superar cierto umbral, se vuelve tóxico **(RUBIO ET-AL 1996)**.

En la mayoría de suelos agrícolas existen pequeñas cantidades de Boro, Cobre, Zinc, Manganeso y Molibdeno, elementos que en

concentraciones normales favorecen el crecimiento de las plantas principales en sus estudios tempranos por lo que las aplicaciones de fertilizantes o abonados químicos es cada día una práctica importante que se llevó a cabo en zonas agrícolas, por ello los investigadores están estudiando la importancia de los micro elementos para el desarrollo de las hortalizas **(CHANG et-al 1992)**.

B) METALES PESADOS Y SU EFECTO CONTAMINANTE

Los metales pesados son, potencialmente contaminantes devastadores ya que contaminan el aire, el agua, el suelo y las plantas cuando se absorben en altas concentraciones o se depositan en el suelo; en conjunto esta contaminación afecta a los demás eslabones de las cadenas tróficas; desde el punto de vista biológico, se distinguen dos grandes grupos, aquellos que no presentan una función biológica conocida y los que tienen la consideración de oligoelementos o micronutrientes **(Ryan y Chaney, 1994)**.

Los oligoelementos o micro nutrimentos se requieren en pequeñas cantidades, o cantidades traza, por las plantas y animales; todos ellos son necesarios para que los organismos completen su ciclo vital, pero al superar cierto umbral, se vuelven tóxicos **(Rubio et al. 1996)**.

En la mayoría de los suelos agrícolas, existen pequeñas cantidades de boro, cobre, zinc, manganeso, molibdeno, cadmio, plomo, cromo, etc. Elementos que en concentraciones normales favorecen el crecimiento de las plantas principalmente en sus estadios tempranos, por lo que la aplicación por vía fertilizantes o abonos químicos es cada día una práctica importante que se lleva a cabo en las zonas agrícolas del mundo. Por lo anterior, en los últimos años muchos investigadores se han dado a la tarea de determinar la importancia de los micro elementos para el desarrollo de las hortalizas. **(Chang et al. 1992)**.

C) LA CONTAMINACIÓN DE SUELOS AGRÍCOLAS POR METALES PESADOS

ACOSTA (2007). Realizando un estudio de metales pesados en suelos agrícolas de Mezquital (Hidalgo – México) concluye que las

concentraciones medias de los metales pesados, evaluados en los suelos agrícolas y que realizaban los establecidos por **Kabata – Pendidas (2000)** son:

- **CROMO:** Presenta una media de concentración 84.5 mg/Kg siendo el valor normal de 65 mg/Kg.
- **NIQUEL:** Presenta una concentración de 36.5 mg/Kg siendo el valor normal de 20 mg/Kg.
- **COBRE:** Cuya medida es de 56 mg/Kg y el valor normal mundial es de 20 mg/Kg.

En cambio los otros elementos como el Zinc y el Plomo tienen contenidos de 174 mg/Kg y 34 mg/Kg ambos consideran como rango normal sobre su contenido en los diversos cultivos no representan niveles considerados de toxicidad ya que están por muy debajo de algunas concentraciones determinadas por cientos autores.

BERNAL. Manifiesta que la agricultura intensiva es una de las actividades humanas que tienen mayor percusión en la contaminación del suelo por metales pesados debido al empleo de fertilizantes y plaguicidas de forma prolongada los fertilizantes fosforados pueden contener Zn, As, Cd y Pb debido a su presencia en la roca fosfórica. El uso de ciertos plaguicidas han contribuido a aumentar los niveles de As, Pb, Hg, CuSO₄, algunos poseen concentraciones de Zn que pueden llegar al 25% también los fungicidas a base de Cu o de Zn como el Cu y se utiliza con frecuencia en el cultivo de la vid.

Los metales pesados también pueden estar presente en estiércoles de animales (Zn y Cu) debido al uso de ciertos compuestos a base de dicho elementos en la dieta de del animal para evitar ciertas enfermedades, también se encuentra presente en ciertos productos desinfectantes utilizados en las instalaciones y pueden proceder de la maquinaria agrícola utilizada.

CAJUSTE et-al (1991). Consideran que las concentraciones de Cu, Cr y Pb en el suelo presentan niveles considerables de fitotoxicidad para algunas plantas y que las concentraciones de metales pesados

en el suelo son proporcionales al volumen de aguas negras empleadas para el riego , también observaron concentraciones de metales en agua para riego más elevados que lo permitido por lo normal oficial mexicana que regula el uso del agua residual con fines agrícolas (**NOM-SEMARNAT-001-1996**) de igual forma cuantificaron el alfalfa concentraciones de Ni y Pb influenciada por la aplicación de riego con agua residual.

CARRILLO et-al (1992). Comprobaron que la concentración de Cd en aguas fueron superiores al límite permisible en MEXICO y que en cultivos como alfalfa regadas con esta agua tenían concentraciones de Cr y Pb superiores a los valores considerados normales en tejidos vegetales.

CARRILLO Y CAJUSTE (1995). Concluyeron que las aguas negras empleadas para el riego en el valle de Mezquital (Hidalgo – México) han incrementado las concentraciones de metales pesados en suelos de valle de Mezquital pero se encuentran en minerales por debajo de los máximos considerados como permisibles por otros autores pero que estos minerales si pueden ser dañinos para las plantas y animales a largo plazo, considerando que estos niveles se han incrementado a partir de las ultimas 3 décadas.

CANO et-al (1997). Analizaron suelos agrícolas en un área de fuerte impacto industrial de la comunidad de Madrid, determinándose las concentraciones de Pb, Zn, Cd y Cu en suelos y material litológico. Llegaron a las siguientes conclusiones:

- Índice de acumulación de fondo, relacionado con procesos edáficos, son muy semejantes para los cuatro elementos con valores de 2.4 y 3.3.
- Índice de acumulación ambiental, influida por los aportes externos de los metales considerados están dentro del rango 11 y 18 con valores superiores de Cd y al inferior al Zn. Estos elementos están

con alta disponibilidad para las plantas, siendo un peligro real la toxicidad sobre el cadmio.

FLORES et-al (1997). Precisan que los metales pesados se concentran en las capas superficiales del suelo y que las más altas concentraciones de estos, se presentan durante los periodos recientes de irrigación.

Encontraron que las concentraciones disminuyen con el bajo porcentaje de materia orgánica y la variabilidad en la concentración de CaCO₃ en las capas del suelo.

GALAN Y ROMERO. Indican que los metales pesados son propensos a ciertos parámetros geodáficos como los siguientes:

- a) pH: La mayoría de metales están más disponibles a pH ácidos.
- b) Textura: Los suelos arcillosos retienen más a los metales pesados por absorción o en el complejo de cambio.
- c) Mineralogía de Arcilla: Cuando los filosilicatos tienen mayor superficie activa, absorben mejor a los metales.
- d) Materia Orgánica: Reacciona con los metales formando complejos de cambio o quelatos muy estables.
- e) Capacidad de cambio: Las esmectitas y vermiculitas tienen máxima capacidad de retención de los metales pesados.
- f) Condiciones Redox: El potencial de óxido reducción es responsable de que el metal se encuentre en estado oxidado o reducido.
- g) Carbonatos: El cadmio y otros metales tienden a quedar absorbidos por los carbonatos.
- h) Óxidos e Hidróxidos de Fe y Mg: Tienen una alta capacidad sortiva para metales divalentes.
- i) Salinidad: El aumento de la salinidad puede incrementarse la movilidad de metales y su retención en el suelo.

HERNANDEZ et-al (1994). Concluyendo que la materia orgánica del suelo influye de manera importante en la distribución de metales

pesados. Determinaron que el potencial de acumulación de metales pesados en una serie de suelos en Tepatec, Hidalgo es más alto que el suelo de progreso, debido a que esta zona existe un potencial más bajo de solubilización de los metales y por las concentraciones de materia orgánica.

KABATA – PENDIAS (1984). Así como VÁSQUEZ y ALARCÓN (1999), concluyen que existen diferentes contenidos de metales pesados en diversos tipos de fertilizantes que aparentemente no implican peligro de contaminación pero no obstante es importante tomar en cuenta las variaciones de concentración especialmente en zonas donde el uso de fertilizantes es intensivo.

MICO - LÓPEZ (2005). Dice que los metales pesados aparecen en los suelos agrícolas de forma natural, procedente mayoritariamente de la meteorización del material originario sin embargo el sistema agrario puede verse afectado por las actividades antrópicas desarrolladas en las proximidades de estas y por la misma practica agrícola que incorporan diversos contaminantes al suelo a la diversidad de fuentes que pueden incrementar, el contenido de metales pesados en los suelos agrícolas se requieren estudios que evalúan el contenido y distribución de estos elementos para estimar la calidad ambiental y productiva de estos suelos y evitar el deterioro.

Esta tesis doctoral tiene como objetivo; caracterizar el estado actual de los suelos agrícolas con cultivos hortícolas de la provincia de Alicante.

REQUEME, J; et-al. Trabajaron en el valle medio y bajo del rio SINU tomando muestras de suelos a los 20 cm. de profundidad.

Los análisis reportados fueron:

- Determinación de metales pesados por absorción atómica con llama (Mn, Cu, Zn, Ni) horno de grafito (Pb, Cd) y vapor frio (Hg).
- También se analizó M.O.
- pH método de pH-metro.

- Textura hidrómetro de Bouyucos.

Se plantea que la contaminación de estos suelos se debe por la aplicación de fertilizantes (fosfatos) y plaguicidas que contienen trozos de metales destacando la presencia de fertilizantes fosforados que contienen Cr, Cu, Ni, Pb, Cd y Zn los suelos tienen bajo contenido de M.O. por ello los metales pesados pueden estar biodisponibles por baja formación de complejos órgano metálicos. El pH es ácido ello favorece la disponibilidad de minerales pesados.

BELMONTE (2010). En el trabajo sobre la concentración de elementos tóxicos en la sierra minera de España, han detectado concentraciones importantes que alcanzan y superan los niveles máximos permitidos por diversas normativas internacionales de hasta 14 elementos traza que son muy tóxicos y fácilmente disponibles como el Cr, Ni, Zn, Pb estos superan a los niveles considerados normales en suelo.

BOWWIJ y THORNTON (1985). La concentración de Pb es 20 veces superior al nivel considerado como contaminación por legislación holandesa.

Es importante resaltar que toda el área estudiada padece de una fuerte sequía que reseca el suelo y facilita el proceso de erosión eólica de suelos agrícolas y pantanos mineros favoreciendo la dispersión de contaminantes que pasa a las vías respiratorias y a los pulmones.

D) FUENTES DE PRODUCCION DE LOS METALES PESADOS

Los metales pesados, se encuentran de forma natural en la corteza terrestre contenidos en las rocas; el intemperismo y las actividades del hombre son las responsables del incremento o disminución de los niveles normales por ejemplo, con la utilización de aguas residuales, fertilizantes y mejoradores químicos. En el suelo se producen diversas reacciones que determinan su velocidad y tiempo de resistencia relacionada con su ciclo biogeoquímico (**Rubio et al 1996**).

La causa principal del aumento de metales pesados en el suelo radica en las actividades industriales, **Kabata – Pedias (1984)** estimaron que las concentraciones de metales contaminantes no han llegado a su nivel máximo y que incrementan progresivamente con el paso del tiempo por las actividades industriales y agricultura moderna.

Existe una dependencia marcada entre las actividades humanas y el uso de compuestos químicos que generan el aumento de metales contaminantes. **Page et al., (1981)** establece algunos límites de emisiones de metales en forma natural o por actividad humana y que causan alteraciones tanto al agua, aire y suelo.

E) MOVILIDAD DE LOS METALES PESADOS EN EL SUELO

La movilización de los metales pesados en el ambiente, suelo y en organismos, es una condicionante importante de sus características de bioacumulación, transferencia hacia otros organismos en la cadena trófica, su potencial tóxico y sus efectos (**Kevin et al., 2001**).

Cualquier elemento que se encuentre depositado en el suelo, no necesariamente está disponible para la planta, ya que la absorción de estos, depende de varios factores y características físico – químicas del suelo como el pH, textura, etc., (**Fitter et al., 1987**).

pH, La mayoría de los metales tienden a estar más disponibles a pH ácido, excepto As, Mo, Se y Cr. Directa o indirectamente, el pH afecta varios mecanismos de la retención del metal por el suelo (**Bigham et al., 1996**). El pH es un parámetro muy importante que tiene influencia en los procesos de sorción – desorción, precipitación y disolución, la formación de complejos y reacciones de óxido – reducción (**Narwal et al, 1999**).

TEXTURA, La arcilla tiende a adsorber a los metales pesados, que quedan retenidos en sus posiciones de cambio.

MATERIA ORGANICA, La formación de complejos por la materia orgánica del suelo es uno de los procesos que intervienen en la capacidad de solubilidad y asimilabilidad de metales pesados por las

plantas; la toxicidad de los metales pesados aumenta en gran medida por su fuerte tendencia de formar complejos organometalicos facilitando con ello, su solubilidad, disponibilidad y dispersión (**Schmitt y Sticher, 1991**).

CAPACIDAD DE CAMBIO, Esta en función del contenido de arcilla y materia orgánica, fundamentalmente; en general cuanto mayor sea la capacidad de intercambio catiónico, mayor será la capacidad del suelo de fijar metales. El poder de adsorción de los distintos metales pesados depende de su valencia y el radio iónico hidratado; a mayor tamaño y menor valencia, se retienen con menor fuerza (**Ahumada et al., 1999**).

EL POTENCIA REDOX (disponibilidad de electrones) del suelo. Indica si los metales están en estado oxidado o reducido. Las condiciones de reducción en el suelo, se deben a la ausencia de oxígeno (anaerobio) ya que su utilización es mucho mayor a la contenida en el suelo. Esto puede ser de manera biológica o química. La oxidación en el suelo se da principalmente en suelos bien drenados (aerobia) (**Schmitt y Sticher. 1991**).

Las formas solubles y cambiables de metales pesados en el agua se consideran fácilmente móviles y disponibles para las plantas, mientras que los metales incorporados en las estructuras cristalinas de las arcillas parecen relativamente inactivos (**Ahumada et al., 1999**).

Existen otras formas que afectan la disponibilidad y movimiento de los metales pesados; el porcentaje de carbonatos, de óxidos de Fe, Mn y Al, los complejos con la materia orgánica y los óxidos de Fe – Mn (**Iyenger et al., 1981**).

F) FITOTOXICIDAD DE LOS METALES PESADOS

El término fitotoxicidad normalmente ha sido asociado con el fenómeno causado por una sustancia potencialmente dañina en el tejido vegetal que afecta su óptimo crecimiento y el desarrollo de la

misma; la fitotoxicidad en las plantas se establece según su comportamiento y los signos que presentan a lo largo de su crecimiento, además de tomar en cuenta las características ambientales y de manejo del área donde estén cultivadas. **(McGrath y McCormack, 1999)**.

A las concentraciones bajas de elementos químicos contaminantes (< 0.1%), en las plantas se les llama “elementos traza”, independientemente de que sean esenciales para su metabolismo o tengan efectos tóxicos.

G) ABSORCIÓN DE METALES PESADOS POR LAS PLANTAS

Las especies vegetales, incluidos los cultivos agrícolas tienen la capacidad de acumular metales pesados en sus tejidos, a esta capacidad se le conoce como bioacumulación y es diferente entre las especies vegetales y son atribuciones también a la capacidad de retención de metales por el suelo y a la interacción planta – raíz – metal **(BAÑUELOS et-al 1997)**.

