



Universidad Nacional
SAN LUIS GONZAGA



[Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

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>



CONSTANCIA DE APROBACIÓN DE TESIS N°078-2021

En la Unidad de Investigación de la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional San Luis Gonzaga, de la ciudad de Ica, se expide la presente Constancia de Revisión de Autenticidad de Trabajos de Tesis luego de cumplir con la evaluación mediante el **SOFTWARE ANTIPLAGIO** de la Universidad Nacional San Luis Gonzaga, según detalle:

| ITEMS | DATOS |
|---|---|
| OPERADOR DE PROGRAMA INFORMÁTICO ITHENTICATE - EVALUADOR DE ORIGINALIDAD | LISSETT AUGUSTA PECHE VALENZUELA |
| FECHA DEL ANÁLISIS | Ica, 12 de agosto de 2021 |
| TRABAJO DE INVESTIGACIÓN PRESENTADO POR: | CALDERÓN HERNÁNDEZ, CRISTHIAN OMAR RUIZ MOSQUEIRA, ALONSO MANUEL |
| TRABAJO DE TESIS TITULADO: | EVALUAR LA REMEDIACIÓN DE LA EXTRACCIÓN DE CADMIO POR EL CULTIVO DE ESPARRAGO, (<i>Asparagus officinalis L.</i>) HIBRIDO UC 157 F1 MEDIANTE PRÁCTICAS AGRONÓMICAS, EN LA ZONA BAJA DEL VALLE DE ICA |
| FACULTAD | AGRONOMÍA |
| TRAMITE | EVALUACIÓN DE SIMILITUD |
| RESULTADO | APROBADO |
| PORCENTAJE DE AUTENTICIDAD | 94% |
| PORCENTAJE DE SIMILITUD | 6% |
| OBSERVACIONES | <ul style="list-style-type: none">Se analizó la TESIS mediante el programa informático iThenticate.Se consideró la exclusión de cadenas sintácticas de 15 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.) |

Asimismo en **REGLAMENTO DE GRADOS ACADÉMICOS Y TÍTULOS PROFESIONALES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL "SAN LUIS GONZAGA"** Aprobado con Resolución Rectoral N°048-R-UNICA-2021 - el artículo N°32-**Procedimiento para la obtención del Título profesional** - inciso 14 que a la letra dice: **Si el resultado del sistema antiplagio es favorable, los revisores le entregan al asesorado una constancia de aprobación** y remiten un informe al comité de investigación, quien lo deriva a la unidad de investigación para que elabore un oficio dirigido al decano informando sobre la aprobación de la tesis acompañando el informe y copia de la tesis.

Se expide la presente a solicitud del interesado para los fines que considere correspondientes que se encuentren **tipificados dentro de la normatividad vigente**.

Dr. RAUL CAMPOS TIAPANI
Presidente de jurado revisor

Dr. HUGO VASQUEZ SALAS
Vocal de Jurado Revisor

VICENTE SEBASTIAN ALMEYDA NAPA
Dr. VICENTE ALMEYDA NAPA
secretario de jurado revisor



UNIVERSIDAD NACIONAL "SAN LUIS GONZAGA"

FACULTAD DE AGRONOMIA

"EVALUAR LA REMEDIACIÓN DE LA EXTRACCIÓN DE CADMIO POR EL CULTIVO DE ESPARRAGO, (*Asparagus officinalis* L.) HIBRIDO UC 157 F1 MEDIANTE PRÁCTICAS AGRONÓMICAS, EN LA ZONA BAJA DEL VALLE DE ICA".

TESIS

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO AGRONOMO

BACHILLERES: Calderón Hernández, Cristhian Omar

Ruiz Mosqueira, Alonso

ASESOR:

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: Ciencias Naturales, Ingeniería y Tecnologías Sostenibles

ICA – PERU

2021

INDICE GENERAL

| | |
|--|----|
| 1. RESUMEN | 5 |
| 2. RESUMEN EN INGLÉS (ABSTRACT)..... | 6 |
| 3. INTRODUCCION..... | 7 |
| 3.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA | 8 |
| 3.1.1 Situación problemática..... | 8 |
| 3.1.2 Formulación del problema..... | 9 |
| 3.1.2.1 Problema General..... | 9 |
| 3.1.2.2 Problema Específico..... | 9 |
| 3.1.3 Delimitación del problema..... | 9 |
| 3.1.3.1 Delimitación espacial o geográfica..... | 9 |
| 3.1.3.2 Delimitación temporal..... | 9 |
| 3.1.3.3 Delimitación social..... | 9 |
| 3.1.3.4 Delimitación conceptual..... | 10 |
| 3.2 Justificación e importancia de la investigación..... | 10 |
| 3.2.1 Justificación..... | 10 |
| 3.2.2 Importancia..... | 11 |
| 3.3 Hipótesis de Investigación..... | 11 |
| 3.3.1 Hipótesis general..... | 11 |
| 3.3.2 Hipótesis específica..... | 11 |
| 3.4 Variables de la investigación..... | 12 |
| 3.4.1 Identificación de las variables..... | 12 |
| 3.5 Operacionalización de las variables..... | 13 |
| 3.6 Objetivos de la Investigación..... | 14 |
| 3.6.1 Objetivos Generales..... | 14 |
| 3.6.2 Objetivos específicos..... | 14 |
| 4. MATERIALES Y METODOS..... | 15 |
| 4.1 Instrumentos de recolección de datos..... | 15 |
| 4.2 Técnicas de recolección de datos..... | 16 |
| 4.3 Técnica de procedimientos de datos, análisis e interpretación de datos y resultados..... | 15 |
| 4.4. Tipo, nivel y diseño de la investigación..... | 16 |
| 4.4.1 Tipo de investigación..... | 16 |
| 4.4.2 Nivel de investigación..... | 16 |

| | |
|--|----|
| 4.4.3 Diseño de investigación..... | 16 |
| 4.5 Población y muestra..... | 16 |
| 4.5.1 Población de estudio..... | 16 |
| 4.5.2 Población de la muestra del estudio..... | 16 |
| 5. RESULTADOS..... | 17 |
| 5.1 Presentación e interpretación de los resultados..... | 17 |
| 5.2 Discusión de resultados..... | 17 |
| 6. DISCUSION | 33 |
| 6.1 Analisis de suelo..... | 33 |
| 6.2 Contrastación de Hipótesis General..... | 37 |
| 6.3 Contrastación de Hipótesis Especifica..... | 38 |
| 7. CONCLUSIONES..... | 39 |
| 8. RECOMENDACIONES Y AGRADECIMIENTOS..... | 40 |
| 9. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICA..... | 41 |
| 10. ANEXOS..... | 43 |
| - Matriz de consistencia..... | 44 |
| - Instrumentos de recolección de información..... | 45 |
| - Consentimiento informado..... | 46 |
| - Otros..... | 47 |

RELACION DE TABLAS

| | |
|---|----|
| Tabla N°1 Información Meteorológica mensual..... | 20 |
| Tabla N°2 Analisis Químico del suelo..... | 21 |
| Tabla N°3 Información Meteorológica mensual..... | 22 |
| Tabla N°4 Aplicaciones Fitosanitarias..... | 24 |
| Tabla N°5 Calendario de Riegos..... | 25 |
| Tabla N°6 Análisis Químico del agua de riego..... | 26 |
| Tabla N°7 Plan de fertilización..... | 27 |
| INDICE DE FIGURAS..... | 29 |
| FOTOS DEL PROCESO..... | 47 |

3. RESUMEN

La investigación estuvo dirigida a comprobar si las prácticas agronómicas propuestas y realizadas, disminuyen la cantidad de metal pesado cadmio que es absorbido durante un ciclo de producción por el cultivo de espárrago, conducido con riego por goteo, en el sector Santa Matilde del distrito de Santiago, Provincia y Región Ica. La temperatura desde setiembre del 2019 hasta el mes de enero del 2020 ha estado dentro del rango de 20.7°C y 26.1°C, rangos de temperaturas aceptables para el crecimiento y cosecha del cultivo.

