



Universidad Nacional  
**SAN LUIS GONZAGA**



## **Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional**

Esta licencia permite a otras combinar, retocar, y crear a partir de su obra de forma no comercial, siempre y cuando den crédito y licencia a nuevas creaciones bajo los mismos términos.

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0>



Universidad Nacional "San Luis Gonzaga"  
Facultad de Agronomía  
Dirección Unidad de Investigación  
"Fundo Arrabales" Altura Km 299 Panam. Sur  
Teléf.:056-257444 Anexo 25  
Ica – Perú



"Año de la recuperación y consolidación de la economía peruana"

## CONSTANCIA DE EVALUACIÓN DE ORIGINALIDAD 2025

El que suscribe, deja constancia que se ha realizado el análisis con el software de verificación de similitud al documento cuyo título es:

**"Evaluación del nivel de contaminación por el cadmio y plomo en el cultivo de granado  
(*Púnica granatum L.*) en Santiago – Ica"**

Presentado por:

**ALFARO QUISPE, CRISTHIAN PAUL**

Graduado del nivel Pregrado de la Facultad de Agronomía. El resultado obtenido es 01% de similitud (Uno por ciento de similitud) por el cual se otorga el calificativo de:

**APROBADO**

Según Reglamento para la evaluación de la originalidad de los documentos de investigación, aprobado con Resolución Rectoral N° 1668-R-UNICA-2020 – (18.1 La Universidad considera como original al documento de investigación que presenta un porcentaje de similitud menor o igual al veinte por ciento (20%) con textos de otros autores, según el informe automatizado de originalidad del programa informático adoptado por la Universidad.)

Se adjunta al presente el reporte de evaluación con el software de verificación de originalidad.

### Observaciones:

- Se analizó la TESIS mediante el programa informático iThenticate.
- Se consideró la exclusión de cadenas sintácticas de **40 palabras**, se adjunta pantallazo de la exclusión.

(15.5 La exclusión de cadenas sintácticas cortas procede para evitar que, frases habituales o de conexión, sean reportadas como similitudes. La longitud de las cadenas excluidas no debe superar las cuarenta (40) palabras y debe adecuarse a las características de la disciplina a la que corresponde el documento evaluado, además debe constar en el informe los criterios de exclusión utilizados).

Ica, 20 de mayo del 2025

.....  
**Dr. FELIX GUILLERMO FUENTES QUIJANDRIA**  
Director de la Unidad de Investigación  
Facultad de Agronomía

.....  
**CARMINA PAOLA DONAYRE ESPINOZA**  
Operador del Programa Informático iThenticate

UNIVERSIDAD NACIONAL "SAN LUIS GONZAGA"  
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN  
Facultad de Agronomía



Evaluación del nivel de contaminación por el cadmio y plomo en el cultivo de granado (*Púnica granatum L*) en Santiago – Ica

**Línea de Investigación:** Ciencias naturales, ingeniería y tecnologías sostenibles

**INFORME FINAL DE TRABAJO DE TESIS**

**Presentado por:**

**ALFARO QUISPE CRISTHIAN PAUL**

Ica, Perú

**2024**

### **DEDICATORIA:**

El presente proyecto se lo dedico en primer lugar a Dios por las bendiciones que me concede, por guiarme en camino y su amor infinito que me fortalece.

A mis Reyno Julio Alfaro Bustamante y Martha Julissa Quispe Carhuayo, que son mi base y punto de apoyo incondicional en cada una de mis locuras y me han obsequiado las herramientas para salir adelante y dominar ante la adversidad.

“Mira que te mando que te esfuerces y seas valiente; no temas ni desmayes, porque Jehová tu Dios estará contigo en donde quiera que vayas”

Josué 1:9

## **AGRADECIMIENTO:**

Agradezco inmensamente la realización de este trabajo en primer lugar a Dios todo poderoso por ser quien me ha dotado de la capacidad de adquirir los conocimientos necesarios, por enseñarme a serenarme frente a la lucha y los obstáculos y proseguir en la culminación de mis metas trazadas.

A mis padres Reyno y Julissa porque han sido de gran motivación en el transcurso de este viaje de preparación profesional, siempre me han apoyado inmensamente.

A mis abuelos Fernando y Celinda por su amor, por su apoyo, por sus sabios consejos y su sabiduría que me han servido en todo momento para tomar buenas dediciones en el transcurso de mi vida.

De igual manera mi agradecimiento para la universidad “San Luis Gonzaga”, a mis profesores con quienes compartí cada asignatura y con la enseñanza de sus valiosos conocimientos hicieron que pueda crecer día a día como profesional.

A mi asesor Dr. Vicente Almeyda Napa, por su conocimiento, enseñanza y colaboración que permitió el desarrollo de este proyecto.

## INDICE

CONTENIDO	Pág.
<b>I INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
<b>II ESTRATEGIA METODOLÓGICA.....</b>	<b>33</b>
2.1 Tipo, Nivel y Diseño de la Investigación.....	33
2.1.1 Tipo de Investigación.....	33
2.1.2 Nivel de Investigación.....	33
2.2 Población y muestra de estudio.....	33
2.2.1 Población de estudio.....	33
2.2.2 Muestra de estudio.....	33
2.3 Técnica de recolección de datos.....	33
2.3.1 Análisis de suelos.....	33
2.3.2 Análisis foliares.....	33
2.4 Instrumentos de recolección de datos.....	34
2.5 Técnicas de procesamiento, análisis e interpretación de datos.....	34
<b>III RESULTADOS.....</b>	<b>35</b>
3.1 Presentación e interpretación de los resultados.....	35
<b>IV DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....</b>	<b>42</b>
4.1 Análisis de suelo.....	42
4.2 Concentración de cadmio y plomo en el suelo.....	44
4.3 Análisis foliares.....	45
4.4 Análisis del fruto.....	45
<b>V CONCLUSIONES.....</b>	<b>46</b>
<b>VI RECOMENDACIONES.....</b>	<b>47</b>
<b>VII REFERENCIA BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>48</b>

## LISTA DE TABLA

<b>CONTENIDO</b>		<b>Pág.</b>
Tabla 1	Análisis físico mecánico del suelo y su interpretación profundidad 0 – 30 cm.....	32
Tabla 2	Análisis químico del suelo y su interpretación profundidad 0 – 30 cm.....	33
Tabla 3	Análisis físico mecánico del suelo y su interpretación Profundidad 30 – 60 cm.....	34
Tabla 4	Análisis químico del suelo y su interpretación Profundidad 30 – 60 cm.....	35
Tabla 5	Concentración de cadmio y plomo en el suelo Profundidad: 0 – 30 cm.....	36
Tabla 6	Concentración de cadmio y plomo en el suelo Profundidad: 30 – 60 cm.....	36
Tabla 7	Concentración foliar de cadmio y plomo en el cultivo de granado.....	37
Tabla 8	Concentración de cadmio y plomo en el jugo de la granada.....	37
Tabla 9	Concentración foliar de cadmio y plomo en el cultivo de granado.....	38
Tabla 10	Concentración foliar de cadmio y plomo en el cultivo de granado.....	38
Tabla 11	Volumen de agua aplicado al cultivo de granado.....	39
Tabla 12	Valores de las variables meteorológicas año 2023 – 2024.....	41

## RESUMEN

En el presente trabajo de investigación, se puede afirmar que se cumplieron con los objetivos planteados en el proyecto de investigación pues se logró determinar los niveles de concentración de cadmio y plomo en el suelo agrícola y en el cultivo de granado a lo largo de una campaña agrícola encontrándose en la concentración de cadmio y plomo a las profundidades de 0 – 30 cm y de 30 – 60 cm., no superan el Estándar de Calidad Ambiental (ECA) establecido por el Ministerio del Ambiente del Perú, por lo cual el suelo agrícola no ha alcanzado niveles de contaminación por el cadmio y plomo, aunque el cadmio está muy cerca de llegar al estándar de calidad ambiental asimismo se ha demostrado que el follaje del cultivo de granado funciona como zonas de almacenamiento, pues a lo largo del desarrollo del cultivo la concentración ha ido aumentando, en cuanto a la concentración de cadmio y plomo en el jugo del fruto del granado no ha alcanzado el límite máximo permisible establecido por el la comunidad europea para los elementos pesados cadmio y plomo en jugo de fruta del granado.

**Palabras claves:** Contaminación, Cadmio, Plomo, Granado, Santiago.

## **ABSTRACT**

In the present research work, it can be stated that the objectives set out in the research project were met since it was possible to determine the concentration levels of cadmium and lead in the agricultural soil and in the pomegranate crop throughout a campaign. Agricultural land, being found in the concentration of cadmium and lead at depths of 0 – 30 cm and 30 – 60 cm., do not exceed the Environmental Quality Standard (ECA) established by the Ministry of the Environment of Peru, for which agricultural land has not reached contamination levels due to cadmium and lead, although the change is very close to reaching the environmental quality standard. It has also been shown that the foliage of the pomegranate crop functions as storage areas, since throughout the development of the crop the concentration has been increasing, as the concentration of cadmium and lead in the juice of the pomegranate fruit has not reached the maximum permissible limit established by the European community for the heavy elements cadmium and lead in pomegranate fruit juice.

Keywords: Pollution, Cadmium, Lead, Granada, Santiago.

## I. INTRODUCCIÓN

Evaluación del nivel de contaminación por el cadmio y plomo en el cultivo de granado (*Púnica granatum L*) en Santiago – Ica en la zona del valle de Ica, especialmente en la parte baja del valle se está incrementando la siembra del cultivo de granado por las características especiales que posee de poder desarrollarse en suelos no muy fértiles, resistir la poca disponibilidad del recurso hídrico y además no ver afectado sus rendimientos debido a las condiciones climáticas lo que lo hace muy adecuado para las condiciones de la zona del valle.

Pero igual que la mayoría de los cultivos que se desarrollan en esta zona, los agricultores no cuentan con ningún apoyo de las diversas instituciones del agro para realizar un manejo agronómico adecuado del cultivo en las diferentes áreas como son: uso consuntivo, manejo eficiente del recurso hídrico, control de plagas y enfermedades, control de la contaminación del suelo agrícola como de los cultivos por los diferentes metales pesados.

Mediante el siguiente trabajo de investigación se va a poner a disposición de los agricultores que se dedican a la conducción del cultivo de granado, una metodología que les permita evaluar el nivel de contaminación alcanzado por el suelo agrícola, así como del cultivo de granado para las condiciones de la zona de Santiago- Ica.

## 1.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

### a) Antecedentes a nivel internacional

#### - Contaminación por el plomo del medio ambiente.

Según Franco [1], el elemento pesado plomo se encuentra en estado natural en la corteza terrestre, generalmente en abundancia siendo uno de los primeros metales extraídos por el hombre produciéndose el metal principalmente mediante fusión. En la actualidad hay una tendencia creciente en su producción y consumo en toda América Latina, aumentando peligrosamente el riesgo de espora y daños irreversible en la población al ser consumido de diferentes maneras.

- La actividad humana durante muchos años ha producido abundante cantidad de plomo hacia el medio ambiente produciendo su contaminación afectando la vida y el desarrollo de todo ser vivo tanto plantas animales y hombres.
- El plomo inorgánico es el principal elemento contaminante del medio ambiente ya que se ingresa bajo la forma de diversos compuestos usa nos en diferentes tipos de industria y actividades cuya magnitud exacta es desconocida siendo usados principalmente en la industria de baterías, pinturas, metalurgia, cables y productos químicos.
- El elemento contaminante plomo no presenta ni apoya ninguna función biológica útil en el hombre, pero está presente en la dieta y el ambiente humano, generalmente se consume de 200 a 300 microgramos por día de plomo sin que afecta la vida de las personas o produzca daños conocidos en la sangre se ha encontrado concentraciones de hasta 10 a 10 microgramos por decilitro en población sana siendo las mayores concentraciones encontradas en los hombres no así en las mujeres.

Según Izasa. [2], el plomo es un elemento pesado altamente contaminante del medio ambiente produciendo cambios en los siglos naturales de las plantas y el hombre. En su trabajo de investigación para determinar el efecto del plomo en la imbibición y germinación del frijol y maíz se emplearon un sistema que contaba con residentes inundados para exponer a los cultivos al metal la concentración de 5 gramos/litro de plomo afecto la imbibición en los 2 cultivos pero fue mayor el efecto en el frijol, así mismo el porcentaje de germinación fue afectado mayormente al cultivo de frijol no así al cultivo de maíz que su efecto fue nulo pero el crecimiento del sistema radicular, tallos y hojas tuvo una reducción en

ambos sentidos demostrando su efecto negativo que el desarrollo natural de los cultivos y por ende reduciendo los rendimientos y calidad de sus frutos.

