



Universidad Nacional
SAN LUIS GONZAGA



Atribución-NoComercial-SinDerivadas 4.0 Internacional

Esta licencia es la más restrictiva de las seis licencias principales Creative Commons, permitiendo a otras solo descargar sus obras y compartirlas con otras siempre y cuando den crédito, pero no pueden cambiarlas de forma alguna ni usarlas de forma comercial.

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



"Año de la unidad, la paz y el desarrollo"

CONSTANCIA DE EVALUACIÓN DE ORIGINALIDAD 2023

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

EVALUACIÓN DE LA CONTAMINACIÓN POR METALES PESADOS EN EL CULTIVO DE PECANO (*Carya illinoensis koch*) EN LA ZONA DE SANTIAGO – ICA

Presentado por:

ROSMERI MAYUME GARCÍA CONDE

Graduado del nivel **Pregrado** de la **Facultad de Agronomía**. El resultado obtenido es **12% de similitud (Doce 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 proceden 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, 24 de julio de 2023

.....
Dr. LUIS FELIPE BENDEZU DIAZ
Director Interino de la Unidad de Investigación
Facultad de Agronomía

.....
LISSETT AUGUSTA PECHE VALENZUELA
Operador del Programa Informático iThenticate
Evaluador de Originalidad
Facultad de Agronomía

UNIVERSIDAD NACIONAL “SAN LUIS GONZAGA”

VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN

Facultad de Agronomía



Evaluación de la contaminación por metales pesados en el cultivo de pecano (*Carya illinoensis koch*) en la zona de Santiago – Ica

Línea de Investigación: Ciencias naturales, ingeniería y tecnologías sostenibles

INFORME FINAL DE TRABAJO DE TESIS

Presentado por:

ROSMERI MAYUME GARCÍA CONDE

Ica – Perú

2022

DEDICATORIA:

Quiero dedicar esta tesis a mis padres porque ellos han dado razón a mi vida, por sus consejos, su apoyo incondicional y su paciencia todo lo que hoy soy es gracias a ellos.

AGRADECIMIENTO:

Agradezco a Dios, por haberme otorgado una familia maravillosa, quienes han creído en mí siempre dándome ejemplo de superación, humildad y sacrificio, enseñándome a valorar todo lo que tengo. A todos ellos dedico el presente trabajo porque han fomentado en mí el deseo de superación y de triunfo en la vida.

A la Universidad Nacional “San Luis Gonzaga” alma mater de nuestra formación profesional.

A la Facultad de Agronomía, a los docentes por sus enseñanzas impartidas durante mi formación profesional.

Al Dr. Vicente S. Almeyda Napa, asesor de la presente tesis, por compartir conmigo sus conocimientos.

INDICE

CONTENIDO		Pág.
I	INTRODUCCIÓN.....	1
II	ESTRATEGIA METODOLÓGICA.....	29
	2.1 Tipo, Nivel y Diseño de la Investigación.....	29
	2.1.1 Tipo de Investigación.....	29
	2.1.2 Nivel de Investigación.....	29
	2.1.3 Diseño de Investigación.....	29
	2.2 Población y muestra de estudio.....	29
	2.2.1 Población de estudio.....	29
	2.2.2 Muestra de estudio de datos.....	29
	2.3 Técnica de recolección de datos.....	29
	2.3.1 Análisis de suelos.....	29
	2.3.2 Análisis foliares.....	29
	2.4 Técnicas de procesamiento, análisis e interpretación de datos.....	30 30
	2.5 Instrumentos de recolección de datos.....	31
III	RESULTADOS.....	32
IV	DISCUSIÓN.....	38
V	CONCLUSIONES.....	40
VI	RECOMENDACIONES.....	41
VII	REFERENCIA BIBLIOGRÁFICAS.....	42
VIII	ANEXO.....	44

INDICE DE TABLA

CONTENIDO	Pág.
Tabla 1 Análisis físico mecánico del suelo.....	32
Tabla 2 Análisis interpretación químico del suelo.....	33
Tabla 3 Concentración de cadmio y plomo en el suelo agrícola profundidad 0 – 30 cm.	34
Tabla 4 Concentración de cadmio y plomo en el suelo agrícola profundidad 30 – 60 cm.	34
Tabla 5 Concentración foliar de cadmio y plomo en el cultivo de pecano.....	35
Tabla 6 Concentración foliar de cadmio y plomo en el cultivo de pecano.....	35
Tabla 7 Concentración foliar de cadmio y plomo en el cultivo de pecano.....	36
Tabla 8 Concentración foliar de cadmio y plomo en el cultivo de pecano.....	36
Tabla 9 Concentración cadmio y plomo en el cultivo de pecano.....	37

INDICE FIGURA

CONTENIDO		Pág.
8.1	Imagen de campo.....	44
8.2	Análisis Foliar.....	51

RESUMEN

El presente trabajo de investigación trata de determinar si el suelo agrícola, así como el cultivo de pecano van alcanzando niveles de contaminación por los elementos contaminantes cadmio y plomo por lo que se puede afirmar que se han cumplido los objetivos planteados en el proyecto de investigación en la cual se presentan los resultados obtenidos.

Con relación al suelo agrícola tenemos dos resultados, la concentración de los elementos contaminantes cadmio y plomo a una profundidad de 0- 30 cms. es de 0.81 ppm y 10.05 ppm respectivamente y la muestra de 30- 60 cms. Presenta una concentración de 0.51 ppm de cadmio y 7.32 ppm concentración de plomo, pero en ambas profundidades las concentraciones tanto de cadmio y plomo no sobrepasan los estándares de calidad ambiental (ECA) establecido por el Ministerio del Ambiente para el suelo agrícola.

El fruto del pecano presenta 0.023 ppm de concentración de cadmio y 0.083 ppm de concentración de plomo, lo que demuestra que el fruto está absorbiendo estos elementos contaminantes, pero sin llegar a los límites máximos permisibles establecidos por la Unión Europea.

Palabras claves: Contaminación, cadmio, plomo, cultivo de pecano, Santiago.

ABSTRACT

The present research work tries to determine if the agricultural soil, as well as the pecan cultivation, are reaching levels of contamination by the polluting elements cadmium and lead, so it can be affirmed that the objectives set out in the research project in which presents the results obtained.

In relation to agricultural soil we have two results, the concentration of contaminating elements cadmium and lead at a depth of 0-30 cm. is 0.81 ppm and 10.05 ppm respectively and the sample is 30-60 cms. It presents a concentration of 0.51 ppm cadmium and 7.32 ppm lead concentration, but at both depths the concentrations of both cadmium and lead do not exceed the environmental quality standards (ECA) established by the Ministry of the Environment for agricultural soil.

The pecan fruit has a 0.023 ppm cadmium concentration and a 0.083 ppm lead concentration, which shows that the fruit is absorbing these polluting elements, but without reaching the maximum permissible limits established by the European Union.

Keywords: Contamination, cadmium, lead, pecan cultivation, Santiago.

I. INTRODUCCIÓN

La zona del valle de Ica, presenta las mejores condiciones de suelo, agua y climática para muchos cultivos, lo que les ha permitido buenos rendimientos y muy buena calidad de sus productos de gran aceptación en los diferentes mercados, tanto nacional como internacional. Uno de los cultivos que durante muchos años se viene desarrollando en la zona del valle es el pecano, cuyo desarrollo en esta zona es uno de los mejores a nivel del Perú y donde se consiguen los mejores rendimientos y muy buena calidad de los productos.

El cultivo de pecano además de permitir el ahorro de agua en su conducción, lo que lo hace muy importante para su cultivo en esta zona, su producto es muy solicitado por la buena calidad que se alcanza.

Pero como sabemos a nivel de pequeños productores agrícolas, se realizan muy pocas investigaciones que ayuden a los agricultores, especialmente del pecano en la conducción en las diversas áreas, como son uso consuntivo, manejo de la fertilización control de la contaminación por metales pesados, que posibilitan obtener buena producción y de muy buena calidad y libre de metales pesados contaminantes.

Mediante el presente trabajo de investigación se pondrá a disposición de los productores del cultivo de pecano una metodología que les permita evaluar el nivel de contaminación por metales pesados y tomar medidas de control en la zona de Santiago- Ica.

Así mismo en la actualidad se presentan condiciones muy favorables para la exportación del producto de pecano a los mercados asiáticos por lo que se necesitan producir los frutos del pecano en las mejores condiciones de producción, mejor la calidad de los productos y que se encuentren libres de elementos pesados contaminantes.

1.1 MARCO TEÓRICO

1.1.1 Antecedentes de la Investigación

- Antecedentes a nivel nacional.

E. Tantaleane y M. Huaya [1], en su trabajo de investigación titulado: distribución del contenido de cadmio en los diferentes órganos del cacao CNN-S1 en suelo aluvial y residual en las localidades de Jacintillo y Ramal de Aspuzana de 2.8 ppm.

Así mismo el contenido de cadmio presente en los suelos agrícola en el horizonte A en la zona de Jacintillo es de 1.71 ppm y en la zona de Ramal de Aspuzana de 1.26 ppm sobrepasando ambos el límite máximo permisible establecido por el guía de protección ambiental de la comunidad europea que es de 0.8 ppm.

Así mismo K. Mantari y J. Solís [2], en su trabajo de tesis: “ 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”, determinaron que las cuatro muestras, dos a una profundidad de 0 – 30 cms y dos a una profundidad de 30 – 60 cms, sobrepasaron el estándar de calidad ambiental establecido para el suelo agrícola por el ministerio del ambiente del Perú que es de 1 – 4 ppm , demostrando que los suelos agrícolas cultivados con pecano están contaminados por el metal pesado cadmio.

- Antecedentes a nivel local.

Según C. Grados y P. Tello [3], en su trabajo de tesis, titulado: determinación de metales pesados en el suelo, aguas y plantas de tangelos, mandarinos y palto en el fundo Pongo en la zona Media del valle de Ica, encontraron los siguientes valores de concentración del elemento cadmio en el suelo agrícola.

Profundidad del suelo	contenido (ppm)
0 - 30 cm	2.03
30 cm – 60 cm	1.62

Demostrando que el suelo se encuentra contaminado al sobrepasar el estándar de calidad ambiental (ECA) para el Perú.