El agua y los minerales disponibles en el suelo se incorporan a las plantas a través de las raíces, en estos existen unos pelos radicales que son extensiones unicelulares de las células epidérmicas y que poseen una pared muy fina con vida efímera (1 - 3 días) estos pelos radicales aumentan el área de contacto con el estrato y permite una absorción más eficiente del agua y de los minerales necesarios **(FIFTER et-al 1987)**.

La endodermis contiene un cierto material impermeable conocido como la banda de Caspary que evita el paso del exceso de agua y elementos disueltos a través de células endodérmicas y de esta manera regula el paso de micronutrientes y agua que llega al xilema **(NOVEL 1999)**. La vacuola es el órgano celular que ocupa un espacio considerable en las células vegetales 40 - 70% y en muchas plantas en un almacén con una gran capacidad masiva para acumular niveles

elevados de materiales tóxicos sin daños a otras células (**FITTER et-al 1987**).

Cuando el metal pesado entra en una célula vegetal es inmovilizado por sustancias orgánicas quelantes (fitoquelatina) que forman con los metales complejos con el metal y evitan la fitotoxicidad de estos, otro camino es que al formar los quelatos estos pasan por la vacuola y ahí se alojan.

Las sustancias quelantes pueden ser producidas por las propias plantas y liberadas al suelo a través de las raíces o pueden ser añadidas directamente por el hombre, empleando insumos químicos para descontaminarlos (**NOVEL 1999**). Las plantas capaces de crecer en suelos con altos contenidos de metales lo hacen excluyendo, iones potencialmente tóxicos en el sistema de raíces. En otra planta los metales son utilizados como micronutrientes, aunque a menudo en concentraciones mínimas, saturan a la planta, la habilidad de tolerar la presencia de metales pesados está determinada por el nivel de variación genética de cada especie vegetal (**GADD – 2000**).

La capacidad de las plantas de absorber y almacenar elementos minerales como los metales pesados en sus órganos denomina BIOACULACION y ha sido utilizada para monitorear el índice de contaminación de algunos ecosistemas, sin embargo los patrones de acumulación son muy variables tanto entre especie vegetales como entre los diferentes elementos minerales y no siempre existe una relación extrapolable (**GAUL – 2000**).

H) ESTRÉS POR METALES PESADOS

Algunos metales como el Mn +2, el Fe +3, el Zn +2 o el Cu +2 son esenciales para el desarrollo normal de las plantas ya que son componentes estructurales y/o catalíticos de proteínas y enzimas. Algunos metales como el Cr +3, V, Ti, Co y Se, a pesar de no ser esenciales, son beneficiosos, sin embargo la actividad humana libera,

sobre todo al suelo, grandes cantidades de metales. El exceso de Al +3, Cd +2, Hg +2, As +3 o Pb +2, resultan de especial relevancia toxica para las plantas.

La fitotoxicidad por metales tóxicos se manifiesta particularmente en suelos ácidos y afecta tanto el crecimiento como a la formación de raíces laterales y secundarias. Además, la acumulación de Cd+2 o Pb+2 supone un peligro adicional al integrarse en la cadena trófica. Actualmente se conocen aun poco los mecanismos específicos de absorción de metales pesados por las membranas vegetales. Sin embargo, se sabe que por difusión, flujo de masa e intercambio catiónico, los metales alcanzan fácilmente la raíz para seguir la ruta apoplastica o la ruta simpática. Este órgano constituye la entrada principal de metal pesado en plantas superiores.

La raíz posee cargas negativas en sus células rizodermicas, pertenecientes a polímeros como los grupos carboxilo del ácido pectico y diversas proteínas estructurales y enzimáticas. Estas cargas negativas al unirse en el espacio de la rizosfera a cargas positivas como las de los cationes metálicos plomo +2, forman una interface en equilibrio, estos cationes entraran por la pared celular, que es hidrófila y facilita el transporte e intercambio de iones y una vez allí, se unirán las cargas negativas de la pared celular y serán transportados radialmente, en parte por la vía apoplastica y en parte por la vía simplastica. En las zonas apicales jóvenes la banda de caspari no se ha formado y todo el metal pasa apoplasticamente hasta la zona vascular, lo que no sucede con raíces adultas, donde la diferenciación de tejidos y formación de endodermis y exodermis obliga a abandonar la vía apoplastica y utilizar la simplastica (**Barceló et al., 2005**).

I) IMPACTO DE CONTAMINACIÓN POR METALES PESADOS

Producen la:

- Pérdida de la productividad de los suelos.
- Pérdida de la calidad de aguas almacenadas.

- Pérdida de calidad de alimentos y seguridad.
- Producción de cultivos, fitotoxicidad y desordenes fisiológicos.
- Perdidas económicas:
 - En el mundo => \$10 billones/año
 - En la China => 3 billones/año
- Salud humana, estándares de vida, impacto de los metales pesados en la calidad de los suelos.
- Acidificación del suelo con su pH que decrece 1 - 2 unidades.
- Desbalance de suplementos de nutrientes, particularmente micronutrientes, disminución de la masa microbiana actividad y cambios en la estructura de la comunidad microbiana, todo ello afecta el ciclo de los nutrientes.
- Deterioro de las propiedades físicas del suelo como compactación, reducción de la porosidad.
- Desbalance de nutrientes, toxicidad de metales en cultivo.
- Polución del agua y aire.

J) EFECTOS DE LA PRODUCCIÓN DEL CULTIVO

- Fisiológica de la planta: inhibición de la fotosíntesis actividad de enzimas y síntesis de proteínas.
- Desordenes nutricionales: Efectos antagonistas en la solución de otros cationes particularmente traza como Fe, Mn, Cu, Zn.
- Contaminación de alimentos: los metales pesados se pueden acumular en algunas partes como el Cadmio en arroz en granos de cacao y frijoles.

1.1.2 ANTECEDENTES A NIVEL NACIONAL

HISTORIA DEL ALGODÓN

SARMIENTO (1978). Menciona que el cultivo de algodónero y el aprovechamiento de su fibra data de tiempos remotos, excavaciones realizadas en el noreste de la India (Valle del Indo, Pakistán oriental), comprobaron la existencia de tallos y productos fabricados de algodón en antiguas tumbas hindúes, los cuales datan de unos 3,000 años

A.C, analizados al microscopio, estos restos pertenecen a **Gossypium arboreum** existente aun en la India.

ROBLES (1980). Menciona que hay evidencia en algunos escritos de la India que el algodón ya se conocía 1500 años a.c, cita también que Herodoto, historiador griego llamado “el Padre de la Historia”, 445 años a.c, al referirse a los habitantes de la India, expreso: “Poseen una especie de planta que produce, en lugar de frutos, una lana de una cualidad más bella y mejor que la de los carneros. Los indios hacen de ella sus vestidos.

GUSTAVO HEUZÉ, citado por Robles (1980). Menciona que el cultivo de algodouero fue encontrado en América por Cristóbal colon en el año 1492; en 1519; por Hernan Cortes en México, en 1536, en la Luisiana, por Álvaro Núñez Cabeza de Vaca; y en 1552, en Perú, por Pizarro.

ORIGEN DEL ALGODÓN TANGÜIS

El algodón Tangüis fue desarrollado por el señor Fermín Tangüis, en el fundo Urrutia del Valle de Pisco, departamento de Ica, y por ello lleva su nombre, quien lo obtuvo por selección masal, posiblemente entre los años 1900 y 1910. El señor Tangüis observaba que campos de algodón, en su integridad la población de plantas se marchitaban y terminaban secándose, esto ocurría en los campos de algodoueros de Cañete, Pisco e Ica, y por lo que decidió darle atención a este mal, y durante varios años de investigación, en los cuales cogía bellotas de plantas que aún resistían a esta marchites para sembrarlo en campo donde la marchites había arrasado las plantas, haciendo esta encomiable labor durante varios años.

Las plantas afectadas pertenecían a la variedad Sea Island y posteriormente se determinó que la marchites era producida por el Hongo *Verticilium alboatrum*.

Finalmente, el señor Tangüis logró fijar las características de la nueva variedad obtenida con caracteres como tener fibra larga, finura, color blanco brillante, rusticidad, período vegetativo perenne, lo que le permite tener soca, re soca durante varios años.

BOZA. Dice que la variedad Tangüis de origen Peruana la más cultivada en nuestro país, es una buena representante de la especie botánica **Gossypium barbadence L.**, que caracteriza a los algodones del “grupo peruano” de hebra larga y extra larga que se cultivan en el mundo. Esta variedad representa más del 60% de la producción algodонера peruana.

KLETTTER. Analiza las cualidades de la variedad Tangüis, mencionando:

- No es de crecimiento determinado y continúa su desarrollo vegetativo en forma constante.
- Es sumamente foto periódica. En caso de siembras tempranas comienza a florecer tras 110 días y en las tardías a los 90.
- Es sensible a temperaturas elevadas. Las temperaturas óptimas son hasta los 28 °C. Por encima de dicho nivel la variedad es más vegetativa y sufre la descarga de la mayor parte de sus órganos reproductores.
- Es sensible a los excesos de agua y nitrógeno, reaccionando en dichos casos con un intenso crecimiento Vegetativo.

SACO VERTIZ y GAZZO. Mencionan que el algodón requiere de un ciclo de crecimiento largo y cálido, por esta razón se cultiva en la mayoría de países de clima tropical y sub-tropical.

Indican también con respecto a la temperatura que es el factor más importante que afecta la duración de cada una de las etapas del crecimiento del cultivo, se ha establecido que a temperaturas de 12.8 °C o menos las plantas de algodón no desarrollan. En cuanto a luminosidad exponen que los rayos solares son de importancia vital para el cultivo y casi se ha determinado que áreas con más del 50%

de nubosidad no son convenientes aun en el caso que la temperatura y humedad sean apropiadas.

VELARDE. Indica que el algodón es una planta rustica, desarrolla en cualquier tipo de suelo y en diversas condiciones de ellos; así crece en suelos arenosos, franco arenosos, francos y arcillosos; con y sin sales, casi secos, medio húmedos y húmedos.

BATES y OSBORN. Con respecto al suelo y las relaciones nutritivas, indican que la fertilidad del suelo no solamente afecta en forma vital el crecimiento vegetativo del algodnero, sino que ejerce un efecto igualmente importante sobre la producción de flores y de frutos, encontrando que los suelos fértiles favorecen la aparición de órganos reproductivos en forma más temprana y en mayor cantidad y de la misma forma estos tienden a lograr un alto porcentaje de flores en capsulas. De la misma forma algodones sembrados en terrenos arenosos y bien drenados producen frutos más temprano, que aquellos sembrados en terrenos arcillosos.

Sobre la cantidad de agua disponible menciona que es un factor importante en el crecimiento del algodnero. Un amplio suministro de humedad puede dar por resultado un crecimiento vegetativo rápido; por otra parte la insuficiencia de agua detendrá el crecimiento. Si el periodo de escasez de agua no se prolonga demasiado, el riego revivirá las plantas y renovara el crecimiento.

ROBLES y LAZO. Sobre el algodón exponen que su planta es gran productora de madera y de crecimiento predominantemente monopodial en lo que toma mucho tiempo, sobrepasa con frecuencia los 2.00 metros de altura cuando no se controlan bien los riegos y ocupa el terreno no menos de 8 meses y todo para producir 35 qq rama/ha; sin embargo el algodón Tangüis está bien adaptado a nuestras condiciones de clima y suelos y a la escasez de agua de algunos valles.

VILLAGARCIA. Expone que el algodón es un cultivo bastante sensible al clima, factor que influye en la cantidad y calidad de las cosechas.

A medida que se va aproximando a la línea ecuatorial el cultivo encuentra condiciones climáticas más favorables, que se traducen en mayores rendimientos. Al producirse mayores rendimientos sus necesidades nutritivas también aumentan. Esto quiere decir que, si existe un clima propicio donde la luminosidad, la temperatura del ambiente y la humedad se presentan en forma óptima; el cultivo del algodón puede responder a mayores aplicaciones de fertilizantes en forma económica.

LAGIERE. Menciona que la rapidez de desarrollo del algodón origina una elevada exigencia de agua durante su periodo vegetativo y que sus mayores necesidades coinciden con la floración y fructificación. Indica además que la caída de órganos fructíferos en la planta de algodón se denomina SHEDDING y puede tratarse de la caída de squares (botones florales) o de capsulas jóvenes (bellotas chicas), pero nunca de flores.

Este fenómeno se interpreta como una reacción fisiológica a las alteraciones en el normal desarrollo de la planta de algodón y se menciona como una de las causas primarias a la nutrición de la planta o a sus relaciones con el ambiente exterior (temperatura, agua, parasitismo, etc.).

VELARDE. Plantea que el desarrollo del cultivo del algodón que se lleva en el valle de Ica, nos muestra que hasta los 60 días el metabolismo de la planta es lento, tanto en lo que se refiere al crecimiento vegetativo como a la absorción de nutrientes ; entre los 60 a 90 días esta se incrementa, sin embargo el máximo crecimiento en todos los parámetros que evaluó, como materia seca y absorción de nutrientes se alcanza entre los 90 a 240 días en que el metabolismo se incrementa linealmente y por tanto los requerimientos nutricionales son mayores.

MAXIMOV. Menciona que en las plantas en general, no todos los frutos formados suelen madurar, con frecuencia en número considerable detienen su crecimiento y caen, no obstante haber alcanzado un tamaño adecuado; señala que la causa principal de su caída prematura es una escasez de nutrimentos por la competencia, entonces se produce entre los frutos una lucha por las sustancias nutritivas.

LLOYD et al. Dicen que pasada la época de mayor producción de bellotas (maduración), la caída de bellotas pequeñas disminuyó, dado que existen menor número de bellotas. Anotan también estos autores que cuando comienzan abrir las bellotas más antiguas, las plantas rebrotaron, produciendo nuevas bellotas, representando así algo más de cosecha, que solo fue considerable en los campos que no tenían problemas fitosanitario.

ZARECOR y SCHOTT. Dicen que el crecimiento de la planta de algodón depende de varios factores que están interrelacionados, siendo los principales el clima, los nutrientes, el agua y las prácticas culturales, aun una planta con crecimiento vigoroso aparentemente es derrochador, ya que frecuentemente maduran menos de la mitad de las flores que produce. La planta posee un mecanismo de regulación interna, de tal manera que la cantidad de capsulas retenidas, depende del crecimiento total de la planta y de la cantidad de capsulas presentes.

BASURTO. Concluye en que la aparición de las primeras flores no impide el crecimiento vegetativo del algodonoero, el cual es detenido por baja temperatura, falta de espacio, de humedad o nutrientes, o la interrelación de dichos factores. Durante la floración existe competencia entre la formación de flores, maduración de bellotas y crecimiento vegetativo, el ápice vegetativo produce hormonas que retrasan el crecimiento de las yemas florales.

LAZO. Menciona que en la etapa de floración los riegos deben ser más frecuentes y de menor volumen. Los riegos pesados provocan la caída de botones florales y de pequeñas capsulas. En esta etapa se recomienda realizar los riegos por surcos dobles. En las zonas de terrenos muy retentivas y de alta fertilidad deberá controlarse el excesivo crecimiento de las plantas con el “despunte”, es conveniente realizar esta labor al inicio de la floración.

SCHOTT y WILLARD, Indicaron que independientemente de la cantidad de agua a su disposición, el algodón tiende a formar más masa de hojas y tallos que lo necesario para una determinada cantidad de fibra. Esto dificulta la decisión de establecer un cultivo con mayor número de plantas, así como también la intensificación de la fertilización nitrogenada y la introducción de técnicas de cosecha más racionales.