Según Hernández [3], en su trabajo de investigación: Determinación de cadmio en suelos agrícolas dedicados a la producción de alfalfa (*Medicago Sativa*) irrigado por aguas residuales manifiesta que en la actualidad la contaminación por metales pesados ha adquirido mucha importancia en muchas partes del mundo debido a que la contaminación está presente en suelos, agua, aire y en los alimentos que consumimos día a día en la cual se presenta en el ambiente siendo un peligro constante para la salud en la cual los elementos pesados de mayor contaminación son: plomo, cadmio, arsénico y mercurio que llegan muy fácilmente a la cadena alimenticia produciendo su contaminación yo siendo muy importante determinar su concentración y determinar si van alcanzando niveles de contaminación y tomar las medidas necesarias para disminuir sus efectos negativos.

Según el presente trabajo de investigación la contaminación de cráneo a la profundidad de 0 – 30 cm. fue de 11.88 ppm y de 30 – 60 cm de 11.76, no alcanzando niveles de contaminación para el suelo agrícola pues según la norma utilizada para la zona de México, es la NOM – 147 SEMANART – 2004 en la cual el Límite Máximo Permisible para cadmio en suelo agrícola es de 37.00 ppm.

Según Duran [4], en su trabajo de investigación: Transferencia de metales de suelo o planta en áreas mineras manifiesta que los elementos contaminantes del suelo son variados dentro de los cuales las emisoras atmosféricas ácidas uso de agua de riego salina, los fitosanitarios y la actividad industrial, usó índice criminado de fertilizantes sin control en muchas oportunidades con altas concentraciones de cadmio, como son los fertilizantes fosfatados.

Los metales pesados cuando su concentración es baja en muchas oportunidades pueden ser beneficiosos para los organismos vivos, pero en concentraciones alta, produce su contaminación y producir efectos negativos para su normal funcionamiento fisiológico y en el suelo contaminado es muy difícil su a radiación durando muchos años.

Esta alta presencia produce una acumulación en el tiempo, en la cual se constituye como una gran amenaza para el ecosistema siendo bastante difícil su eliminación, tal es el caso del elemento pesado caño en el suelo agrícola que puede permanecer de 13 a 110 años.

**b) Antecedentes a nivel nacional**

Según Morales [5]. Su trabajo de investigación: Determinación del cadmio en el cultivo de Pecano (*Carya illinoensis Koch*) variedad Mahan en la zona baja del valle de Ica, manifiesta que se cumplieron con los objetivos planteados pues se demostró la concentración del elemento pesado cadmio en el suelo agrícola donde se desarrolla el cultivo, así como en las hojas y en el fruto encontrándose los siguientes resultados:

- La concentración de cadmio en el suelo agrícola a las profundidades de 0 – 3. cm. y de 30 – 60 cm. fueron de 0.89 y 0.74 ppm., no sobrepasado el Límite Máximo Permisible (ECA), establecido por el Ministerio del Ambiente del Perú para suelos agrícolas que es de 1.40 ppm. y demostrando que los suelos no han alcanzado niveles de contaminación por este metal pesado.
- La concentración foliar al inicio del desarrollo del cultivo fue de 0.03 ppm y en la etapa de maduración del fruto presenta una concentración en las hojas de lo que demuestra que las hojas 0.50 ppm. del follaje funcionan como zonas de almacenamiento de este elemento pesado acumulando según el desarrollo del cultivo pesado a los frutos y produciendo posteriormente su contaminación.
- La concentración del elemento pesado cadmio en el fruto del pecano fue de 0.15 ppm. sobrepasando largamente el límite máximo permisible establecido por la Unión Europea que es de 0.05 ppm y demostrando que el fruto ha alcanzado niveles de contaminación, a pesar que el suelo agrícola no ha alcanzado niveles de concentración a las profundidades de 0 - 30 cm y de 30 – 60 cm, lo que demuestran que las raíces extraen el cadmio del suelo en todas las etapas de desarrollo y lo acumula en las hojas donde posteriormente pasan al fruto y lo contaminan.

Según Martínez [6], en su trabajo de investigación: Concentración del elemento pesado cadmio en suelos agrícolas cultivados con el cultivo de granado (*Púnica granatum L*) en la zona baja del valle de Ica, afirma que se cumplieron los objetivos que se plantearon en su trabajo de investigación que fue determinar en el nivel de concentración del elemento pesado cadmio en el suelo agrícola como el cultivo de granado para las condiciones de la zona baja del valle de Ica, llegando a los siguientes resultados:

<b>Muestra</b>	<b>Profundidad</b>	<b>Contenido de Cadmio (ppm)</b>
Muestra N° 1	0 – 30 cm.	1.73
Muestra N° 2	30 – 60 cm.	1.74
Muestra N° 3	0 – 30 cm.	1.74
Muestra N° 4	30 – 60 cm.	1.52

En la cual todas las muestras sobrepasaron el Estándar de Calidad Ambiental (ECA), establecido por el Ministerio del Ambiente del Perú que es de y demostrando que los suelos agrícolas cultivados con granado han alcanzado niveles de contaminación.

- La concentración del elemento pesado cadmio en las hojas del cultivo de granado fue de 0.33 ppm. en la cual se demuestra que el elemento pesado se concentra en las hojas del cultivo y de ahí pasa al fruto de granada y en muchos casos puede producir la contaminación del jugo del granado.

**c) Antecedentes a nivel local**

Según Anayhuaman [7], en su trabajo de investigación contaminación del suelo agrícola y el cultivo de espárrago (*Asparagus officinalis L*) por los metales pesados cadmio y arsénico en la zona de Santiago – Ica, encontró los siguientes resultados:

- Que la concentración de cadmio en el suelo agrícola a las profundidades de 30 – 60 cm. han sobrepasado el Estándar de Calidad Ambiental establecido por el Ministerio del Ambiente del Perú y demostrado que el suelo agrícola ha alcanzado niveles de concentración por este elemento pesado lo mismo sucede con la concentración de cadmio en el follaje del cultivo de espárrago que funcionan como zonas de almacenamiento y de ahí pasan a la corona produciendo la contaminación de los turiones cuando empieza la etapa de brotación.
- También sucede lo mismo con la concentración del elemento pesado cadmio en los turiones del cultivo de espárrago, al haber sobrepasado el Límite Máximo Permisible establecido por la Comunidad Europea y demostrando que los turiones se encuentran contaminados por este elemento pesado cadmio no sucediendo lo mismo con el elemento pesado arsénico que no ha contaminado el cultivo de espárrago ya que su concentración no sobrepasa el límite máximo permisible establecido por la Comunidad Europea y

demostrando que los turiones no se encuentran contaminados por el elemento arsénico.

Según Huamani [8], en su trabajo de investigación para determinar el nivel de concentración por el cadmio en el cultivo de pecano variedad Mahan en la zona de Huarango Mocho – Santiago encontró los siguientes resultados:

- La concentración del elemento pesado cadmio en el suelo agrícola cultivado con pecano a las profundidades de 0 – 30 y de 30 – 60 cm. la concentración no sobrepasó el estándar de calidad ambiental establecido por el Ministerio del Ambiente del Perú que es de 1.4 ppm, demostrando que los suelos agrícolas no se encuentran contaminados por el elemento pesado cadmio.
- La concentración del elemento pesado cadmio en el follaje del cultivo se fue incrementando a medida que el cultivo se desarrollaba, demostrando que las hojas funcionan como zonas de almacenamiento de este elemento pesado y de ahí pasa a la almendra produciendo su concentración.
- Se encontraron que la concentración del elemento pesado cadmio en la almendra del pecano sobrepasó el límite máximo permisible establecido por la Comunidad Europea que es de 0.05 ppm. y demostrando que el fruto del pelícano se encuentra contaminado por este elemento pesado a pesar de que en el suelo agrícola la concentración no sobrepasa el estándar de calidad ambiental por lo que se tiene que tomar las medidas necesarias para controlar el incremento de la concentración de este elemento contaminante y por tanto en el fruto del cultivo de pecano.

Según Almeyda [9], en su trabajo de tesis doctoral: Efecto de la aplicación de fertilizantes fosfatados en la concentración por el cadmio de suelos agrícolas de la zona baja del valle de Ica, encuentra los siguientes valores de concentración del cadmio.

### **Contenido de Cadmio en suelos agrícolas de la zona baja del valle de Ica**

<b>Muestra</b>	<b>Profundidad del suelo (cms)</b>	<b>Contenido de Cadmio (ppm)</b>
01	0-30	4.29
02	30-60	3.99
03	0-30	4.17
04	30-60	4.19
05	0-30	3.51
06	30-60	3.95
07	0-30	3.83
08	30-60	3.62
09	0-30	5.07
10	30-60	4.83

E

En la cual todas las muestras sobrepasan el estándar de calidad ambiental establecido por el Ministerio del Ambiente del Perú que es de 1.44 ppm., demostrando que los suelos agrícolas se encuentran contaminados por cadmio.

Según Mantari y Solís [10], en su trabajo de tesis de pregrado: Determinación del cadmio en el cultivo de pecano (*Carya illinoensis Koch*) variedad Mahan y en el suelo agrícola de la zona baja del valle de Ica, encontraron los siguientes valores.

### **Contenido del elemento Cadmio en el suelo agrícola cultivado con Pecano en la zona baja del valle de Ica**

<b>Muestra de Suelo</b>	<b>Profundidad del Suelo (cms)</b>	<b>Contenido de Cadmio (ppm)</b>
01	0-30	2.36
02	30-60	2.38
03	0-30	3.19
	30-60	2.96

En las cuales las cuatro muestras sobrepasan el Estándar de Calidad Ambiental (ECA) que es de 1.4 ppm., para el suelo agrícolas se encuentran contaminados con Cadmio.

En su trabajo de investigación para determinar la concentración del cadmio en el cultivo de pecano y en el suelo agrícola de la zona baja del valle de Ica encontró los siguientes resultados:

- La concentración del elemento pesado en el suelo agrícola cultivado con pecando en las cuatro muestras analizadas han sobrepasado el Estándar de Calidad Ambiental (ECA), establecido por el Ministerio del Ambiente del Perú que es de 1.4 ppm., demostrando que el suelo agrícola ha alcanzado niveles de contaminación por cadmio a las profundidades de 0 – 30 cm y de 30 – 60 cm.
- Encontraron que en las hojas se concentran el elemento pesado cadmio en función de las etapas de desarrollo y se almacenan pasando posteriormente al fruto del pecano produciendo su contaminación.
- De la misma manera encontraron que la concentración del cadmio en el fruto del pecano ha sobrepasado el Límite Máximo Permisible establecido para frutos secos que es de 0.05 ppm, demostrando que el fruto del pecano se encuentra contaminado por este elemento pesado y debiendo utilizar prácticas agrícolas, que no permitan el incremento de la concentración de cadmio en el suelo agrícola follaje y el fruto del pecano.
- Los valores de la concentración de cadmio en el suelo agrícola a las profundidades de sobrepasaron el Estándar de Calidad Ambiental (ECA) establecido por el Ministerio del Ambiente de 1.40 ppm para suelo agrícola y demostrando que el suelo se encuentra contaminado por este elemento.
- Asimismo, la concentración de cadmio en las hojas del cultivo de pecano, que se incrementa a medida que se desarrolla el cultivo, demostraron que el follaje funciona como zonas de almacenamiento y de ahí pasa al fruto produciendo la concentración de la almendra.
- En la almendra del cultivo de pecano presenta una concentración del elemento pesado cadmio superior al límite máximo permitido establecido por la unión europea para frutos secos que es de 0.05 ppm y demostrando que la almendra del pecano ha alcanzado niveles de concentración por cadmio.

Según Naventa [11]. En su trabajo de investigación: Contaminación por el cadmio y arsénico en el cultivo de pecano (*Carya illinoensis Koch*) en la zona de Huarango Mocho – Ica, afirma que se cumplieron los objetivos trazados, pues a lo largo del desarrollo del cultivo y en todas las fases de desarrollo hasta llegar a la fructificación se logró determinar la concentración tanto en el suelo agrícola como en el cultivo y la almendra de pecano, encontrando que a las profundidades del suelo agrícola de 0 – 30 cm y de 30 – 60 cm la concentración de los elementos pesados cadmio y arsénico, no llegan a sobrepasar los estándares de calidad ambiental establecidos en el Perú por el Ministerio del Ambiente, que es de uno 1.40 ppm. para el cadmio y de 50.00 ppm de arsénico, pero el caso del cadmio está muy cerca de llegar al estándar de calidad ambiental para ambas profundidades.

- Se demostró que a lo largo del desarrollo del cultivo la concentración de cadmio y arsénico se va incrementando en las hojas, demostrando que esta parte del cultivo de pecano funcionan como zona de almacenamiento y de ahí pasan al fruto donde en muchos casos producen su contaminación.
- En el caso de la almendra del pecano sí presenta niveles de concentración por el elemento pesado cadmio al haber sobrepasado el límite máximo permisible establecido por la comunidad europea para frutas secas no sucediendo lo mismo con el elemento pesado arsénico que no ha sobrepasado el límite máximo establecido por la comunidad europea.