V. Almeyda [4], en su trabajo de tesis titulado: efecto de la aplicación de fertilizantes fosfatados en la contaminación por el cadmio de suelos agrícolas en la zona baja del valle de Ica – 2018, encontró que la contaminación del cadmio en las 10 muestras de suelo a profundidades de 0 – 30 cm y 30 a 60 cm sobrepasan el estándar de calidad ambiental establecido por el ministerio del ambiente para suelo agrícola del Perú que es de 1.4 ppm.

Según S. Salcedo y H. Salazar [5], en su trabajo de investigación “Determinación del Ritmo de Absorción de Macro y Micro Nutrientes en el Cultivo de Palto (*Persea Americana Mill*) Variedad Hass Conducido Bajo Sistemas de Fertittigación en la Zona Alta del Valle de Ica” determinaron la absorción de los macros y micro nutrientes en el cultivo de Palto en función de las etapas de desarrollo, lo que les permitió realizar un manejo eficiente del cultivo de Palto con respecto a la fertilización

1.2 BASES TEÓRICAS SOBRE EL CULTIVO DE PECANO

Origen: *Carya illinoensis Koch*

Familia: Juglandaceae

Sinónimos:

- *Junglans illinoensis* Wangenh.,
- *Carya pecan* Engl. & Graebn.,
- *Carya olivaeformis* Nutt.

Nombre común:

Pecana, pecan, nogal americano, nogal Pecanero.

Lugar de origen:

Especie originaria de EE.UU. y México.

Etimología:

Carya = Nombre antiguo griego del nogal. Según la mitología, *Carya*, hermana de Dion, rey de Laconia, fue convertido en un nogal por el Dios Baco.

Illinoensis (illinoensis) = hace alusión a Illinois, estado de EE.UU.

La nuez del pecano es un alimento altamente saludable, es un producto libre de colesterol, con altos contenidos de proteínas y ácidos grasos insaturados que reducen el contenido de colesterol en la sangre. Cabe destacar que este contenido de ácido oleico es similar al que poseen las mejores variedades de olivo para aceite. Además, los frutos son fuente de calcio, hierro, potasio y vitamina A.

**CARACTERÍSTICAS NUTRICIONALES DE LA NUEZ DE PECANO.
COMPOSICIÓN VITAMÍNICA POR 100G.**

Agua	1.12 %	Vit. A Equiv. Retinol	7.00 mg
Energía	710.00 Kcal.	Ác. Grasos Mono-Insat.	43.96 g
Proteína	9.50 g	Ác. Grasos Poli-Insat.	20.57 g
Grasa	72.27 g	Ác. Grasos Saturados	6.28 g
Carbohidratos	14.55 g	Colesterol	0.00 mg
Fibra Diet. Total	9.40 g	Potasio	424.00 mg
Ceniza	1.56 g	Sodio	1.00 mg
Calcio	72.00 mg	Zinc	5.07 mg
Fósforo	293.00 mg	Magnesio	132.00 mg
Hierro	2.80 mg	Vitamina B6	0.19 mg
Tiamina	0.45 mg	Vitamina B12	0.00 mcg
Riboflavina	0.11 mg	Acido Fólico	0.00 mcg
Niacina	1.17 mg	Folato Equiv. FD	16.00 mcg
Vitamina C	1.00 mg	Fracción Comestible	1.00 %

Fuente: Mongue y Arias, 1994

1.3 CARACTERÍSTICAS AGRONÓMICAS PARA EL DESARROLLO DEL PECANO

Según el Ministerio de Agricultura [6].

a) Clasificación botánica

El pecano (*carya illinoensis koch*), pertenece a la familia juglandaceae con seis géneros entre ellos juglans Carya y Pterocarya, con cerca de 40 especies distribuidas en las regiones templadas del hemisferio norte.

El pecano está emparentado con árboles frutales, ornamentales y forestales como nogales.

El género Carya tiene alrededor de 20 especies, de las cuales solo unas pocas producen nueces comestibles, generalmente tienen bajos rendimientos, cascara gruesa o dura y nueces muy pequeñas.

Algunas especies que tienen nueces comestibles son: *C. cordiformis* (Wang) koch, *C. glabra* (Mill) Sweet y *C. laciniata* (Wang) sarg. Llamadas vulgarmente nuez amargada, nuez de cerdo y nuez de cerdo y nuez corteza concha, respectivamente la más importante de las especies es el pecano (Gill 1997; University of Georgia, 2005).

b) Origen

- La especie es originaria del sur de Estados Unidos y del norte de México.
- Los frutos eran usados por los indígenas hace 8 mil años en Texas.
- Es el fruto seco nativo más importante de los estados unidos. El término “pecan” viene de la palabra aborigen americana “pacanae” y quiere decir “Nuez” que es tan dura que requiere una roca para partirla (University of Georgia 2005).

c) Descripción de la especie

De acuerdo al Ministerio de Agricultura [6]. Es un árbol caducifolio, muy longevo, que alcanza hasta 30 m de altura, de copa frondosa y madera quebradiza. Las hojas son alternas imparipinadas con 7 a 17 foliolos, opuestos acerrados a asimétricos, verde brillante en el haz y más claro en el envés.

Por otra parte, las flores masculinas corresponden a amentos y se encuentran en la zona basal, en la madera del año anterior, la inflorescencia femenina es una espiga terminal de pocas flores que no tiene pétalos y constan de grandes estigmas sujetos a un ovario. Nacen en primavera cercanas a la del crecimiento del brote del año.

1.3.1 El suelo agrícola.

Según D. Guipanda [7]. el suelo agrícola es de vital importancia para el desarrollo y rendimiento de los cultivos, pues cumple cuatro acciones importantes:

1. Aporte del agua necesaria para el desarrollo del cultivo.
2. Aporte de los nutrientes esenciales.
3. Aporte del oxígeno.
4. Soporte para un buen desarrollo del sistema radicular, siendo la composición del suelo agrícola: Los elementos nutricionales, materia orgánica, agua y aire.

El agua del suelo se obtiene de los poros del suelo agrícola y juntos con las nutrientes minerales se encuentran formando la solución suelo, que es la zona donde todas las plantas van a obtener a los diferentes nutrientes necesarios para su desarrollo y producción.

El aire del suelo también se encuentra en los poros del suelo agrícola y proporciona al cultivo el oxígeno necesario para el desarrollo de las raíces así como del dióxido de carbono, ambos de muchas importancias para el desarrollo de los diversos microorganismo del suelo y una buena provisión de oxígeno para el desarrollo de las raíces.

Para que el suelo pueda proporcionar una nutrición adecuada a los cultivos depende de 4 factores:

1. Cantidad de los nutrientes esenciales presentes en la soluciones suelo.
2. En qué forma y combinaciones se encuentran presentes.
3. El proceso para que estos nutrientes está disponible para los cultivos.
4. El pH del suelo, que tienen acción directa en la disponibilidad de todos los nutrientes para los cultivos.

1.3.2 Propiedades químicas del cadmio.

Según el Ministerio de Agricultura [6].

Es un elemento químico, presentándose en la tabla periódica en el grupo 12, junto al mercurio y zinc, cuando es puro es blanco, dúctil y maleable, de un color plateado claro y muy fácilmente disuelto por ácidos. El cadmio posee una valencia Z^+ y una densidad de 8.65 gr/cm^3 , con un peso atómico de 112.41 y número atómico 48.

Su movilidad en el suelo agrícola depende de algunos factores como el pH, la materia orgánica a la cual se une muy fuertemente.

Generalmente el contenido del cadmio en el suelo agrícola es de 0.07 a 1.1 ppm, en la solución del suelo de 0.2 – 6 mg/litro siendo los valores de 300 – 400 mg/litro las de un suelo contaminado.

- **El suelo como medio para el crecimiento de las plantas.**

Según B. Juscafresa [8]. El suelo es un cuerpo natural tridimensional y dinámico, que se presenta en la superficie de la tierra, constituyendo el medio para el crecimiento de las plantas y cuyas características son el resultado tanto del clima como de los microorganismos que han actuado sobre el material parental. Lo que ha permitido además su modificación, constituyendo el medio físico, químico y biológico en donde se desarrolla la vida y de donde depende toda la vida existente en la tierra.

Por lo tanto la composición mineral del suelo es arena, limo y arcilla, si como de agua, aire y de microorganismos que son los que le dan vida, siendo además el almacén de nutrientes para todos los cultivos. La materia orgánica también es un componente muy importante de todo suelo agrícola, dependiendo de su cantidad presente en el suelo la producción y calidad de los productos de los cultivos.

Así mismo el suelo permite el anclaje de las raíces, permitiendo por su posición la interceptación de la luz muy importante para el proceso de la fotosíntesis y crecimiento y desarrollo de los cultivos.

Además el suelo permite la retención de las partículas de agua, la disolución y transporte de los nutrientes hacia el cultivo, permitiendo un buen rendimiento de los cultivos.

- **Efecto de composición mineral en las propiedades físicas del suelo.**

Según W. Padilla [9]. La cantidad de cada componente mineral del suelo va a mantener un efecto directo en las propiedades físicas y químicas del suelo y por lo tanto en la fertilidad física y química del suelo, permitiendo a los cultivos obtener los rendimientos y calidad de los productos en función de estas propiedades.

Los suelos con alto contenido de cuarzo (arenas) son suelos de textura gruesa, que presentan suelos de poca retención de nutrientes, poca disponibilidad del agua para los cultivos y un exceso de infiltración lo que permite un lavado constante de los fertilizantes haciéndolos poco fértiles.

Así los suelos en los que se presentan mayores cantidades de arcilla son suelos más fértiles y retienen mucha agua disponible para las plantas, así como una mayor retención de los nutrientes, no permitiendo que se laven fácilmente, pero presentan el inconveniente de formar capas duras que no permite un libre movimiento del agua de riego por lo que es necesario realizar subsolados que permitan un mejor movimiento del agua así como una mejor aireación muy necesaria para el desarrollo de las raíces de los cultivos.

- **Necesidades de un buen suelo para la instalación de árboles frutales.**

Según E. Calderón [10]. Así como el clima es de mucha importancia para la instalación de árboles frutales en la cual se tienen que cumplir todos los frutales, en la cual se tienen que cumplir todos los requerimientos necesarios que permitan el buen desarrollo del frutal, igual consideración se tiene que tener respecto al tipo de suelo.

Por esta razón debe quedar claro la necesidad de ubicar a los frutales en los suelos que ofrezcan las mejores características tanto físicas como químicas que permitan una correcta nutrición mineral.