Según los resultados de los análisis realizados al suelo, tomada después de la parada de la cosecha e inicio del desarrollo vegetativo se puede apreciar que la contaminación del suelo está por encima de los límites máximos permisibles, con 1.365 mg/kg y la norma fija un valor de 1.4 mg/kg en suelo agrícola, lo que nos indica que el suelo está contaminado por cadmio.

Realizado el segundo análisis al suelo, después de haberse realizado las prácticas agronómicas indicadas la muestra realizada después de la parada de la cosecha nos permite apreciar que la contaminación del suelo disminuye en 0.767 mg/kg, pero sin embargo continua estando por encima de los límites máximos permisibles, con 1.998 mg/kg de la norma que fija en 1.4 mg/kg en suelo agrícola, lo que nos indica que el suelo sigue contaminado por cadmio, pese a las labores de enmiendas realizadas, coincidiendo con los investigadores que la reducción de los elementos contaminantes en el suelo es a largo plazo.

En referencia al análisis de turiones, el nivel inicial de concentración de cadmio en la campaña anterior antes de la parada de la cosecha; tomada como muestra inicial, es de 0.1183 mg/kg de cadmio, estando por encima de la norma que establece un valor de 0.1 mg/kg. Al tomar la segunda después del inicio de la cosecha, la concentración del cadmio, disminuye a 0.0785 mg/kg, por debajo de la norma que es 0.1 mg/kg pero de todas maneras los turiones están contaminados.

Esto obliga a continuar realizando investigaciones en este cultivo para reducir la concentración de cadmio, toda vez que este cultivo es fuente de ingreso de los pequeños productores de espárrago del distrito de Santiago y al estar contaminado su producto este no sería comercializado, creando un verdadero drama social y económico en la región Ica.

2. RESUMEN EN INGLÉS (ABSTRACT)

The research was aimed at verifying whether the agronomic practices proposed and carried out reduce the amount of heavy metal cadmium that is absorbed during a production cycle by the asparagus crop, conducted with drip irrigation, in the Santa Matilde sector of the Santiago district. , Province and Region Ica. The temperature from September 2019 to January 2020 has been within the range of 20.7 ° C and 26.1 ° C, acceptable temperature ranges for the growth and harvest of the crop.

According to the results of the analyzes carried out on the soil, taken after the harvest has stopped and the vegetative development begins, it can be seen that the contamination of the soil is above the maximum permissible limits, with 1,365 mg / kg and the standard sets a value of 1.4 mg / kg in agricultural soil, which indicates that the soil is contaminated by cadmium.

Once the second soil analysis was carried out, after having carried out the indicated agronomic practices, the sample taken after the harvest stopped allows us to appreciate that soil contamination decreases by 0.767 mg / kg, but nevertheless continues to be above the limits maximum permissible, with 1,998 mg / kg of the standard that sets 1.4 mg / kg in agricultural soil, which indicates that the soil is still contaminated by cadmium, despite the work of amendments carried out, agreeing with the researchers that the reduction of pollutants in the soil is long-term.

In reference to the analysis of shoots, the initial level of cadmium concentration in the previous season before the harvest was stopped; taken as an initial sample, it is 0.1183 mg / kg of cadmium, being above the norm that establishes a value of 0.1 mg / kg. When taking the second one after the beginning of the harvest, the cadmium concentration decreases to 0.0785 mg / kg, below the norm that is 0.1 mg / kg, but in any case the shoots are contaminated.

This makes it necessary to continue carrying out research on this crop to reduce the concentration of cadmium, since this crop is a source of income for small asparagus producers in the Santiago district and as their product is contaminated, it would not be marketed, creating a real drama. social and economic in the Ica region.

3. INTRODUCCION

El cultivo de espárrago, fue y es uno de los principales cultivos que se instaló en Ica, incrementando explosivamente sus áreas de siembra, siendo; en algún momento, el primer producto de exportación, principalmente para el mercado norteamericano y europeo. El área de crecimiento fue a nivel empresarial y a nivel del pequeño agricultor rural.

La investigación propuesta, es relacionar las prácticas agronómicas realizadas y propuestas al agricultor para remediar la concentración de cadmio en el suelo agrícola donde está instalado el espárrago. El recurso suelo ha sido considerado simplemente como un soporte inerte para el desarrollo de las plantas, aplicándose los fertilizantes y agroquímicos sin ningún tipo de consideración ambiental, llevando como consecuencia la contaminación por pesticidas y metales pesados; entre ellos el cadmio.

La comercialización del de espárrago son los turiones verdes frescos, esta condición lo hace un producto de alto riesgo, con respecto a su posible contaminación química, física y biológica, pudiendo afectar a los consumidores y al ambiente.

Los Estados Unidos, la Comunidad Europea y Australia establecieron requisitos fitosanitarios para la exportación de espárragos por la presencia de metales pesados y exceso de LMR de pesticidas, detectados en los envíos de espárrago y otros cultivos, como el caso del cacao. Los metales pesados son peligrosos porque tienden a bioacumularse en diferentes cultivos. (Diario Oficial de la Unión Europea. 2014).

Se evaluó en la zona baja del valle, el cultivo de espárrago Híbrido UC 157 F1, dando prioridad a las prácticas agronómicas utilizadas con la finalidad de conservar mejor el suelo agrícola, como las labores culturales, manejo de las enmiendas orgánicas y químicas, aplicaciones de productos remediadores, teniendo en cuenta las condiciones fenológicas, edafoclimáticas y aptitud agrícola de la zona en estudio.

Se comprobó el contenido de Cadmio en el suelo y los turiones de espárrago, en la cosecha mediante los respectivos análisis.

Palabras clave

Absorción, suelo, extracción, cadmio, contaminación, remediación, híbrido UC 157 F1

3.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE INVESTIGACION

3.1.1 Situación problemática

El Perú es un país exportador de espárrago, siendo Ica uno de los principales proveedores de este alimento y en especial la zona baja del valle. La FAO alertó del creciente problema que supone la contaminación del suelo, publicó un informe señalando que existe muy poca información sobre el alcance de este problema, que reduce las producciones de los cultivos y los puede volver dañinos para el consumo humano.