Según Crisóstomo [12]. En su trabajo de investigación: Contaminación por metales pesados en el cultivo de pecano (*Carya illinoensis Koch*) variedad Mahan en la zona de Santiago – Ica, determina que se cumplieron con los objetivos planteados en su trabajo de investigación que fue determinar los niveles de concentración tanto en el suelo agrícola como en el cultivo de pecano y a lo largo de su desarrollo en función de las fases, la concentración de los elementos pesados cadmio y plomo encontrando los siguientes resultados:

- Tanto el elemento pesado cadmio y plomo su concentración en el suelo agrícola no sobrepasa los estándares de calidad ambiental para cadmio y plomo establecido por el Ministerio del Ambiente del Perú, pero ambos están cerca de llegar a este estándar.
- En el caso del follaje del pecano se ha demostrado que funcionan como zonas donde se almacenan estos elementos pesados, pues a lo largo del desarrollo del cultivo, se ha ido incrementando su concentración y de ahí pasa al fruto del pecano produciendo su concentración.

- También se ha podido determinar que la almendra del pecano ha alcanzado niveles de contaminación tanto para el cadmio como el plomo pues ambos han sobrepasado los límites máximos permisibles, establecidos por la comisión europea para frutos secos, por lo que se tiene que tomar las medidas necesarias para bajar esta concentración de estos elementos pesados en el fruto del pecano.

Según Pino [13]. En su trabajo de investigación: Diagnóstico situacional de sustancias toxicas contaminantes del suelo y planta en el cultivo de espárrago (*Asparagus officinales*) L9 hibrido UE 157 – F1 en el distrito de Santiago – Ica, menciona que se cumplieron los objetivos planteados pues se logró determinar la concentración en el suelo agrícola como en los turiones del cultivo de espárrago, a lo largo de una campaña agrícola y de acuerdo con las etapas de desarrollo del cultivo:

- Demostró que el suelo agrícola se encuentra contaminado por el elemento cadmio, al sobrepasar el estándar de calidad ambiental establecido por el Ministerio del Ambiente del Perú, no es así los elementos pesados cromo plomo y zinc que no superan los Estándares de Calidad Ambiental.
- En el caso de los turiones se determinó la concentración por los elementos pesados zinc, cadmio y plomo al sobrepasar los límites máximos permisibles establecidos por la unión europea para productos comestibles frescos, por lo que se tiene que tomar las medidas necesarias para permitir que los turiones no presenten estos elementos contaminantes.
- En el caso del cromo, no se encuentra contaminado a los turiones de espárragos al no sobrepasar los límites máximos permisibles establecidos por la Unión Europea.

Según Sotomayor [14]. En su trabajo de investigación titulado evaluar la concentración de metales pesados en el cultivo de espárrago (*Asparagus officinalis* L) variedad y dalea en la zona de La Venta – Ica, encontró los siguientes resultados:

- La concentración de cadmio en el suelo agrícola a la profundidad de 0 – 30 cm fue de 2.520 ppm sobre pasando el Estándar de Calidad Ambiental (ECA), establecido por el Ministerio del Ambiente del Perú y demostrando que el suelo se encuentra contaminado por este elemento pesado en cadmio la concentración de plomo en el suelo agrícola fue de 21.88 ppm, no

sobrepasando el estándar de calidad ambiental establecido por el Ministerio del Ambiente del Perú y demostrando que el suelo agrícola no se encuentra contaminado por este elemento pesado.

- La concentración de cadmio en el suelo agrícola a la profundidad de 30 – 60 cm fue de 2.33 ppm también sobrepasando el Estándar de Calidad Ambiental (ECA), establecido por el ministerio del ambiente del Perú y demostrando que el suelo agrícola también ha alcanzado niveles de contaminación por el elemento pesado cadmio, en cambio la concentración en el suelo agrícola de plomo fue de 19.21 ppm, tampoco no alcanzando niveles de contaminación por el plomo y demostrando que el suelo agrícola no se encuentra contaminado por este elemento pesado.
- La concentración de cadmio en el follaje del cultivo de espárrago fue de 0.27 ppm y la concentración de plomo de 0.144 ppm y demostrando que el follaje funciona como zonas de almacenamiento de estos metales pesados y de ahí pasa a los turiones produciendo su contaminación al momento de la cosecha.
- En el caso de la concentración de cadmio en los turiones de cultivo de espárrago fue 0.144 ppm, demostrando que han alcanzado niveles de contaminación al haber sobrepasado grandemente el Límite Máximo Permisible establecido por la Comunidad Europea.
- Lo mismo sucede con la concentración de plomo en los turiones de cultivo de espárrago que también han alcanzado niveles de contaminación por este elemento pesado a la vez sobrepasado el Límite Máximo Permisible establecido por la Comunidad Europea.

Según Espinoza [15]. En su trabajo de investigación titulado: Evaluar la concentración por el cadmio en el cultivo de espárrago (*Asparagus officinalis L*) híbrido Vengalim en la zona de La Venta – Ica, encontró los siguientes resultados:

- La concentración del elemento pesado cadmio a la profundidad de 0 – 30 cm. del suelo agrícola fue de 1.90 ppm, sobrepasando el Estándar de Calidad Ambiental (ECA), establecido por el Ministerio del Ambiente del Perú y demostrando que el suelo agrícola se encuentra contaminado a esta profundidad.
- De la misma manera la concentración de cadmio a la profundidad de 30 – 60 cm. fue de 2.00 ppm, también sobrepasando el Estándar de Calidad Ambiental

establecido por el ministerio del ambiente del Perú y demostrando que el suelo agrícola se encuentra contaminado por este elemento pesado.

- La concentración foliar de cadmio en el cultivo de espárrago fue de 1.56 ppm. en la cual se encuentra que es esta zona del cultivo se almacenan los elementos pesados y de ahí pasan a los turiones produciendo su concentración en la época de cosecha.
- La concentración de cadmio en los turiones del cultivo de espárrago fue de 0.072 ppm. sobrepasando el Límite Máximo Permisible establecido por la comunidad europea y demostrando que los turiones de espárragos se encuentran contaminados por este elemento pesado por lo que se tiene que tomar las medidas necesarias para no permitir que la concentración de este elemento pesado se incremente y siga contaminando el suelo agrícola y el cultivo de espárrago.

Según Romero [16], en su trabajo de investigación: Determinación de los elementos contaminantes Cadmio y Arsénico en los suelos agrícolas cultivados con espárrago (*Asparagus officinalis L*) en la zona baja del valle de Ica, demostraron que se cumplieron con los objetivos planteados en su trabajo, encontrándose los siguientes resultados:

- La concentración del elemento pesado cadmio a la profundidad de 0 – 30 cm. fue de 2.26 ppm. sobrepasando altamente el estándar de calidad ambiental establecido por el Ministerio del Ambiente del Perú que es de 1.40 ppm de concentración de cadmio y demostrando que el suelo agrícola ha alcanzado niveles de contaminación, en cadmio la concentración del elemento pesado arsénico fue de 0.02 ppm. y demostrando que el suelo agrícola no ha alcanzado niveles de contaminación por este elemento pesado.
- Así mismo demostraron que el contenido de los elementos pesados cadmio y arsénico se incrementa en el follaje a medida que se desarrolla el cultivo de espárrago, demostrando que funciona como zona de almacenamiento y de ahí pasa a los turiones al momento de la cosecha produciendo la contaminación. La concentración de cadmio en el follaje fue de 0.6811 ppm. antes de la cosecha, y después de la cosecha fue de 0.47 ppm. y del elemento pesado arsénico fue de 0.0168 ppm. y de 0.03 ppm. respectivamente.
- La concentración del elemento pesado cadmio en los turiones del cultivo de espárrago fue de 0.33 ppm. sobrepasando altamente el Límite Máximo Permisible establecido por la comunidad europea para frutos frescos que es

0.05 ppm. y demostrando que los turiones han alcanzado niveles de contaminación por cadmio, no sucediendo lo mismo con el arsénico que la concentración en los turiones fue de 0.0264 ppm. no alcanzando niveles de contaminación por este elemento pesado.

Según Kú [17], en su trabajo de investigación: Determinación del contenido de cadmio en el cultivo de espárrago (*Asparagus officinalis L*) en la zona baja del valle de Ica, demostró que se cumplieron los objetivos planteados pues se logró determinar la concentración de cadmio en el cultivo de espárrago con los siguientes resultados:

- La concentración del elemento pesado cadmio en el follaje del cultivo de espárrago antes de la cosecha de los turiones fue de 0.769 ppm. y después de la cosecha de los turiones de 0.6601 pmm. una concentración muy alta en comparación a la concentración de los turiones y se demostró que el follaje del cultivo funciona como zonas de almacenamiento y de ahí pasan a los turiones al momento de la cosecha.
- La concentración del cadmio en los turiones fue de 0.083 ppm. sobrepasando el límite máximo permisible establecido por la unión europea que es de y demostrando que los turiones han alcanzado niveles de concentración por este elemento pesado.

Según Martínez [6], señala que se cumplieron los objetivos planteados en su trabajo de investigación pues se logró determinar la concentración del elemento pesado cadmio en el suelo agrícola cultivado con granado a las profundidades de 0 – 30 cm. y de 30 – 60 cm. encontrándose los siguientes resultados:

Numero de Muestra	Profundidad del Suelo (cms)	Contenido de Cadmio (ppm)
01	0 - 30	1.73
02	30 - 60	1.74
03	0 - 30	1.74
04	30 - 60	1.52

En la cual todas las muestras sobrepasan el estándar de calidad ambiental establecido en el Perú que es de 1.4 ppm de concentración de cadmio y de

trabajando que el suelo agrícola cultivado con granado ha alcanzado niveles de contaminación por este elemento pesado.

Asimismo, encontró que la contaminación foliar de cadmio fue de 0.33 ppm y el contenido de cadmio en el jugo del fruto del cultivo de granado una concentración de 0.04 ppm no sobrepasando el Límite Máximo Permisible establecido por la Unión Europea para jugos de frutas frescas.

Según Cordero [18], manifiesta que en su trabajo de investigación para estimar la concentración de los elementos tóxicos cadmio y plomo en el cultivo de pallar (*Phaseolus lunatus* L) variedad Sol de Ica (Ica 450 – 71) en la parte media del valle de Ica, se cumplieron con los objetivos planteados en su trabajo de investigación en la cual se realizó el muestreo en el suelo agrícola, hojas, vainas verdes y granos de pallar, analizando por el método de espectrometría de absorción atómica por llama encontrándose los siguientes resultados:

- La concentración de cadmio en el suelo agrícola fue de 0.78 ppm no sobrepasando el Estándar de Calidad Ambiental (ECA), establecido por el ministerio del ambiente del Perú que es de 1.4 ppm y demostrando que el suelo no ha alcanzado niveles de contaminación por elemento pesado cadmio la concentración del elemento tóxico plomo en el suelo agrícola fue de 23.25 ppm también no sobrepasa el Estándar de Calidad Ambiental (ECA) establecido por el ministerio del ambiente del Perú que es de 70.00 ppm y no alcanzando niveles de contaminación por este elemento pesado.
- La concentración de cadmio en hojas en plena floración fue de 0.040 ppm, no sobrepasando el límite máximo permitido que es de 0.5 ppm y por lo tanto no han alcanzado niveles de contaminación por este elemento pesado.
- La concentración de plomo en hojas en plena floración fue de 5.98 ppm, no sobrepasando el límite máximo permisible que es de 10.00 ppm y demostrando que no han alcanzado niveles de contaminación.
- La concentración de cadmio en vainas maduras del pallar fue de 0.023 ppm, no sobrepasando el límite máximo permisible que es de 0.20 ppm y demostrando que no ha alcanzado niveles de contaminación por el elemento pesado cadmio, en el caso de la concentración del elemento pesado plomo la concentración fue de 1.403 ppm no sobrepasando el límite máximo permisible que es de 20.00 ppm y no ha alcanzado niveles de contaminación.
- Concentración del cadmio en grano seco del cultivo de paliar fue de 0.015 ppm, no sobrepasando el límite máximo permisible que es de 0.10 ppm y no alcanzando niveles de contaminación por elemento pesado cadmio en el caso

del plomo la concentración en el verano seco fue de 1.133 ppm, sobrepasando el límite máximo permisible que es de 0.20 ppm y demostrando que el grano seco de pallar ha alcanzado niveles de contaminación por este elemento pesado.

Según Siguan [19], en su trabajo de investigación: Contaminación del cultivo de espárrago (*Asparagus officinalis* L) por los metales pesados cadmio y plomo en la zona de Santa Dominguita - La Venta - Ica, manifiesta que se cumplieron los objetivos planteados en su trabajo de investigación pues se logró determinar el nivel de contaminación alcanzado por el cultivo de espárrago de los elementos pesados cadmio y plomo en la zona de Santa Dominguita - La Venta encontrándose los siguientes resultados:

- La concentración de los elementos pesados cadmio y plomo en el suelo agrícola a la profundidad de 0 – 30 cm. fue de ppm y 16.98 ppm respectivamente en la cual ambos no superan el Estándar de Calidad Ambiental (ECA) establecido por el Ministerio del Ambiente del Perú que es para el cadmio de 1.40 PPM Y para el plomo de 70.00 ppm y demostrando que el suelo agrícola no ha alcanzado niveles de contaminación por estos elementos pesados.
- La concentración de los elementos pesados en el suelo agrícola a la profundidad de 30 – 60 cm. fue de 1.29 ppm y 13.85 ppm respectivamente del Carmen plomo y demostrando que no han alcanzado niveles de contaminación por este elemento pesado.
- La concentración de los elementos pesados cadmio, plomo en el follaje del cultivo de espárrago, según las etapas de desarrollo del cultivo fue la siguiente:

**Etapas de brotación**

Cadmio 0.225 ppm.