BIDWELL. Indica que la capacidad fotosintética de la planta en su totalidad es el resultado de las diversas capacidades individuales de sus hojas. Puesto que estas pueden variar de modos diferentes al mismo tiempo, la resultante para la planta como un todo es compleja y quizá no tiene gran significación. Varios estudios recientes han ayudado en la determinación de la fuente del carbono para la nutrición de los frutos y semillas en desarrollo. Hace tiempo se descubrió que solamente es preciso un pequeño porcentaje de las hojas de una planta para la nutrición del fruto con carbono.

CONSIDERACIONES ACERCA DE LA IMPORTANCIA DEL CULTIVO DEL ALGODÓN PERUANO TANGÜIS.

Tradicionalmente el algodón Tangüis permanece como cultivo prioritario en las áreas de la costa central del Perú, entre los valles del río santa (Ancash) y Acari (Arequipa). Las razones que justifican su cultivo, en casi cien mil ha, obedecen principalmente al alto grado de adaptación a las condiciones de clima, suelo y, principalmente, por su adecuación a la disponibilidad de agua de riego.

La difusión del cultivo ha generado beneficio complementario tales como la gran absorción de mano de obra, especialmente en la cosecha, cumpliendo así un rol social invaluable. Además debe resaltarse la importancia económica derivada de la utilización de la fibra y semilla, así como la generación de divisas.

La producción de fibra constituye el objetivo primordial del cultivo considerado como “único” en el mundo, principalmente por el color excepcionalmente blanco de su fibra, la longitud de 32mm (1 ¼ pulg) y una finura (grosor de hebra) que permite elaborar hilos de calidad estimada, tanto, de algodón solo como en mezclas con fibras sintéticas.

El mantenimiento de las características de la fibra (longitud, uniformidad, finura, resistencia y madurez) acorde con las exigencias del mercado mundial, así como el incremento en los rendimientos unitarios, constituyen los aspectos prioritarios en los distintos programas de mejoramiento que se conducen en el país. A su vez, los aspectos de resistencia a enfermedades y a plagas y su aptitud productiva, considerando una gran diversidad de condiciones de suelo, son factores que se afrontan conjuntamente con los antes citados.

VARIEDAD	TIEMPO DE COSECHA	LONGITUD DE LA HEBRA (mm)	RESISTENCIA PRESSLEY 2lib/pulg ²	FINURA (micrón)	COLOR	GRADOS
TANGÜIS	Feb – Ago	28.58 – 16	84000 – 89000	5.0 – 5.8	Blanco Brillante	2 - 2 ½ - 4 - 3 - 3 ½ - 5 - 6
PYMA	Jun – Set	38.10 – 42.86	92000 – 98000	3.3 – 3.9	Blanco Cremoso	1 - 1 ¼ - 1 ½ - 1 ¾ - 2
SUPIMA	May – Ago	36.52 – 38.1	94000 – 100000	3.4 – 4.0	Blanco Cremoso	1 - 1 ¼ - 1 ½
DEL CERRO	May – Ago	33.34 – 36.51	92000 – 95000	3.3 – 3.8	Blanco Brillante	1 - 1 ¼ - 1 ½

ALGODONES PERUANOS

Variedades:

- Pima
- Tangüis
- Del cerro
- Áspero
- Supina
- País

Pero el Tangüis y el Pima constituyen el 90% del valor de las exportaciones:

a) Pima: esta variedad de algodón, originario del estado de Arizona, fue introducida en el país en 1918. Por las condiciones climatológicas y suelos del valle de Piura, se adoptó perfectamente a esta zona norte de costa peruana.

Se caracteriza por ser de fibra extra larga, de alta finura y resistencia, presenta un color blanco ligeramente cremoso, y por su longitud, está considerada entre las mejores del mundo.

b) Tangüis: se produce en el departamento de Ica desde comienzos del siglo xx. Se caracteriza por su fibra larga, resistente a parásitos, enfermedades y buena.

SITUACIÓN ACTUAL DEL ALGODÓN EN EL PERÚ

La siembra del algodón en el Perú, se ha disminuido por la falta de beneficios en la siembra de esta especie frente a otros productos agrícolas; sin embargo, el 2017 será diferente.

Perú verá un alza por encima del +40% en su plantación de algodón Pima este año.

Tradicionalmente, la siembra en el Perú oscila entre 370 y 500 hectáreas anuales; sin embargo, este año se sembrarán cerca de 3.000 hectáreas. La demanda local se ha elevado en los últimos años,

con clientes independientes que demandan hasta 18 toneladas de algodón anualmente, cada uno.

El precio promedio de una tonelada de la fibra de algodón en el país se eleva a cerca de \$2.000 dólares, con una media de \$195 dólares por quintal (100 kilos). En el ámbito internacional los precios podrían elevarse hasta +20% por encima de los costos locales.

En Ica se encuentra sembrada un área 17.794.

El algodón es un producto agrícola que se cultiva principalmente por su fibra. Su producción tiene importancia en la economía mundial. Generalmente se utiliza como materia prima de productos textiles y algunos aceites extraídos de sus semillas. Su producción tiene importancia en la economía mundial como producto de tipo commodity, porque su precio es fijado en el mercado internacional. La germinación de la semilla de la planta de algodón es muy débil, por ello necesita de muchos cuidados para su desarrollo.

Respecto a la intención de siembra para el ciclo 2016 – 2017 se tiene para el país solo 25 888 Hectáreas, cifra muy baja en comparación con la del 2005, año en que la superficie cosechada fue más de 65 000 Hectáreas. De las 25 888 Hectáreas como intención de siembra se tiene que la región Ica abarcaría 54.6%, seguida de Lambayeque y Piura en tercer lugar con el 11.7%. El resto está comprendido entre Lima, La Libertad, Ancash, Arequipa, Huánuco y San Martín. Mientras que Ucayali, reduciría a cero su área de siembre de algodón **(Ministerio de Agricultura y Riego del Perú [MINAGRI], 2016)**.

Sobre la participación agroeconómica del país, en Febrero del 2017 el Instituto Nacional de estadísticas e informática (INEI) publicó su Informe Técnico, donde indico que el sector agropecuario registro un crecimiento de 1.8% de enero a diciembre del 2016. De forma similar el subsector agrícola creció 0.6%. Este ligero crecimiento se debió a que las condiciones climáticas fueron favorables para la etapa de maduración y fructificación de los cultivos. Sin embargo, el algodón rama tuvo un decrecimiento de -35.54%, en el periodo de un año,

afectado por una menor superficie sembrada. Esta disminución se ve reflejada en que las principales zonas geográficas tuvieron un comportamiento negativo: Norte con -27.65%, Centro con -5.34%, Sur con -4.95% y Oriente con -0.99% (INEI, 2017).

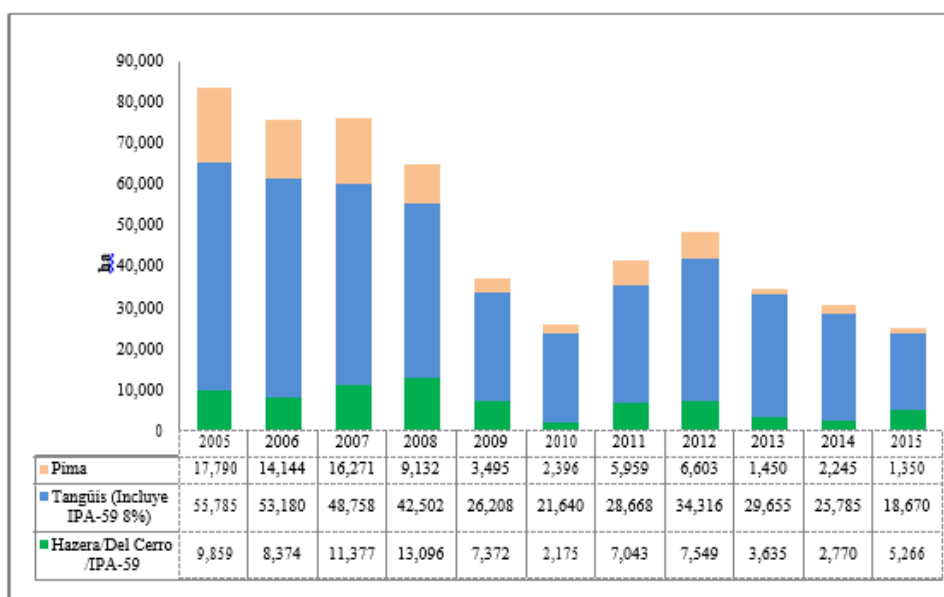


Figura 1. Superficie cosechada de algodón por variedades en el Perú (ha).

Tomado de "El Algodón y los suelos en el Perú," por F. Suárez, 2015.

(<https://es.slideshare.net/FAOoftheUN/el-aldodn-y-los-suelos-en-el-per-presentacin-franklin-suarez-per>).

El sector algodón del Perú actualmente se encuentra en crisis por su reducido cultivo en comparación en años anteriores. Es notoria la tendencia negativa con la disminución de tierras sembradas y la intensa competencia que enfrenta con el algodón importado. Sin embargo, este sector podría llegar a tener el mismo auge, o más, que hace años atrás porque el Perú tiene las condiciones necesarias para su desarrollo. Es así que se ha diseñado el planeamiento estratégico para el sector algodón de Perú con el objetivo que se convierta en un sector competitivo a nivel mundial.

1.1.3 ANTECEDENTES A NIVEL LOCAL

TELLO Y GRADOS (2017). Expusieron su tesis en determinación de metales pesados en suelos aguas y plantas en el sector de pongo Distrito de pueblo nuevo, según su estudio encuentran que la mayor concentración de metales pesados plomo cadmio y cromo se hallan

en los 30 primeros centímetros y en el agua de riego que ellos utilizan analizaron arsénico el cual está por encima de los niveles permisibles según la norma peruana, así también el cadmio y cromo que son muy elevados.

Lo mismo sucedió con el mercurio el cual es otro elemento extremadamente toxico y que llega a 0.03 ppm mientras que la norma dice menos de 0.001 ppm cadmio y cromo que son muy elevados.

En cambio el plomo y el níquel están por debajo de una parte por millón.

Al analizar tejidos de cítricos (mandarina y tangelo) y paltos concluyen que los niveles de cadmio está elevándose teniendo en cuenta que este es un elemento de mucho peligro que pueden perjudicar las exportaciones de las frutas si es que se detectan niveles cercanos al umbral de tolerancia.

1.2 BASES TEÓRICAS DE LA INVESTIGACIÓN

CECILIA MAURA MEJÍA DOMINGUEZ, 2011. METALES PESADOS EN SUELOS Y PLANTAS: CONTAMINACION Y FITOTOXICIDAD, UNIVERSIDAD NACIONAL JOSE FAUSTINO SANCHEZ CARRION. HUACHO – PERU. Menciona que debido a la diversidad de fuentes que pueden incrementar el contenido de metales pesados en los suelos agrícolas, se requieren estudios que evalúen el contenido y la distribución de los metales pesados en las distintas zonas geográficas, para estimar la calidad medioambiental de estas áreas y evitar su continuo deterioro. Asimismo, el estudio del contenido de metales pesados en los cultivos hortícolas permite evaluar la calidad de una parte de los alimentos consumidos, que pueden incrementar los niveles de estos elementos en el cuerpo humano con las posibles repercusiones para la salud. En el cuerpo humano las tres principales vías entrada al cuerpo; inhalatoria, combinaciones inorgánicas y orgánicas, oral cuando se ingiere bebidas o alimentos contaminados.

Por lo mencionado es necesario contar con información actualizada sobre los contaminantes metálicos en el medio ambiente y los mecánicos que

ocurren en los sistemas biológicos y que factores pueden afectar la absorción y acumulación de estos metales en el suelo y plantas y por consiguiente en los alimentos los cuales son utilizados por el hombre y animales, siendo una fuente de exposición a estos contaminantes metálicos.

ACOSTA ALVARES MARCOS M. (2007), DETERMINACION DE METALES PESADOS EN SUELOS AGRICOLAS EN EL VALLE DEL MEZQUITAL, ESTADO DE HIDALGO - MEXICO.

Realizo un trabajo de investigación en una zona importante de gran actividad agrícola y pecuaria, cuya principal fuente de productividad se basa en el empleo de aguas residuales provenientes de la zona metropolitana de la ciudad de México, para la irrigación de 130,000 hectáreas de terrenos agrícolas, en donde se producen cultivos de interés económico y nutricional para todo el país.

El uso de esta agua valorada significativamente por los agricultores del estado ha sido empleado desde hace más de 100 años, misma que ha dado una mayor fertilidad y capacidad productiva a estos suelos agrícolas que inicialmente eran de tipo árido.

Menciona que las aguas residuales contienen una gran cantidad de nutrientes y elementos químicos y biológicos que por una parte, ha favorecido al suelo y aprovechado los diferentes cultivos de alfalfa, maíz, trigo, cebada, frijol, etc.; sin embargo no solo ha habido beneficios importantes para el estrato donde se desarrollan las plantas, también se han venido registrando y evaluando la contaminación por acumulación y lixiviación de elementos tóxicos, como los metales pesados, hacia diferentes estratos de suelos y los mantos freáticos que paralelamente han aumentado por el uso excesivo de aguas residuales.

La posible contaminación ambiental, por el uso inadecuado de las aguas residuales en el sector productivo, tanto la acumulación y lixiviación de metales pesados en el suelo como su absorción y bioacumulación en los diferentes cultivos regados con esta agua; son motivo de estudio de este trabajo, donde el principal objetivo es evaluar las concentraciones de cromo, cobre, níquel, zinc, cadmio y plomo, en suelos agrícolas del valle de Mezquital.

En este trabajo, se determinaron rangos de concentración de metales pesados en el suelo de **Cr** (48 – 150 mg/kg), **Cu** (21 – 96 mg/kg), **Ni** (26 – 57 mg/ kg), **Pb** (8 – 86 mg/kg), y Zinc (66 – 391 mg/Kg), los cuales no son representativos de concentraciones alarmantes de contaminación del suelo y biodisponibilidad para los cultivos de la región; además tampoco se encontró una relación significativa entre los valores determinados y las características físico – químicas del suelo o la antigüedad de riego empleando aguas residuales.

TELLO Y GRADOS (2017). Expusieron su tesis en determinación de metales pesados en suelos aguas y plantas en el sector de pongo Distrito de pueblo nuevo, según su estudio encuentran que la mayor concentración de metales pesados plomo cadmio y cromo se hallan en los 30 primeros centímetros y en el agua de riego que ellos utilizan analizaron arsénico el cual está por encima de los niveles permisibles según la norma peruana, así también el cadmio y cromo que son muy elevados.

Lo mismo sucedió con el mercurio el cual es otro elemento extremadamente toxico y que llega a 0.03 ppm mientras que la norma dice menos de 0.001 ppm cadmio y cromo que son muy elevados.

En cambio el plomo y el níquel están por debajo de una parte por millón.

Al analizar tejidos de cítricos (mandarina y tangelo) y paltos concluyen que los niveles de cadmio está elevándose teniendo en cuenta que este es un elemento de mucho peligro que pueden perjudicar las exportaciones de las frutas si es que se detectan niveles cercanos al umbral de tolerancia.

1.3 MARCO CONCEPTUAL

1.3.1 CULTIVO DE ALGODÓN

El algodón es un producto agrícola que se cultiva principalmente por su fibra. Su producción tiene importancia en la economía mundial. Generalmente se utiliza como materia prima de productos textiles y algunos aceites extraídos de sus semillas.