Una fruticultura moderna requiere el uso de los suelos que cumplan las mejores condiciones para un buen desarrollo del frutal instalado en ellos, teniendo presente que los árboles van a permanecer muchos años y que cualquiera deficiencia, puede incrementarse en el transcurso del tiempo, no permitiendo un buen desarrollo del cultivo instalado.

- **Elementos nutritivos de los vegetales.**

De acuerdo con E. Calderón [10]. Los elementos nutritivos detectados en los ejidos vegetales son muy grande, sin embargo solamente 16 se consideran como esenciales para la vida de los cultivos, estos son:

- Carbono
- Hidrogeno
- Oxigeno
- Nitrógeno

- Fósforo
- Potasio
- Calcio
- Magnesio
- Azufre
- Hierro
- Manganeso
- Cobre
- Boro
- Zinc
- Molibdeno
- Cloro

El carbono, hidrogeno, oxigeno, el cultivo los obtiene del aire y el agua, el resto generalmente son aportaciones del suelo, penetrando a los cultivos a través de los pelos absorbente de las raíces por fenómenos de osmosis y difusión.

Los elementos mayores son nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio y azufre, por tener una mayor importancia en la nutrición del cultivo a los demás se les denomina elementos menores por lo que los cultivos lo requieren en mucha menor cantidad para completar su nutrición.

A los nutrientes necesarios para la vida de os vegetales se les divide también en dos categorías:

- Macronutrientes, que son los nutrientes esenciales que la planta necesita en mayor cantidad, en la cual los contenidos supera normalmente el 0.1% pudiendo llegar hasta 5 a 6%, que son el nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio y azufre y los micronutrientes, que son los nutrientes que las plantas lo necesitan en menor cantidad desde 1 ppm. hasta 0.1% y son hierro, manganeso, cobre, zinc, molibdeno, cloro y boro.

1.3.3 Etapas fenológicas del cultivo.

Según F. Cahuana y E. Alaluna. En su trabajo: “Manejo fisio nutricional del cultivo del pecano (*carya illinoensis k.*) en el Perú”, el pecano tiene las siguientes etapas fenológicas:

- **Brotación:** es un árbol caducifolio por lo tanto la brotación depende de las horas de frio acumulados, el crecimiento y la activación de los brotes

fructíferos y vegetativos dependen exclusivamente de las condiciones climáticas que se presentan en una determinada zona de cultivo.

Además, para incentivar la brotación se usan inductores hormonales como las citoquininas y giberelinas así mismo su curva de crecimiento depende del manejo agronómico que se realiza al cultivo al terminar cada campaña agrícola, como las labores de poda, así como la fertilización que se realiza al suelo.

- **Desarrollo vegetativo:** se inicia en la mayoría de los cultivos de pecano a los 70 días después de la brotación, influyendo en una forma muy importante la aplicación de agua al cultivo, pues en esta etapa el cultivo tiene un requerimiento muy alto de agua, pues se presenta un rápido crecimiento de tallos axilares, ramas laterales y las hojas, lo que conforman la biomasa del árbol de pecano.
- **Floración y polinización:** estas etapas ocurren entre los 90 y 120 días después de la brotación del cultivo en la cual por ser una planta monoica presenta flores masculinas y femeninas separados en el mismo árbol. La floración es cuando aparecen simultáneamente ambas flores y la polinización cuando se da la polinización cruzada, denominada dicogamia, por lo que la planta de pecano necesita de otra variedad que le permita realizar el proceso de fecundación.

La polinización en el cultivo de pecano se realiza en la mayoría de los casos por el viento (anemófila) y en el caso que no se cuente con variedades polinizantes se pueden utilizar las abejas melíferas que apoyan muy bien la polinización por ser buenas recolectoras de polen.

- **Desarrollo del fruto:** se considera el inicio de esta etapa con el avance del fruto, seguido por el cuajado y llenado, etapa en la cual el cultivo requiere de una aplicación adecuada de agua y fertilizantes porque su desarrollo es bastante rápido por lo que su requerimiento va a estar en crecimiento, pues hay una actividad de traslocación de azúcares y elaboración de los carbohidratos por lo que esta etapa es muy importante para el llenado y calidad del fruto, pues si no tiene las condiciones necesarias los frutos no se van a desarrollar adecuadamente y no se van a llenar adecuadamente.

- **Madurez del fruto y cosecha:** esta etapa se inicia cuando la almendra ha completado su desarrollo en la cual el requerimiento hídrico es elevado, así como del nutriente zinc, uno de los principales micronutrientes, en la cual el cultivo necesita aproximadamente de 30 – 70 unidades de zinc por campaña/hectárea dependiendo de la variedad y en la maduración necesita aproximadamente el 60 % de este micronutriente junto con el potasio, los que son responsables del tamaño, calidad y peso de la almendra, posteriormente viene la apertura del ruzno, lo que indica que la cosecha se ha iniciado.

1.3.4 Constituyentes nutricionales de los cultivos.

Según D. Guipanda [7], la composición de la materia fresca de los cultivos está muy cerca del 80 a 95% de agua, dependiendo el porcentaje exacto de agua, según cada especie, siendo las variables que influyen en el contenido; la cantidad de agua presente en el suelo, la temperatura, la velocidad del viento y otras variables, por eso el contenido de nutrientes en cualquier parte del cultivo se realizan en función de la materia seca, pues es más estable.

Aproximadamente para la mayoría de los cultivos el 90% de peso seco está formado por solamente tres elementos: Carbono, oxígeno e hidrogeno, siendo el agua quien proporciona en su mayor parte estos elementos.

1.3.5 Nutrientes esenciales para las plantas.

Según D. Guipanda [7], un nutriente deberá cumplir los tres criterios para ser considerado esencial en el desarrollo de los cultivos:

1. Que la planta no complete su ciclo de vida si el nutriente está ausente.
2. La acción debe ser constituyente de un metabolito especial o que su presencia sea necesaria en la constitución de una enzima esencial.
3. Debe ser constituyente de un metabolito especial o que su presencia sea necesaria en la constitución de una enzima esencial.

Solamente 16 elementos están generalmente considerados como esenciales para el crecimiento de la mayoría de las plantas, y se encuentran divididos en macronutrientes y micronutrientes, siendo los macronutrientes los requeridos en mayor cantidad y los micronutrientes los requeridos en menor cantidad.

1.3.6 Efecto del cadmio en la salud humana.

De acuerdo con G. Sánchez [11]. El cadmio ingresa en el cuerpo humano a través de los animales y vegetales, fijándose en los cultivos mucho más fuerte que el plomo, en la cual los frutos y semillas contienen menos cadmio que en las hojas, produciendo los siguientes efectos en el ser humano:

- Fuertes dolores de estómago y muy fuertes vómitos acompañado de diarrea.
- Se pueden fracturar los huesos.
- Fallas en la reproducción, pudiendo llegar a la infertilidad.
- Daños en el sistema nervioso central y al sistema inmunológico.
- Se pueden producir desorden psicológico.
- Afectación del ADN y posibilidad de desarrollar diversos tipos de cáncer.

1.3.7 El cadmio en relación con el medio ambiente.

Generalmente se presenta en la naturaleza en combinación con el zinc, después de su aplicación de diversas formas, éste ingresa al medio ambiente a través del suelo agrícola, presentándose fuertemente unidos a la materia orgánica y pesticidas.

Otra manera de ingresar al suelo agrícola es a través de las aguas residuales, produciendo su contaminación.

Otras de las fuentes de contaminación de los suelos agrícolas y la más importante son la producción y aplicación de fertilizantes fosfatados, en la cual el cadmio va a permanecer en el suelo agrícola al unirse muy fuertemente a la materia orgánica.

En suelos de pH ácidos, se incrementa la asimilación del cadmio por los cultivos produciendo la contaminación de los animales y finalmente el hombre.

Cuando en el suelo hay altas concentraciones de cadmio se produce la muerte de microorganismos y lombrices, afectando la fertilidad del suelo y su estructura.

1.3.8 Estándares de calidad ambiental (ECA).

Según el Ministerio del Ambiente [12]. Fija los valores máximos permitidos de contaminación con el ambiente, cuyo propósito es garantizar la conservación de la calidad ambiental, mediante el uso de instrumentos de gestión ambiental y una evaluación en forma detallada para el control de emisiones de agentes que producen contaminación al medio ambiente.

1.3.9 Estándares de calidad ambiental para suelos.

Según el Ministerio del Ambiente [12]. Viene a ser la medida que establece el nivel de concentración de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos presentes en el suelo en su condición de cuerpo receptor, que no presente riesgo significativo para la salud de las personas ni el medio ambiente. El estándar de calidad ambiental (ECA) de suelo en el diseño y de aplicación obligatoria de todos los instrumentos de gestión ambiental.

1.3.10 Estándar de calidad ambiental de cadmio para suelo agrícola.

En el Perú, el Ministerio del Ambiente [12], según decreto supremo N° 011 – 2017 MINAM del Perú, se aprobó el estándar de calidad ambiental para suelos agrícola determinándose lo siguiente:

Elemento	ECA (mg/Kg) peso suelo seco
Cadmio	1.4

1.3.11 Medida de la F.A.O y la Organización Mundial de la Salud (O.M.S).

Viene a ser la medida de concentración o grado de elementos, sustancias o parámetros, físicos, químicos y biológicos que caracterizan a un afluente o una emisión que, al ser excedida, cauda o puede causar daño a la salud, al bienestar humano y al ambiente.

Según el Codex Alimentarias de la Unión Europea, el límite máximo permisible de cadmio para jugos de frutas de consumo directo es de 0.03 ppm. (mg/litro).

- **El suelo como medio para el crecimiento de las plantas de acuerdo con el**
Según B. Justafresa [8]. El suelo es el medio natural para el desarrollo y producción de todos los cultivos, en este caso del frutal, pecano, lo que es resultado de la interacción del clima con los organismos vivos que han actuado conjuntamente durante muchos años para producir lo que denominados como suelo o suelo agrícola, con sus características físicas, químicas y biológicas, por lo que es un entre vivo y de la cual depende toda la vida presente que conocemos sobre la tierra.

De acuerdo a lo que hemos visto, la composición natural del suelo es arenas, limo ya arcilla, se debe tener presente también que en su constitución se

encuentra el agua, aire y microorganismos, además de otros seres vivos que están presentes, así mismo es el almacén de todas los nutrientes que se encuentran a disposición de las plantas para su desarrollo y producción, así mismo como parte constituyente importante es la materia orgánica que define si el suelo se encuentra fértil y puede soportar la instalación de los cultivos, así como de los frutales y en especial del pecano.