Plomo 2.070 ppm.

**Etapas de desarrollo**

Cadmio 0.233 ppm.

Plomo 2.355 ppm.

**Etapas de maduración**

Cadmio 0.435 ppm.

Plomo 0.608 ppm.

En la cual se puede apreciar que el follaje funciona como zona de almacenamiento de estos elementos pesados pasando posteriormente a la corona del cultivo de espárrago y de ahí pasa a los turiones, produciendo su contaminación, en la etapa de cosecha.

- La concentración de cadmio y plomo en los turiones del cultivo de espárrago fue de:

Cadmio 0.975

Plomo 1.054

Sobrepasando ampliamente el límite máximo permisible establecido por la unión europea que es de 0.05 ppm para cadmio y de 0.10 ppm para plomo y demostrando que los turiones del cultivo de espárragos se encuentran contaminados por estos elementos pesados.

Según Castillo [20]. En su trabajo de investigación niveles de contaminación por metales pesados en el cultivo de granado (*Punica granatum L*) variedad Wonderful en la zona de La Venta – Ica, manifiesta que se cumplieron los objetivos, planteados en su trabajo de investigación encontrándose los siguientes resultados:

- La concentración de los elementos pesados cadmio y plomo en el suelo agrícola a la profundidad de 0 – 30 cm fue la siguiente:

Cadmio 2.090 ppm.

Plomo 15.030 ppm.

En la cual la concentración de cadmio superó el estándar de calidad ambiental establecido por el Ministerio del Ambiente del Perú que es de 1.40 ppm y demostrando que el suelo agrícola ha alcanzado niveles de contaminación por este elemento pesado en cadmio del elemento pesado plomo fue de 15.30 ppm no llegando de al Estándar de Calidad Ambiental (ECA), establecido por el Ministerio del Ambiente para el plomo en el suelo agrícola que es de 70.00 ppm, y demostrando que el suelo agrícola no ha alcanzado niveles de contaminación por este elemento pesado.

- La concentración en el suelo agrícola de los elementos pesados a la profundidad de 30 – 60 cm fue la siguiente:

Cadmio 2.58 ppm.

Plomo 7.22 ppm.

Demostrando que el suelo agrícola ya alcanzó nivel de contaminación por el cadmio más no así por el elemento pesado plomo.

- La concentración de los elementos pesados en el follaje del cultivo granado en función de las etapas de desarrollo del cultivo de granado fue la siguiente:

**Etapas de brotación**

Cadmio 0.203 ppm.

Plomo 0.293 ppm.

**Etapas de desarrollo**

Cadmio 0.41 ppm.

Plomo 2.81 ppm.

**Etapas de maduración**

Cadmio 0.30 ppm.

Plomo 0.57 ppm.

En la cual se puede ver claramente que el follaje del cultivo de granado funciona como zona de almacenamiento de estos elementos pesados y de ahí pasa al fruto del momento de la formación desarrollo y maduración de este.

- La concentración de los elementos pesados en el fruto del cultivo granados fue de:

Cadmio 0.23 ppm.

Plomo 0.56 ppm.

Sobrepasando el límite máximo permisible establecido por la Comunidad Económica Europea que es de 0.05 ppm para el cadmio y 0.10 para el plomo y demostrando que el fruto ha alcanzado niveles de contaminación por este elemento pesado.

## 1.2 BASES TEÓRICAS DE LA INVESTIGACIÓN

Sobre el cultivo de Granado, informa el Ministerio de Agricultura [21].

### a) Clasificación

**Nombre científico** : Púnica Granatum L.

**Reino** : Plantae

**División** : Magnoliophyta

<b>Clase</b>	: Magnoliopsida
<b>Orden</b>	: Mytales
<b>Familia</b>	: Lythraceae
<b>Género</b>	: Púnica
<b>Especie</b>	: Púnica Granatum L.

#### b) Morfología

- **Porte:** en la mayoría de las variedades el granado es de porte mediano tipo arbustivo, generalmente entre 3 a 6 m. de altura con un tallo de madera dura y en la mayoría retorcido, su corteza presenta escamas de un color precioso y sus ramas cuando son jóvenes son más o menos cuadrangulares y angostas.
- **Sistema radicular:** Raíz nudosa consistente con corteza rojiza que lleva un alcaloide llamado peletierina.
- **Hojas:** En su mayoría presenta un color verde brillante y muy lustrosas por el haz y bordes enteros y nacen opuestas una de otra sobre sus ramas o también se presentan en forma agrupadas formando hacecillos.
- **Florales:** En la mayoría de las variedades son hermafroditas de un color rojo intenso, se presentan solas o agrupadas en un número de 2 a 5 al final de las ramas nuevas presenta un decímetro, pero de 3 a 4 cm.
- **Frutas:** Conocidas como valvasta, es una baya de forma de globo tamaño grande, puede ser de color verde amarillento o rojo brillante o también puede ser de un color blanquizco cuando maduran, presentan un cáliz de un tamaño entre 5 a 8 cm de diámetro al fruto está lleno de semillas y su cáscara es bien dura coriácea lo cual permite la protección de la parte interna del fruto.
- **Semillas:** En la mayoría de las variedades son angulares y bastante duras por dentro, estando cubiertas por una capa delgada pero bastante jugosa, que viene a ser la parte comestible del fruto presentando en la mayoría de los casos colores rojo, rosado o blanco amarillento de un sabor astringente ácido y muy ácido.

**c) Exigencias en clima y suelo**

- En la mayoría de los casos las variedades de granado que se cultivan en la mayoría de las zonas del valle de Ica no son muy exigentes en suelos, pero sí encuentran suelos de buena fertilidad tanto básica física como química van a presentar un buen desarrollo y muy buen rendimiento y buena calidad de sus productos casos como pueden ser los suelos originados por aluviones.
- En los renos de reacción alcalina su desarrollo es muy bueno y en los que se produzcan un exceso de humedad pueden ser muy favorables para el su desarrollo.
- El Sol ideal para el buen desarrollo son suelos de buena fertilidad, profundos, buena permeabilidad y retención de humedad.
- La acidez o alcalina de los suelos no afecta su desarrollo negativamente.
- No se debe producir golpes de agua en el desarrollo de los frutos pues se pueden producir agrietamiento y disminuir su calidad.
- El cultivo de granado es muy resistente a los cambios climáticos que se produzcan a lo largo de su desarrollo, resistir y dar buena producción.

**d) Estándar de Calidad Ambiental**

Según el Ministerio del Ambiente del Perú [22].

- **Estándares de calidad ambientales (ECA).**  
Permite fijar los valores máximos permitidos de sustancias contaminantes en el medio ambiente, cuya finalidad es garantizar la conservación de la calidad ambiental mediante el uso de instrumentos y técnicas sofisticadas que permitan una evaluación muy detallada de los diferentes agentes contaminantes y permitir su control.
- **Estándares de calidad ambiental para suelos.**  
Viene a ser la medida que establece los niveles de concentración de elementos contaminantes, sustancias, así mismo parámetros biológicos, físicos o químicos que se encuentran en el suelo como cuerpo receptor que no representan ningún riesgo para la salud humana, así como del medio ambiente.  
El Estándar de Calidad Ambiental (CA), es un instrumento de gestión ambiental y su uso es de aplicación obligatoria en todos los procesos de Gestión Ambiental.

- **Estándares de calidad ambiental para el cadmio en el suelo agrícola.**  
Según el Ministerio del Ambiente, el estándar de calidad ambiental para el elemento pesado cadmio en el suelo agrícola, establecido en el año 2017 es de 1.40 ppm.
- **Estándar de calidad ambiental para el plomo en suelo agrícola.**  
Según el Ministerio del Ambiente, el estándar de calidad ambiental para el elemento pesado plomo para el suelo agrícola, establecido en el año 2017, es de 70 ppm.

**e) Límites Máximo Permisibles**

- **Límites Máximos Permisibles (L. M. P.).**  
Viene a ser la medida de la concentración o grado de cualquier elemento, sustancia o parámetros físicos, químicos y biológicos que caracterizan a un afluente o una emisión que si es excesiva puede causar perjuicio a la salud humana o al medio ambiente.
- **Límite Máximo Permisible para el Cadmio**  
El Limite Máximo Permisible para el cadmio presente en el jugo del granado establecido por la comunidad europea es de 0.05 ppm.
- **Límites Máximo-Permisibles del Plomo.**  
El Limites Máximo Permisible del Permisible de Plomo que se encuentra presente en el jugo del granado, establecido por comunidad europea es de 0.10 ppm.

**f) Movilidad del cadmio en el suelo**

Según Grados y Tello [23], indican que:

- El cadmio en el suelo se mueve en función de varias características, siendo las más importantes la cantidad y tipo de arcilla, presente, así como la cantidad de materia orgánica, y otros factores importantes, la capacidad de intercambio catiónico que tiene una relación directa con el complejo arcilloso húmico, mientras mayor sea la capacidad de intercambio catiónico, mayor será la retención del cadmio, así como de otros elementos pesados.

- Así mismo el pH también tiene una influencia directa en la movilidad del cadmio en el suelo agrícola, siendo más móviles en el suelo cuyo pH sea dado, poniendo a disposición de los cultivos estos elementos pesados.
- En suelo cuya reacción sea alcalina el cadmio se mueve muy lento, pudiendo precipitarse bajo la forma de carbonatos y fosfatados insolubles y por lo tanto no afectan a los cultivos.

Según Fuentes [24]. La movilidad del cadmio en el suelo es función de varias características físicas y químicas presentes, siendo las más importantes la cantidad de arcilla presente, el pH, el potencial redox, así como de la capacidad de Intercambio Catiónico en el suelo, pues de varias investigaciones realizadas concluyen que la movilidad del cadmio en el suelo de:

- Del pH, el elemento pesado cadmio presente en el suelo agrícola se mueve según el pH del suelo, ya que en suelos de pH ácidos su movimiento es mucho más rápido y se pone a disposición de los cultivos, en las cuales si es absorbidos puede afectar su desarrollo y rendimientos.
- En la mayoría de los suelos ácidos con abundante contenido de materia orgánica y algunos sesquióxidos permiten un movimiento más rápido del elemento pesado cadmio.
- El suelo agrícola con pH alcalino, la movilidad del cadmio es muy lenta y en muchos casos no se moviliza y se precipita bajo la forma de carbonatos y fosfatos insolubles que la planta ya no los absorbe y por lo tanto no van a tener efecto negativo en el desarrollo de los cultivos, así mismo se pueden formar compuestos hidroxí-monovalentes que ocupan rápidamente los espacios de unión en los complejos de intercambios catiónico.
- Por último se concluye que la mayoría de los elementos pesados, de preferencia el cadmio su efecto más negativo para los cultivos y que afecta grandemente su desarrollo, rendimiento y calidad de sus productos es cuando en el suelo se encuentra alto contenido de materia orgánica, alto contenido de arcilla, permitiendo que la unión de estos elementos permiten la formación del complejo arcillo-húmico que son las directas responsables de la capacidad de intercambio catiónico en el suelo y la que permite la retención y el intercambio de los cationes, así como de la mayoría de los metales pesados y es la

responsable de ponerlos a disposición de los cultivos, así mismo una característica química importante es el pH presente en el suelo que es la responsable de permitir la solubilidad y el movimiento del cadmio en el suelo.

Según Guipanda [25]. La mayoría de los metales pesados, de mucha mas importancia el cadmio, son propensos a varios parámetros geo-edáficos presentes en el suelo agrícola, lo que permite su solubilidad, movilidad y disponibilidad para los cultivos, siendo los mas importantes los siguientes:

- a. **pH.** - La mayoría de los metales pesados contaminantes de los suelos agrícolas, se solubilizan, se mueven y se ponen más fácilmente a disposición de las plantas en suelos ácidos.
- b. **Textura.** – En los suelos agrícolas donde predomina el contenido de arcilla, van a retener con mayor fuerza a los elementos contaminantes, incluido el cadmio, debido a la fuerza de la capacidad de intercambio catiónico, reteniéndolas en su superficie.
- c. **Mineralogía de la arcilla.** – Cuando los silicatos presentes en el suelo agrícola presentan una gran superficie de absorción van a retener con mayor fuerza a los elementos pesados como el cadmio.
- d. **Condición redox.** – En la mayoría de los suelos agrícolas, el potencial de óxido reducción, permite que la mayoría de los metales pesados, incluyendo el cadmio, permanezca en estado oxidado o reducido.