1.3.2 VARIEDAD TANGÜIS

Variedad de origen peruana la más cultivada en nuestro país, es una buena representante de la especie botánica **Gossypium barbadense L.**, que caracteriza a los algodones del grupo peruano de hebra larga y extra larga que se cultivan en el mundo. Esta variedad representa más del 60 % de la producción algodонера peruana. **BOZA, T.**

1.3.3 CONTAMINACIÓN DE SUELOS

Los metales pesados participan en varios procesos desde que son incorporados en el suelo principalmente por actividades antropogénicas, se pueden incorporar al ciclo del agua o acumularse en tejidos vegetales o en el suelo por el resultado de diversas transformaciones químicas, vía proceso de adsorción, solubilización, precipitación y cambios en el estado de oxidación. **Rubio et al. 1996** Para **Schmitt y Sticher (1991)**, Las características físico – químicas del suelo, son un factor importante para la concentración y disposición de estos, tanto para las plantas como para los animales, por lo que es imposible establecer un patrón de bioacumulación y captación de metales pesados.

1.3.4 METALES PESADOS

Los metales pesados son potencialmente contaminantes devastadores, ya que contaminan el aire, el suelo, el agua y las plantas.

Cuando se absorben en altas concentraciones o se depositan en el suelo, en conjunto esta contaminación afecta a los demás eslabones de las cadenas tróficas. Desde el punto de vista biológico se distinguen 2 grandes grupos. Aquellos que no presentan una función biológica conocida y los que tienen consideración de oligoelementos o micronutrientes (**RYAN Y CHANEY 1994**).

1.3.5 CONTAMINACIÓN POR PLOMO

La contaminación de plomo ocasiona desórdenes en las actividades fisiológicas normales de las plantas hasta matar eventualmente la

células a altas concentraciones (**Ernst, 1998; Seregin e Ivanov, 2001**).

1.3.6 CONTAMINACIÓN POR CADMIO

(**JANSSON, 2002**). Pequeñas concentraciones tiene efectos nocivos en las plantas. Es soluble en estados oxidados. Bajo condiciones de reducción precipita como sulfuro de cadmio.

1.3.7 CONTAMINACIÓN POR CROMO

La contaminación aguda y crónica por Cr es causada principalmente por los compuestos de Cr hexavalente (**Cunat, 2002**). Siendo esta la forma más disponible, pero inestable en el suelo, para la absorción por las plantas. No existe evidencia de que el cromo sea un elemento esencial para el metabolismo de las plantas.

1.3.8 EFECTO DEL PLOMO EN LA PLANTA

Inhibición de la fotosíntesis, el crecimiento y la acción enzimática.

1.3.9 EFECTO DEL CADMIO EN LA PLANTA

Inhibición de la síntesis de clorofila, modificación de la concentración de Mn, Ca, K.

1.3.10 EFECTO DEL CROMO EN LA PLANTA

Degradación de la estructura del cloroplasto, inhibición de la fotosíntesis, alteración de las concentraciones de Fe, Ca, K y Mg.

1.3.11 AGUAS NEGRAS RESIDUALES

Proceden de las heces y orinas humanas, del aseo personal y de la cocina y limpieza de casa, suelen contener gran cantidad de materia orgánica, microorganismos, metales pesados.

CAPÍTULO II

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

2.1 SITUACIÓN PROBLEMÁTICA

El Valle de Ica se encuentra en la parte sur medio de la Costa Peruana, en una de las zonas más áridas y secas del país, donde el recurso hídrico es cada vez más escaso por lo que el manejo adecuado de cualquier fuente de suministro de agua es parte fundamental del desarrollo socioeconómico de nuestra región.

El clima árido representativo del Valle de Ica y la escasa o nula precipitación pluvial anual, origina la fuerte necesidad de utilizar agua del subsuelo para el riego de los diversos cultivos de la zona.

Los suelos agrícolas y las aguas de riego cualquier sea su procedencia pueden contener concentraciones importantes de contaminantes orgánicos e inorgánicos entre ellos bacterias coliformes (M.O. – guano de vacuno), residuos orgánicos, minerales – metales pesados y otros compuestos tóxicos **(PELLER Y PAULINA – 2003)**.

2.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

Efecto de la contaminación de suelos y plantas por el uso continuo de aguas negras, utilizadas por los agricultores en el sector de San Pedro - Cachiche para regar sus campos debido a sus cercanías con las lagunas de oxidación de la ciudad de Ica, la cual produce la contaminación de ellos, tanto como suelos y plantas. Estos deberán ser tratados para lograr su recuperación mediante tratamientos especiales para su uso masivo.

En las plantas que se siembra en la zona, se produce la bioacumulación de los metales pesados, especialmente en cultivos de pan llevar como tomate, zapallo, maíz, papa y otros; lo cual es bastante peligroso tratándose de cultivos alimenticios, es por ello que en estas circunstancias estamos estudiando el efecto de estos elementos pesados en el crecimiento y desarrollo del cultivo de Algodón, el cual es un producto agroindustrial que no es para consumo directo, sino para la fabricación de vestimenta de algodón.

En esta ocasión realizaremos los análisis de metales pesados en cada una de las partes de la planta para conocer la concentración final de dichos elementos y la manera correcta o apropiada de sugerir las formas de eliminación de dichos elementos fuera del ecosistema agrícola.

2.2.1 PROBLEMA GENERAL

La escasez de recursos hídricos permanentes de buena calidad para irrigar los diversos cultivos que se siembran en el sector de San Pedro – Cachiche son muy escasos, es por ello que los agricultores se ven forzados a utilizar estas aguas servidas o residuales para regar no solo cultivos agroindustriales sino de consumo alimenticio directo con la consecuente contaminación del suelo del aire y sobre todo de los productos cosechados.

2.2.2 PROBLEMA ESPECÍFICO

La falta de conocimiento o estudios en el área de contaminación de los recursos naturales nos obligan a realizar evaluaciones y estudios del efecto contaminante de estas aguas servidas y su probable efecto en la salud tanto de los seres humanos y animales domésticos que están en permanente contacto con las cosechas de los diversos cultivos que se instalan en esta zona de san Pedro Cachiche, la cual tiene una intensa actividad agrícola durante todo el año usando como fuente de riego las aguas servidas sin un tratamiento adecuado para eliminar la alta carga microbiana y de metales pesados que contiene.

2.3 DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA

2.3.1 DELIMITACIÓN ESPACIAL O GEOGRÁFICA

El problema de la contaminación de los suelos y aguas subterráneas por el uso masivo de aguas servidas en la zona de Ica se circunscribe al caserío de Cachiche en especial los centros poblados de san pedro, san Jacinto y Tajahuana donde se cultivan el algodón, maíz híbrido, pallar, zapallo, tomate, papa y algunos frutales como pecana, mangos.

2.3.2 DELIMITACIÓN TEMPORAL

El rango de cultivos que los agricultores de Cachiche trabajan es bastante amplia y el uso de las aguas servidas se hacen de forma continua durante los 365 días del año ya que las lagunas de oxidación reciben las aguas servidas en forma permanente y continua, es por ello que el proceso de contaminación es permanente.

2.3.3 DELIMITACIÓN SOCIAL

Si bien los más perjudicados son agricultores pequeños llamados parceleros, los cuales utilizan estas aguas para regar sus diferentes cultivos sin un control de las autoridades, no sucede lo mismo con las grandes empresas agroexportadoras que también están en la vecindad del sector de Cachiche ya que ellas utilizan solo las aguas subterráneas debido a que producen productos para la agroexportación y están completamente prohibidos de utilizar estas aguas debido a la alta carga microbiana y metales pesados que contiene.

2.3.4 DELIMITACION CONCEPTUAL

Uno de los problemas que más aqueja a los pobladores que utilizan estos recursos es la completa ignorancia que implica usar aguas servidas sin un tratamiento previo y adecuado porque a la larga se contaminan ellos sus animales sus suelos y finalmente las cosechas muchas de las cuales tienen como destino los mercados locales para vender sus frutas y hortalizas, es por ello que se debe impulsar mayores estudios que permita recomendar metodologías para remediar los problemas que causa la contaminación de las aguas servidas.

2.4 JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN

2.4.1 JUSTIFICACIÓN

El clima árido, representativo de la Región costa y en especial del valle de Ica y la poca precipitación pluvial anual, origina la necesidad del uso de aguas servidas o de desagüe provenientes de la laguna de oxidación de Cachiche para el riego de los diversos cultivos que los

agricultores de este sector utilizan durante todo el año trayendo como consecuencia un proceso de deterioro y contaminación de sus Suelos de las aguas subterráneas y cultivos muchos de los cuales se utilizan como forraje para los animales y en la alimentación de los mismos pobladores, por ello es necesario empezar a conocer el grado de contaminación de los diversos cultivos y buscar alternativas de solución a la diversidad de problemáticas que trae consigo el uso masivo e indiscriminado de las aguas negras.

Las aguas residuales contienen concentraciones importantes de contaminantes orgánicos e inorgánicos entre ellos, bacterias coliformes, residuos orgánicos, minerales, metales pesados y otros compuestos tóxicos **(Petter y Paulina, 2003)**.

2.4.2 IMPORTANCIA

Los temas relacionados con la contaminación de los recursos naturales en este caso el recurso suelo está en plena vigencia y debería ser política de estado el mantener o mejorar la calidad de los recursos que se utilizan en la agricultura para producir cosechas que puedan permitir a nuestras futuras generaciones contar y beneficiarse con dichos recursos mejorando la calidad de vida del poblador, ello implica el usar en forma razonable y juiciosa todos los beneficios que nos provee la naturaleza y que nos permite mejorar nuestra calidad de vida y esto pasa primero por conocer, estudiar e investigar los procesos de acumulación de residuos tóxicos o venenosos en los agro ecosistemas, es por ello que este es un primer paso para conocer las fuentes y puntos de destino de los metales pesados que se encuentran en las aguas servidas y luego plantear alternativas de solución no solo en cultivos agroindustriales sino también en cultivos alimenticios o de pan llevar, pues sabemos bien que gran parte de las cosechas de este sector van hacia los mercados locales sin importar los riesgos que provocamos a la salud humana de los consumidores finales que justamente son los pobladores de la ciudad y el campo de nuestra ciudad.

2.5 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACION

2.5.1 OBJETIVOS GENERALES

Estudiar el comportamiento del cultivo de algodón Tangüis en cuanto a la absorción de macro elementos y metales pesados por el riego con aguas servidas y consiguiente contaminación de suelos por el recurso hídrico.

2.5.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Realizar una evaluación del proceso de contaminación del suelo por el uso continuado de aguas servidas en la agricultura del sector de san Pedro.
- Determinar la concentración y absorción de metales pesados en la planta de algodón y su incidencia en la calidad de fibra y rendimiento del cultivo.

2.6 HIPÓTESIS DE INVESTIGACIÓN

2.6.1 HIPÓTESIS GENERAL

Con el uso continuo permanente e indiscriminado de aguas servidas (negras o residuales) para regar el cultivo de algodón a través del tiempo se va producir un proceso de acumulación gradual y constante de elementos metálicos pesados que se vuelven indeseables tanto en el suelo como en el aire logrando contaminar a los tejidos vegetales que podrían incluso llegar hacia la fibra lo cual es perjudicial para el productor de la zona, ya que estos elementos producen daños en el proceso de fotosíntesis y efecto antagónico de elementos esenciales como Ca, Mg, Fe.

2.6.2 HIPÓTESIS ESPECIFICA

Los tres elementos metálicos analizados se ubican en cada una de las partes de las plantas, pero la mayor concentración de ellas se ubican a nivel de hojas con los cual si estos residuos se utilizan para alimentar al ganado vacuno podría producir un efecto fuerte de acumulación tanto en la hoja, carne de los animales que sirven para consumo directo del ser humano.

2.7 VARIABLES DE LA INVESTIGACIÓN

2.7.1 IDENTIFICACION DE LAS VARIABLES

- VARIABLE INDEPENDIENTE:

- Cultivo de algodón variedad Tangüis, linaje.
- Agua de riego, aguas servidas.

- VARIABLE DEPENDIENTES:

- a. Suelo agrícola del sector San Pedro - Cachiche
- b. Concentración de metales pesados en raíces, tallos y hojas del cultivo de algodón.

CAPÍTULO III

ESTRATEGIA METODOLÓGICA

3.1 TIPO, NIVEL Y DISEÑO DE LA INVESTIGACION

- **TIPO DE INVESTIGACION:**

INVESTIGACIÓN APLICADA

- **NIVEL DE INVESTIGACION:**

DESCRIPTIVA Y CUALITATIVA

- **DISEÑO DE INVESTIGACION**

Es una investigación no estadística, cualitativa y cuantitativa referente al estudio de análisis físico químico del suelo y determinación de metales pesados en diversas partes de la planta de cultivo de algodón.

3.2 POBLACIÓN Y MUESTRA

- **POBLACIÓN DE ESTUDIO**

La población de se refiere al lote del cultivo de algodón de propiedad del señor Carrizales ubicado en el sector de san Pedro del caserío de Cachiche ubicado en la parte sur oeste del valle de Ica.

- **POBLACIÓN DE LA MUESTRA DEL ESTUDIO**

Muestra que se analizaba en cada etapa fueron 5 plantas tomadas al azar a partir de 5 meses de edad y luego se fueron tomando mensualmente dos plantas completas que incluye raíz tallos y hojas.

CAPITULO IV

TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN

4.1 TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Para la recolección de los datos las muestras fueron tomadas en forma mensual por el lapso de 5 meses desde el mes de octubre del 2017 hasta el mes de marzo del 2018 tomando dos plantas completas en cada fecha de muestreo las que se enviaron al Laboratorio de Análisis Químico de suelos de la Facultad de Agronomía para ser secados, pesados y molido, para luego ser enviados al laboratorio de análisis de suelos y plantas de la universidad agraria la molina donde fueron analizadas.

4.2 INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Para los análisis foliares de metales pesados fueron hechas en el laboratorio de análisis suelos aguas y plantas de la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional Agraria “La Molina”, mediante el método siguiente:

Espectrofotometría de absorción atómica que determino la concentración de plomo, cadmio y cromo a nivel de raíces, tallos y hojas.

Para el caso de las muestras de suelo y subsuelo se hicieron según las metodologías estandarizadas como son:

- | | |
|------------------------------|---|
| - Textura | Hidrómetro de bouyucos |
| - Contenido de sales | Conductivimetro |
| - pH | Potenciómetro |
| - Materia orgánica | Walkley black |
| - Fosforo | Olsen |
| - CIC | Acetato de amonio pH 7 |
| - Carbonatos | Gasovolumetrico |
| - Cationes cambiables | Espectrofotometría de absorción atómica |
| ▪ Metales pesados | Espectrofotometría de absorción atómica |

4.3 TÉCNICA DE PROCEDIMIENTO DE DATOS ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN E RESULTADOS.

Para la determinación de la absorción de metales pesados por cada uno de los tejidos estudiados en cada etapa de muestreo se tomó en cuenta los

contenidos de concentración de cada uno de los elementos pesaos a nivel de raíz, tallos y hojas más los datos referentes al contenido de materia seca producida por la planta a nivel de sus 3 componentes, esto se hizo para cada etapa de muestreo a nivel de planta y finalmente se traslapo a nivel de hectárea tomándose un total de 22,727 plantas/ Ha.

Como el muestreo se hizo en forma aleatoria de todo el campo de una población uniforme de planta del cultivo de algodón.