El suelo además permite que las plantas mediante el sistema radicular se fijen al mismo, en posiciones fijas de tal manera que puedan permitir que las hojas de los cultivos aprovechen muy bien la luz solar y puedan realizar la fotosíntesis, lográndose un buen desarrollo , crecimiento y producción de los cultivos, así mismo las raíces aprovechan cada partícula que se encuentra en las partículas, así como de los nutrientes disponibles para que las plantas lo puedan utilizar a lo largo del desarrollo de su ciclo de vida.

- **Composición mineral del suelo.**

Según G. Navarro y S. Navarro [13]. La principal propiedad del suelo agrícola, aunque determina la producción y desarrollo de los cultivos es su composición mineral la cual consta de arena, lino y arcilla, que son las que determinan las propiedades físicas y químicas del suelo de incidencia directa en la fertilidad física y química del suelo, que son las que determinan el potencial de producción del suelo agrícola.

Los suelos en las cuales predomina la arena son suelos arenosos y textura gruesa, presentando una baja retención de nutrientes, baja retención de humedad y una excesiva velocidad de infiltración en los suelos lo que los hace no adecuados para la instalación de cualquier tipo de cultivo, especialmente de los frutales.

- **Requerimientos nutritivos para los frutales.**

Según B. Juscafresa [8]. Todos los seres vivos necesitan una buena alimentación para vivir, por lo que los árboles frutales no son la excepción pues necesitan producir una cantidad y calidad sus productos, por lo cual asimilan los nutrientes retenidos en el suelo, así mismo como del aire para un buen desarrollo del sistema radicular lo que le garantiza buena absorción de los nutrientes retenidos en la superficie del suelo, así como de una buena producción y calidad de los productos de los árboles frutales.

Como se puede anotar la mayoría de los nutrientes que requieren las plantas deben estar en buen equilibrio en los suelos, para producir una buena alimentación del frutal. Pues una alta asimilación de un nutriente puede resultar dañino, así como una baja asimilación de un nutriente lo que produce un desequilibrio en la nutrición del frutal.

Después de muchas investigaciones los especialistas en fertilidad de suelos y cultivos frutales, han clasificado los nutrientes que necesitan los frutales en dos categorías: Los denominados plásticos; macronutrientes que constituyen la mayor cantidad de la composición de los vegetales y las otras por la cantidad que requieren los frutales para desarrollarse que son en muy pequeñas cantidades en micronutrientes, los cuales constituyen solo el 10% aproximado de la materia vegetal.

Así como macronutrientes tenemos: Nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio y azufre; además de carbono, oxígeno e hidrógeno y los conocidos como micro nutrientes: Hierro, cobre, manganeso, zinc, boro, molibdeno y otros todavía no identificados, que no se conoce que función desarrollan en la nutrición de los cultivos, especialmente de los árboles frutales.

La parte fundamental para la alimentación de los cultivos es el sistema radicular, dependiendo directamente de la cantidad y calidad de las raíces la asimilación de los nutrientes así como de la respiración para permitir un buen desarrollo del cultivo, por lo que hay que tener en cuenta al momento de la instalación de los árboles frutales, que el suelo agrícola permita una buena disponibilidad de nutrientes así como del oxígeno para una buena respiración, siendo los suelos francos los mejores para un buen desarrollo de los árboles frutales.

- **El cadmio en el suelo agrícola.**

Según G. Sánchez [11]. La movilidad y disponibilidad del cadmio en el suelo agrícola depende de muchas características en el suelo agrícola, tanto físicas químicas y biológicas, siendo estas el contenido de materia orgánica en la cual el cadmio es absorbido y ponerse a disposición de los cultivos y ser asimilado ingresando al cultivo a través de la zona radicular, así mismo el pH es una característica importante pues el pH ligeramente ácido el cadmio se encuentra en forma asimilable para la mayoría de los cultivos, no ocurriendo en pH

alcalino, donde el cadmio se presenta como no asimilable para la mayoría de los cultivos, precipitándose bajo la forma de carbonatos y fosfatados insolubles.

La arcilla en el suelo agrícola también es un factor importante de retención del cadmio y poniendo a disposición de los cultivos, pues al unirse al complejo de cambio con el humus proveniente de la materia orgánica, va a permitir una mayor retención del cadmio en su superficie, haciendo más difícil que el cadmio pueda ser removido del suelo para que no produzca la contaminación de los suelos agrícolas y por ende de los cultivos instalados.

Así mismo en los suelos ácidos el cadmio se encuentra bastante disponible para los cultivos lo que absorbido muy fácilmente y produciendo su contaminación, por lo que a manera de resumen se deben tomar no cuenta las siguientes características en el suelo a tomar en cuenta para poder realizar un manejo del suelo agrícola en relación a la disponibilidad del cadmio para los cultivos, y son: El pH, la textura, la mineralogía de las distintas arcillas, el contenido de materia orgánica, capacidad de intercambio catiónico, contenido de carbonato y salinidad.

FUNCIONES DE LOS ELEMENTOS ESENCIALES QUE SE ENCUENTRAN EN LAS PLANTAS

1. Nitrógeno

Forma parte de un gran número de compuestos orgánicos, incluyendo aminoácidos, proteínas, coenzimas, ácido nucleico, fosfolípidos y ciertas coenzimas.

2. Fósforo

Forma parte también de muchos compuestos orgánicos importantes, donde se incluyen la glucosa ATP, ácidos nucleicos, fosfolípidos y ciertas coenzimas.

3. Potasio

Actúa como coenzima o activador de muchas enzimas. La síntesis de las proteínas requiere altos niveles de potasio no forma parte estable en la estructura de ninguna de las moléculas que se encuentran dentro de las células de las plantas.

4. Azufre

Está incorporado dentro de diversos compuestos orgánicos que incluyen aminoácidos y proteínas. La coenzima A y las vitaminas tiamina y biotina contienen también azufre.

5. Magnesio

Es parte esencial de la molécula de clorofila y es necesario para la actividad de muchas enzimas incluyendo aquellos pasos más importantes en la actuación del ATP. Es esencial para mantener la estructura del ribosoma.

6. Calcio

Se encuentra a menudo precipitado como cristales de oxalato cálcico en las vacuotas. Se encuentra también en las paredes de las células como pectato cálcico, el cual une las paredes primarias de las células adyacentes. Es preciso para mantener la integridad de la membrana y forma parte de la enzima α -amilasa. Algunas veces interfiere la capacidad del magnesio para activar las enzimas.

7. Hierro

Es necesario para la síntesis de la clorofila y es una parte esencial del citocromo, el

cual actúa como portador de electrones en la fotosíntesis y en la inspiración. Forma también parte esencial de la ferridoxina y posiblemente del nitrato reductasa, activando algunas otras enzimas.

8. Cloro

Necesario para la fotosíntesis, donde actúa como activador de enzimas para la producción de oxígeno a partir del agua. Se le supone otras funciones adicionales ya que se ven claros los efectos de su deficiencia en las raíces.

9. Manganeso

Activa uno o más enzimas en la síntesis de los ácidos grasos, así como en la enzima responsable de la formación del DNA y RNA, activando también la enzima deshidrogenasa en el ciclo de Krebs. Participa directamente en la producción fotosintética de O₂ a partir del H₂O y puede formar parte en la formación de la clorofila.

10. Boro

Su papel en las plantas no es bien conocido. Puede ser preciso para el transporte en el floema de los carbohidratos.

11. Zinc

Es preciso para la formación de la hormona del ácido indolacético. Activa las enzimas alcohol deshidrogenasa, ácido láctico deshidrogenasa, ácido glutámico deshidrogenasa y carboxipeptidasas.

12. Cobre

Actúa como un portador de electrones y es parte de algunas enzimas. Forma parte de la plastocianina, la cual actúa en la fotosíntesis y también de oxidasa polyphenol y posiblemente del nitrato reductasa. Puede tomar parte en la fijación del N₂.

13. Molibdeno

Actúa como portador de electrones en la conversión del nitrato de amonio y también esencial en la fijación del N.

14. Carbono

Constituye de todos los compuestos orgánicos encontrados en las plantas.

15. Hidrogeno

Constituye de todos los compuestos orgánicos en los cuales el carbono también se encuentra formando parte. Es muy importante su acción en el intercambio de cationes en las relaciones planta-suelo.

16. Oxigeno

Forma parte de la mayoría de los compuestos orgánicos de las plantas. Solamente unos pocos de estos compuestos orgánicos como por ejemplo el caroteno, no contienen oxígeno. También da lugar al intercambio de aniones entre las raíces y el medio exterior. Es por último receptor terminal de H^+ en la respiración aerobia.

1.3.12 Características agronómicas.

De acuerdo al Ministerio de Agricultura [6]:

1. Suelos.

El pecano prefiere suelos livianos de textura media pH 5,5 – 6,0 pero puede crecer en suelos algo más arcillosos y pH levemente más alto. Requiere suelos profundos, sin napas freáticas altas. No tolera suelos alcalinos o con alto contenido salino. Son sensibles a la presencia de carbonato de calcio.

El género *Carya*, presente con aproximadamente 20 especies, de las cuales es muy pocas sus nueces se pueden comer, además presentan bajos rendimientos, con nueces de cascara muy dura y muy pequeñas, dentro de las especies que presentan nueces comestibles tenemos *C. cordiformis* (Wang), Koch, *C. glabra* (Mill) Sweet y *C. laciniata* (Wang) Sarg, comúnmente conocidas como nueces amargos, nueces de cerdos y nueces concha, siendo una de las especies más importantes *Carya* pecan.

2. Clima.

Con disponibilidad de agua en el suelo, puede desarrollarse igualmente bien en áreas con climas áridos o húmedos; sin embargo, debido a la alta presión de enfermedades en zonas muy húmedas, es preferible cultivarlo en climas subtropicales. Es bastante resistente a las bajas temperaturas, aunque los árboles jóvenes pueden morir completamente cuando el termómetro disminuye a 20° C.

Debido a la tardía salida del reposo invernal, las heladas raramente son un problema, a pesar de que los brotes nuevos pueden morir con temperaturas de 2,2° C.