**g) Fuentes antropogénicas de contaminación por metales pesados en suelos europeos.**

**Principales fuentes antropogénicas de contaminación por metales pesados en suelos europeos.**

<b>Fuentes</b>	<b>Cadmio</b>	<b>Cobre</b>	<b>Plomo</b>	<b>Zinc</b>
Depositación atmosférica	+	+	+++	+
Plaguicidas	-	+ / ++	-	+ / ++
Estiércol y purines	+	++	-	+ / ++
Fertilizantes minerales (principalmente fosfatados)	+++	+ / ++	+	+
Lagos de aguas residuales	+ / ++	+ / ++	+ / ++	+ / ++

**Fuente:** Instituto Nacional de Salud Pública y Medio Ambiente. Holanda [26].

Donde:

- : Sin aporte
- + : Aporte bajo
- ++ : Aporte moderado

**h) Elementos pesados Plomo – Características**

El plomo es un metal pesado, de baja temperatura de fusión presenta un color gris azulado y está presente en la corteza terrestre pero difícilmente se encuentra en la naturaleza bajo la forma de metal, en la mayoría de los casos se encuentra combinado con otros elementos de las cuales forman compuestos de plomo.

Este metal pesado es flexible inelástico resistente fácilmente el ataque de algunos ácidos como el sulfúrico y el clorhídrico, pero en ácido nítrico se disuelve, pero con lentitud.

**- Efectos del plomo en la salud humana**

Al ser consumo del plomo en niveles altos en el cuerpo se producen daños permanentes en el cerebro y el sistema nervioso produciendo muchos casos convulsiones, pérdida de control muscular y llegar al estado de coma en los niños su ingesta es sumamente peligroso, interrumpiendo su desarrollo durante su etapa de crecimiento.

El plomo es un veneno muy potente si es ingerido por las personas permanece durante muchos años en el cuerpo causando mucho daño a la salud de las personas.

- **Contaminación del medio ambiente por plomo**

El plomo contamina el medio ambiente principalmente mediante compuestos inorgánicos produciendo la contaminación del agua y del suelo en la cual se desarrollan los cultivos asimismo de un alto efecto negativo para el hombre ya que afecta a las células vivas produciendo alteraciones en los ciclos naturales.

### 1.3 NUTRICIÓN DE LOS CULTIVOS

Según Guipanda [25]. El suelo es la parte fundamental en la nutrición de los cultivos ya que pone a disposición de las plantas lo siguiente:

- Disponibilidad de agua.
- Aporte de los nutrientes necesarios para el desarrollo de los cultivos.
- Aporte de oxígeno.
- Soporte para el cultivo mediante el sistema radicular.
- Todos los suelos minerales tienen la siguiente composición: elementos minerales, agua, materia orgánica y aire.
- El componente mineral está compuesto por diferentes tipos de rocas fragmentadas y diferentes clases de minerales, la materia orgánica representa una acumulación de restos de vegetales y animales parcialmente descompuestos, llegando finalmente al humus.
- Los cultivos obtienen el agua retenida en los poros del suelo que junto con las sales presentes en ella dan lugar a la solución del suelo que es la zona donde las plantas obtienen los nutrientes esenciales para su desarrollo. El aire del suelo también se encuentra presente en los poros del suelo, pero con una composición mayor de dióxido de carbono que el oxígeno, que es muy diferente al aire presente en la atmósfera que rodea al suelo, de mucha importancia para suministrar oxígeno y dióxido de carbono a las raíces de los cultivos para la respiración, así como para el desarrollo de otros organismos presentes en el suelo.

La disponibilidad de los nutrientes para el cultivo a través del suelo depende de cuatro factores:

- La cantidad de macro y micronutrientes presentes en el suelo.
- Bajo que formas y combinaciones se encuentra.

- El proceso mediante el cual todos los nutrientes se ponen a disponibilidad de los cultivos y puedan ser utilizables.
- La solución del suelo y el valor de su pH.

### 1.3.1 Funciones de los elementos esenciales en los cultivos.

#### ▪ **Nitrógeno**

Es uno de los macronutrientes más importantes en los cultivos y consumido en grandes cantidades, en la cual forma parte de diversos compuestos orgánicos muy necesarios para el desarrollo de la mayoría de los cultivos como son los aminoácidos, proteínas, coenzimas, clorofila y los ácidos nucleicos.

#### ▪ **Fósforo**

También es un macronutriente de mucha importancia de los cultivos, especialmente de la zona radicular de los cultivos, especialmente de la zona radicular, formando muchos compuestos orgánicos, siendo los más importantes la glucosa, ATP, fosfolípidos, ciertas coenzimas y ácidos nucleicos.

#### ▪ **Potasio.**

Es uno de los macronutrientes que los cultivos absorben en gran cantidad y funciona como activador de muchas enzimas, así como en las síntesis de las proteínas que requieren gran cantidad del elemento potasio, no formando parte estable de la estructura de ninguna de los compuestos o moléculas presentes en la célula de las plantas.

#### ▪ **Azufre**

Es un macronutriente, se encuentra formando parte de diversos compuestos orgánicos que influyen a las proteínas y los aminoácidos, así como de las vitaminas tiamina y biotina, la presencia de la coenzima A.

#### ▪ **Magnesio**

De mucha importancia para el funcionamiento fisiológico de los cultivos, pues es parte fundamental de la clorofila y el funcionamiento de muchas enzimas, así como en los diferentes pasos de la actuación del ATP, así como de muchas importancias para mantener la estructura de los ribosomas.

- **Calcio**

También es un micronutriente de mucha importancia en diversos compuestos de los cultivos, en las cuales en la mayoría de los casos se encuentra como precipitados de sales de oxalato de calcio en las vacuolas de las células, así como parte importante de las paredes celulares en forma de pectato de calcio uniendo las paredes primarias de las células adyacentes, así mismo de mucha importancia para una buena formación de la membrana y forma parte de la enzima  $\alpha$  – amilasa, pero en algunas oportunidades puede inferir la función del magnesio en la activación de las enzimas.

- **Hierro**

Este elemento es considerado como micronutriente, pero de mucha importancia en el cultivo para la síntesis de la clorofila, así como es parte fundamental del citocromo, la cual la función principal es la de portar los electrones en la fotosíntesis y en la respiración, así como del nitrato reductasa, así como activa muchas otras enzimas.

- **Cloro**

Muy importante para la realización del proceso de la fotosíntesis en la cual la función es la de activar las enzimas para la producción del oxígeno a partir del agua, así como de otras funciones ya que se presenta claramente la deficiencia en las raíces.

- **Manganeso**

Da mucha importancia en la activación en las enzimas para la síntesis de los ácidos grasos, así como de mucha importancia en la composición de las enzimas responsables del ADN y RN, así como en la activación de la enzima deshidrogenasa en el ciclo de Krebs, así como su participación directa en la producción fotosintética de oxígeno a partir del agua, así como participar en la formación de la clorofila.

- **Boro**

La función de este micronutriente en la planta es un proceso desconocido, pero si participa en el transporte en el floema de las proteínas.

- **Zinc**  
Este micronutriente es de mucha importancia para la mayoría de los cultivos, forma parte importante de la hormona del ácido indolacético, así como de diversos compuestos como la carboxipeptidasa, el ácido glutámico deshidrogenasa y el ácido láctico deshidrogenasa y de muchos otros compuestos para el normal funcionamiento de los cultivos.
- **Cobre**  
Su función importante en los cultivos es la de actuar como un portador de electrones y parte importante de algunas enzimas, como la plastocianina de mucha importancia en la fotosíntesis, así como de la oxidasa polifenol.
- **Molibdeno**  
Su principal función es la de pactar los electrones en la formación del nitrato de amonio y también de mucha importancia en la fijación del nitrógeno.
- **Carbono**  
Su función principal en todos los cultivos es la formación de todos los compuestos orgánicos que necesitan los cultivos para su desarrollo.
- **Hidrogeno**  
Se encuentra presente en todos los compuestos orgánicos en las cuales también se encuentra presente el carbono y de muchas importancias en la capacidad de intercambio de cationes en las relaciones suelo – planta.
- **Oxigeno**  
Su función principal es lo de ser parte de la mayoría de los compuestos orgánicos en todos los cultivos, así como intervenir en el intercambio de aniones entre las raíces del cultivo y el remedio que lo rodea, así mismo receptor principal terminal del hidrogeno en la respiración.

## **1.4 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN**

### **1.4.1 Formulación y evaluación del problema**

#### **a) Problema general.**

¿Se podrá conocer la contaminación del suelo agrícola y el cultivo de granado por los elementos Cadmio y plomo para las condiciones de la zona de Santiago - Ica?

**b) Problema específico.**

¿Se podrá conocer los niveles de contaminación del suelo agrícola y el cultivo de granado por los elementos Cadmio y plomo a lo largo de una campaña agrícola para las condiciones de la zona de Santiago - Ica?

## **1.5 JUSTIFICACIÓN IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN**

### **1.5.1 Justificación.**

Existe muy poco apoyo a los agricultores, especialmente a los pequeños en las diversas áreas del manejo de agronómico de los cultivos que permitan a los agricultores obtener altos rendimientos y buena calidad de sus productos, libres de productos contaminantes y sean aceptados por los diferentes mercados.

### **1.5.2 Importancia.**

Conocer si tanto el suelo agrícola como el cultivo de grabado han alcanzado niveles de contaminación por los elementos cadmio y plomo en el último de granado a lo largo de una campaña agrícola para las condiciones de la zona de Santiago – Ica y tomar medidas para que estos elementos no afecten el normal desarrollo del cultivo y obtener buenos rendimientos, así como buena calidad de sus productos.

## **1.6 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN**

### **1.6.1 Objetivo general.**

Evaluar la contaminación por el cadmio y plomo del suelo agrícola y al cultivo de granado para condiciones de la zona de Santiago -Ica.

### **1.6.2 Objetivo específico.**

Evaluar el nivel de contaminación por los elementos cadmio y plomo en el suelo agrícola y el cultivo de granado a lo largo de una campaña agrícola, para las condiciones de la zona de Santiago -Ica.

## **1.7 HIPÓTESIS DE INVESTIGACIÓN**

### **1.7.1 Hipótesis general.**

Mediante la determinación de la concentración del cadmio y plomo en el suelo agrícola y el cultivo de granado se podrá evaluar la contaminación para las condiciones de la zona de Santiago – Ica.

### **1.7.2 Hipótesis específica.**

Mediante la determinación de la concentración del cadmio y plomo en el suelo agrícola y el cultivo de granado se podrá evaluar el nivel de contaminación a lo largo de una campaña para las para las condiciones de la zona de Santiago – Ica.

## **1.8 Variables de la Investigación**

### **a) Variable independiente**

- Concentración de cadmio y plomo en el suelo agrícola y el cultivo de granado.

### **b) Variable Dependiente**

- Niveles de contaminación por el cadmio y plomo en el suelo agrícola y el cultivo de granado para las condiciones de la zona de Santiago - Ica

## II. ESTRATEGIA METODOLÓGICA

### 2.1 TIPO, NIVEL Y DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

#### 2.1.1 Tipo de investigación.

No experimental.

#### 2.1.2 Nivel de investigación.

Descriptivo.

### 2.2 POBLACIÓN Y MUESTRA DE ESTUDIO

#### 2.2.1 Población de estudio.

Lo constituyeron el suelo agrícola y el cultivo de granado instalado a un espaciamiento de 6 m entre líneas y 4.00 m. entre plantas de 8.00 Has, conducidas bajo sistema de fertirrigación y en buenas condiciones de desarrollo y producción de una edad aproximada de 12 años, instalados en el Fundo “Diaz” de propiedad.

#### 2.2.2 Muestra de estudio.

Las muestras fueron obtenidas de zonas representativas del suelo agrícola, así como números de las muestras foliares de plantas que representaron el área de estudio, de 8.00 Has, tomándose las muestras 100 plantas.

### 2.3 TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

#### 2.3.1 Análisis de suelos.

Para el análisis del suelo agrícola se tomaron muestras a una profundidad de 0 - 30 cms. y de 30 - 60 cms. de zonas representativas del área de estudios, las cuales se homogenizarán y se obtuvieron una sola muestra de 1.0 Kg. aproximadamente la cual fueron enviada al Laboratorio de “Químicas agrícola” del Instituto Valle Grande, para su análisis respectivo.

#### 2.3.2 Análisis foliares.

Las muestras foliares fueron obtenidas del tercio medio de cada planta seleccionada al azar y representativa del área de estudio las cuales se obtuvieron etapas del cultivo que son brotación, desarrollo y maduración, las cuales se pondrán en sobre manila, y fueron enviadas al laboratorio de química agrícola del Instituto del Valle Grande de Cañete para su análisis respectivo.

## **2.4 INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS**

Son las siguientes:

- Lampas.
- winchas
- Bolsas plásticas.
- Sobres manila
- Cajas de cartón.
- Envases de vidrio
- Tarjetas de identificación

## **2.5 TÉCNICAS DE PROCESAMIENTO, ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE DATOS**

- Los resultados de los análisis del suelo agrícola para la determinación del Cadmio y plomo fueron analizados en función de los estándares de calidad ambiental (ECA) establecido por el Ministerio del Ambiente del Perú.
  
- Los resultados de los valores de contenido de cadmio y plomo foliares el cultivo de granado fue establecidos en relación con los límites máximos permitidos por la comunidad europea.