Se sabe que estos elementos contaminantes son altamente tóxicos y poseen la propiedad de acumularse en los organismos vivos, siendo principalmente: Cd, Hg, Pb, Cu, Ni, Sb, Bi y entre ellos destacan el Cd y Hg, por su toxicidad. Nuevos estudios indican que los suelos presentan niveles altos de metales pesados, lo que podría generar problemas de salud al consumir los productos, esto está ocurriendo en Ica con los diversos cultivos agroexportables de la región.

Diariamente estamos expuestos a metales pesados, ya sea a través del aire que respiramos, del agua o de los alimentos, además, estos pueden ser muy nocivos para el ambiente, los animales y la mayor parte de las plantas. El mayor incremento de metales pesados es por la actividad industrial, que ha desequilibrado y contaminado de manera grave muchos ecosistemas naturales. (ECOagricultor. 2012).

Los metales pesados del suelo una vez aprovechados, pueden ser absorbidos por la planta; es por ello, el riesgo para la salud humana que involucra cantidades altas de metales pesados en el suelo, agua y los órganos de consumo, sin embargo, pese a su peligrosidad, su distribución y acumulación, en la región aún hay muy poca investigación.

El ensayo planteó comprobar si las prácticas agronómicas propuestas lograban reducir la concentración de Cadmio en los turiones de espárrago, si son positivas para disminuir la absorción y acumulación de cadmio en el suelo, esta comprobación se realizó mediante los respectivos análisis.

La Universidad Nacional “San Luis Gonzaga”, como centro de Investigación y Proyección Social, a través de su Facultad de Agronomía, brinda apoyo a los estudiantes en la realización de sus trabajos de investigación, promoviendo el cuidado del ambiente, de la salud de los consumidores, el uso de técnicas y el manejo

agro sustentable de los cultivos, sobre todo de los pequeños agricultores de la zona rural de la parte baja del valle.

3.1.2 Formulación del problema

3.1.2.1 Problema general

¿Evaluar el efecto de la remediación del suelo, mediante prácticas agronómicas en el cultivo de espárrago para reducir y si la concentración de absorción de cadmio disminuye, en la parte baja del valle?

3.1.2.2 Problema específico

¿De qué manera la remediación mediante practicas agronómicas puedan reducir el cadmio en el suelo agrícola y la absorción por los turiones disminuyendo los niveles de contaminación inicial, en la parte baja del valle de Ica?

¿La absorción del cadmio por el cultivo de esparrago y los turiones pueden superar los límites permisibles, pudiendo afectar su exportación y consumo, en la zona de Santiago, Ica?

3.1.3 Delimitación del problema

3.1.3.1 Delimitación espacial o geográfica

Se realizó en la parcela de propiedad del Sr. Segundino Huamán Tueros, de 5.0 hectáreas, sembradas con el híbrido UC 157 F1 de 14 años de edad, en el sector Santa Matilde del Centro Poblado Santa Dominguita, Santiago – Ica.

3.1.3.2 Delimitación temporal

Este ensayo se inició en agosto del 2019 y culmino en enero del 2020, meses que comprende el desarrollo vegetativo y la cosecha. Las muestras fueron enviadas al laboratorio AGQ PERU SAC, los que nos permite determinar si las practicas agronómicas realizas han conseguido reducir la absorción del cadmio por el cultivo de espárrago.

3.1.3.3 Delimitación social

El centro del presente estudio son los pequeños agricultores productores de espárragos ubicados la ex Cooperativa Santa Dominguita del distrito de Santiago-Ica.

El ensayo beneficiara a todos los pequeños agricultores de la comunidad del sector de Santa Dominguita, a los productores a nivel nacional, los cuales podrán mejorar su manejo agronómico, la calidad y uso de nuevas técnicas con

respecto a las buenas prácticas agrícolas, para reducir o remediar la concentración de cadmio, en el suelo, promoviendo la seguridad alimentaria y el cuidado del ambiente.

3.1.3.4 Delimitación conceptual

El contexto actual es la contaminación de los suelos por metales pesados, ya que debido a los requisitos sanitarios y fitosanitarios impuesto al cultivo de espárrago para su exportación hacia los Estados Unidos y Europa, pone en riesgo la exportación, debido a; la presencia de residuos de plaguicidas, de metales pesados y de plagas.

Además, contribuye el manejo agronómico deficiente, la ausencia de medios económicos, las malas prácticas medioambientales del pasado, el uso indiscriminado de pesticidas y fertilizantes, acciones que han tenido como consecuencia la acumulación libre de los metales pesados y los residuos de pesticidas, etc., originado a su vez la contaminación gradual de los suelos.

El ensayo busca apoyar con alternativas de solución la contaminación del suelo, también que los productores al desconocer los efectos que podrían provocar estos metales pesados, opten por soluciones para remediar la concentración de los metales pesados en el suelo, sobre todo del cadmio.

Esta investigación resulta útil para planificar un mejor manejo del cultivo, teniendo en cuenta que la contaminación del recurso suelo sufre cambios constantes.

Esta investigación busca contribuir con otras investigaciones relacionadas al tema, sobre todo en el sector de la pequeña agricultura rural.

3.2 Justificación e importancia de la investigación

3.2.1 Justificación

Para el pequeño productor el cultivo de espárrago es su fuente de ingreso, pero por más de dos décadas, lo conduce, sin ninguna supervisión en las aplicaciones de pesticidas y de fertilizantes, en especial los de la parte baja del valle, zona donde se concentra la mayor área de este cultivo.

Se justifica, porque los turiones al tener los niveles permisibles de metales tóxicos para la salud humana, no permitiría su exportación a los mercados internacionales. Se han realizado pocas investigaciones para determinar los metales pesados; a

nivel del pequeño agricultor, por lo que la investigación es importante ya que tiene el objetivo de determinar la concentración del cadmio en suelo y turiones y si las practicas agronómicas propuestas reducen la concentración de este metal pesado en el suelo y por ente la absorción por los turiones disminuye.

Estos datos nos servirán de base para continuar durante las siguientes campañas con un seguimiento al cultivo, investigando con nuevos análisis como se está comportando el cadmio y si las practicas que se realizan disminuyen su concentración o en su defecto buscar otras alternativas que ayuden a disminuir la presencia del cadmio en el suelo y su absorción por el cultivo de espárrago.

3.2.2. Importancia

Los turiones de esparrago son consumidos mayormente en estado fresco, por las poblaciones del mercado internacional, nacional y local, al consumirse en estado fresco están expuestos a la contaminación por el suelo, aire, agua, pesticidas, fertilizantes, etc.

Estos elementos tóxicos al estar presente en los productos alimenticios representan un problema para la calidad y por ente para la salud humana, además algunos de ellos, como por ejemplo el cadmio, genera efectos dañinos a la salud y en muchos casos es cancerígeno.

Los riñones, hígado, pulmones y también el sistema nervioso (central y periférico) son los principales órganos los cuales son afectados ante la acumulación de metales pesados en el organismo. (ECOagricultor. 2012).

3.3 Hipótesis de la investigación

3.3.1 Hipótesis general

Utilizando la remediación mediante las prácticas agronómicas, disminuirá la concentración de cadmio en el suelo y los turiones de espárrago (*Asparagus officinalis* L.) debido a la acción positiva que se produciría en el suelo y la planta.