El requerimiento de unidades de calor puede ser una mayor limitación que la resistencia a bajas temperaturas, por los problemas que se producen en el llenado de la nuez, al no existir y temperaturas adecuadas para la fotosíntesis durante el periodo crítico del crecimiento del fruto, a fines del verano. Por ello requiere de veranos largos y calurosos, con noches tibias para tener un adecuado desarrollo y maduración del fruto. Algunas variedades requieren entre 180 y 220 días para el desarrollo y maduración del fruto.

Se desarrolla muy bien en climas áridos a semiáridos pero habiendo muy buena disponibilidad de agua en el suelo, resiste muy bien las bajas temperaturas, pero a temperaturas de 20 °C la mayoría de los árboles jóvenes muere.

Debido a la demora de la salida del reposo invernal las heladas raras veces tienen un efecto negativo en el desarrollo del cultivo, aunque los brotes nuevos pueden morir con temperaturas de 2.2 °C siendo el requerimiento de unidades de calor la mayor limitación que la resistencia a las bajas temperaturas para tener un buen desarrollo y buena maduración del fruto requiere de veranos largos y bastante calurosos, con noches ligeramente tibias, siendo la duración para un buen desarrollo del fruto entre 180 y 220 días.

3. Riego.

Uno de los principales cuidados que se debe tener durante los primeros dos a tres años es el riego debido a que hay una alta pérdida de raíces durante el trasplante.

En huertos adultos, el requerimiento de agua es alrededor de 12000 m³ /ha/ año, generándose la mayor demanda durante diciembre, enero y febrero. En árboles nuevos debiera aplicarse entre 38 y 57 L/ día/ planta.

El requerimiento hídrico es de acuerdo a las condiciones climáticas de la zona donde se desarrolla el cultivo y a la edad del mismo, quedándose el mayor requerimiento del recurso hídrico en los meses de febrero y marzo coincidiendo con el mayor desarrollo del cultivo y llenado del fruto.

El pecano es muy sensible al agua de riego que contenga más de 1000 ppm de sales totales disueltas, más de 300 ppm de cloruros o más de 0.5 ppm de boro. Altos niveles de estos elementos pueden causar quemaduras en las hojas y en algún grado de defoliación, especialmente durante el verano.

4. Nutrición.

En general se recomienda no fertilizar al momento de plantación, excepto en condiciones de muy bajo nitrógeno, donde se recomienda fertilizar durante la parte final de la estación de crecimiento; pero si es de mucha necesidad la aplicación de zinc al momento de la instalación del frutal, porque en la mayoría de las zonas presentan deficiencia de este elemento, muy necesario para el desarrollo y producción del fruto del pecano (nuez).

Es muy importante antes de la instalación del cultivo, realizar análisis de suelos, tanto físico mecánico como químico del suelo para conocer su

fertilidad física y química del suelo y realizar las mejoras para un buen desarrollo futuro del cultivo.

Una buena herramienta que nos permite conocer las necesidades de nutrientes en el cultivo es el análisis foliar, detectando a tiempo la deficiencia de algún nutriente y efectuar su corrección, realizándose estos análisis en árboles representativos de las zonas cultivadas y que no presentan daño alguno por insecto o enfermedades.

Los resultados que arrojan los análisis foliares deben compararse con los rangos establecidos para el cultivo de pecano y tomarse en cuenta en la fertilización del cultivo.

Algunos autores señalan que debido a las altas necesidades que tiene la especie y a la frecuencia con que se presentan deficiencias, debiera adicionarse Zn al momento de plantar (0,5 kg de fertilizante con un 22% de Zn/árbol), siempre con la precaución de no dejar las raíces en contacto directo con el fertilizante. En arboles jóvenes, el crecimiento anual de los brotes debiera ser entre 60 y 120 cm. y esto, junto a un análisis de suelo previo a la plantación debiera dar una base para determinar los requerimientos de fertilización durante los primeros años de crecimiento.

Los resultados que arrojan los análisis foliares deben compararse con los rangos establecidos para el cultivo de pecano y tomarse en cuenta en la fertilización del cultivo,

A continuación se presenta una tabla de nutrientes foliar en el cultivo de pecano:

RANGOS ADECUADOS DE NUTRIENTES EN HOJAS DE PECANO

Elementos	Rango de Concentración Adecuada	
Nitrógeno	2.2 – 3.00	%
Fósforo	0.12 – 0.30	%
Potasio	0.75 – 1.50	%
Azufre	0.15 – 0.25	%
Calcio	0.70 – 2.25	%
Magnesio	0.3 – 0.7	%
Cobre	4 – 50	ppm.
Zinc	50 – 100	ppm.
Manganeso	150 – 500	ppm.
Hierro	30 – 50	ppm.
Boro	20 – 50	ppm.

El zinc es uno de los nutrientes cuya deficiencia en el cultivo de pecano trae muchos problemas en el desarrollo del cultivo, como en la producción de buenas nueces, produciéndose un arrosetamiento en los brotes y las hojas formas pueden presentar un moteado y ponerse cloróticas, llegando a la defoliación y a la producción de nueces bastantes pequeñas, disminuyendo la calidad del producto.

Hay que tener cuidado con el pH del suelo, ya que en la mayoría de los suelos alcalinos hay poca disponibilidad de nutrientes, especialmente del Zinc y Mn.

5. Fertilidad del suelo.

De acuerdo con E. Calderón [10], lo más importantes para el fruticultor del pecano en análisis físico mecánico y químico nos debe permitir conocer las características físicas que van a dar origen a la fertilidad física, así como las características químicas del suelo que van a permitir conocer la fertilidad química del suelo.

En función de esta información nos permita realizar un cálculo adecuado de la cantidad de macro y micronutrientes a aplicar y realizar manejar en el suelo para una buena disponibilidad de estos nutrientes para el cultivo de pecano, a

lo largo de su desarrollo hasta la formación de las nueces, o lo que es lo mismo realizar un manejo agronómico adecuado en las diferentes áreas del cultivo de pecano.

6. Adaptabilidad de los frutales según el pH del suelo.

De acuerdo con E. Calderón [10], dependiendo de la especie frutal, tendrá aptitudes más o menos, adecuadas para desarrollarse en suelo de variación ácida o alcalina, existiendo alguna porta injertos capaces de resistir tanto suelo de reacción ácida y suelos de variación alcalina, teniendo presente que algunos nutrientes no puedan estar siendo absorbidos por el cultivo debido al pH del suelo.

Si tanto la alcalinidad como la acidez no son muy fuertes, pueden corregirse con productos de reacción opuestas a la presente en el suelo, sin causar ningún problema al cultivo.

Así mismo con el sistema de fertirriego que se está utilizando en muchos frutales, así como el pecano, la reacción del suelo se corrige mucho más fácilmente, especialmente cuando los suelos son de reacción alcalina.

1.3.13 Rangos adecuados de concentración de elementos minerales en hoja de pecano.

Elemento	Rango de concentración adecuada	
Nitrógeno	2,50 – 3,00	(%)
Fosforo	0,12 – 0,30	(%)
Potasio	0,75 – 1,50	(%)
Azufre	0,15 – 0,25	(%)
Calcio	0, 70 – 2, 50	(%)
Magnesio	,30 - 0,70	(%)
Cobre	4 – 50	(ppm)
Zinc	50 – 100	(ppm)
Manganeso	150 – 500	(ppm)
Fierro	50 – 300	(ppm)
Boro	20 - 50	(ppm)

El zinc es uno de los elementos más importantes de la nutrición del pecano. Su deficiencia causa “arrosetamiento” de los brotes, hojas con bronceado y moteado o cloróticas. Además, se produce defoliación temprana, muerte de ramillas terminales, ramillas cortas y delgadas, creciendo desde las ramas madres con rosetas de hoja verde amarillo en las puntas y nueces anormalmente pequeñas.

1.3.14 Propiedades químicas del cadmio.

Según G. Sánchez [11].

El cadmio es un elemento químico que se encuentra en el grupo 12 de la tabla periódica, junto con el mercurio y zinc, en su forma de metal puro es blando, dúctil y maleable, de color plateado claro, al ser calentado se combina con oxígeno, azufre, fósforo y halógenos y es fácilmente disuelto por ácidos.

El comportamiento químico del cadmio se asemeja al del zinc, pero es mucho más fino al azufre y más móvil en ambientes ácidos, en el medio natural el cadmio se encuentra con valencia 2+ y una densidad de 8.65 gr/cm³. Número atómico 48 y peso atómico de 112.41.

En el suelo la movilidad depende de varios factores tales como el pH, el potencial redox y la cantidad de materia orgánica los que varían según el ambiente local, generalmente se une fuertemente a la materia orgánica.

La concentración habitual de cadmio en los suelos de 0.07 a 1.1 mg/kg por otro lado la concentración de cadmio en la solución del suelo es relativamente baja y esta entre 0.2 - Ug/litro, valores de 300 – 400 Ug/L se corresponde con suelos contaminados.

1.4 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.

En la zona del valle de Ica, se desarrollan muchos de los cuales uno de los más importantes entre los pequeños agricultores es el cultivo de pecano, que se desarrolla muy bien y es muy poco en el recurso hídrico, permitiendo un ahorro de agua en su desarrollo, produciendo muy bien y productos de muy buena calidad.

Al cultivo de pecano a si mismo se le presentan muy buenas expectativas de exportación hacia los mercados asiáticos donde es bien reconocido sus productos (pecana).

1.4.1 Problema general.

¿Cómo la evaluación de la contaminación por los metales pesados cadmio y plomo, se mejorará la conducción agronómica del cultivo y permitirá realizar un control de estos elementos pesados en el suelo agrícola y el pecano en la zona Santiago- Ica?

1.4.2 Problema específico.

¿Mediante la evaluación de los niveles de contaminación por los metales pesados cadmio y plomo en el suelo agrícola y el pecano se mejorará la conducción y se podrá controlar la contaminación para estos elementos en la zona Santiago- Ica?

1.5 JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN.

1.5.1 Justificación.

Realizar investigación en el área de la contaminación por metales pesados que les permitan a los agricultores que se dedican a la producción del pecano, obtener buenos rendimientos y controlar la contaminación por los metales pesados cadmio y plomo del suelo agrícola y el cultivo de pecano en la zona de Santiago – Ica.

1.5.2 Importancia.

Apoyar a los productores del cultivo de pecano mediante información que les permita conocer los niveles de contaminación por metales pesados cadmio y plomo en el suelo agrícola y el cultivo de pecano y realizar un manejo agronómico adecuado, obtener buenos rendimientos y calidad del producto en la zona Santiago – Ica.