CAPITULO V

PRESENTACIÓN, INTERPRETACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

5.1 PRESENTACIÓN E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS

CUADRO N° 01

ANÁLISIS FÍSICO MECÁNICO DEL SUELO

DETERMINACION	SUELO 0 – 30 cm.	SUB – SUELO 30 – 60 cm.	METODO
Arena	92.0	82.0	Hidrómetro
Lino	8.0	10.0	Hidrómetro
Arcilla	0.0	8.0	Hidrómetro
Textura	Arenoso	Arena Franco	Triangulo Textural

CUADRO N° 2

ANÁLISIS QUÍMICO DE SUELOS Y SUB- SUELO DEL TERRENO EXPERIMENTAL

DETERMINACIÓN	SUELO 0 – 30	SUB – SUELO 30 – 60 cm.	MÉTODO	INTERPRETACIÓN
pH	7.90	7.40	Potenciómetro	ALCALINO
C.E dS/m.	0.55	1.66	Conductímetro	NORMAL
CaCO ₃ (%).	0.30	0.60	Gasovolumetrico	BAJO
M. O (%).	0.07	0.64	Walkley Black	BAJO
P (ppm).	7.00	18.00	O/sen	MEDIO ALTO
K (ppm).	173.0	291.0	Peach	MEDIO ALTO
CIC (meq/100 gr).	5.44	7.20	Ac NH ₄ pH7	BAJO
Ca (meq/100 gr).	4.18	5.10		BAJO
Ms (meq/100 gr).	0.67	0.85	Espectrofotómetro de	BAJO
K (meq/100 gr).	0.41	0.75	Absorción Atónica	BAJO
Na (meq/100 gr).	0.19	0.50		BAJO
Pb ppm	7.63	12.24	Espectrofotómetro de	BAJO
Cd ppm	1.45	2.42	absorción Atónica	MEDIO
Cr ppm	9.72	12.75		MEDIO

CUADRO N° 3 ANÁLISIS QUÍMICO DEL AGUA DE RIEGO PROVENIENTES DE LA LAGUNA DE OXIDACIÓN DEL SECTOR DE SAN PEDRO - CACHICHE, ICA.

N° Laboratorio		254
N° Campo		
pH		7.24
C.E.	dS/m	1.69
Calcio	meq/L	6.60
Magnesio	meq/L	1.48
Potasio	meq/L	0.59
Sodio	meq/L	8.41
SUMA DE CATIONES		17.08
Nitratos	meq/L	0.01
Carbonatos	meq/L	0.00
Bicarbonatos	meq/L	8.50
Sulfatos	meq/L	4.53
Cloruros	meq/L	4.10
SUMA DE ANIONES		17.14
Sodio	%	49.25
RAS	ppm	4.19
Boro		0.25
Clasificación		C3-S1
Plomo	ppm	0.048
Cadmio	ppm	0.010
Cromo	ppm	0.185

CUADRO N°4 PESO DE MATERIA SECA DE LAS DIFERENTES

MUESTRA DE ALGODÓN				25/01/2019		
N°	CÓDIGO	MUESTRA	PESO (g)	Pb (gr/Ha)	Cd (gr/Ha)	Cr (gr/Ha)
1	Muestra 01	HOJA	41.57	10.815	1.699	7.409
2	Muestra 02	HOJA	45.27	8.848	2.058	7.623
3	Muestra 03	HOJA	131.48	29.074	5.498	16.255
4	Muestra 04	HOJA	170	39.563	3.863	21.597
5	Muestra 05	HOJA	111.8	20.047	2.896	14.00
6	Muestra 01	TALLO	91.13	4.142	0.621	0.0269
7	Muestra 02	TALLO	111.68	2.89	1.396	0.380
8	Muestra 03	TALLO	241.3	9.65	2.467	0.713
9	Muestra 04	TALLO	330	16.799	4.124	1.499
10	Muestra 05	TALLO	274.3	9.600	2.742	0.810
11	Muestra 01	RAIZ	5.5	0.149	0.049	0.052
12	Muestra 02	RAIZ	11	0.33	0.119	0.119
13	Muestra 03	RAIZ	18.7	0.67	0.153	0.080
14	Muestra 04	RAIZ	24.18	1.159	0.225	0.318
15	Muestra 05	RAIZ	41.35	1.503	0.498	0.178

CUADRO N° 5 CONTENIDO DE METALES PESADOS EN PLANTA COMPLETA DEL CULTIVO DE ALGODÓN VAR. TANGÜIS LINAJE ICA – 161 – 74 REGADO CON AGUAS SERVIDAS EN EL SECTOR DE SAN PEDRO CACHICHE, ICA.

N°	Σ RTH	Pb	Cd	Cr
1	138.20	46.422	7.852	26.414
2	167.95	41.757	11.565	30.688
3	391.48	116.285	23.577	51.247
4	524.18	173.811	23.349	75.886
5	427.45	107.152	20.497	56.636

CUADRO N° 6 CONTENIDO DE METALES PESADOS EN PLANTA COMPLETA.

Pb (ppm)	Cd (ppm)	Cr (ppm)
14.78	2.50	8.41
10.94	3.03	8.04
13.07	2.65	5.76
14.59	1.96	6.37
11.03	2.17	5.83

GRAFICO N° 1

PRODUCCIÓN DE MATERIA SECA DE LAS PLANTAS DE ALGODÓN VAR.: TANGÜIS, REGADOS CON AGUAS SERVIDAS EN EL SECTOR DE CACHICE - ICA.

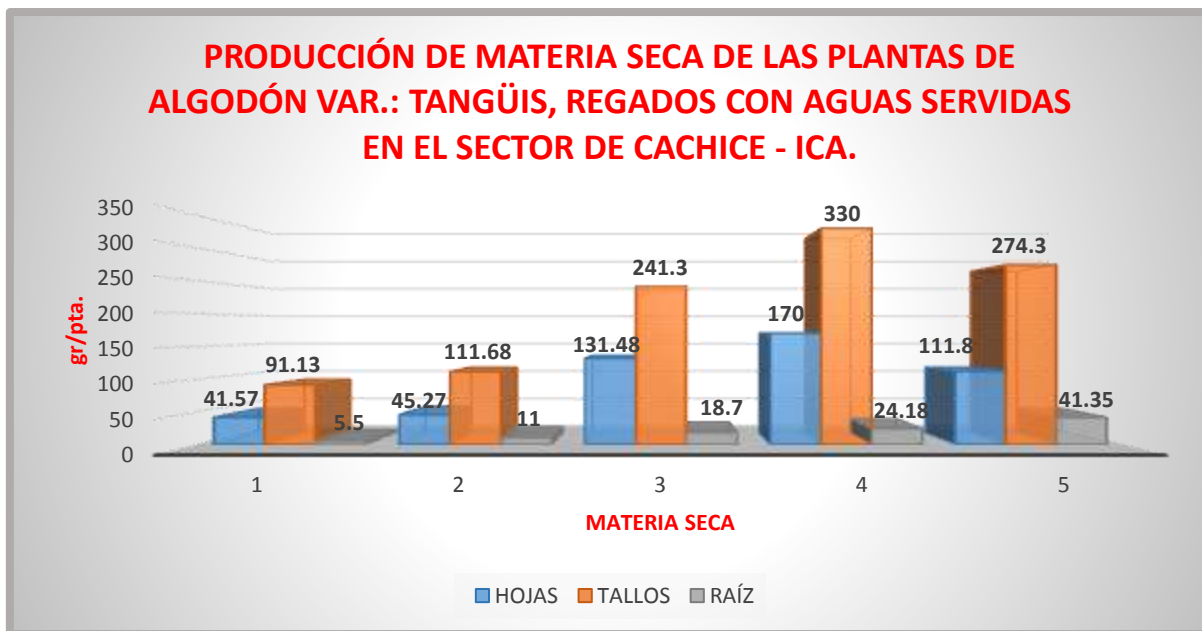


GRAFICO N° 2 CONCENTRACIÓN DE METALES PESADOS EN RAICES DE PLANTAS DE ALGODÓN VAR.: TANGÜIS REGADO CON AGUAS SERVIDAS EN EL SECTOR DE CACHICHE - ICA.

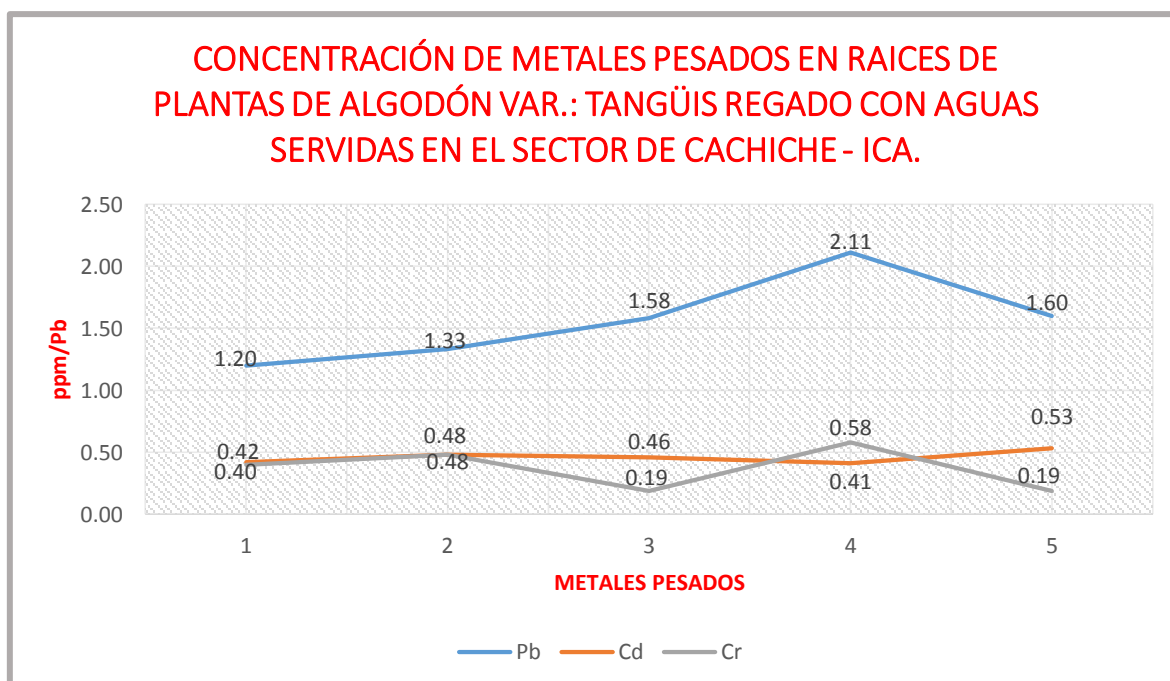


GRAFICO N° 3

NIVELES DE ABSORCIÓN DE METALES PESADOS EN RAICES DE ALGODÓN VAR.: TANGÜIS REGADO CON AGUA SERVIDAS, EN EL SECTOR DE CACHICHE - ICA.

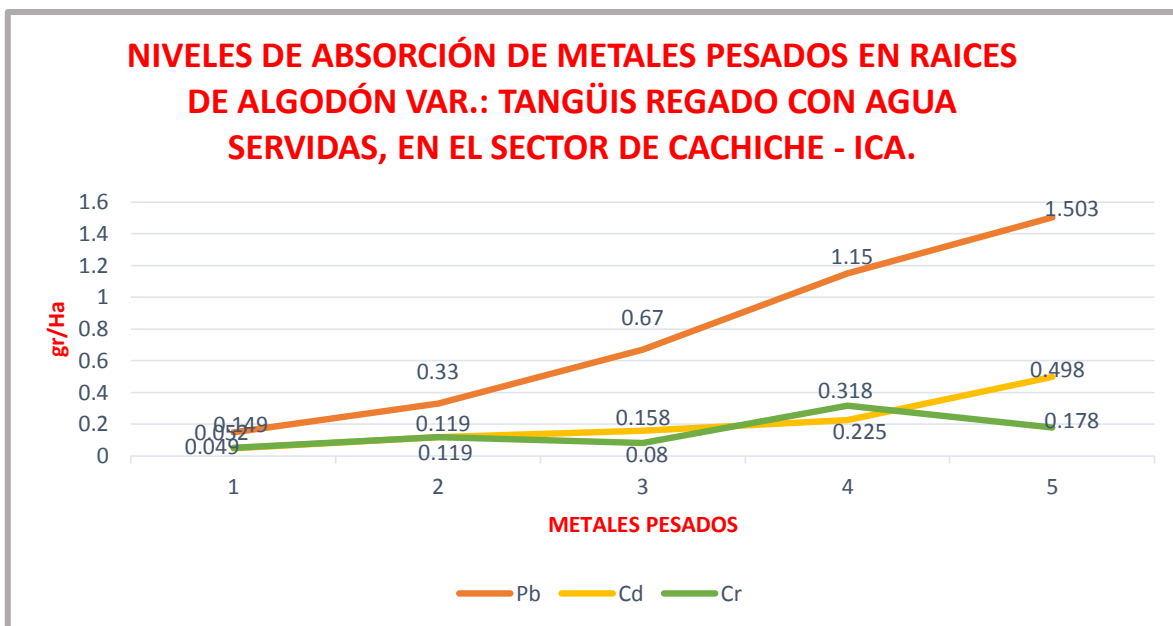


GRAFICO N° 4

CONCENTRACIÓN DE METALES PESADOS EN TALLOS DE ALGODÓN VAR.: TANGÜIS REGADO CON AGUAS SERVIDAS EN EL SECTOR DE CACHICHE - ICA.

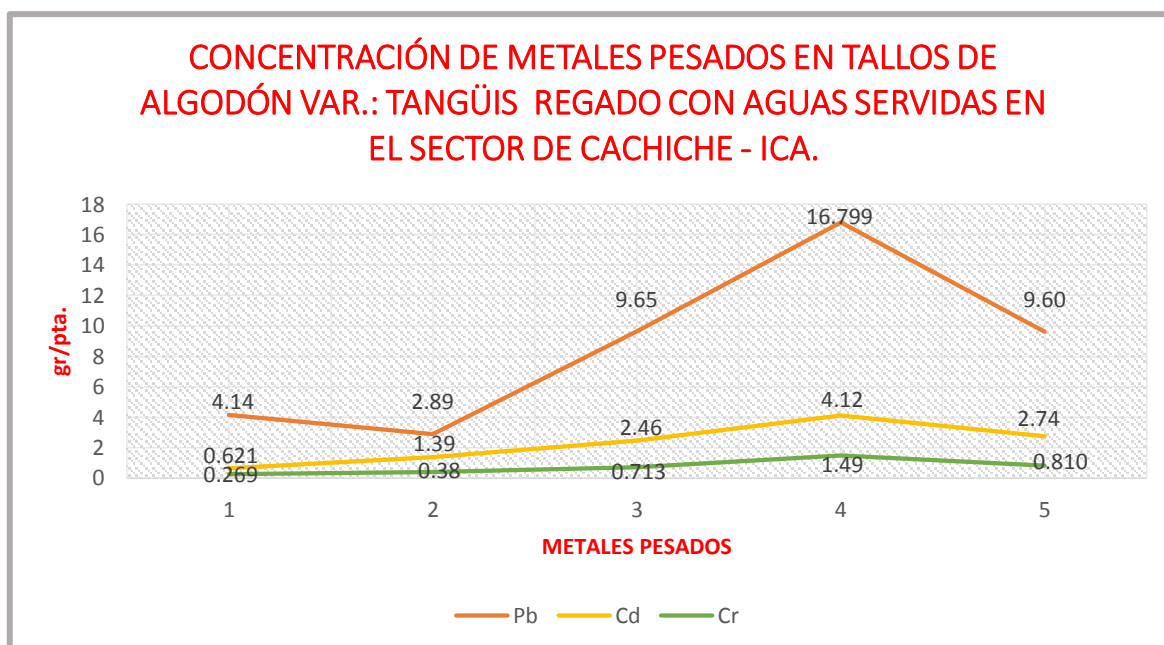


GRAFICO N° 5

NIVELES DE ABSORCIÓN DE METALES PESADOS EN TALLOS DE ALGODÓN VAR.: TANGÜIS REGADO CON AGUAS SERVIDAS EN EL SECTOR DE CACHICHE ICA.