3.3.2 Hipótesis específica

- Al evaluar las practicas agronómicas, para remediar la concentración de cadmio en el suelo y el cultivo de esparrago, mejoraran los niveles de concentración mejorando la calidad de los turiones de esparrago, hibrido UC 157 F1.
- La remediación del suelo mediante las practicas agronómicas, disminuiran la concentración de cadmio en el suelo y los turiones de espárrago (*Asparagus*

officinalis L.) y no excedan los límites máximos permisibles según el Codex Alimentarius, la OMS/FAO y la Norma Peruana.

3.4 Variables de investigación

3.4.1 Identificación de las variables

a) Variable Independiente (“Causa” X1)

- Practicas Agronómicas en el cultivo de espárrago (X1)

Indicadores:

Enmiendas

Fertilización

Labores culturales

b) Variables Dependientes (“Efecto” Y1)

- Análisis de la concentración de cadmio en los turiones (y1)

Indicadores:

Concentración de cadmio en el suelo y los turiones de espárrago.

b) Variables Intervinientes

Las variables que se pueden interponer entre la variable independiente y dependiente pueden ser:

El clima.

La permanencia en el ambiente durante cientos de años de los metales, los cuales son originados por la emisión industrial generadas por el hombre (antropogénica), la cual incluye la combustión de gasolina con plomo, se encuentra en la atmósfera como material suspendido que respiramos. (Gobierno de la Rioja 2016).

El agua de riego

Los factores componentes del clima y las acciones realizadas por el hombre (industrial, minero, etc.) afectan la calidad física, química y biológica de las aguas destinadas al riego de plantas y bebida de animales pueden generar cambios en su desarrollo biológico.

(Dirección General de Salud Ambiental – DIGESA. 2008).

Los Vegetales

Es este caso, algunos al consumirse en estado crudo, se debe tener en cuenta los parámetros microbiológicos, residuos de pesticidas y de metales pesados,

que son absorbidos por los vegetales, pudiendo interferir o interponiéndose entre las variables independiente y dependiente.

Además, la ingesta de plantas o animales contaminados puede provocar síntomas de intoxicación, lo que podría interponerse entre las variables independiente y dependiente

3.5 Operacionalización de las variables

| VARIABLES | DIMENSIONES | INDICADORES |
|---|--|--|
| Variable Independiente Los turiones de espárrago, están contaminadas por la absorción de cadmio | Exportación de los turiones de espárrago | Concentración de cadmio en los turiones de espárrago |
| Variable Dependiente Evaluar la concentración de cadmio | Niveles de cadmio y Límite Máximo Permisible según el Ministerio del Ambiente, y la OMS/FAO. | ppm. mg/kg |

Variables

- Contaminante en el suelo.
- Nivel de extracción de metales pesados como el cadmio.
- Niveles de cadmio en los turiones.

Definición de variables

- Nivel de contaminantes que podrían alterar la calidad del suelo.
- ppm de extracción del cadmio por el cultivo investigado.
- Nivel de concentración del cadmio en los turiones.

Dimensiones

- Físicoquímicos
- Metales
- Inorgánicos

Indicadores

- pH - Numérico Continuo
- Cadmio 0,20 mg/Kg

Índice

Extracción

Las explotaciones mineras, la contaminación del suelo, el agua, las plantas y animales por cuenta de El progreso de la industria, los insumos para las actividades agrícolas y otras acciones propias del desarrollo de la sociedad actual propician el acrecentamiento de metales pesados como: mercurio, plomo, arsénico, cadmio, cobre, cromo, entre otros y como consecuencia directa la contaminación. y su acumulación permite mayor extracción de metales pesados.

Niveles permisibles

Los indicados por el Ministerio del Ambiente. Estándares de Calidad Ambiental para suelo. Decreto Supremo N ° 011-2017-Minan.

Follaje, raíces y turiones de espárragos.

Absorción de cadmio por el follaje, raíces y los turiones de espárragos.

Días

Periodo vegetativo o estado fenológico del cultivo de espárrago.

3.6 Objetivos de la investigación

3.6.1 Objetivos generales

Evaluar la respuesta del cultivo de espárrago (*Asparagus officinalis* L.), híbrido UC 157 F1, a las prácticas agronómicas realizadas para la remediación de, cadmio, en la zona baja del valle.

3.6.2 Objetivos específicos

- Determinar la concentración de cadmio en el suelo y los turiones de espárrago.
- Analizar si la concentración de cadmio en el suelo y los turiones se encuentran dentro del Límite Máximo Permisible según el Ministerio del Ambiente, el Codex Alimentarius y la OMS/FAO.

4. MATERIALES Y METODOS

4.1 Instrumentos de recolección de datos

En ensayo, se utilizó el análisis de los datos; la revisión de bibliografía, que nos permitió conocer la realidad del problema, se tuvo en cuenta la opinión de los profesionales investigadores, como el D. Vicente Almeyda Napa, quien realizó su Tesis Doctoral en este elemento contaminante y la información de internet etc.

También se utilizó el cuaderno de apuntes, registrándose la información obtenida durante la duración del periodo fenológico del cultivo y los análisis de las muestras tomadas.

Se utilizaron los siguientes instrumentos:

- Lampa
- Bolsas plásticas
- Computadora personal
- Balanza
- Análisis de Agua
- Análisis Físicos Químicos de Suelo
- Análisis de Suelo, cadmio.
- Análisis de los turiones de espárragos, cadmio.
- Etiquetas.

4.2 Técnicas de recolección de datos

En el ensayo se siguió las siguientes técnicas de procesamiento y análisis:

Las muestras de suelo y turiones obtenidas, se enviaron al laboratorio, las que se ordenan en tablas para realizar su interpretación en función de los Estándares de Calidad Ambiental para hortalizas y de la literatura consultada en función de la contaminación que se producen por la absorción de cadmio por la planta de espárrago y por ente los turiones que son la nueva planta.

4.3 Técnica de procedimientos de datos, análisis e interpretación de resultados.

4.4 . Tipo, nivel y diseño de la investigación

4.4.1 Tipo de investigación

Es del Tipo Experimental.

4.4.2 Nivel de investigación

Se consideró el Explicativo.

4.4.3 Diseño de investigación

Diseño en el Transeccional debido a que las mediciones se realizaran una sola vez.

4.5 Población y muestra

4.5.1 Población de estudio

Para efecto del experimento la población se determinó por el área sembrada del híbrido UC 157 F1, siendo estas las 5.8 hectáreas, en las cuales tiene 12 años, con una población de 25,000 plantas por hectárea, que representan a la zona baja del Valle, ubicada en el Distrito de Santiago.

4.5.2 Población de la muestra de estudio

En las evaluaciones efectuadas durante la investigación, se obtuvieron 01 muestra de suelo, 01 muestra de follaje y 01 muestra de turiones, al inicio de la cosecha a los 07 días, en las cuales se determinará si los turiones absorben el cadmio, estos turiones serán analizados mediante espectrofotometría de absorción atómica.

5. RESULTADOS

5.1 Presentación e interpretación de los resultados

Culminada la investigación de la Tesis: Determinación la Remediación del Metal Pesado cadmio Mediante Prácticas Agronómicas en el Cultivo de Espárrago, (*Asparagus officinalis* L) híbrido UC 157 F1, podemos indicar que los análisis realizados fueron conforme a lo planificado y de acuerdo al cronograma.