1.6 HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN.

1.6.1 Hipótesis general.

Mediante la evaluación de la contaminación por los metales pesados cadmio y plomo en el suelo agrícola y el cultivo de pecano se permitirá controlar la contaminación y mejorar la contaminación y mejorar la conducción del cultivo de pecano en la zona de Santiago – Ica.

1.6.2 Hipótesis específica.

Mediante la evaluación de los niveles de contaminación por el cadmio y plomo en el suelo agrícola y el cultivo de pecano se mejorará la conducción del cultivo y se controlará la contaminación por estos metales pesados en la zona de Santiago – Ica.

1.7 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.

1.7.1 Objetivo general.

Evaluar la contaminación y los elementos pesados cadmio y plomo en el suelo agrícola y el cultivo de pecano en la zona de Huarango Mocho – Santiago.

1.7.2 Objetivo específico.

Evaluar los niveles de contaminación por los elementos pesados cadmio y plomo en el suelo agrícola y el cultivo de pecano y tomar medidas de control en la zona de Huarango Mocho – Santiago.

1.8 VARIABLES DE LA INVESTIGACIÓN.

1.8.1 Variable independiente.

Concentración de metales pesados en el suelo agrícola y el cultivo de pecano.

1.8.2 Variable dependiente.

Niveles de contaminación en el suelo agrícola y el cultivo de pecano.

1.9 OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES.

Variables	Dimensiones	Indicadores
- Variable independiente: Concentración de metales pesados en el suelo agrícola y el cultivo de pecano.	- Cantidad de los elementos pesados (ppm)	- Equipo de espectrometría de absorción atómica.
- Variable dependiente: Nivel de concentración de metales pesados en el suelo agrícola y el cultivo de pecano.	- Niveles de contaminación por los metales pesados.	- Estándares de calidad ambiental (ECA en el Perú).

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.

2.1.3 Diseño de investigación.

Longitudinal de tendencia, en la cual se evaluaron el nivel de contaminación en el suelo agrícola y el cultivo de pecano en una campaña agrícola en la zona de Huarango Mocho – Ica.

2.2 POBLACIÓN Y MUESTRA DE ESTUDIO

2.2.1 Población de estudio

La población lo constituyen el suelo agrícola y el cultivo de pecano instalados en la parcela del presente proyecto de investigación en la cual el cultivo instalado es de aproximadamente 11.0 años de edad y está instalado a un espaciamiento de 14.00 m. entre líneas por 14.00 m. entre plantas, en buenas condiciones de desarrollo y producción.

2.2.2 Muestra de estudio

Lo constituyen las muestras de suelo a obtenerse del suelo agrícola y las muestras foliares representativas de la zona de estudio.

2.3 TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

2.3.1 Análisis de suelos.

Se tomaron muestras de suelo a una profundidad de 30 cm. de puntos representativos del área de estudio, las cuales se procederá a homogenizarse y obtener una sola muestra de aproximadamente 1.0 kg. de peso.

2.3.2 Análisis foliares.

Se obtuvieron del tercio medio de cada planta seleccionada al azar y representativa de la zona de estudio, de cada planta seleccionada se obtuvo aproximadamente 100 hojas y puestas en un sobre manila para su conservación en buenas condiciones.

Los valores de las variables meteorológicas fueron proporcionados por la estación MAP “San Camilo”, pertenecientes al Servicio Nacional de Hidrología y Meteorología – SENAMHI – Ica.

Las variables que se tomaron en consideración fueron:

- Humedad relativa media.

- Hora de sol.

- Velocidad del viento.

- Temperatura media.

Los valores del coeficiente de cultivo (Kc) de pecano fueron obtenidos de la información proporcionada por la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación (F.A.O) [14].

También se realizaron toma de muestras de suelos y agua para su análisis químico. Además las pruebas para determinar el coeficiente de uniformidad se utilizaron probetas de 1000 ml y cronometro.

2.4 TÉCNICAS DE PROCESAMIENTO, ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE DATOS.

La muestra de suelo, obtenida de la zona de estudio fue enviada al laboratorio para su análisis físico mecánico, químico y la determinación de la concentración de elementos pesados cadmio y plomo.

Las muestras foliares también fueron enviadas al laboratorio para el análisis de los contenidos de los elementos pesados cadmio y plomo. La interpretación de los resultados en el caso del suelo agrícola será teniendo en cuenta los estándares de calidad ambiental (ECA) para suelo agrícola establecido para el Perú.

En el caso de pecano se interpretó los resultados en base a los límites máximos permitidos por la comunidad europea para frutas.

2.5 INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Se utilizaron los siguientes instrumentos:

- **Heliofanógrafo.** - Instrumento que mide y registra las horas de sol diarias.
- **Anemógrafo.** - Instrumento que registra la velocidad y dirección del viento.
- **Termómetro.** - Instrumento que mide la temperatura.
- **Higrómetro.** - Instrumento que mide la humedad relativa del aire.
- **Probeta.** - Equipo mide un volumen de agua.
- **Cronometro.** - Instrumento mide el tiempo

III. RESULTADOS

3.1 PRESENTACIÓN E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

3.1.1 Análisis físico mecánico y químico del suelo

Los análisis físico mecánico y químico del suelo nos permiten determinar características mecánicas y químicas del suelo que son las responsables de la fertilidad física y química del suelo que son las responsables en forma directa de la producción y calidad de los cultivos, por lo que se tomaron muestras de suelo a una profundidad de 0 – 30 cms. que fueron representativos de la zona de estudio, los cuales posteriormente fueron homogenizados y se obtuvo una muestra de aproximadamente 1.0 kg de peso, la cual fue enviada al laboratorio de química agrícola del Instituto de Valle Grande de Cañete para su análisis respectivo, los resultados o interpretación se presentan a continuación.

TABLA 1

Análisis físico mecánico del suelo.

Fecha: 06/09/2020

Parámetro	Resultado	Método
Arena (%)	50.70	Bouyoucos
Limo (%)	30.96	Bouyoucos
Arcilla (%)	18.34	Bouyoucos
Clase textural	Franco	Triangulo Textural

TABLA 2*Análisis e interpretación químico del suelo.***Fecha: 06/09/2021**

Parámetro	Resultado	Método	Interpretación
Nitrógeno total (%)	0.07	Kjeldahl	Bajo
Fósforo disponible (ppm)	14.00	Olsen	Bajo
Potasio disponible (ppm)	180.20	Acetato de amonio	Normal
Materia orgánica (%)	1.24	Walkley y black	Normal
Carbonato de Calcio Total (%)	0.09	Gravimétrico	Bajo
C.E. (dS/m.)	0.34	Electrométrico	Baja salinidad
pH	7.58	Electrométrico	Lig. Alcalino
<u>Cationes cambiables</u>			
C.I.C (meq/100 gr.)	12.27	Acetato de amonio	Alto
Calcio (meq/100 gr.)	9.98	Cálculo matemático	Normal
Magnesio (meq/100 gr.)	1.56	E. A. A.	Normal
Sodio (meq/100 gr.)	0.29	E. A. A.	Normal
Potasio (meq/100 gr.)	0.44	E. A. A.	Bajo

Dónde:

E.A.A: Espectrometría de Absorción Atómica por llama.

TABLA 3

Concentración de cadmio y plomo en el suelo agrícola.

Profundidad: 0 - 30 cm.

Parámetros	Resultado	Unidad	Método	Interpretación
Cadmio	0.86	ppm	E. A. A	No sobrepasa el ECA- Perú.
Plomo	10.05	ppm	E. A. A	No sobrepasa el ECA- Perú.

Donde:

E. A. A: Espectrometría de Absorción Atómica por Llama.

TABLA 4

Concentración de cadmio y plomo en el suelo agrícola.

profundidad: 30- 60 cms

FECHA: 05/11/2021

Parámetros	Resultado	Unidad	Método	Interpretación
Cadmio	0.51	ppm	E. A. A	No sobrepasa el ECA- Perú
Plomo	7.32	ppm	E. A. A	No sobrepasa el ECA- Perú

Donde:

E. A. A: Espectrometría de Absorción Atómica por Llama.

TABLA 5

Concentración foliar de cadmio y plomo en el cultivo de pecano.

Parámetros	Resultado	Unidad	Método
Cadmio	0.30	ppm	E. A. A.
Plomo	3.68	ppm	E. A. A.

Donde:

E. A. A: Espectrometría de Absorción Atómica por llama.

TABLA 6

Concentración foliar de cadmio y plomo en el cultivo de pecano.

FECHA: 29/12/2021

Parámetros	Resultado	Unidad	Método
Cadmio	0.40	ppm	E. A. A.
Plomo	1.20	ppm	E. A. A.

Donde:

E. A. A: Espectrometría de Absorción Atómica por Llama.

TABLA 7

Concentración foliar de cadmio y plomo en el cultivo de pecano.

FECHA: 29/12/2021

Parámetros	Resultado	Unidad	Método
Cadmio	0.59	ppm	E. A. A.
Plomo	11.93	ppm	E. A. A.

Donde:

E. A. A: Espectrometría de Absorción Atómica por Llama.

TABLA 08

Concentración foliar de cadmio y plomo en el cultivo de pecano.

FECHA: 31/05/2022

Parámetros	Resultado	Unidad	Método
Cadmio	0.413	ppm	E. A. A.
Plomo	5.183	ppm	E. A. A.

Donde:

E. A. A: Espectrometría de Absorción Atómica por Llama.

TABLA 9

Concentración de cadmio y plomo en el fruto del pecano

FECHA: 31/05/2022

Parámetros	Resultado	Unidad	Método	Interpretación
Cadmio	0.023	ppm	E. A. A.	No sobrepasa el límite máximo permisible
Plomo	0.083	ppm	E. A. A.	No sobrepasa el límite máximo permisible

Donde:

E. A. A: Espectrometría de Absorción Atómica por Llama.

IV. DISCUSIÓN DE RESULTADO

4.1 ANÁLISIS DE SUELO.

El resultado del análisis físico mecánico del suelo agrícola nos muestra que el suelo presenta una textura franca que son los mejores suelos para el desarrollo de la mayoría de los cultivos, especialmente para el cultivo de pecano pues permite un buen desarrollo del sistema radicular, una buena aireación para el desarrollo de las raíces y una buena capacidad de retención de humedad y eliminación del exceso de humedad.