### III. RESULTADO

#### 3.1 PRESENTACIÓN E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS

##### 3.1.1 Análisis de suelos.

**Tabla 1**

ANÁLISIS FÍSICO MECÁNICO DEL SUELO Y SU INTERPRETACIÓN  
PROFUNDIDAD 0 – 30 cm.

Parámetro	Resultado	Método
Arena (%)	65.80	Bouyoucos
Limo (%)	21.48	Bouyoucos
Arcilla (%)	12.72	Bouyoucos
Textura	Franco arenoso	Triangulo textural

**Nota:**

**Fuente:** Laboratorio de Química Agrícola - Instituto “Valle Grande de Cañete”.

**Tabla 2**

ANÁLISIS QUÍMICO DEL SUELO Y SU INTERPRETACIÓN  
PROFUNDIDAD 0 – 30 cm.

<b>Parámetro</b>	<b>Resultado</b>	<b>Método</b>	<b>Interpretación</b>
Nitrógeno total (%)	0.02	Kjeldahl	Bajo
Fósforo disponible (ppm)	24.84	Olsen	Alto
Potasio disponible (ppm)	157.60	Acetato de Amonio	Alto
Materia orgánica (%)	0.31	Walkley y Black	Bajo
Carbonato de Calcio Total (%)	0.77	Gravimétrico	Bajo
C.E. (dS/m.)	4.01	Electrométrico	Ligeramente salino
pH	7.97	Electrométrico	Alcalino
<b>Cationes cambiables</b>			
C.I.C (meq/100 gr.)	7.14	Cálculo matemático	Bajo
Calcio (meq/100 gr.)	5.16	E.A.A.	Bajo
Magnesio (meq/100 gr.)	1.05	E.A.A.	Bajo
Sodio (meq/100 gr.)	0.55	E.A.A.	Alto
Potasio (meq/100 gr.)	0.37	E.A.A.	Bajo

**Nota:**

**Dónde:** E.A.A.: Espectrometría de absorción atómica por llama.

**Fuente:** Laboratorio de Química Agrícola - Instituto “Valle Grande de Cañete”.

**Tabla 3**

ANÁLISIS FÍSICO MECÁNICO DEL SUELO Y SU INTERPRETACIÓN  
PROFUNDIDAD 30 – 60 cm.

<b>Parámetro</b>	<b>Resultado</b>	<b>Método</b>
Arena (%)	68.73	Bouyoucos
Limo (%)	20.84	Bouyoucos
Arcilla (%)	11.33	Bouyoucos
Textura	Franco arenoso	Triangulo textural

**Nota:**

**Fuente:** Laboratorio de Química Agrícola - Instituto “Valle Grande de Cañete”.

**Tabla 4**

ANÁLISIS QUÍMICO DEL SUELO Y SU INTERPRETACIÓN  
PROFUNDIDAD 30 – 60 cm.

<b>Parámetro</b>	<b>Resultado</b>	<b>Método</b>	<b>Interpretación</b>
Nitrógeno total (%)	0.02	Kjeldahl	Bajo
Fósforo disponible (ppm)	16.60	Olsen	Alto
Potasio disponible (ppm)	304.80	Acetato de Amonio	Alto
Materia orgánica (%)	0.34	Walkley y Black	Bajo
Carbonato de Calcio Total (%)	0.78	Gravimétrico	Bajo
C.E. (dS/m.)	4.64	Electrométrico	Salino
pH	7.99	Electrométrico	Alcalino
<b>Cationes cambiables</b>			
C.I.C (meq/100 gr.)	6.53	Cálculo matemático	Bajo
Calcio (meq/100 gr.)	4.28	E.A.A.	Bajo
Magnesio (meq/100 gr.)	1.10	E.A.A.	Bajo
Sodio (meq/100 gr.)	0.46	E.A.A.	Alto
Potasio (meq/100 gr.)	0.69	E.A.A.	Bajo

**Nota:**

**Dónde:** E.A.A.: Espectrometría de absorción atómica por llama.

**Fuente:** Laboratorio de Química Agrícola - Instituto “Valle Grande de Cañete”.

**Tabla 5**

CONCENTRACIÓN DE CADMIO Y PLOMO EN EL SUELO  
PROFUNDIDAD: 0 – 30 cm

<b>Parámetro</b>	<b>Unidad</b>	<b>Resultado</b>	<b>ECA Perú</b>	<b>Interpretación</b>
Cadmio	ppm	1.050	1.40	No supera ECA Perú
Plomo	ppm	20.458	70.00	No supera ECA Perú

**Nota:**

**Dónde:** ECA = Estándar de Calidad Ambiental.

**Fuente:** Inspectorate Services Perú SAC:

**Fecha:** 11/08/2023.

**Tabla 6**

CONCENTRACIÓN DE CADMIO Y PLOMO EN EL SUELO  
PROFUNDIDAD: 30 – 60 cm

<b>Parámetro</b>	<b>Unidad</b>	<b>Resultado</b>	<b>ECA Perú</b>	<b>Interpretación</b>
Cadmio	ppm	1.125	1.40	No supera ECA Perú
Plomo	ppm	20.808	70.00	No supera ECA Perú

**Nota:**

**Dónde:** ECA = Estándar de Calidad Ambiental.

**Fuente:** Inspectorate Services Perú SAC:

**Fecha:** 11/08/2023.

**Tabla 7**

## CONCENTRACIÓN FOLIAR DE CADMIO Y PLOMO EN EL CULTIVO DEL GRANADO – ETAPA DE MADURACIÓN DEL CULTIVO

Parámetro	Unidad	Resultado
Cadmio	0.062	ppm
Plomo	0.36	ppm

**Nota:****Fuente:** Inspectorate Services Perú SAC:**Fecha:** 19/01/2024**Tabla 8**

## CONCENTRACIÓN DE CADMIO Y PLOMO EN EL JUGO DEL GRANADO

Parámetro	Resultado	Unidad	Limite Máximos	
			Permisibles L.M.P (ppm)	Interpretación
Cadmio	< 0.006	ppm	0.05	No supera L.M.P
Plomo	No detectable	ppm	0.10	No supera L.M.P

**Nota:****Dónde:** LMP = Limite Máximos Permisibles.**Fuente:** Inspectorate Services Perú SAC.**Fecha:** 19/01/2024

**Tabla 9**

## CONCENTRACIÓN FOLIAR DE CADMIO Y PLOMO EN EL CULTIVO DE GRANADO – ETAPA DE BROTACIÓN

Parámetro	Unidad	Resultado
Cadmio	0.020	ppm
Plomo	0.14	ppm

**Nota:****Fuente:** Inspectorate Services Perú SAC:**Fecha:** 24/08/2024**Tabla 10**

## CONCENTRACIÓN FOLIAR DE CADMIO Y PLOMO EN EL CULTIVO DE GRANADO – ETAPAS DE DESARROLLO

Parámetro	Unidad	Resultado
Cadmio	0.026	ppm
Plomo	0.23	ppm

**Nota:****Fuente:** Inspectorate Services Perú SAC:**Fecha:** 20/09/2024

### 3.1.2 Riegos

Este se realizó mediante el sistema de fertirrigación instalado en el cultivo de granado que cuenta con goteros instalado a un espaciamiento de 30.00 cm, con un caudal medio de 1.30 litros por hora, cada línea de cultivo contaba con dos líneas laterales, instaladas a ambos lados de la línea del cultivo y cada planta de granado cuenta con 27 goteros.

En la presente tabla se presenta el volumen de riego aplicado al cultivo de granado en forma mensual y por campaña.

**Tabla 11**

#### VOLUMEN DE AGUA APLICADO AL CULTIVO DE GRANADO

<b>Mes</b>	<b>Horas de riego diario</b>	<b>Volumen de riego diario (m<sup>3</sup>/ha)</b>	<b>Volumen de riego (m<sup>3</sup>/ha) mensual</b>
Junio	2.0	28.88	866.40
Julio	2.5	36.10	1,119.10
Agosto	2.5	36.10	1,119.10
Setiembre	3.0	43.32	1,299.60
Octubre	3.0	43.32	1,342.92
Noviembre	3.5	50.54	1,516.20
Diciembre	3.5	50.54	1,566.74
Enero	3.5	50.54	1,566.74
Febrero	2.5	36.10	1,010.80
Marzo	1.5	21.66	671.46
Abril	1.0	14.44	433.20
Mayo	Sin aplicación	--	--
<b>Volumen de riego aplicado por campaña</b>			<b>12,512.52</b>

### **3.1.3 Fertilización**

Esta labor se realizó mediante el sistema de fertirrigación instalado en el cultivo de granado, utilizándose la siguiente formula:

- N = 240
- P = 120
- K = 120
- Ca = 80
- Mg = 80
- S = 80

Las fuentes de fertilizantes fueron:

- Ácido fosfórico
- Urea
- Sulfato de potasio
- Sulfato de magnesio
- Nitrato de calcio
- Nitrato de amonio

Así mismo, se aplicaron aproximadamente 15.00 toneladas de grano de invernada por hectárea.

### **3.1.4 Variables meteorológicas**

Las variables meteorológicas que se presentan en una zona, tienen influencia directa en el desarrollo y rendimiento de los cultivos, en el presente caso en el cultivo de granado en la zona baja del valle de Ica.

En la presente tabla se presenta los valores de las variables meteorológicas que se presentaron a lo largo del desarrollo del cultivo de granado:

**Tabla 12**

VALORES DE LAS VARIABLES METEOROLÓGICAS AÑO 2023 - 2024

<b>Mes</b>	<b>Temperatura media (°C)</b>	<b>Humedad relativa (%)</b>	<b>Horas de sol diarias</b>
Junio	18.70	76.6	5.90
Julio	18.60	77.4	6.60
Agosto	19.20	75.0	6.50
Setiembre	20.65	72.5	7.90
Octubre	23.40	67.4	8.20
Noviembre	23.10	66.9	8.20
Diciembre	24.00	65.2	7.90
Enero	26.30	65.0	6.54
Febrero	27.30	64.0	6.73
Marzo	26.70	67.0	6.70
Abril	25.00	72.0	7.51
Mayo	21.60	77.0	8.32

**Nota:** Fuente: Estación MAP “San Camilo” Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología SENAMHI – Ica.

## IV. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

### 4.1 ANÁLISIS DE SUELO

#### a. Análisis físico mecánico del suelo a una profundidad de 0 – 30 cm.

Las características físico mecánicas presentes en el suelo nos permite determinar la fertilidad física del suelo, que son las responsables directas del desarrollo y producción de los cultivos, en esta oportunidad tenemos un suelo de textura franco arenosa que son muy buenas para el desarrollo de todas los cultivos en estos casos del granado pues permiten una buena aireación para el cultivo de granado, pero presenta una baja retención de humedad y un excesivo drenaje por lo que es necesario la aplicación de materia orgánica para mejorar estas características, y permitir un mejor desarrollo y rendimiento del cultivo de granado.

#### b. Análisis químico del suelo a una profundidad de 0 – 30 cm.

El análisis químico del suelo nos va a permitir conocer las características químicas del suelo que son las responsables directas de la fertilidad química del suelo que juntamente con la fertilidad física son las responsables directas del desarrollo, rendimiento y calidad de los productos de los cultivos en este caso del cultivo de granado:

- Mediante este análisis se ha determinado que el contenido de materia orgánica es bajo y por lo tanto también del nitrógeno total por lo que en el programa de fertilización se tiene que aplicar guano de invernada para mejorar estas características.
- El contenido de fósforo disponible es alto, pero en el programa de fertilización se tiene que aplicar este nutriente para un mejor aprovechamiento del cultivo de granado y no permitir su agotamiento del suelo.
- Lo mismo sucede con el potasio disponible que se encuentra en el suelo en una concentración alta, pero en el programa de fertilización también se ha aplicado este nutriente por los altos requerimientos del cultivo de granado y no permitir su agotamiento del suelo.
- El contenido de carbonato de calcio es bajo por lo que no tendrá ningún efecto negativo en el desarrollo del cultivo de granado.

- La conductividad eléctrica es ligeramente salina, pero sin ningún efecto negativo para el desarrollo del cultivo de granado pues éste es altamente resistente a la salinidad en el suelo.
- El pH es alcalino, pero sin ningún efecto negativo para la disponibilidad de los nutrientes para el cultivo de granado, pues estos son aplicados vía sistema de fertilización lo que permite un buen control del pH del suelo y buena disponibilidad de sus nutrientes para el cultivo de granado.
- La capacidad de intercambio catiónico es adecuada, pero los cationes calcio y magnesio se encuentre en una concentración baja, siendo necesario la aplicación de guano de invierno para mejorar estas características

**c. Análisis físico mecánico del suelo a una profundidad de 30 – 60 cm.**

El análisis nos presenta un suelo con textura franco-arenosa con gran contenido de arena, que si bien es cierto son suelos en la cual se pueda desarrollar muy bien la mayoría de los cultivos es necesario la aplicación de materia orgánica para mejorar la retención de humedad por el suelo y el drenaje excesivo.