En las tablas se detallan los resultados.

5.2 Discusión de resultados

En la investigación, los datos consultados para determinar la remediación de cadmio mediante prácticas agronómicas, se pueden corroborar con los resultados, los cuales fueron adecuados para el nivel tecnológico del pequeño agricultor y se detallan en el punto N° 6 Discusión.

5.2.1 Sobre los Metales Pesados

Hay dos grupos de metales pesados; los micronutrientes que son indispensables en pequeñas cantidades para los organismos, pero son tóxicos si pasan cierto límite o umbral.

Las concentraciones de metales pesados pueden cambiar, debido a las actividades antropogénicas, como la fertilización o aplicaciones de fitosanitarios agrícolas, transporte de actividades industriales. entre otras.

Martínez & Palacio, 2010, menciona que, debido a su disposición de bioacumularse en los seres vivos, los metales pesados son peligrosos.

El cadmio (Cd), ingresa preferentemente en el medio ambiente a través de las actividades antropogénicas como el procesado de minerales, quema de combustibles y residuos, aplicación de fosfatos y fertilizantes con aguas residuales.

5.2.2 Tratamiento en estudio

En la investigación se probaron diversas practicas agronómicas; las recomendadas por el asesor técnico y las consultadas en la literatura como la biorremediación, aprovechando el potencial metabólico de los seres vivos (bacterias y hongos). También se tomaron en consideración las desarrolladas por el Programa conjunto FAO/OMS sobre Normas Alimentarias. Comité del Codex sobre Contaminantes de los Alimentos. CX/CF 20/14/7 febrero de 2020 para el cultivo de cacao.

A los siete días de iniciada la cosecha se realizó la recolección de los turiones al azar, cortándose 30 turiones de espárragos los cuales se colocaron en bolsas de

papel especial, rotulando los datos de la parcela, Híbrido, lugar de procedencia, propietario, fecha, etc. luego se llevó el laboratorio AGQ Ica donde se almaceno y se envió al día siguiente al laboratorio AGQ Lima-Perú, laboratorio que remitió la información a los 15 días de enviado el material.

Labores culturales

Para reducir Cadmio:

- a) Subsulado del campo profundo, por lo menos cada 3 años, seguido riegos por gravedad pesados, por lo menos 3 a 4 por campaña, para facilitar el lavado de los metales pesados, estos lavados con agua de avenida, para que sean estos desplazados a las capas más profundas del suelo.
- b) Uso de Microorganismos eficaces o eficientes a las dosis de 100 litros a 60 L de EM 1. Actualmente se hace uso de plantas Fito remediadoras en la recuperación de suelos contaminados con metales pesados.
- c) Enmiendas químicas como uso de Calcio sólido y líquido, uso de Magnesio sólido y líquido y de Silicio orgánico para acelerar y mejorar la asimilación del Fósforo.
- d) Uso de materia orgánica (compost) a razón de 4 tm/ha.
- e) Uso de Fertilizante fosfatado con menos concentración de cadmio, verificado a través de la ficha técnica, cuanto de porcentaje tiene de concentración.
- f) Empleo de pesticidas y abonos foliares con niveles bajos de metales pesados; según su ficha técnica.
- g) Al finalizar la cosecha, se aplica cobre al suelo al dejar campo, después no se realiza la segunda aplicación, hasta terminar la cosecha la próxima cosecha.

Las técnicas empleadas fueron, basadas principalmente en las recomendaciones del Asesor y en los métodos de biorremediación, según; Lovley, 2003 y Lovley & Coates, 1997, tratamientos biológicos, el subsulado profundo, riegos con agua de avenida, adición de enmiendas, uso de otras fuentes de fertilizantes fosforados.

5.2.3 Características del Campo Experimental

Como es una investigación no experimental, se han recolectado datos en un corto tiempo, siendo la intención conocer la respuesta del cultivo antes las practicas agronómicas y determinar la concentración del cadmio en el suelo y en

los turiones del cultivo de esparrago.

Foto Satelital de la Parcela N° 121 donde se realizó la Investigacion



5.2.4 Conducción del experimento

Los datos anotados con referencia a las labores culturales, son las que realiza el agricultor de acuerdo a las indicaciones de su asesor técnico y las que se coordinaron previamente con él. También se tuvo como referencia las recomendadas por la FAO/OMS, en cuanto a las Practicas Agronómicas efectuadas para el cultivo de cacao.

Podemos señalar, las siguientes Prácticas; cambio del fertilizante fosfatado que se utiliza vía sistema de riego por goteo y de acuerdo a las características fenológicas y morfológicas del cultivo de esparrago (*Asparagus officinalis* L.) llevándose un registro detallado de todas las evaluaciones que se realizaron.

5.2.5 Análisis de suelo

Se tomo la muestra respectiva del suelo a una hondura de 0.00 a 0.30 cm., para determinar las características físico-mecánicas y químicas del suelo, del campo experimental. Una vez obtenida la muestra se homogenizo y fraccio obteniendo una sola muestra compuesta de 1.0 Kg.

La muestra fue enviada al laboratorio del Instituto Rural Valle Grande de Cañete, para su análisis respectivo. Se presentan los resultados obtenidos de las características físico-mecánicas y químicas del suelo.

Los resultados obtenidos y los métodos usados por el laboratorio son:

Tabla N° 01

Análisis físico – mecánico del suelo 2019

| PARAMETRO | RESULTADO | NIVEL (m) | METODO | TECNICA |
|------------------|------------------|----------------------|-------------------------|----------------|
| Arena % | 41.32 | 0.00 – 0.30 | | |
| Limo % | 37.36 | | | |
| Arcilla % | 21.32 | | MES – 001 | Bouyoucos |
| Clase Textural | FRANCO | | Propio del Laboratorio. | |

*** MES y MEA: Método Propio del Laboratorio.**

La tabla N° 01, nos indica que el terreno donde está instalado el cultivo de esparrago presenta una textura franco.

Tabla N° 02

Análisis químico del suelo 2019

| PARAMETROS | RESULTADO | METODO USADO | INTERPRETACION |
|--|------------------|-----------------------------|---------------------------|
| Carbonato de Calcio Total | 1.38 | Gravimétrico | Muy bajo |
| Conductividad Eléctrica (E.S) a 25°C dS/m | 10.44 | Electrométrico | fuertemente salino |
| pH (1/1) a Temp = 25.2°C | 7.76 | Electrométrico | Moderadamente Alcalino |
| Fosforo Disponible | 30.46 | Olsen | Alto |
| Materia Orgánica | 1.38 | Walkley y Black Kjeldahl | Bajo |
| Nitrógeno Total | 0.08 | Acetato de Amonio | Bajo |
| Potasio Disponible | 563.60 | Acetato de Amonio | Alto |
| Cationes Cambiables | | | |
| Calcio mEq/100g | 9.10 | Acetato de Amonio | Adecuado/ Medio |
| Magnesio mEq/100g | 2.69 | Acetato de Amonio | Alto |
| Sodio mEq/100g | 0.96 | Acetato de Amonio | Normal |
| Potasio mEq/100g | 1.37 | Cálculo matemático | Alto |
| P.S.I % | 6.77 | Cálculo matemático | Salino/No Sódico |
| C.I.C. E mEq/100g | 14.11 | | Normal |

* FAAS: Espectrometría de Absorción Atómica por Llama

* MES: Cálculo Matemático. Método propio del Laboratorio.