Así mismo el resultado del análisis químico del suelo agrícola nos presenta un suelo con un contenido de materia orgánica normal que va a permitir una adecuada mineralización de los fertilizantes aplicados al suelo y una buena disponibilidad para el cultivo de pecano, su contenido de nitrógeno es bajo, por lo que se ha aplicado el fertilizante bajo la forma de urea para incrementar su contenido.

Su contenido de fósforo disponible es bajo por lo que se ha tomado en cuenta al momento de realizar la fertilización del cultivo. El potasio disponible se encuentra en una concentración normal pero también se aplicó en la fertilización para no permitir su agotamiento en el suelo.

Su contenido de carbonato de calcio es bajo, la conductividad eléctrica del suelo es bajo, muy adecuado para cualquier cultivo, especialmente del cultivo de pecano, no teniendo ninguna influencia negativa en la aplicación de los fertilizantes y la disponibilidad de los mismos para el cultivo, lo mismo sucede con el pH del suelo que no va a restringir la disponibilidad de los nutrientes aplicados al suelo, para el cultivo de pecano.

La capacidad de intercambio catiónico es alta lo que va a permitir una buena retención de los nutrientes en el suelo, así mismo el calcio y magnesio presentan una concentración normal, lo mismo que el sodio y solo el potasio presenta una concentración baja.

4.2 CONCENTRACIÓN DE CADMIO Y PLOMO EN EL SUELO AGRÍCOLA.

Según los resultados de los análisis realizados al suelo agrícola de la concentración de cadmio y plomo, se puede observar que tanto el valor a una profundidad de 0- 30 cms. como a una profundidad de 30- 60 cms. no alcanzan el estándar de calidad ambiental (ECA) establecido por el ministerio del ambiente del Perú para el elemento pesado cadmio que es de 1.4 ppm, no coincidiendo con los resultados obtenidos por Grados C. y Tello P. (2017) [3] así como de k. Mantari y J. Solís (2021) [2] que determinan que los suelos agrícolas en

la cual realizaron su trabajo de investigación se encuentran contaminados por el elemento pesado cadmio.

Con relación al contenido de plomo en el suelo agrícola se puede observar que ambos resultados no sobrepasan el estándar de calidad ambiental establecido por el ministerio del ambiente del Perú para el elemento pesado plomo.

4.3 Concentración foliar de cadmio y plomo en el cultivo de pecano.

Si bien no existen valores de estándar de calidad ambiental (ECA) para la concentración foliar de cadmio y plomo en el cultivo de pecano se puede observar claramente que las hojas van incrementando la concentración de cadmio de acuerdo al desarrollo del cultivo de pecano, lo que demuestra claramente que las hojas son puntos de reserva del cadmio y de allí pasa al fruto, en la cual dependiendo de la concentración puede producir la contaminación por este elemento pesado.

Lo mismo sucede con el plomo que no existen valores del estándar de calidad ambiental para la concentración foliar, se aprecia claramente que en las hojas se acumula y también puede producir la contaminación del fruto del pecano.

4.4 CONCENTRACIÓN DE CADMIO Y PLOMO EN EL FRUTO DE PECANO.

los valores de los resultados de los análisis de la concentración de cadmio y plomo en el fruto del pecano, muestran que con respecto al cadmio no ha sobrepasado el límite máximo permisible para el fruto del pecano establecido por la unión europea, pero el fruto está absorbiendo el cadmio, por lo que se tienen que tomar las medidas necesarias para no permitir la contaminación del fruto por el cadmio.

lo mismo sucede con la concentración de plomo en el fruto del pecano que no sobrepasa el límite máximo permisible, pero la concentración de plomo está muy cerca de llegar a este valor establecido por la unión europea por lo que también se tienen que tomar acciones para no permitir la contaminación del fruto del pecano por este elemento pesado.

V. CONCLUSIONES

En el presente trabajo de investigación, en función de los resultados obtenidos se puede concluir que se cumplieron con los objetivos planteados en el trabajo de investigación pues se ha llegado a las siguientes conclusiones:

- 5.1 Los suelos agrícolas no se encuentran contaminados por el cadmio y plomo, pero en el caso del cadmio la concentración se acerca peligrosamente al estándar de calidad ambiental establecido por el ministerio del ambiente del Perú que es de 1.4 ppm.
- 5.2 Las hojas del cultivo de pecano están absorbiendo y acumulando estos metales pesados y en el caso del elemento pesado cadmio se puede notar claramente su incremento en relación a las etapas de desarrollo, siendo el incremento mayor en la etapa de maduración del cultivo.
- 5.3 La concentración de los elementos pesados cadmio y plomo presentes en el fruto se encuentran peligrosamente cerca de los límites máximos permisibles establecidos para los frutos por la Unión Europea, que en el caso del cadmio es de 0.05 ppm y en el caso del plomo de 0.10 ppm.
- 5.4 Que se debe tomar las medidas necesarias para no permitir la contaminación del suelo agrícola y el fruto del cultivo de pecano instalado en la zona de Santiago – Ica.

VI. RECOMENDACIONES

En función de los resultados obtenidos se recomienda lo siguiente:

- 6.1 Continuar con la investigación en relación a la concentración de metales pesados en el suelo agrícola y el cultivo de pecano en la zona baja y en las demás zonas que componen el valle de Ica.
- 6.2 Establecen medidas de control de estos elementos contaminantes especialmente de los fertilizantes utilizados en la fertilización del cultivo de pecano para no permitir la contaminación del suelo agrícola y el cultivo de pecano.
- 6.3 Realizar investigaciones en las otras áreas del manejo agrícola del cultivo de pecano como son: Uso eficiente del agua de riego, control de plagas y enfermedades, manejo adecuado de la fertilización del cultivo de pecano como un apoyo a los agricultores que se dedican a la conducción del cultivo de pecano.
- 6.4 Propagar estas investigaciones entre los productores del cultivo de pecano, como una manera de apoyarlos en el manejo del cultivo de pecano, por ser un campo nuevo que se ha presentado debido a la presencia de elementos pesados contaminantes en el cultivo de pecano en las condiciones de la zona de Santiago y de otras zonas del Valle de Ica.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] E. Tantaleane y M. Huauya. “Distribuida del contenido de Cadmio en los diferentes órganos del cacao CCN – 51 en el suelo aluvial y residual en las localidades de Jancintillo y Ramal de Aspuzana – San Martín y Huánuco”. Universidad Nacional “San Luis Gonzaga”- Escuela de Pos Grado – Tesis de grado – Doctor en Gestión Ambiental. 2017.
- [2] 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 Ingeniero Agrónomo, Universidad Nacional “San Luis Gonzaga” Ica – Perú. 2012.
- [3] C. Grados y P. 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.
- [4] V. Almeyda “Efecto de la aplicación de fertilizantes fosfatados en la contaminación por el Cadmio de suelos agrícolas de la zona baja del valle de Ica - 2018.”. Universidad Nacional “San Luis Gonzaga” – Escuela de Pos Grado – Tesis de Grado – Doctor en Gestión Ambiental. 2019.
- [5] A. Salcedo y H. Salazar “Determinación del Ritmo de Absorción de Macro y Micro Nutrientes en el Cultivo de Palto (*Persea americana Mill*) Variedad Hass Conducidos Bajo Sistema de Fertirrigación en la Zona Alta del Valle de Ica”. Tesis Ingeniero Agrónomo. 2018.
- [6] Ministerio de Agricultura. “El cultivo de pecano en el Perú”. Lima – Perú. 52 pág. 2011.
- [7] D. Guipanda “Cultivos Hidroponicos, Ediciones Mundi Prensa – España 320 pág. 2010.
- [8] B. Juscafresa “Árboles Frutales, cultivo y explotación comercial”. Editorial Aedos Barcelona España. Pág. 382. 1978.
- [9] W. Padilla “*El suelo y su Fertilidad*”. Lima – Perú Pág. 200. 2010.
- [10] E. Calderón. “*Fruticultura General*” Editorial Limusa S.A. México - Pág. 763. 1987.

- [11] G. Sánchez “Ecotoxicología del cadmio riesgo para la salud de la utilización de suelos rico en cadmio” – Trabajo de grado – Universidad Complutense – Facultad de Farmacia – España. 2016.
- [12] Ministerio del Ambiente. “Estándares de calidad ambiental para suelos urbanos y suelo agrícolas”. Lima – Perú. 2017.
- [13] Navarro G. y Navarro S. “Fertilizantes, Química y Acción”. Ediciones Digitales - España. Pág. 210. 2014.
- [14] F. A. O. “Evapotranspiración del cultivo, Guía para la determinación de los requerimientos del agua de las plantas cultivadas”. *Roma* Pág. 300. 2006.

VIII. ANEXO

8.1 IMAGEN DE CAMPO















8.2 ANÁLISI FOLIAR



VALLE GRANDE
Laboratorio de Química Agrícola

50 AÑOS
1965 - 2015

SOLICITANTE : ROSMERI MAYUME GARCIA CONDE CODIGO DE MUESTRA : 228-01F -2022
PREDIO : HUARANGO- MOCHO MUESTREADO POR : CLIENTE
FECHA DE INICIO : 16/02/2022 TIPO DE MUESTRA : SOLIDA
FECHA FINAL : 17/02/2022 FECHA DE INGRESO : 14/02/2022
MATRIZ : HOJAS DE PECANO FECHA DE EMISIÓN : 17/02/2022

**INFORME DE ANÁLISIS -
ESPECIAL**
MUESTRA : MUESTRA N° 01

PARÁMETROS	RESULTADO	UNIDAD	MÉTODO	TÉCNICA
Plomo Total (Pb)	11.93	mg / Kg	MFES - 070	FAAS
Cadmio Total (Cd)	0.59	mg / Kg	MFES - 071	FAAS

Los resultados están expresados en muestra seca.