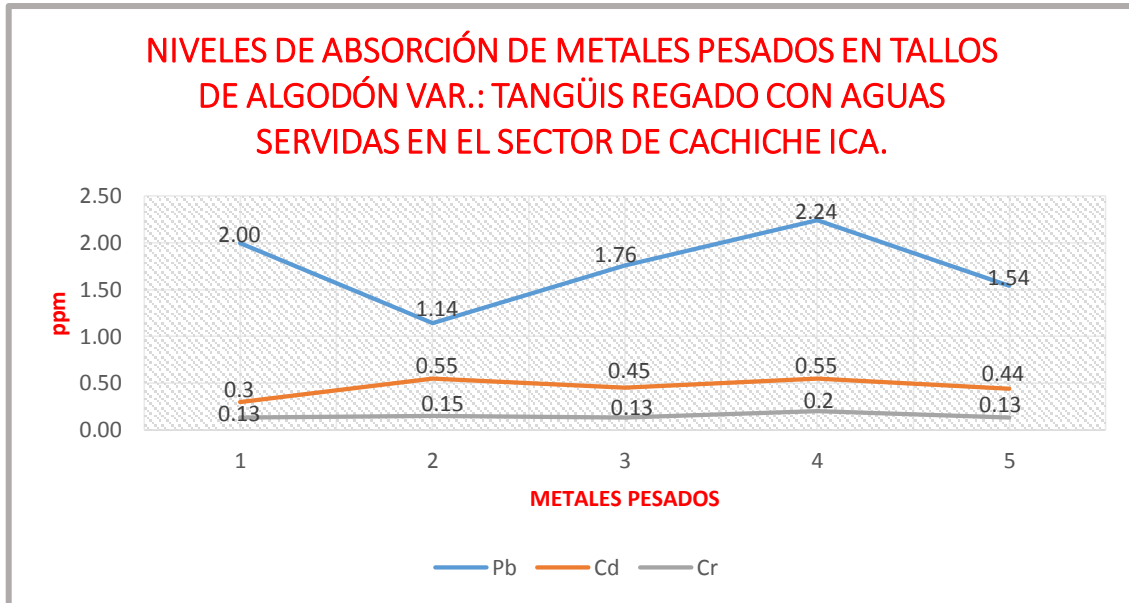


GRAFICO N°6

CONCENTRACIÓN DE METALES PESADOS EN HOJAS DE ALGODÓN VAR.: TANGÜIS, REGADOS CON AGUAS SERVIDAS EN EL SECTOR DE CACHICE - ICA.

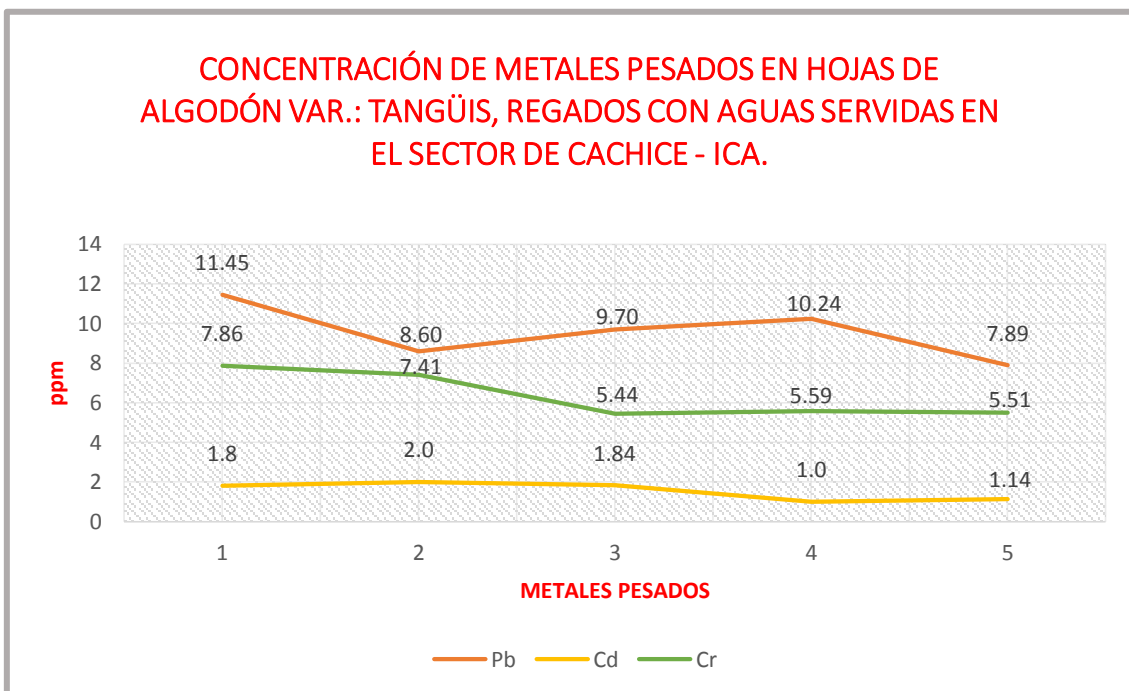


GRAFICO N° 7

NIVELES DE ABSORCIÓN DE METALES PESADOS EN HOJAS DE ALGODÓN VAR.: TANGÜIS, REGADOS CON AGUAS SERVIDAS EN EL SECTOR DE CACHICE - ICA.

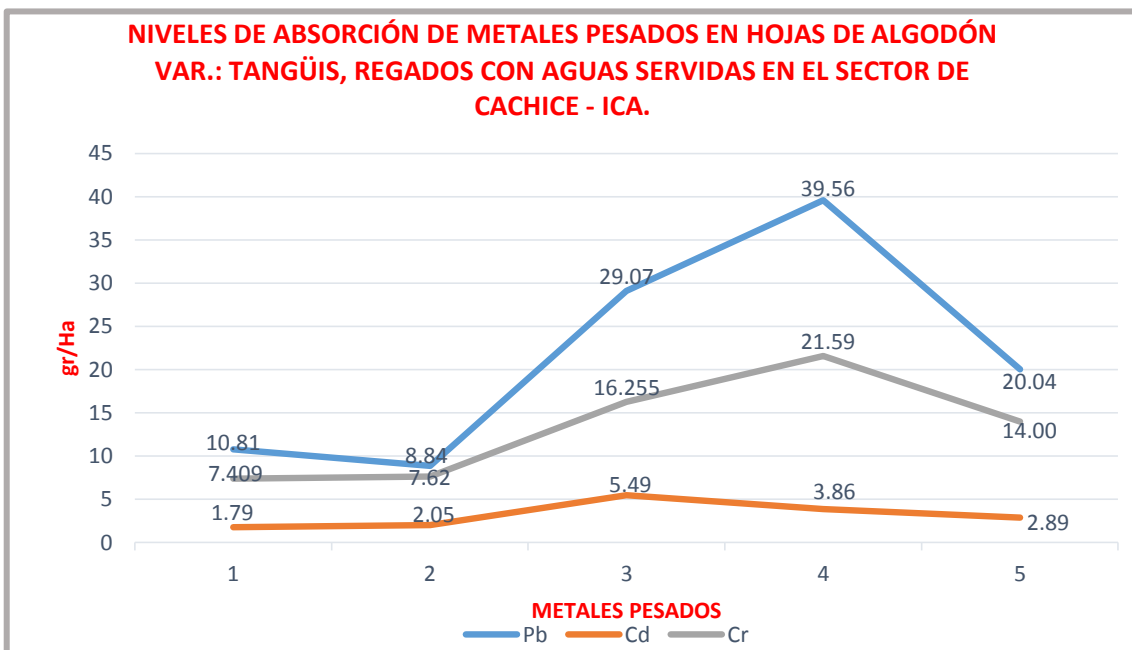


GRAFICO N° 8

CONCENTRACIÓN DE METALES PESADOS EN PLANTAS COMPLETAS DE ALGODÓN Var.: TANGÜIS, REGADO CON AGUAS SERVIDAS EN EL SECTOR DE CACHICHE - ICA.

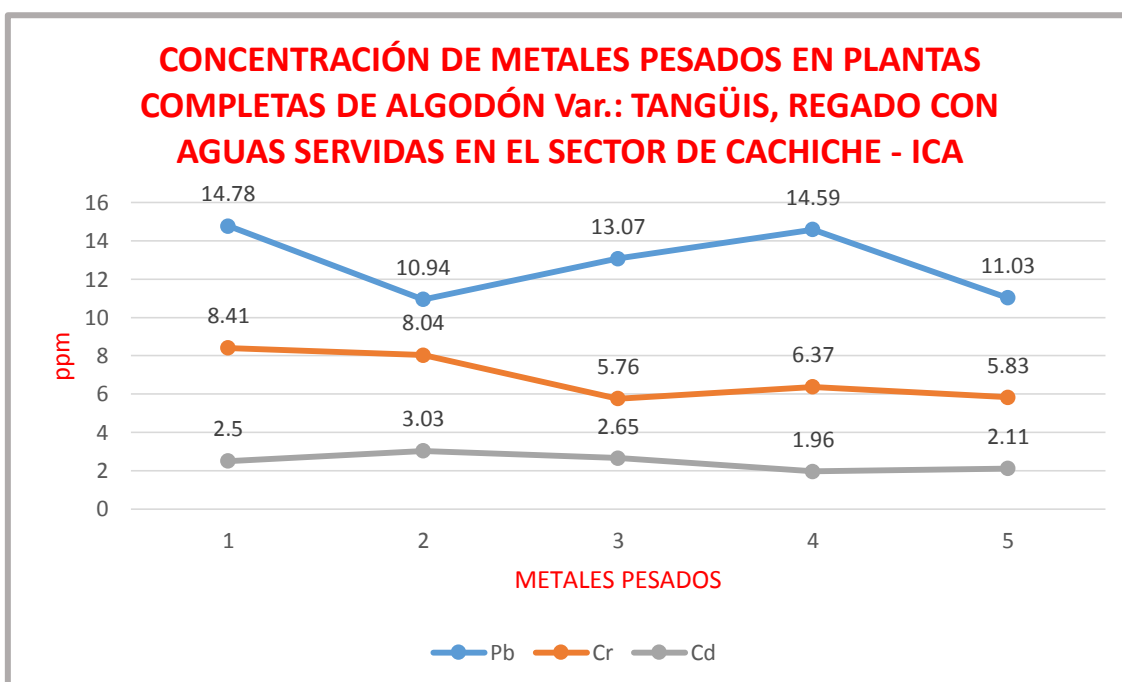
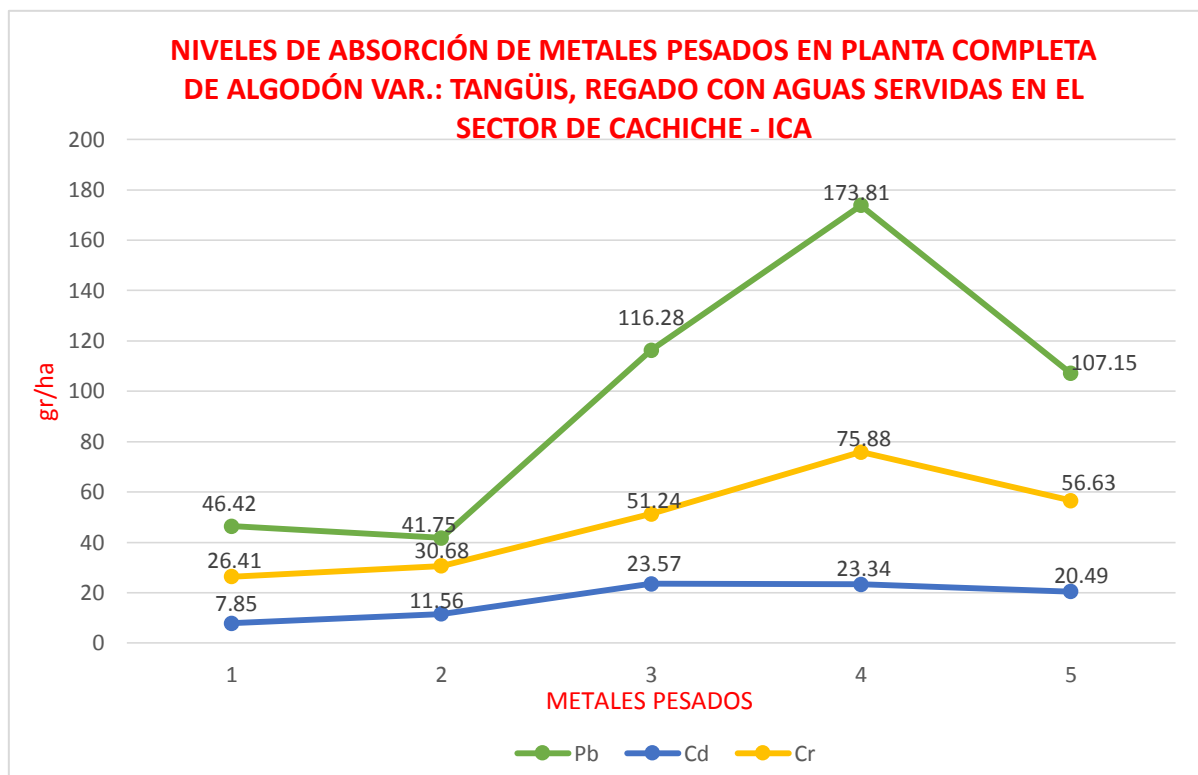


GRAFICO N° 9

NIVELES DE ABSORCIÓN DE METALES PESADOS EN PLANTA COMPLETA DE ALGODÓN VAR.: TANGÜIS, REGADO CON AGUAS SERVIDAS EN EL SECTOR DE CACHICHE - ICA



5.2 DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Analizando el **Cuadro N° 1** del análisis físico Mecánico del suelo vemos que el suelo de 0 a 30 cm es completamente arenoso, filtrante sin contenidos de arcilla; en cambio en el subsuelo de 30 a 60 es una arena franca poco retentiva de humedad, es por ello que los riegos que se dan por gravedad (por surcos) son permanentes para abastecer de humedad a la planta.

Viendo el cuadro N° 2 de análisis químico de suelo y subsuelo diremos que es un terreno de Ph alcalino, bajo en sales solubles carbonato de calcio y pobre en materia orgánica, los contenidos de fosforo son variables medio en suelo y alto en subsuelo, lo mismo sucede con el potasio disponible.

Evaluando la CIC o la fertilidad natural del terreno diremos que es un suelo bastante pobre en su dotación de elementos en especial elementos como calcio magnesio y potasio. Sin problemas de sodicidad.

También se analizó metales pesados observándose que el plomo tiene valores medianos pero que no afectan o no llegan al nivel crítico, el que sí está dentro de los umbrales de contaminación es el cadmio el cual los estándares dicen que lo máximo es 2 ppm y en el subsuelo en este caso se tiene contenidos de 2.42 ppm lo cual ya me está indicando que hay un proceso de acumulación y contaminación por cadmio y se puede afectar el desarrollo de las plantas , de igual manera el cromo también está concentrándose en el subsuelo ya que los valores sobrepasan los 12.75 ppm siendo el rango permisible de 12 a 100 ppm.