5.2.6 Datos meteorológicos.

Sabemos que el clima puede influir en el desarrollo de los cultivos, se puede apreciar que han sido adecuados para el cultivo de espárrago. Los Datos Meteorológicos fueron proporcionado por el SENAMHI Ica y son de:

Estación: CO – SANTIAGO

Latitud: 14° 11' 35" SUR

Longitud: 75° 38' 52" OESTE

Altitud: 398 m.s.n.m

Dpto.: Ica

Prov.: Ica

Dist. : Santiago

Tabla N° 03

Información meteorológica - mensual

| PARAMETRO | 2019/2020 | | | | | |
|--|-----------|-------|---------|-------|-------|-------|
| | Agosto | Set. | Octubre | Nov. | Dic. | Enero |
| Temperatura media mensual (°C) | 19.4 | 20.7 | 21.2 | 20.8 | 24.2 | 26.1 |
| Humedad Relativa media mensual (%) | 74 | 70 | 66 | 65 | 70 | 68 |
| Horas de Sol media mensual (horas) | 7.5 | 8.4 | 8.0 | 8.4 | 7.0 | - |
| Dirección Predominante y Velocidad del Viento (m/s) | S-5.4 | S-6.0 | S-5.8 | S-5.2 | S-4.6 | S-4.5 |

FUENTE: SENAMHI. Ica.

N: Norte

S: Sur

NE: Norte Este

SE: Sur Este

NW: Norte Oeste

SW: Sur Oeste

5.2.7 Cultivos y deshierbos

Esta labor se realizó a lampa el personal va deshierbando las malezas que se encuentran cerca de la corona y a los costados, con una lampa adecuada a esta labor, que mandan confeccionar ellos mismos.

Las malas hierbas que están en el surco se controlaron con maquinaria y durante el periodo vegetativo se realizaron 03 cultivos mecanizados,

Los deshierbos lo realiza el agricultor con personal cuando observa la malezas que tienen un tamaño adecuado, antes que floreen y la aplicación química de herbicida se realiza de acuerdo a la recomendación del asesor de campo, esta oportunidad se realizó 01 control químico después de la parada, para el control de grama y coquito.

Las malezas presentes fueron:

| Nombre común | Nombre científico |
|---------------|----------------------------|
| ➤ Coquito | <i>Cyperun rotundus</i> |
| ➤ Grama china | <i>Sorghum halepense</i> |
| ➤ Cadillo | <i>Cenchnus echinatus</i> |
| ➤ Pega pega | <i>Staria sp.</i> |
| ➤ Yuyo macho | <i>Amaranthus spinosus</i> |

5.2.8 Control fitosanitario

El agricultor realiza el control de plagas de acuerdo a las indicaciones del asesor. Al dejar de cosechar una de las plagas que se observó fue *Prodiplosis longifila* Gagné, la que afectó a algunos de los últimos brotes dejados de cosechar y al inicio del segundo brotamiento afectando en un 40% los brotes dejándolos doblados y secos. Otra plaga fue *Elasmopalpus lignosellus*, la cual se notó sus daños después del rameado e inicio de floración, los tallos se amarillaron y se seca, al observar y extraer la planta, se notó la perforación a nivel del cuello y el tallo comido por dentro.

En segundo lugar, el complejo de Larvas de lepidópteros como *Copitarsia Corrua*, *Spodoptera frugiperda* y *Heliothis sp.* Estas larvas se alimentan raspando y perforando los tallos, también se las bayas.

La presencia de *Thrips sp.* Estas plagas se controlaron con trampas pegantes a través de manejo integrado del cultivo, esto debido a que el agricultor está supervisado por SENASA y debe cumplir la implantación de las buenas prácticas agrícolas.

En cuanto a las enfermedades se presentó: Cercospora (*Cercospora asparagi*), Roya (*Puccinia asparagi*). Se le da un tratamiento especial a las enfermedades sobre todo a rosa sp. Debido a que es una enfermedad ya de la zona y se presenta todo el año.

En la tabla N° 04 se presenta las aplicaciones fitosanitarias realizadas. Cortesía del Asesor Ing. Antonio Muñante Peña.

PLAN DE APLICACIONES FOLIARES X HECTAREA DE ESPARRAGO VERDE

Tabla N° 04

Aplicaciones fitosanitarias

AGRICULTOR: SEGUNDINO VICTOR HUAMÁN TUEROS

UBICACIÓN: SANTA MATILDE - SANTIAGO

APLICACIÓN: FOLIAR

UN. DE APLIC.: SEGÚN NIVEL DE DAÑO PREVIA EVALUACIÓN

DEPOSITO: MOCHILA A MOTOR O TECNOMA - TRACTOR

EDAD CULTIVO: 14 AÑOS

FECHA:

APLICACIÓN: FOLIAR Y SISTEMA DE RIEGO

| Aplicaciones preventivas y curativas para esparrago verde de exportación - dosis x cilindro de 200 litros | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|-------------|---------------|----------------------|-----------------|------------|--------------|----------------|-----------------|----------------|--------|--------|--------|-----------------|----------|---------|--------|----------|---------|-------------|------------------|--------|-----------------|------------|--------------------|
| AGROQUIMICO | TRIADA AGUA | TACHIGAREN | TRIGGR KELP O KELPAK | ESENFOL SILICIO | STIMPLEX G | TRIGRRR KELP | JABÓN POTASICO | ACEITE AGRICOLA | FENKIL LIQUIDO | ACTUP | LANCER | KRAKEN | Confidor 350 SC | PROCLAIM | CLORFOS | SCORE | ANTRACOL | FOLICUR | TRASLOCADOR | TRIADA MADURADOR | RUMBA | BASFOLIAR ALGAE | KELWAY NPK | KELWAY CA, BR,ZINC |
| Dosis x cilindro de 200 litros con un gasto de agua de 3 a 4 cilindros x hectárea dependiendo la fenología del cultivo o según recomendación técnica | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Sep. | 100 GR | 500 CC / S.R. | 1 LT | 500 CC | 500 CC | 500 CC | | | 600 CC | 100 GM | | | 1 LT | 1 KL | 500 CC | 150 CC | 1 KL | | | | 500 CC | | 1 LT | |
| Oct. | 200 GR | | | | 500 CC | | 1 LT | 500 CC | 1 LT | | 200 CC | 250 GR | 1 LT | 100 GR | | 200 CC | 1 KL | 250 CC | | | 600 CC | 1 LT | | 1 LT |
| Nov. | 200 GR | 500 CC / S.R. | 1 LT | 500 CC | | 500 CC | 1 LT | 500 CC | | 100 GM | | | | 100 GR | 500 CC | | 1 KL | 250 CC | | | 600 CC | 1 LT | 1 LT | 1 LT |
| Dic. | 200 GR | | 1 LT | 500 CC | 500 CC | 500 CC | 1 LT | 500 CC | 600 CC | | 200 CC | 250 GR | | 100 GR | 500 CC | 250 | 1 KL | 250 | 1 LT | 2 LT | 600 CC | 1 LT | 1 LT | 1 LT |
| Enero | 200 GR | | 1 LT | 500 CC | | | | | | | | | | | | | | | 1 LT | 2 LT | 600 CC | 1 LT | | 1 LT |

Nota: Las aplicaciones pueden variar en número y producto agroquímico según la plaga o deficiencia foliar localizada, así como el volumen de agua a aplicar y el tipo de aplicación.