**d. Análisis químico del suelo a una profundidad de 30 – 60 cm.**

Según el análisis químico el suelo presenta las siguientes características:

- El contenido de materia orgánica es bajo, sucediendo lo mismo con el porcentaje de nitrógeno total por lo que es necesario la incorporación de guano de invierno para mejorar esta característica.
- El fósforo disponible es alto, pero menor en que en la capa superficial pero también en el programa de fertilización se tiene que aplicar este nutriente de mucha importancia para el desarrollo del sistema radicular del cultivo de granado y no permitir su agotamiento del suelo.
- El potasio disponible también se encuentra en una concentración alta, pero superior a una primera capa, por lo que también se ha aplicado en el programa de fertilización por ser de mucha importancia para el desarrollo del cultivo de granado y la calidad de sus productos.
- El contenido de carbonato de calcio es bajo por lo que al igual que la primera capa no tendrá ningún efecto negativo para el desarrollo del cultivo de granado.

- La conductividad eléctrica ligeramente salina, pero sin ningún efecto negativo en el desarrollo y rendimiento del cultivo de granado, pues este resiste altas concentraciones salinas en el suelo.
- El pH es alcalino, pero al igual que en la primera capa, sin ningún efecto negativo para la asimilación de los nutrientes por el cultivo de granado ya que estos son aplicados vía sistema de fertirrigación y el pH es bien controlado.
- La capacidad de intercambio catiónico es adecuada, pero al igual que la primera capa tanto al calcio como el hidrógeno se encuentra en una concentración baja, siendo necesario la aplicación de guano de invernada para mejorar esta característica

#### **4.2 CONCENTRACIÓN DE CADMIO Y PLOMO EN EL SUELO**

##### **a. Concentración de cadmio y plomo a una profundidad de 0 – 30 cm.**

La concentración tanto de cadmio como del plomo a una profundidad de 0 – 30 cm. no supera los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) establecido en el Perú, pero lo que se tiene que tomar las medidas necesarias para evitar su incremento.

##### **b. Concentración de cadmio y plomo a una profundidad de 30 – 60 cm.**

La concentración de cadmio y plomo en el suelo a la profundidad de 30 – 60 cm., tampoco alcanzan los Estándares de Calidad Ambiental establecido por el medio ambiente del Perú, indicando que ambos elementos pesados no han alcanzado niveles de contaminación pero en el caso del cadmio está muy cerca de alcanzar el estándar de calidad ambiental y producir la contaminación del suelo por lo que se tiene que tomar las medidas necesarias para evitar que la concentración de cadmio en el suelo siga aumentando.

##### **c. Características físico-mecánicas y químicas del suelo que permiten la retención de los elementos pesados.**

Las características físico mecánica que permite la retención de los elementos pesados cadmio y plomo en el suelo es la arcilla, que actúa juntamente con la materia orgánica para permitir la retención de estos elementos contaminantes en la superficie del suelo.

La característica químicas que permite la retención de los elementos pesados cadmio y plomo en la superficie del suelo son la materia orgánica y la capacidad de

intercambio catiónico, que está oportuna según los análisis tanto la arcilla conjuntamente con la materia orgánica, están en una concentración baja esta concentración está permitiendo que el suelo retenga en su superficie estos elementos contaminantes, especialmente el cadmio ya que ambos forman el complejo arcillo químico que permite que se presente la capacidad de intercambio catiónico que a ambas profundidades se presenta como adecuado permitiendo también la retención de los elementos pesado cadmio y plomo.

#### **4.3 ANÁLISIS FOLIARES**

- **Análisis foliares para determinar la concentración de cadmio y plomo**

De los resultados de los análisis foliares se puede observar; que a medida que se desarrolla el cultivo la concentración foliar de estos elementos pesados se incrementa, lo que demuestra que las hojas del cultivo de granado funcionan como zonas de almacén de estos elementos tanto el cadmio como del plomo y de ahí pasan al fruto, en muy muchos casos produciendo su contaminación

#### **4.4 ANÁLISIS DEL FRUTO**

- **Análisis del jugo del fruto para determinar la concentración de cadmio y plomo**

De los resultados del análisis del jugo del fruto del granado para determinar la concentración de cadmio y plomo se puede observar que ambos elementos pesados no llegan al límite máximo permisible establecido por la comunidad europea y demostrando que el jugo del fruto del granado no se encuentre a contaminados por los elementos cadmio y plomo.

## V. CONCLUSIONES

En el presente trabajo de investigación, se puede afirmar que se cumplieron con los objetivos planteados, llegándose a las siguientes conclusiones:

- 5.1** La conducción del cultivo en estas zonas ha sido el adecuado permitiendo un buen desarrollo y rendimiento del cultivo de granado, así como una buena calidad de sus productos.
- 5.2** las condiciones climáticas que se presentaron a lo largo del desarrollo del cultivo de granado fueron las adecuadas, permitiendo un buen desarrollo del cultivo.
- 5.3** La concentración de los elementos pesados cadmio y plomo no sobrepasa el estándar de Calidad Ambiental (ECA) establecido por el Ministerio del Ambiente del del Perú y demostrando que el suelo no ha alcanzado niveles de contaminación por estos elementos.
- 5.4** Las hojas del cultivo de granado funcionan como zonas de almacenamiento de estos elementos pesados, pues a lo largo del desarrollo del cultivo, se ha ido incrementando la concentración de estos elementos pesados.
- 5.5** El jugo del fruto del cultivo de granado no ha alcanzado niveles de concentración por estos elementos pesados cadmio y plomo.

## **VI. RECOMENDACIONES**

En función de los resultados obtenidos se recomienda lo siguiente:

- 6.1** Continuar con los trabajos de investigación para la determinación de los elementos pesados cadmio y plomo en el cultivo de granado.
- 6.2** Continuar con estos tipos de investigación en otros cultivos y otras zonas del valle de Ica, por la importancia de conocer la concentración de estos elementos, pesados que puedan afectar a los cultivos y al hombre.
- 6.3** Establecer prácticas agrícolas que no permitan el incremento de estos elementos pesados tanto en el suelo como en el cultivo de granado en esta zona del valle de Ica.
- 6.4** Promover estas investigaciones entre los agricultores que se dedican a la conducción de cultivo de granado, como un apoyo al manejo agronómico del cultivo y por la importancia de conocer los efectos negativos que producen estos elementos estados tanto en el cultivo de granado como en el hombre.

## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] D, Franco. Contaminación por el plomo. Informe elaborado por la Comisión de la Salud Ocupacional – Sindicato Médico Uruguay.
- [2] Isaza, Gustavo. Efecto del plomo sobre la imbibición, germinación y crecimiento de *phaseolus vulgaris* y *zea mays*. Universidad del Valle Sede Pacifico – Buenaventura – Valle del Cauca – Colombia.
- [3] F, Hernández. Determinación de cambio en suelos agrícolas dedicados a la producción de alfalfa (*Medicago sativa*) irrigado con aguas residuales. México. 2014.
- [4] P, Duran. Transferencia de metales de suelo a plantas de área minera ejemplo de los andes peruanos y la cordillera prelitoral catalana. Universidad de Barcelona. 2010.
- [5] K, Morales. Determinación del cadmio en el cultivo de pecano (*Carya illinoensis Kock*) variedad Mahan en la zona baja del valle de Ica. Tesis para obtener el Título de ingeniero Agrónomo – Facultad de Agronomía – Universidad Nacional “San Luis Gonzaga”. Ica – Perú. 2022.
- [6] R, Martínez. Concentración del elemento pesado cadmio en suelos agrícolas cultivados con el cultivo de granado (*Púnica granatum L*) en la zona baja del valle de Ica. Tesis para obtener el Título de ingeniero Agrónomo – Facultad de Agronomía – Universidad Nacional “San Luis Gonzaga”. Ica – Perú. 2022.
- [7] M, Anayhuaman. Contaminación del suelo agrícola y el cultivo de esparrago (*Asparagus officinalis L*) por los metales pesados cadmio y arsénico en la zona de Santiago – Ica. Tesis para obtener el título profesional de ingeniero agrónomo – Facultad de agronomía – UNICA.
- [8] A, Huamani. Nivel de contaminación por el cadmio en el cultivo de pecano (*Carya illinoensis Kock*) variedad Mahan en la zona de Huarango Mocho – Santiago. Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Agrónomo – Facultad de Agronomía – UNICA. 2022.
- [9] V, Almeyda. “Efecto de la aplicación de fertilizantes fosfatados en la concentración por el cadmio de suelos agrícolas de la zona baja del valle de Ica”. Tesis Doctoral Universidad Nacional “San Luis Gonzaga” – Ica – Perú. 2019.
- [10] K. Mantari y J, Solís. “Determinación del contenido de cadmio en el cultivo de pecano (*Carya illinoensis koch*) variedad Mahan y en el suelo agrícola de la zona baja del valle de Ica”. Tesis Pre grado Universidad Nacional “San Luis Gonzaga” – Ica – Perú 2021.
- [11] K, Naventa. Contaminación para el cadmio y arsénico en el cultivo de pecano

- (*Carya illinoensis koch*) en la zona de Huarango Mocho – Ica. Tesis para optar el título Profesional de Ingeniero Agrónomo - Facultad de Agronomía. UNICA. 2024.
- [12] L, Crisóstomo. Contaminación por metales pesados en el cultivo de pecano (*Carya illinoensis koch*) variedad Mahan en la zona de Santiago – Ica. Tesis para optar el título Profesional de Ingeniero Agrónomo - Facultad de Agronomía. UNICA. 2024.
- [13] J, Pino. Diagnostico situacional de sustancias toxicas, contaminantes del suelo y planta en el cultivo de espárrago (*Asparagus officinales L.*) Tesis para optar el título Profesional de Ingeniero Agrónomo - Facultad de Agronomía. UNICA. 2023.
- [14] E, Sotomayor. Evaluar la concentración de metales pesados en el cultivo de espárrago (*Asparagus officinalis L.*) Variedad Ida Loa en la zona de La Venta – Ica. Tesis para optar el Título de Ingeniero Agrónomo – Facultad de Agronomía – UNICA. 2022.
- [15] N, Espinoza. Evaluar la concentración por el cadmio en el cultivo de Esparrago (*Asparagus officinalis L.*) híbrido Vegalim en la zona de La Venta – Ica. Tesis para optar el Título de Ingeniero Agrónomo – Facultad de Agronomía – UNICA. 2024.
- [16] T, Romero Determinación de los elementos contaminantes Cadmio y Arsénico en los suelos agrícolas cultivados con espárrago (*Asparagus officinalis L*) en la zona baja del valle de Ica. Tesis para optar el Título de Ingeniero Agrónomo – Facultad de Agronomía – UNICA. 2022.
- [17] R, Kú. Determinación del contenido de cadmio en el cultivo de espárrago (*Asparagus officinalis L*) en la zona baja del valle de Ica. Tesis para optar el Título de Ingeniero Agrónomo – Facultad de Agronomía – UNICA. 2022.
- [18] E, Cordero. Estimar la concentración de 2 elementos tóxicos cadmio y plomo en el cultivo de paltar (*Phaseolus lunatus L*) variedad sol de Ica (Ica 450 – 71) en parte medio del valle de Ica – 2022. Tesis para optar el titulo profesional de Ingeniero Agrónomo, Facultad de Agronomía – Universidad Nacional “San Luis Gonzaga” – 2023.
- [19] J, Siguas. Contaminación del cultivo de espárrago (*Asparagus officinalis L*) por los metales pesados cadmio y plomo en la zona de Santa Dominguita – La Venta – Ica. Tesis para optar el Título de Ingeniero Agrónomo – Facultad de Agronomía – UNICA. 2024.
- [20] E, Castillo. Niveles de contaminación por metales pesados en el cultivo de granado (*Punica granatum L*) en la zona de La Venta – Ica. Tesis para optar el Título de Ingeniero Agrónomo – Facultad de Agronomía – UNICA.
- [21] Ministerio de Agricultura. “El cultivo de pecano en el Perú”. Lima – Perú. 52 pág. 2001.

- [22] Ministerio del Ambiente. Estándares de calidad ambiental para suelos urbanos y suelos agrícolas. Lima- Perú.
- [23] P, Grados y R, Tello “Determinación de Metales pesados en suelos, aguas y plantas de tangelos, mandarinas y paltos en el fundo Pongo en la Zona Media del valle de Ica” Facultad de Agronomía – UNICA – Ica - Perú. 2017.
- [24] Fuentes et al. “El suelo y los fertilizantes” Editorial Mundi Prensa. Quinta edición revisada y ampliada. Madrid. España. 2010.
- [25] C. Guipanda. Cultivos Hidropónicos, Ediciones Mundi Prensa – España 320 pág. 2010.
- [26] Instituto Nacional de Salud Pública y Medio Ambiente. Holanda. Principales fuentes antropogénicas de contaminación por metales pesados en suelos europeos. 1992.