LIMITES DE CUANTIFICACIÓN :

PARÁMETROS	RESULTADO	UNIDAD	MÉTODO	TÉCNICA
Plomo Total (Pb)	0.007	mg / Kg	MFES - 070	FAAS
Cadmio Total (Cd)	0.007	mg / Kg	MFES - 071	FAAS

Donde:

FAAS : Espectrometría de Absorción Atómica por Llama
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. Quim. 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



VALLE GRANDE
Laboratorio de Química Agrícola

50 AÑOS
1965 - 2015

SOLICITANTE : ROSMERI GARCIA CONDE

CÓDIGO DE MUESTRA : 509-01F - 2022

PREDIO : HUARANGO- MOCHO

MUESTREADO POR : CLIENTE

FECHA DE INICIO : 05/05/2022

TIPO DE MUESTRA : SOLIDA

FECHA FINAL : 23/05/2022

FECHA DE INGRESO : 03/05/2022

MATRIZ : HOJAS DE PECANO

FECHA DE EMISIÓN : 31/05/2022

INFORME DE ANÁLISIS - ESPECIAL

MUESTRA : MUESTRA N° 01

PARÁMETROS	RESULTADO	UNIDAD	MÉTODO	TÉCNICA
Cadmio Total (Cd)	0.413	mg / Kg	MFES - 071	FAAS
Plomo Total (Pb)	5.183	mg / Kg	MFES - 070	FAAS

Los resultados están expresados en muestra seca.

LIMITES DE CUANTIFICACIÓN :

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

Donde:

FAAS : Espectrometría de Absorción Atómica por Llama

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

SOLICITANTE : ROSMERI GARCIA CONDE

ANÁLISIS N° : 920-01S -2021

PREDIO : HUARANGO-MOCHO

LUGAR : ICA

MATRIZ : SUELO AGRICOLA

FECHA DE RECEP. : 06/09/20

INFORME DE ANÁLISIS DE SUELO - SALINIDAD MUESTRA : M1 - CULT. PECANO - SANTIAGO

PARÁMETRO	RESULTADO	UNIDAD	MÉTODO	TÉCNICA
Textura				
Arena	50.70	%		
Limo	30.96	%		
Arcilla	18.34	%	MES - 001	Bouyoucos
Clase Textural	FRANCO			
Porcentaje de Saturación de Agua	37.76	%	MES - 002	Gravimétrico
Carbonato de Calcio Total	0.09	%	MES - 003	Gravimétrico
Conductividad Eléctrica (E.S) a 25 °C.	0.34	dS / m	MES - 004	Electrométrico
pH (1/1) a Temp = 18.7 °C	7.58		MES - 005	Electrométrico
Fósforo	14.00	ppm	MES - 006	Olsen
Disponibile	1.24	%	MES - 007	Walkley y Black
Materia Orgánica	0.07	%	MES - 008	Kjeldahl
Nitrógeno Total	180.20	ppm	MES - 009	Acetato de Amonio
Potasio		mEq / 100 g	MES - 010	Extractante:Ac. Amonio FAAS
Disponibile	9.98	mEq / 100 g	MES - 011	FAAS
Cationes Cambiables	1.56	mEq / 100 g	MES - 012	FAAS
Calcio	0.29	mEq / 100 g	MES - 013	FAAS
Magnesio	0.44	%	MES - 015	Cálculo Matemático
Sodio	2.37	mEq / 100 g	MES - 017	Cálculo Matemático
Potasio	12.27			
P.S.I		mEq / L	SM 4500 CL - B	Argentométrico
C.I.C.E	0.62	mEq / L	EPA 375.4	Turbidimétrico
Sales	2.47	mEq / L	MEA - 001	Colorimétrico
Disueltas	0.25	mEq / L	SM 2320 B	Volumétrico
Cloruro	< 0.02	mEq / L	SM 2320 B	Volumétrico
Sulfato	1.76	mEq / L	EPA 215.1	FAAS
Nitrato	2.94	mEq / L	EPA 242.1	FAAS
Carbonato	0.78	mEq / L	EPA 273.1	FAAS
Bicarbonato	0.64	mEq / L	EPA 258.1	FAAS
	0.51	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 : Standar 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. 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



SOLICITANTE : ROSMERI GARCIA CONDE

ANÁLISIS N° : 920-01S -2021

PREDIO : ROSMERI GARCIA CONDE

LUGAR : ICA

MATRIZ : SUELO AGRICOLA

FECHA DE RECEP. : 06/09/2021

INFORME DE ANÁLISIS DE SUELO - SALINIDAD

MUESTRA : M1 - CULT. PECANO - SANTIAGO - LA VENTA

PARÁMETRO	RESULTADO	UNIDAD	MÉTODO	TÉCNICA
Textura				
Arena	50.70	%		
Limo	30.96	%		
Arcilla	18.34	%	MES - 001	Bouyoucos
Clase Textural	FRANCO			
Porcentaje de Saturación de Agua	37.76	%	MES - 002	Gravimétrico
Carbonato de Calcio Total	0.09	%	MES - 003	Gravimétrico
Conductividad Eléctrica (E.S) a 25 °C.	0.34	dS / m	MES - 004	Electrométrico
pH (1/1) a Temp = 18.7 °C	7.58		MES - 005	Electrométrico
Fósforo Disponible	14.00	ppm	MES - 006	Olsen
Materia Orgánica	1.24	%	MES - 007	Walkley y Black
Nitrógeno Total	0.07	%	MES - 008	Kjeldahl
Potasio Disponible	180.20	ppm	MES - 009	Acetato de Amonio
Cationes Cambiables				Extractante: Ac. Amonio
Calcio	9.98	mEq / 100 g	MES - 010	FAAS
Magnesio	1.56	mEq / 100 g	MES - 011	FAAS
Sodio	0.29	mEq / 100 g	MES - 012	FAAS
Potasio	0.44	mEq / 100 g	MES - 013	FAAS
P.S.I	2.37	%	MES - 015	Cálculo Matemático
C.I.C.E	12.27	mEq / 100 g	MES - 017	Cálculo Matemático
Sales Disueltas				
Cloruro	0.62	mEq / L	SM 4500 CL - B	Argentométrico
Sulfato	2.47	mEq / L	EPA 375.4	Turbidimétrico
Nitrato	0.25	mEq / L	MEA - 001	Colorimétrico
Carbonato	< 0.02	mEq / L	SM 2320 B	Volumétrico
Bicarbonato	1.76	mEq / L	SM 2320 B	Volumétrico
Calcio	2.94	mEq / L	EPA 215.1	FAAS
Magnesio	0.78	mEq / L	EPA 242.1	FAAS
Sodio	0.64	mEq / L	EPA 273.1	FAAS
Potasio	0.51	mEq / L	EPA 258.1	FAAS
Boro	0.48	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 Cationico 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 Línea.

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



SOLICITANTE : ROSMERI MAYUME GARCIA CONDE CÓDIGO DE MUESTRA : 1047-01F -2021
PREDIO : ZONA: HUARANGO - MOCHO MUESTREADO POR : CLIENTE
FECHA DE INICIO : 21/10/2021 TIPO DE MUESTRA : SOLIDA
FECHA FINAL : 05/11/2021 FECHA DE INGRESO : 19/10/2021
MATRIZ : HOJAS DE PECANO FECHA DE EMISIÓN : 05/11/2021

INFORME DE ANÁLISIS - ESPECIAL

MUESTRA : MUESTRA N° 01 - CULT. PECANO - SANTIAGO

PARÁMETROS	RESULTADO	UNIDAD	MÉTODO	TÉCNICA
Plomo Total (Pb)	3.68	mg / Kg	MFES - 070	FAAS
Cadmio Total (Cd)	0.30	mg / Kg	MFES - 071	FAAS

Los resultados están expresados en muestra seca.

LIMITES DE CUANTIFICACIÓN :

PARÁMETROS	RESULTADO	UNIDAD	MÉTODO	TÉCNICA
Plomo Total (Pb)	0.007	mg / Kg	MFES - 070	FAAS
Cadmio Total (Cd)	0.007	mg / Kg	MFES - 071	FAAS

Donde:

FAAS : Espectrometría de Absorción Atómica por Llama

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



SOLICITANTE : ROSMERI MAYUME GARCIA CONDE
PREDIO : ZONA: HUARANGO - MOCHO
FECHA DE INICIO : 21/10/2021
FECHA FINAL : 05/11/2021
MATRIZ : SUELO AGRICOLA

CÓDIGO DE MUESTRA : 1047-015 -2021
MUESTREADO POR : CLIENTE
TIPO DE MUESTRA : SOLIDA
FECHA DE INGRESO : 19/10/2021
FECHA DE EMISIÓN : 05/11/2021

INFORME DE ANÁLISIS - ESPECIAL

MUESTRA : M1 - PECANO - 0-30cm - SANTIAGO

PARÁMETROS	RESULTADO	UNIDAD	MÉTODO	TÉCNICA
Plomo Total (Pb)	10.05	mg / Kg	MFES - 070	FAAS
Cadmio Total (Cd)	0.86	mg / Kg	MFES - 071	FAAS

Los resultados están expresados en muestra seca.

LIMITES DE CUANTIFICACIÓN :

PARÁMETROS	RESULTADO	UNIDAD	MÉTODO	TÉCNICA
Plomo Total (Pb)	0.007	mg / Kg	MFES - 070	FAAS
Cadmio Total (Cd)	0.007	mg / Kg	MFES - 071	FAAS

Donde:

FAAS : Espectrometría de Absorción Atómica por Llama

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



SOLICITANTE : ROSMERI MAYUME GARCIA CONDE CÓDIGO DE MUESTRA : 1047-025 -2021
 PREDIO : ZONA: HUARANGO - MOCHO MUESTREADO POR : CLIENTE
 FECHA DE INICIO : 21/10/2021 TIPO DE MUESTRA : SOLIDA
 FECHA FINAL : 05/11/2021 FECHA DE INGRESO : 19/10/2021
 MATRIZ : SUELO AGRICOLA FECHA DE EMISIÓN : 05/11/2021

INFORME DE ANÁLISIS - ESPECIAL

MUESTRA : M2 - PECANO - 30-60cm - SANTIAGO

PARÁMETROS	RESULTADO	UNIDAD	MÉTODO	TÉCNICA
Plomo Total (Pb)	7.32	mg / Kg	MFES - 070	FAAS
Cadmio Total (Cd)	0.51	mg / Kg	MFES - 071	FAAS

Los resultados están expresados en muestra seca.

LIMITES DE CUANTIFICACIÓN :

PARÁMETROS	RESULTADO	UNIDAD	MÉTODO	TÉCNICA
Plomo Total (Pb)	0.007	mg / Kg	MFES - 070	FAAS
Cadmio Total (Cd)	0.007	mg / Kg	MFES - 071	FAAS

Donde:


FAAS : Espectrometría de Absorción Atómica por Llama

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