5.1.6 RIEGOS

Los riegos los realizan por goteo y también aprovecha el agua de avenida, regando por gravedad. El riego por goteo se realiza 1 veces a la semana por un tiempo de 05 a 06 horas aproximadamente.

Los riegos por gravedad lo realizas cuando hay agua de Avenida o cuando hay agua de la laguna de Choclococha.

Tabla N° 05

Calendario de Riegos

| N° de riegos | Semana | Días | Volumen de agua aproximada | Fuentes de agua |
|--------------------------------------|---------------|-------------|-----------------------------------|------------------------|
| 01 | 10 | 01 al 07 | 700 | Subterránea |
| 02 | 11 | 08 al 14 | 400 | Avenida |
| 03 | 12 | 15 al 21 | 500 | Subterránea |
| 04 | 13 | 22 al 28 | 400 | Subterránea |
| 05 | 14 | 29 al 05 | 400 | Subterránea |
| 06 | 15 | 06 al 12 | 500 | Subterránea |
| 07 | 16 | 13 al 19 | 400 | Subterránea |
| 08 | 17 | 20 al 26 | 500 | Subterránea |
| 09 | 18 | 27 al 02 | 400 | Subterránea |
| 10 | 19 | 03 al 09 | 400 | Subterránea |
| 11 | 20 | 10 al 16 | 400 | Subterránea |
| 12 | 21 | 17 al 23 | 400 | Subterránea |
| 13 | 22 | 24 al 30 | 400 | Subterránea |
| 14 | 23 | 01 al 07 | 400 | Subterránea |
| 15 | 24 | 08 al 14 | 400 | Subterránea |
| 16 | 25 | 15 al 21 | 500 | Subterránea |
| 17 | 26 | 22 al 28 | 400 | Subterránea |
| 18 | 27 | 29 al 04 | 400 | Subterránea |
| TOTAL: 7,900 m³/ha | | | | |

Los riegos aplicados fueron en un total de 7,900 m³/ha cultivo, entre goteo y 01 riego por gravedad. El agua que abastece al cultivo es agua extraída del pozo de agua

subterránea IRHS - 455, pozo de nombre El Redentor, ubicado en el sector Santa Matilde. Laboratorio de Química Agrícola. Referencia 634-01^a-2019

Tabla N° 06

Análisis químico del agua de riego

| PARAMETROS | UNIDAD | VALORES | INTERPRETACION |
|-------------------------|--------|--------------|--------------------|
| CE | dS/m | 4.53 | Alto |
| pH | | 7.40 | Ligeramente salina |
| Calcio | meq/l | 33.88 | Alto |
| Magnesio | meq/l | 6.39 | Medio |
| Sodio | meq/l | 6.15 | Alto |
| Potasio | meq/l | 0.19 | Normal |
| SUMA DE CATIONES | | 50.62 | |
| Cloruro | meq/l | 32.45 | Alto |
| Sulfato | meq/l | 11.97 | Medio |
| Bicarbonato | meq/l | 1.92 | Moderado |
| Nitratos | meq/l | 1.18 | Medio |
| Carbonatos | meq/l | <0.02 | Bajo |
| SUMA DE ANIONES | | 54.67 | |
| SAR | | 1.37 | Bajo |
| Boro ppm | | 0.16 | Bajo |

5.1.7 Fertilización

El agricultor realizo su fertilización aplicando los fertilizantes después de parada la cosecha, vía sistema de riego, la cosecha la fertilización durante toda la campaña es recomendad por el asesor. Se recomendó incorporar 10 TM de compost.

Se presenta en la Tabla N° 05 la fertilización utilizada.

Tabla N° 7

Plan de Fertilización

agricultor: Segundino Víctor Huamán tueros
ubicación: Santa Matilde - Santiago
aplicación: sistema de riego100%
un. de aplic.: kilo x hectárea

deposito: tanque de fertilización
edad cultivo: 14 años
fecha: 12 de agosto del 2019
aplicación: sistema de riego

| ÍTEM | SEMANA | Mes | Ácido cítrico | Urea | Nit. De Amonio | Sulf. De Amonio | Innphos Fosf. Mono Amonico | Nit. De Potasio | Sulf. De Potasio | Ferti - Calcio Boro liquido | Nit. De Calcio | Magnesio liquido | Nit. De magnesio | Sulf. De Magnesio | Fertibagra | Fierro | Sulf. De Manganeso | Sulf. De Zinc | |
|------------------|--------|-------|---|------|----------------|-----------------|----------------------------|-----------------|------------------|-----------------------------|----------------|------------------|------------------|-------------------|------------|--------|--------------------|---------------|--|
| 1 | I | Set. | <i>ESTABILIZAR PH DEL SUELO - CURACIÓN PREVENTIVA CONTRA ENFERMEDADES RADICULARES - ENRAIZADOR - LIBERACIÓN DE MICROORGANISMOS EM</i> | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | II | | 100 Gr. | 50 | | | 25 | 50 | | 20 | | 30 | 10 | | 5 | | | 12 | |
| 3 | III | | 100 Gr. | 50 | | | 25 | 50 | | 20 | | 30 | 20 | | 4 | | | | |
| 4 | IV | | 100 Gr. | | 25 | | 25 | 40 | | 20 | | 10 | 20 | | 4 | 4 | 6 | 12 | |
| 5 | V | Oct. | 100 Gr. | | 25 | 20 | 50 | 40 | | | 20 | | 20 | | 5 | | | | |
| 6 | VI | | 100 Gr. | | 50 | | 50 | 25 | | 20 | 18 | 20 | | | 4 | | | | |
| 7 | VII | | 100 Gr. | | 35 | | 50 | 25 | | | 15 | 20 | 25 | | 5 | | 6 | 10 | |
| 8 | VIII | | 100 Gr. | | 35 | | 50 | 15 | | 20 | | 30 | 20 | | 5 | | | | |
| 9 | IX | Nov. | 100 Gr. | | 30 | | 40 | 20 | | 10 | | 30 | | | 5 | | | | |
| 10 | X | | 100 Gr. | | 25 | 20 | 40 | 20 | | 15 | | 30 | 20 | | | 4 | 4 | 10 | |
| 11 | XI | | 100 Gr. | | 25 | | 50 | 20 | | 20 | | | 25 | | 5 | | 4 | | |
| 12 | XII | | 100 Gr. | | 25 | | 30 | 25 | | | | | 30 | | 5 | | | | |
| 13 | XII | Dic. | 100 Gr. | | 20 | | 25 | 25 | | 20 | | 30 | | 15 | | | | 14 | |
| 14 | XIV | | 100 Gr. | | 20 | 20 | | 30 | | 20 | | 30 | 25 | 25 | 5 | | | | |
| 15 | XV | | 100 Gr. | | 20 | | 30 | 30 | 20 | 20 | | 30 | | 25 | | | | | |
| 16 | | | 100 Gr. | | 15 | 20 | 30 | | 30 | 20 | | 30 | | 25 | 5 | | | | |
| 17 | XI | Enero | 100 Gr. | | 15 | | 12.5 | | 40 | 20 | | | | 25 | 5 | 4 | | 15 | |
| 18 | XII | | 100 Gr. | | 15 | | 12.5 | | 50 | | | | | 20 | | | 2 | | |
| 19 | XIII | | 100 Gr. | | | 20 | | | 40 | 20 | | 20 | | 20 | 5 | 2 | | | |
| 20 | XIX | | 100 Gr. | | | 20 | | | 50 | | | | | 15 | | | | | |
| Total k/L | | | | 100 | 380 | 120 | 350 | 415 | 230 | 265 | 53 | 320 | 215 | 90 | 62 | 14 | 20 | 58 | |