## **VIII. ANEXO**

**Fig. 1**

**Análisis de suelo – Salinidad 0 – 30 cm.**



SOLICITANTE : CRISTHIAN ALFARO QUISPE ANÁLISIS N° : 733-01S -2023  
 PREDIO : TESISTA CRISTHIAN ALFARO QUISPE LUGAR : Ica  
 MATRIZ : SUELO AGRICOLA FECHA DE RECEP. : 17/07/2023

**INFORME DE ANÁLISIS DE SUELO - SALINIDAD**  
**MUESTRA : MUESTRA N. 01 - 0-30cm - GRANADO - ZONA. SANTIAGO**

PARÁMETRO	RESULTADO	UNIDAD	MÉTODO	TÉCNICA
<b>Textura</b>				
Arena	65.80	%		
Limo	21.48	%		
Arcilla	12.72	%	MES - 001	Bouyoucos
Clase Textural	<b>FRANCO ARENOSO</b>			
Porcentaje de Saturación de Agua	33.64	%	MES - 002	Gravimétrico
Carbonato de Calcio Total	0.77	%	MES - 003	Gravimétrico
Conductividad Eléctrica (E.S) a 25 °C.	4.01	dS / m	MES - 004	Electrométrico
pH (1/1) a Temp 23.9 °C	7.97		MES - 005	Electrométrico
Fósforo Disponible	24.84	ppm	MES - 006	Olsen
Materia Orgánica	0.31	%	MES - 007	Walkley y Black
Nitrógeno Total	0.02	%	MES - 008	Kjeldahl
Potasio Disponible	157.60	ppm	MES - 009	Acetato de Amonio
<b>Cationes Cambiables</b>				<b>Extractante:Ac. Amonio</b>
Calcio	5.16	mEq / 100 g	MES - 010	FAAS
Magnesio	1.05	mEq / 100 g	MES - 011	FAAS
Sodio	0.55	mEq / 100 g	MES - 012	FAAS
Potasio	0.37	mEq / 100 g	MES - 013	FAAS
P.S.I	7.68	%	MES - 015	Cálculo Matemático
C.I.C.E	7.14	mEq / 100 g	MES - 017	Cálculo Matemático
<b>Sales Disueltas</b>				
Cloruro	12.16	mEq / L	SM 4500 CL - B	Argentométrico
Sulfato	30.13	mEq / L	EPA 375.4	Turbidimétrico
Nitrato	5.39	mEq / L	MEA - 001	Colorimétrico
Carbonato	< 0.02	mEq / L	SM 2320 B	Volumétrico
Bicarbonato	2.02	mEq / L	SM 2320 B	Volumétrico
Calcio	30.69	mEq / L	EPA 215.1	FAAS
Magnesio	5.50	mEq / L	EPA 242.1	FAAS
Sodio	13.06	mEq / L	EPA 273.1	FAAS
Potasio	0.88	mEq / L	EPA 258.1	FAAS
Boro	2.08	ppm (*)	ISO 9390.1990	Colorimétrico

**DONDE:**  
 E.S : Extracto de Saturación.  
 ( 1 / 1 ) : Relación Masa del Suelo / Volumen del Agua.  
 P.S.I : Porcentaje de Sodio Intercambiable.  
 C.I.C.E. : Capacidad de Intercambio Catiónico Efectivo.  
 % : Masa / Masa.  
 ppm : mg / Kg.  
 ppm(\*) : mg / L.  
 MES y MEA : Método Propio del Laboratorio.  
 SM : Standard Methods  
 EPA : Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos.  
 ISO : International Organization for Standardization.  
 FAAS : Espectrometría de Absorción Atómica por Llama.

**NOTA:**  
 1: Los resultados presentados corresponden sólo a la muestra indicada.  
 2: Se prohíbe la reproducción parcial o total del presente informe sin la autorización del Laboratorio de Química Agrícola.

**MSc. Quim. Alexis Saucedo Chacón**  
**JEFE DEL LABORATORIO**



**MSc. Agr. Julio Castro Lazo**  
**DIRECTOR DEL LABORATORIO**

Fig. 2

Análisis de suelo – Salinidad 30 – 60 cm.



SOLICITANTE : CRISTHIAN ALFARO QUISPE  
 PREDIO : CRISTHIAN ALFARO QUISPE  
 MATRIZ : SUELO AGRICOLA

ANÁLISIS N° : 733-025-2023  
 LUGAR : Ica  
 FECHA DE RECEP. : 17/07/2023

INFORME DE ANÁLISIS DE SUELO - SALINIDAD  
 MUESTRA : MUESTRA N. 01 - 30-60cm - GRANADO - ZONA. SANTIAGO

PARÁMETRO	RESULTADO	UNIDAD	MÉTODO	TÉCNICA
<b>Textura</b>				
Arena	67.83	%		
Limo	20.84	%		
Arcilla	11.33	%	MES - 001	Bouyoucos
Clase Textural	<b>FRANCO ARENOSO</b>			
Porcentaje de Saturación de Agua	32.38	%	MES - 002	Gravimétrico
Carbonato de Calcio Total	0.78	%	MES - 003	Gravimétrico
Conductividad Eléctrica (E.S) a 25 °C.	4.64	dS / m	MES - 004	Electrométrico
pH (1/1) a Temp. 23.9 °C	7.99		MES - 005	Electrométrico
Fósforo Disponible	16.60	ppm	MES - 006	Olsen
Materia Orgánica	0.34	%	MES - 007	Walkley y Black
Nitrógeno Total	0.02	%	MES - 008	Kjeldahl
Potasio Disponible	304.80	ppm	MES - 009	Acetato de Amonio
<b>Cationes Cambiables</b>				<b>Extractante:Ac. Amonio</b>
Calcio	4.28	mEq / 100 g	MES - 010	FAAS
Magnesio	1.10	mEq / 100 g	MES - 011	FAAS
Sodio	0.46	mEq / 100 g	MES - 012	FAAS
Potasio	0.69	mEq / 100 g	MES - 013	FAAS
P.S.I	6.98	%	MES - 015	Cálculo Matemático
C.I.C.E	6.53	mEq / 100 g	MES - 017	Cálculo Matemático
<b>Sales Disueltas</b>				
Cloruro	12.84	mEq / L	SM 4500 CL - B	Argentométrico
Sulfato	29.71	mEq / L	EPA 375.4	Turbidimétrico
Nitrato	9.38	mEq / L	MEA - 001	Colorimétrico
Carbonato	< 0.02	mEq / L	SM 2320 B	Volumétrico
Bicarbonato	2.47	mEq / L	SM 2320 B	Volumétrico
Calcio	28.72	mEq / L	EPA 215.1	FAAS
Magnesio	7.65	mEq / L	EPA 242.1	FAAS
Sodio	15.80	mEq / L	EPA 273.1	FAAS
Potasio	2.66	mEq / L	EPA 258.1	FAAS
Boro	2.16	ppm (*)	ISO 9390.1990	Colorimétrico

DONDE:

ES : Extracto de Saturación.  
 (1 / 1) : Relación Masa del Suelo / Volumen del Agua.  
 P.S.I : Porcentaje de Sodio Intercambiable.  
 C.I.C.E. : Capacidad de Intercambio Cationico Efectivo.  
 % : Masa / Masa.  
 ppm : mg / Kg.  
 ppm(\*) : mg / L.

MES y MEA : Método Propio del Laboratorio.  
 SM : Standar Methods  
 EPA : Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos.  
 ISO : International Organization for Standardization.  
 FAAS : Espectrometría de Absorción Atómica por Llama.

NOTA:

- Los resultados presentados corresponden sólo a la muestra indicada.
- Se prohíbe la reproducción parcial o total del presente informe sin la autorización del Laboratorio de Química Agrícola.

**MSc. Quím. Alexis Saucedo Chacón**  
 JEFE DEL LABORATORIO



**MSc. Agr. Julio Castro Lazo**  
 DIRECTOR DEL LABORATORIO

Fig. 3

Análisis Metales Pesados de 0 – 30 cm.



**VALLE GRANDE**  
Laboratorio de Química Agrícola

**50 AÑOS**  
1965 - 2015

SOLICITANTE : CRISTHIAN ALFARO QUISPE  
CÓDIGO DE MUESTRA : 733-015 -2023  
PREDIO : TESISTA CRISTHIAN ALFARO QUISPE  
MUESTREADO POR : CLIENTE  
FECHA DE INICIO : 19/07/2023  
TIPO DE MUESTRA : SOLIDA  
FECHA FINAL : 04/08/2023  
FECHA DE INGRESO : 17/07/2023  
MATRIZ : SUELO  
FECHA DE EMISIÓN : 11/08/2023

**INFORME DE ANÁLISIS - METALES PESADOS**  
MUESTRA : MUESTRA N. 01 - 0-30cm - GRANADO - ZONA. SANTIAGO

PARÁMETROS	RESULTADO	UNIDAD	MÉTODO	TÉCNICA
Plomo Total (Pb)	20.458	mg / Kg	MFES - 070	FAAS
Cadmio Total (Cd)	1.050	mg / Kg	MFES - 071	FAAS
Cromo Total (Cr)	11.775	mg / Kg	MFES - 072	FAAS

Los resultados están expresados en muestra seca.

**LIMITES DE CUANTIFICACIÓN (LC) :**

PARÁMETROS	RESULTADO	UNIDAD	MÉTODO	TÉCNICA
Plomo (Pb)	0.067	mg / Kg	MFES - 070	FAAS
Cadmio (Cd)	0.005	mg / Kg	MFES - 071	FAAS
Cromo (Cr)	0.067	mg / Kg	MFES - 072	FAAS

**Donde:**

FAAS : Espectrometría de Absorción Atómica por Llama  
HGAAS : Espectrometría de Absorción Atómica por Generador de Hidruros  
CVAAS : Espectrometría de Absorción Atómica por Vapor Frio  
MFES : Metodo Propio del Laboratorio

**NOTA:**

- 1: Los resultados presentados corresponden sólo a la muestra indicada.
- 2: Se prohíbe la reproducción parcial o total del presente informe sin la autorización del Laboratorio de Química Agrícola.

**MSc. Quím. Alexis Saucedo Chacón**  
JEFE DEL LABORATORIO



**MSc. Agr. Julio Castro Lazo**  
DIRECTOR DEL LABORATORIO

**Promotora de Obras Sociales y de Instrucción Popular**

Panamericana Sur Km. 144, San Vicente de Cañete, Lima - Perú  
Teléfono: (511) 581 2261 | Celular: 991 692 563  
Email: laboratorio@vallegrande.edu.pe | Web: www.vallegrande.edu.pe

Fig. 4

Análisis Metales Pesados de 30 – 60 cm.



**VALLE GRANDE**  
Laboratorio de Química Agrícola

**50 AÑOS**  
1965 - 2015

SOLICITANTE : CRISTHIAN ALFARO QUISPE  
PREUDIO : CRISTHIAN ALFARO QUISPE  
FECHA DE INICIO : 19/07/2023  
FECHA FINAL : 04/08/2023  
MATRIZ : SUELO

CÓDIGO DE MUESTRA : 733-025 -2023  
MUESTREO POR : CLIENTE  
TIPO DE MUESTRA : SOLIDA  
FECHA DE INGRESO : 17/07/2023  
FECHA DE EMISIÓN : 11/08/2023

**INFORME DE ANÁLISIS - METALES PESADOS**  
MUESTRA : MUESTRA N. 01 - 30-60cm - GRANADO - ZONA. SANTIAGO

PARÁMETROS	RESULTADO	UNIDAD	MÉTODO	TÉCNICA
Plomo Total ( Pb )	20.808	mg / Kg	MFES - 070	FAAS
Cadmio Total ( Cd )	1.125	mg / Kg	MFES - 071	FAAS
Cromo Total ( Cr )	14.750	mg / Kg	MFES - 072	FAAS

Los resultados están expresados en muestra seca.

**LIMITES DE CUANTIFICACIÓN (LC) :**

PARÁMETROS	RESULTADO	UNIDAD	MÉTODO	TÉCNICA
Plomo ( Pb )	0.067	mg / Kg	MFES - 070	FAAS
Cadmio ( Cd )	0.005	mg / Kg	MFES - 071	FAAS
Cromo ( Cr )	0.067	mg / Kg	MFES - 072	FAAS

**Donde:**

FAAS : Espectrometría de Absorción Atómica por Llama  
HGAAAS : Espectrometría de Absorción Atómica por Generador de Hidruros  
CVAAS : Espectrometría de Absorción Atómica por Vapor Frio  
MFES : Metodo Propio del Laboratorio

**NOTA:**

- 1: Los resultados presentados corresponden sólo a la muestra indicada.
- 2: Se prohíbe la reproducción parcial o total del presente informe sin la autorización del Laboratorio de Química Agrícola.

  
MSc. Quím. Alexis Saucedo Chacón  
JEFE DEL LABORATORIO



  
MSc. Agr. Julio Castro Lazo  
DIRECTOR DEL LABORATORIO

**Promotora de Obras Sociales y de Instrucción Popular**

Panamericana Sur Km. 144, San Vicente de Cañete, Lima - Perú  
Teléfono: (511) 581 2261 | Celular: 991 692 563  
Email: laboratorio@vallegrande.edu.pe | Web: www.vallegrande.edu.pe

**Fig. 5**

**Panel fotográfico**