El agua que se utiliza para regar los campos son aguas servidas o del desagüe, pero también fueron analizadas en el mismo laboratorio y se observa que tiene un pH ligeramente alcalino y un nivel de sales de 1.69 Ds/m que pasa situaciones practicas se pueden usar muy bien para mayores cultivos incluyéndose al algodón el cual puede regarse hasta con aguas de 3 a 4 Ds/m, pero según RIBERSIDE se considera un agua de mediana salinidad que no afecta a los cultivos porque el suelo en el que se trabajo es de textura suelta, arenosa que permito eliminar fácilmente elementos tóxicos de la sal como el cloro y el Sodio.

Analizando los cationes solubles o disueltos en el agua el sodio es el predominante seguido de cerca por el calcio y a nivel de aniones el dominante son los bicarbonatos dejando en segundo término a los sulfatos y cloruro todo ello hace que estas aguas se comporten como aguas muy duras sin problemas de sodio, RAS, ni boro.

PRODUCCIÓN DE MATERIA SECA DE PLANTAS DE ALGODÓN VAR. TANGÜIS LINAJE ICA – 161 – 74 .

El cultivo de algodón fue muestreado en 5 veces durante los últimos 5 meses desde octubre del 2017 hasta marzo del 2018 y revisando el grafico N° 1 vemos de un aumento gradual y progresivo de materia seca desde el mes de octubre y se hace máximo el crecimiento expansivo de la planta en el mes de enero durante el 4to muestreo en el mes de enero. Llegando al tope de producción de tallos con 330 gr/ planta.

En segunda instancia en el último muestreo los tallos produjeron un valor promedio de 274.3 gr/planta. Después las hojas tuvieron su mayor

producción de materia seca en el mes de Enero que fue el 4to muestreo con 170gr/planta finalmente los valores promedio de la raíz fueron bastante estrechos y escasos donde el más alto contenido se obtuvo en el 5to muestreo con 41.35 gr/planta

CONCENTRACION DE METALES PESADOS EN RAICES DE ALGODÓN VAR.: TANGÜIS.

Analizando los resultados del laboratorio se graficó la concentración del plomo, cadmio y cromo y vemos según las curvas de tendencia que el elemento con mayor concentración es el plomo el cual presenta una tendencia gradual a incrementarse desde el primer muestreo y se hace máximo en el 4to muestreo con 2.11 ppm y decae al final en el 5to y ultimo muestreo, en cambio tanto el cadmio como el cromo presentan valores muy escasos en cada uno de los periodos de toma de muestras sin llegar a la unidad de parte por millón que están por debajo del valor de 0.58 ppm. Lo que nos indica que los 3 elementos si bien pueden ser absorbidos por la raíz rápidamente suben por el tejido xilematico hacia el tallo y recalcan en las hojas con lo cual las raíces pueden ser incorporadas en el mismo terreno porque tienen bajo riesgo de contaminación de los mismos por metales pesados estudiadas en el presente trabajo.

(Chan y hale 2004), Menciona que en la planta, el cadmio se acumula preferentemente en la raíz secuestrado la vacuola de las células, y solo una pequeña parte es transportada a la parte aérea de la planta concentrándose en orden decreciente en tallos, hojas, frutos y semillas.

(Gouia et al. 2000), determino que el cambio reduce la absorción de nitratos y el transporte de los mismos de la raíz al tallo, además de inhibir la actividad nitrato reductasa en tallos.

NIVEL DE ABSORCION DE METALES PESADOS EN RAICES DE ALGODÓN VAR. TANGÜIS

Revisando el grafico N° 3 vemos claramente que la planta de algodón absorbió rápidamente el plomo teniendo un valor máximo de 1.503 gr/Ha en cambio los otros 2 elementos fueron absorbidos muy escasamente llegando

a 0.498 gr/Ha para el cadmio y el cromo llego a 0.318 gr/Ha en el 4to mes de muestreo decayendo fuertemente al final en el quinto muestreo.

CONCENTRACIÓN DE METALES PESADOS A NIVEL TALLOS

Estos resultados se muestran en el grafico N°4 donde sigue siendo el plomo el elemento más deseado por la planta de algodón que empieza con un valor de 4.14 gr/Ha decae en el segundo muestreo y se hace máximo en el 4to muestreo con un valor de 16.799 gr/Ha. Finalmente en el 5to mes los niveles de plomo decaen más del 40 % hasta 9.60 gr/Ha. Los otros 2 elementos tienen una concentración bastante menor siendo el Cadmio el elemento que es tomado hasta 4.12 gr/Ha y decae al final mientras que el Cromo es el menos absorbido por los tallos con apenas 1.49 gr/Ha durante el 4to mes de muestreo con 1.49 gr/Ha.

(Wierzbicka, 1987), nos dice que la posibilidad de transporte simplástico del plomo ha sido demostrada en raíces de cebolla e hipocotilos de berro.

Altas concentraciones de plomo causan lesiones e interrupción en la función de la barrera del plasmalema tanto en la permeabilidad selectiva del plasmalema como en el tonoplasto

(Seregin, et al., 2004), Se ha demostrado que el plomo se retiene más en la superficie del plasmalema que en las paredes celulares. El plomo puede entrar en células dañadas junto con otros componentes como determinados colorantes, los cuales no entran en células dañadas.

(Burton et al. 1984), nos dice que la toxicidad por plomo en el caso de tallos se ve reflejado con la aparición de manchas rojizas en esta parte de la planta, así mismo se ve reflejado por un crecimiento retardado.

NIVELES DE ABSORCIÓN DE METALES PESADOS EN TALLOS

Revisando el grafico N°5 observamos que el comportamiento del plomo es bastante errático pues en el primer muestreo absorbe 2gr/Ha, en el segundo y tercer muestreo de las plantas estos valores decaen a 1.14 y 1.76 gr/ha lográndose el máximo de absorción en el 4to muestreo con 2.24 gr/Ha y al final se reduce este valor a 1.54 gr/Ha. Los otros 2 elementos como el cadmio y el cromo son absorbidos en cantidades extremadamente pequeñas sin afectar mayormente el desarrollo del cultivo el cual no llega ni al 0.55 gr/Ha.

CONCENTRACION DE METALES PESADOS A NIVEL HOJAS

Observando el Grafico N°6 acerca de la concentración de los metales pesados a nivel de hojas en el cultivo de algodón variedad Tangüis a pesar de que los contenidos de plomo son bastante moderados y considerados como aceptables van desde 11.45 ppm hasta 7.89 ppm, muy parecido se tienen los contenidos del cadmio el cual va descendiendo de 7.86 hasta 5.51 ppm desde el inicio al final del muestreo. Finalmente el cromo fue el menos asimilado con apenas 2 ppm en el 2do muestreo y decae a 1 ppm en el 4to muestreo.

Todos estos valores no llegan a afectar el comportamiento fisiológico del algodón toda vez que las aguas servidas que provienen de la ciudad de Ica no tienen elevados tenores ni de sales ni de metales pesados tal vez porque se trata de una ciudad en crecimiento con poca industria y tiene como mayor componente la eliminación de aguas de la zona urbana que son familias que utilizan el recurso hídrico para sus necesidades de limpieza, alimentación y hay pocas fábricas.

(Rebechini y Hanzely, 1974), nos menciona que el proceso de fotosíntesis de las plantas es alterado en los cloroplastos por la toxicidad del plomo causando innumerables afectos adversos. Sin embargo, se pueden resumir a continuación para facilitar su comprensión:

- Disminución de la tasa fotosintética
- Distorsión de la ultra estructura del cloroplasto
- Restricción de síntesis de clorofila, plastoquinona y caratenoides
- Obstrucción de transporte de electrones
- Inhibición de actividades enzimáticas del ciclo de Calvin
- Deficiencia de CO₂ como un resultado de cierre estomático.

NIVELES DE ABSORCION EN METALES PESADOS A NIVEL DE HOJAS

En el grafico N° 7 vemos que el elemento que mayor es tomado por las plantas es el plomo, el cual tiene bajos contenidos en el 1er y 2do muestreo pero crece rápidamente y llega hasta 39.56gr/Ha en el 4to mes de muestreo donde las plantas tienen su máxima absorción y corresponde al mes de enero y al final en el 5to mes este valor recae a 20.04 gr/Ha, un

comportamiento parecido lo tiene el cadmio el cual desde el primero hasta el 4to muestreo tiene una tendencia a incrementar sus contenidos dentro las hojas llegando hasta 21.59 gr/Ha y decae hacia el final. Por último el cromo debido a su bajo grado de solubilidad tiene valores muy pequeños que se incrementa de 1.79 gr/Ha al inicio llegando hasta 5.49 gr/Ha en el 3er. mes de muestreo y luego tiene una tendencia a disminuir su absorción.

CONCENTRACIÓN DE METALES EN LA PLANTA COMPLETA DE ALGODÓN VARIEDAD TANGÜIS.

En el grafico N° 8 se hizo un consolidado de pesos o valores de la concentración de los metales pesados sumando los valores de la raíz, el tallo y las hojas llegándose a ver que la máxima concentración de plomo dentro del tejido vegetal se dio en el 1er y 4to mes de muestreo con valores de 14.78 y 14.59 ppm y al final decae un poco, en cambio el cromo tiene las mayores concentraciones en los dos primeros meses disminuyendo de 8.41 hasta 5.76 ppm. Finalmente el cadmio tuvo un comportamiento más parejo donde no se observan picos fuertes de concentración y son valores muy bajos que no afectan la fisiología del cultivo.

NIVELES DE ABSORCIÓN DE METALES PESADOS EN LA PLANTA COMPLETA DE ALGODÓN VARIEDAD TANGÜIS

En el grafico N° 9 se ve claramente como el plomo es el elemento más predominante de los 3 en estudio y se observa un fuerte incremento de 41.78 gr/Ha en el segundo muestreo asciende fuertemente hasta 173.81 gr/Ha en el 4to mes de muestreo y se decae al finalizar el 5to mes a 107.15 gr/Ha, el cromo también tuvo un comportamiento parecido y asciende desde 26.41 gr/Ha en el primer muestreo hasta 75.88 gr/Ha al final decae un poco a 56.63 gr/Ha, el cadmio es de lejos el elemento menos absorbido, pero con mayor toxicidad y se ve que de 7.85 gr/Ha por muestreo sube a 23.57 gr/ Ha en el 3er mes y decae ligeramente en el 4to y 5to mes de muestreo.

CAPÍTULO VI

COMPROBACIÓN DE HIPÓTESIS

6.1 CONTRASTACION DE HIPOTESIS GENERAL

De acuerdo a los resultados obtenidos en el presente estudio se comprueba de manera concreta que hay un proceso de acumulación progresiva de los metales pesados a nivel del sub suelo de 30 a 60 cm se ha detectado contenidos muy altos de plomo que llegan a 12.24 ppm, el cromo a 12.75ppm y cadmio a 2.42 ppm lo cual demuestra que para el caso de estos dos últimos elementos niveles que llegan al punto medio y a nivel de plantas se ve claramente que la mayor concentración de metales pesados se dieron a nivel de hojas muy por encima a los valores obtenidos a nivel de raíz y tallo.

6.2 CONTRASTACION DE HIPOTESIS ESPECÍFICA

Según los análisis foliares realizados en el laboratorio de análisis de suelos en la facultad de agronomía de la Universidad Nacional Agraria la Molina muestra claramente que el plomo, cadmio y cromo se acumulan en pequeñas cantidades a nivel de raíces y tallos. La mayor parte de ellos se movilizan y se trasladan hacia la hoja en especial el cromo junto con el plomo lo cual perjudica de manera muy importante todo el proceso de fotosíntesis reduciendo la producción de fotosintatos y a la vez reduce la producción.

CAPITULO VII

CONCLUSIONES

Según los resultados obtenidos en el presente estudio podemos concluir de la siguiente forma:

- El cultivo de algodón que se instaló en la parcela del Señor Carrizales Luis corresponde a la variedad Tangüis linaje ICA 161 – 71.
- El suelo en el que se instaló este cultivo es de textura arenosa a arenosa franca, alcalino libre de sales sin carbonatos y de baja fertilidad química según se puede desprender de los cuadros **N°1 Y N°2**.
- Al analizar el contenido de metales pesados en el terreno se encontraron valores bastantes más elevados a nivel del sub suelo lo que demuestra un efecto acumulativo permanente a unado a ello por sus escasos contenidos de limo y arcilla de la segunda capa de suelo.
- Al revisar el análisis de aguas esta presenta una calidad C3-S1 que significa aguas de mediana salinidad y bajo peligro de sodicidad con un pH ligeramente alcalino con predominancia del Ion sodio y bicarbonatos.
- Al revisar los análisis foliares de raíz de algodón se observa que la planta acumula cantidades muy pequeñas de cadmio y cromo siendo el plomo el que es tomado en mayor proporción, pero sin llegar a niveles tóxicos.
- Evaluando los tallos del algodón vemos claramente que el elemento que se acumula mayormente es el plomo seguido por el cadmio y el cromo es el menos asimilado y depositado en las estructuras de los tallos.
- Revisando las hojas del algodón podemos ver claramente que las mayores concentraciones en esta estructura lo tiene el plomo al igual que el cromo pudiendo producir un efecto contaminante y toxico para la planta

toda vez que son las hojas las encargadas de realizar el proceso de fotosíntesis y que se vería mermado por la presencia de estos elementos tóxicos, así también diremos que el cadmio tiende a ser más acumulado o tiende a acumularse más en todo el follaje con valores que superan el 1.0 ppm.

- Evaluando la sumatoria del contenido de metales pesados en las 3 partes analizadas de la planta se corrobora que el plomo se absorbe mayormente en el 1er y 4to periodo de muestreo mientras que el cadmio lo hace en el segundo mes de muestreo y el cromo tiene una tendencia a disminuir su contenido de 8.41 a 5.83 ppm desde el primer al último muestreo.

CAPÍTULO VIII

RECOMENDACIONES

Las recomendaciones que daremos a continuación salen como consecuencia de las condiciones de manejo del cultivo ubicado en el sector de San Pedro caserío de Cachiche, distrito Ica:

- Se sugiere repetir estos experimentos, pero fundamentalmente en cultivos alimenticios o de pan de llevar que se siembran en la zona, como maíz, pallar, zapallo y frutales tomando en cuenta los productos comestibles.
- Para completar y profundizar los conocimientos adquiridos durante esta experiencia sugerimos analizar la fibra, lo que no se hizo en esta ocasión para ver el contenido de los metales pesados y como estos podrían afectar la salud de las personas lo que implicaría una investigación interdisciplinaria
- También se sugiere realizar una evaluación más exhaustiva tomando las muestras foliares durante cada uno de los meses desde el inicio hasta finalizada la cosecha que nos de valores confiables y consistentes acerca del proceso de absorción tanto de nutrientes como metales pesados que realiza la planta.
- Para reducir el proceso de acumulación de metales pesados tanto en suelo como en subsuelo sugerimos probar enmiendas como la Cal, Yeso agrícola y materia orgánica así como microorganismos que ayuden a reducir la absorción de metales pesados por la planta así como reducir la disponibilidad de los mismos.

CAPÍTULO IX

FUENTES DE INFORMACIÓN

1. **ACOSTA, M (2007).** *Determinación de metales pesados en suelos agrícolas del valle de Mezquetal.* Hidalgo tesis optar título en Biología UA del estado de Hidalgo UAEH – MÉXICO.
2. **ALAN, H y ROMERO, B.** *Contaminación de suelos por metales pesados Departamento de cristalografía, mineralogía y química agrícola – Universidad de Sevilla.*
3. **ASOCIACIÓN DE AGRICULTORES DE ICA (SAN CAMILO),** “*Principales características de los Linajes de Algodón.*”
4. **BASURTO, A. 1992.** *El cultivo del algodónero. Copias mineografiadas.* Facultad de Agronomía. UNA – La Molina. Lima – Perú.
5. **BATES, H. Y OSBORN, J. 1961.** *Algodón Unión Tipográfica* Editorial Hispano Americana. México.
6. **BELMONTE, F; ROMERO, A; ALONSO, F; MORENO, J Y ROJO S; (2010)** *Afectación de suelos agrícolas por metales pesados en áreas limítrofes a explotaciones mineras del sureste de España universidad de Murcia.*
7. **BERNAL, C:** fertilidad y contaminación de suelos agrícolas al cultivo de la vid, Departamento de conservación de suelos y aguas.
8. **BIDWELL, R. 1982.** *Fisiología Vegetal.* AGT Editor S.A. 784 pag.
9. **BOZA, T. 1973.** *El cultivo del algodón Tangüis.* Departamento de difusión técnica Sociedad Nacional Agraria en Liquidación. Lima – Perú.
10. **CAJUSTE, L; CARRILLO, R; COSTA, E AND LAIR, R (1991).** *The distribution of metals from waste water in the Mexican valley of mezquital water, air and soils pollution V.* 57 – 58 pp. 763 – 779.
11. **CANO, M; MORENO, M y GONZALES, J; (1997).** *Evaluación de la contaminación por metales pesados en suelos de cultivos Ecología N°11 p.p* 83 – 89 Madrid – España.
 - a. Centro de Edafología y Biología Aplicada. Murda – España
12. **CHANG, A. C., GRANATO, T. C., PAGE, A. L. 1992.** *A methodology for establishing phytotoxicity. Criteria for chromium, copper nickel and zinca in agricultural land*

application of municipal sewage sludges. J Environ. Qual. 21 pp 521 – 536.

13. **CHAVEZ, et-al (2014).** *The concentration of cadmium (cd) in Ecuadorian Ca Cao; its nexus with soil – cd XX Congreso Latinoamericano de ciencia del suelo.*
14. **FLORESML; BLAS, G; HERNANDEZ G; ALCALA, R; (1997).** *Distribution and sequential extraction of some heavy metals from soil, irrigated with wastewater from Mexico City* pp 239 – 249.
15. **Ing. Agrónomo José García Fernández** El algodónero “Chapoda de algodónero” Editorial Dossat S.A., **Pag, 112.**
16. **KABATA – PENDIAS, a; PENDIAS, H (1984)** *Agricultural problems related to excessive trace metal contents of soils in heavy metals.* Salomons w. Forstner U, Maer (eds) Springer – Berlin 412.
17. **KLETTER, E. 1988.** *Situación del algodón Peruano, informe Kletter.* Boletín informativo de la Asociación de Fomento Agroindustrial de Chincha.
18. **LAGIERE, R. 1969.** *El algodón.* Editorial Blume. Barcelona – España.
19. **LLOYD, P. MERK, E. and GROVE, B. 1961.** *The effect of boll weevil infestation on yield and quality of cotton.* Journal of Economic Entomology. Vol. 55, N° 2 pag 22.
20. **MAXIMOV, N. 1952.** *Fisiología Vegetal.* Tercera Edición. 399 pag.
21. **MICO LOPEZ CAROLINA (2005).** *Estudio de metales pesados en suelos agrícolas con cultivos hortícolas de la provincia de Alicante.* Tesis doctoral de la Universidad de Valencia. Departamento de Biología Vegetal.
 - a. Noviembre - Cusco Perú
 - b. Noviembre, Cusco – Perú
22. **REQUEME, J et- al.** *Metales pesados en suelos agrícolas del valle medio y bajo del río SINU, Departamento de Córdoba.* II Seminario de Ciencias Ambientales SUE – Caribe. Universidad de Montería – Colombia.
23. **ROBLES, F. Y LAZO, J. 1996.** *Hablando del algodón y la crisis de precios Artículo Técnico.* Boletín informativo de la Asociación de Fomento Agroindustrial de Chincha.
24. **ROBLES, S.R. 1980.** *Producción de Oleaginosas y Textiles,* editorial Limusa. Primera edición. PP. 165 -172
25. **SACO VERTIZ, E. Y GAZZO, J. 1997.** *El cultivo del algodón.* Agro Misti Boletín bimensual de divulgación técnica. Julio – Agosto Lima – Perú.

26. **SARMIENTO, A. A. 1978.** *Bases técnicas del cultivo del algodón en Colombia.* Bogotá, Colombia. Pag 17.
27. **SCHOTT, P. and WILLARD, J. 1984.** *Pix regulador de crecimiento para algodónero. BASF. Reportes agrícolas.* Edición especial Pix.
28. Tamara Gonzalez Litma; 26 de febrero de 2017 – Perú.
29. **TELLO, R Y GRADOS, P (2017).** *Determinación de metales pesados en suelos aguas plantas de tanguelos, mandarinas y paltos en el fundo “pongo” en la zona media del valle de Ica.* Tesis Ing. Agro – Unica.
30. **VELARDE, G. 1980.** *Fisiología del algodón. Tema tratado en el curso Especializado de control integrado de plagas del algodónero.* Convenio CENCIRA – HOLANDA II. Chincha – Perú.
31. **VILLAGARCIA, S. 1984.** *Abonamiento del algodónero en la costa.* Documento técnico. Convenio Universidad Agraria y Ministerio de Agricultura. Lima – Perú.
32. **YAN G, X; TARQ, M; STOFELLA, P and HE, Z (2014).** *Transport of Heavey Metals from soil to human. Food Chain in XX Latin Americang Congress of gcience of soil.*
33. **ZARECOR, D. Y SCHOTT, P. 1984.** *Producción de algodón en los EE.UU y fisiología.* BASF. Reportes Agrícolas. Edición especial Pix.

X. ANEXOS

10.1 MATRIZ DE CONSISTENCIA

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES	INSTRUMENTOS
General	General	General	Independiente	
utilizar estas aguas servidas o residuales para regar no solo cultivos agroindustriales sino de consumo alimenticio directo con la consecuente contaminación del suelo del aire y sobre todo de los productos cosechados.	<ul style="list-style-type: none"> Estudiar el comportamiento del cultivo de algodón Tangüis en cuanto a la absorción de macro elementos y metales pesados por el riego con aguas servidas y consiguiente contaminación de suelos por el recurso hídrico. 	Con el uso continuo permanente e indiscriminado de aguas servidas (negras o residuales) para regar el cultivo de algodón a través del tiempo se va producir un proceso de acumulación gradual y constante de elementos metálicos pesados que se vuelven indeseables tanto en el suelo como en el aire logrando contaminar a los tejidos vegetales que podrían incluso llegar hacia la fibra lo cual es perjudicial para el productor de la zona	<ul style="list-style-type: none"> Cultivo de algodón variedad Tangüis, linaje. Agua de riego, aguas servidas. 	bolsas, lampas, etiquetas, Hidrómetro de bouyucos, Conductivimetro, Potenciómetro, Walkley black, Olsen, Acetato de amonio pH 7, Gasovolumetrico, Espectrofotometría de absorción atómica.
Especifico	Especifico	Especifico	Dependientes	
La falta de conocimiento o estudios en el área de contaminación de los recursos naturales nos obligan a realizar evaluaciones y estudios del efecto contaminante de estas aguas servidas y su probable efecto en la salud tanto de los seres humanos y animales domésticos	<ul style="list-style-type: none"> Realizar una evaluación del proceso de contaminación del suelo por el uso continuado de aguas servidas en la agricultura del sector de san Pedro. Determinar la concentración y absorción de metales pesados en la planta de algodón y su incidencia en la calidad de fibra y rendimiento del cultivo. 	Los tres elementos metálicos analizados se ubican en cada una de las partes de las plantas, pero la mayor concentración de ellas se ubican a nivel de hojas con los cual si estos residuos se utilizan para alimentar al ganado vacuno podría producir un efecto fuerte de acumulación tanto en la hoja, carne de los animales que sirven para consumo directo del ser humano.	<ul style="list-style-type: none"> a. Suelo agrícola del sector San Pedro - Cachiche b. Concentración de metales pesados en raíces, tallos y hojas del cultivo de algodón. 	

10.2 INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN

UBICACIÓN DEL LUGAR

SECTOR SAN PEDRO CACHICHE, PROVINCIA ICA, DEPARTAMENTO ICA - PERÚ.



DATOS METEOROLOGICOS

Los datos meteorológicos obtenidos corresponden al Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI) de Ica, estación de san Camilo, cuya ubicación geográfica es la siguiente:

- Latitud Sur 14° 04' 24.22"
- Longitud Oeste 75° 42' 34.48"
- Altitud 406 m.s.n.m
- Coordenada UTM Norte 8444041
- Coordenada UTM Este 423395

Se ha obtenido información de los meses que han correspondido al desarrollo del cultivo y tiempo que duro el trabajo de investigación, que inicio en el mes de octubre del 2017 y culmino en el mes de marzo del 2018, de los siguientes parámetros: Temperatura máxima, minina y media mensual, horas de sol, humedad relativa, los mismos que se consideran importante para la interpretación y discusión de los resultados.

MESES	TEMPERATURA °C			HORAS DE SOL		HUMEDAD RELATIVA (%)
	MAX	MIN	MED	MENS	DIARIA	
2017 OCTUBRE	31.11	21.9	12.7	237.5	7.66	65
2017 NOVIEMBRE	32.11	22.68	13.26	255.3	8.51	64.3
2017 DICIEMBRE	38.8	12.95	25.80	263,5	8.95	65.6
2018 ENERO	38.5	17.05	25.70	283	9.15	65.5
2018 FEBRERO	39.3	13.95	26.60	276	9.2	65.5
2018 MARZO	38.5	13.05	25.70	280.55	9.05	65.6

Fuente: Estación meteorológica MAP 700 "San Camilo" Ica.

ANÁLISIS DE SUELO

1° Se continúa con las labores de conducción del cultivo de espárrago.

2° Se han tomado las segundas muestras foliares y enviadas al laboratorio para su análisis respectivo.

Número de Muestra			C.E.					Análisis Mecánico			Clase	CIC	Cationes Cambiables					Suma	Suma	%
Lab	Claves	pH	(1:1)	CaCO ₃	M.O.	P	K	Arena	Limo	Arcilla	Textural		Ca ⁺²	Mg ⁺²	K ⁺	Na ⁺	Al ⁺³ + H ⁺	de	de	Sat. De
		(1:1)	dS/m	%	%	ppm	ppm	%	%	%		meq/100g					Cationes	Bases	Bases	
349	Muestra 01, Prof. 0-30 cm.	7.90	0.55	0.30	0.07	7.0	173	92	8	0	A.	5.44	4.18	0.67	0.41	0.19	0.00	5.44	5.44	100
350	Muestra 02, Prof. 30-60 cm.	7.40	1.66	0.60	0.64	18.0	291	82	10	8	A.Fr.	7.20	5.10	0.85	0.75	0.50	0.00	7.20	7.20	100

Fuente: Laboratorio de suelo – universidad Nacional Agraria La Molina

Número de Muestra				
Lab.	Claves	Pb	Cd	Cr
		ppm	ppm	ppm
349	Muestra 01, Prof. 0-30 cm.	7.63	1.45	9.72
350	Muestra 02, Prof. 30-60 cm.	12.24	2.42	12.75

ANALISIS DE AGUA

No. Laboratorio		254
No. Campo		
pH		7.24
C.E.	dS/m	1.69
Calcio	meq/L	6.60
Magnesio	meq/L	1.48
Potasio	meq/L	0.59
Sodio	meq/L	8.41
SUMA DE CATIONES		17.08
Nitratos	meq/L	0.01
Carbonatos	meq/L	0.00
Bicarbonatos	meq/L	8.50
Sulfatos	meq/L	4.53
Cloruros	meq/L	4.10
SUMA DE ANIONES		17.14
Sodio	%	49.25
RAS		4.19
Boro	ppm	0.25
Clasificación		C3-S1
Plomo	ppm	0.048
Cadmio	ppm	0.010
Cromo	ppm	0.185

Fuente: Laboratorio de Suelo – Universidad Nacional Agraria La Molina

ANALISIS FOLIARES

RAIZ DE ALGODÓN

N. Lab.	CLAVE DE CAMPO	Pb ppm	Cd ppm	Cr ppm
546	N° Muestra 02-Raiz	1.33	0.48	0.48
547	N° Muestra 03-Raiz	1.58	0.36	0.19
548	N° Muestra 04-Raiz	2.11	0.41	0.58
549	N° Muestra 05-Raiz	1.60	0.53	0.19

Fuente: Laboratorio de suelo universidad nacional Agraria la Molina – Lima, Perú.

HOJAS DE ALGODÓN

N. Lab.	CLAVE DE CAMPO	Pb ppm	Cd ppm	Cr ppm
536	N° Muestra 01-Hoja	11.45	1.80	7.86
537	N° Muestra 02-Hoja	8.60	2.00	7.41
538	N° Muestra 03-Hoja	9.73	1.84	5.44
539	N° Muestra 04-Hoja	10.24	1.00	5.59
540	N° Muestra 05-Hoja	7.89	1.14	5.51

Fuente: Laboratorio de suelo universidad nacional Agraria la Molina – Lima, Perú.

TALLOS DE ALGODÓN

N. Lab.	CLAVE DE CAMPO	Pb ppm	Cd ppm	Cr ppm
541	N° Muestra 01-Tallo	2.00	0.30	0.13
542	N° Muestra 02-Tallo	1.14	0.55	0.15
543	N° Muestra 03-Tallo	1.76	0.45	0.13
544	N° Muestra 04-Tallo	2.24	0.55	0.20
545	N° Muestra 05-Tallo	1.54	0.44	0.13

Fuente: Laboratorio de suelo universidad nacional Agraria la Molina – Lima, Perú.

**CONCENTRACION DE METALES PESADOS EN SUELOS AGRICOLAS
(mg/Kg)**

ELEMENTO	RANGO	VALOR COMUN
Ag	0.01 - 8	0.05
As	0 – 1 - 50	1 -20
Cd	0 – 01 – 2.4	0.2 - 1
Cr	5 - 1500	70 - 100
Cu	2 – 250	20- 30
Hg	0.03 – 0.06	0.03 – 0.06
Mn	20 - 10000	1000
Ni	2 - 1000	50
Pb	2 -300	10 - 30
Sn	1 - 200	4
Zn	10 – 300	50

**DIRECTIVAS DE KELLY PARA LA CLASIFICACION DE SUELOS
CONTAMINADOS NOVIEMBRE 2002**

PARAMETRO	SUELO NO CONTAMINADO	CONTAMINACION LIGERA	CONTAMINACION	CONTAMINACION ALTA	CONTAMINACION INUSUALMENTE ALTA
CADMIO	0 - 1	1 - 3	3 - 10	10 - 50	>50
CROMO	0 - 100	100 - 200	200 - 500	500 - 2500	>2500
PLOMO	0 -200	200 – 300	500 - 1000	1000 - 5000	>5000
NIQUEL	0 - 20	20 - 50	50 - 200	200 - 1000	>1000
ARSENICO	0 - 30	30 - 50	50 - 100	100 - 500	>500