La Fertilización fue dividida en dos (2) aplicaciones Semanales (cada cuadro se dividirá entre 2 y será lo que se aplique) y deberá ser inyectada en los últimos 50 minutos de riego (40 de inyección y 10 minutos de lavado de mangueras o cintas de riego).

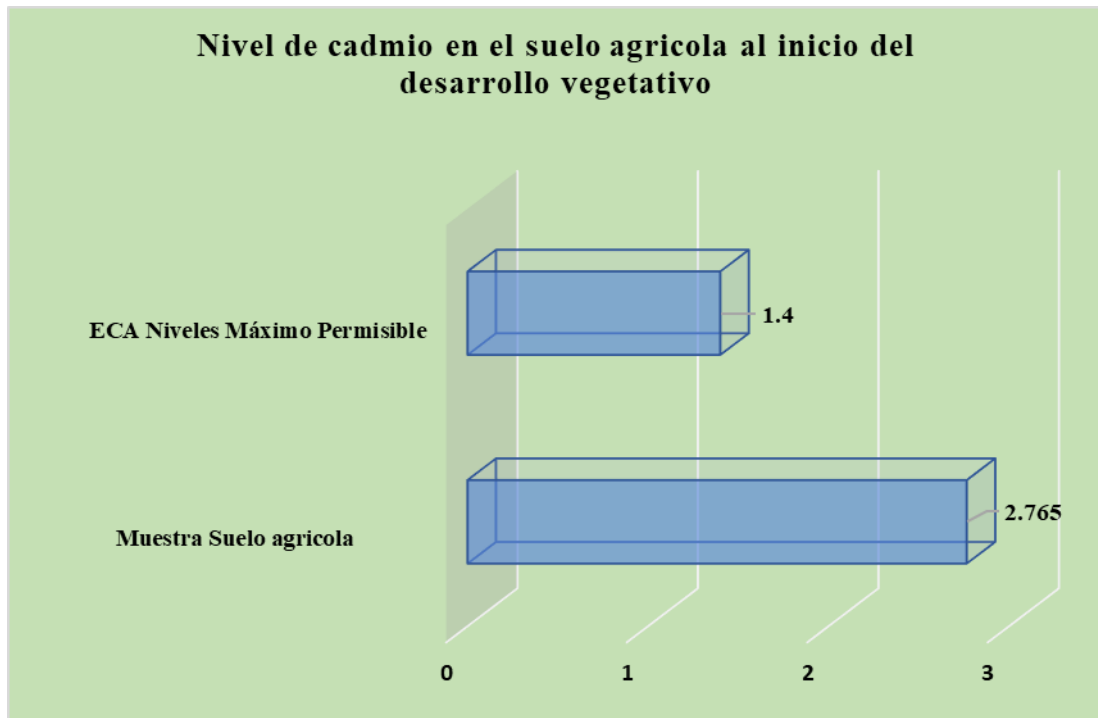
| Complementos nutricionales | Unidad | Cantidad |
|-----------------------------------|---------------|-----------------|
| Aqua Harvest Fill | kilo | 25 |
| Tachigaren | litro | 500 cc |
| EM 1 microorganismos | litro | 6 |
| Silicio suelo y foliar | kl/lt | 25 kl |

| Observaciones a tener en cuenta para el fertirriego | |
|--|--|
| No mezclar el fosforo con: | Nitrato de Ca, Nitrato de Mg y Sulfato de Mg |
| No mezclar el calcio con: | Fosfatos, Sulfatos y Ácidos |
| No mezclar el magnesio con: | Fosfatos |
| No mezclar sulfatos con: | Nitrato de Ca |

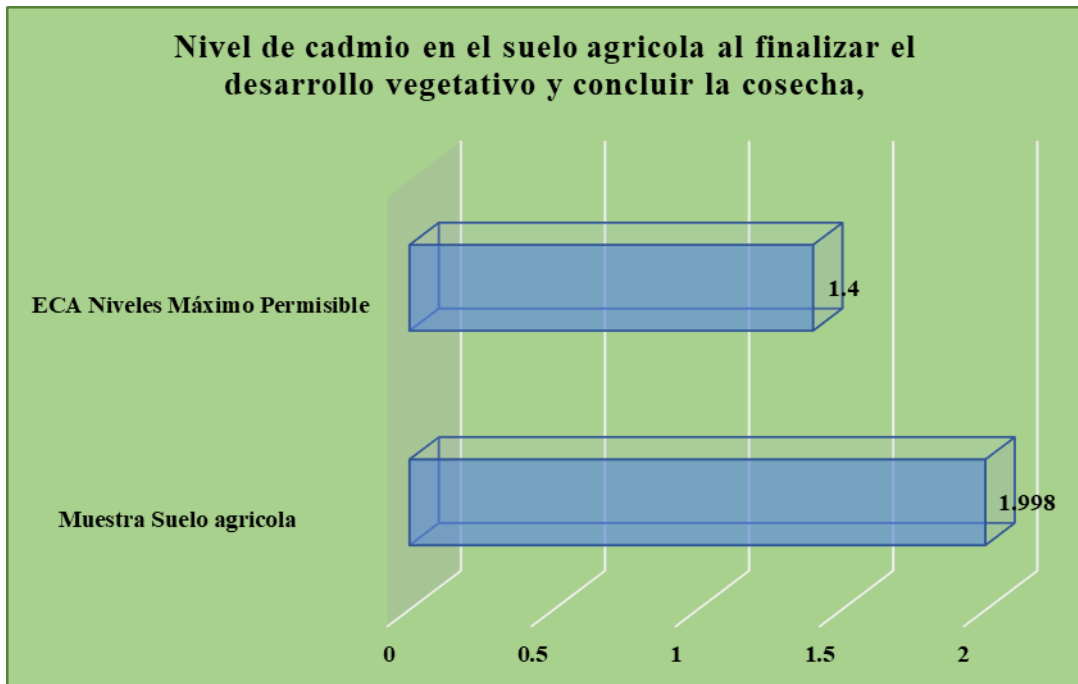
5.1.8 Analisis del metal pesado Cadmio realizados al suelo y turiones del cultivo de esparrago. Figuras.

Figura N° 1: Análisis de cadmio en suelo agrícola, al inicio levante. Cultivo de Espárrago Híbrido UC 157 F1

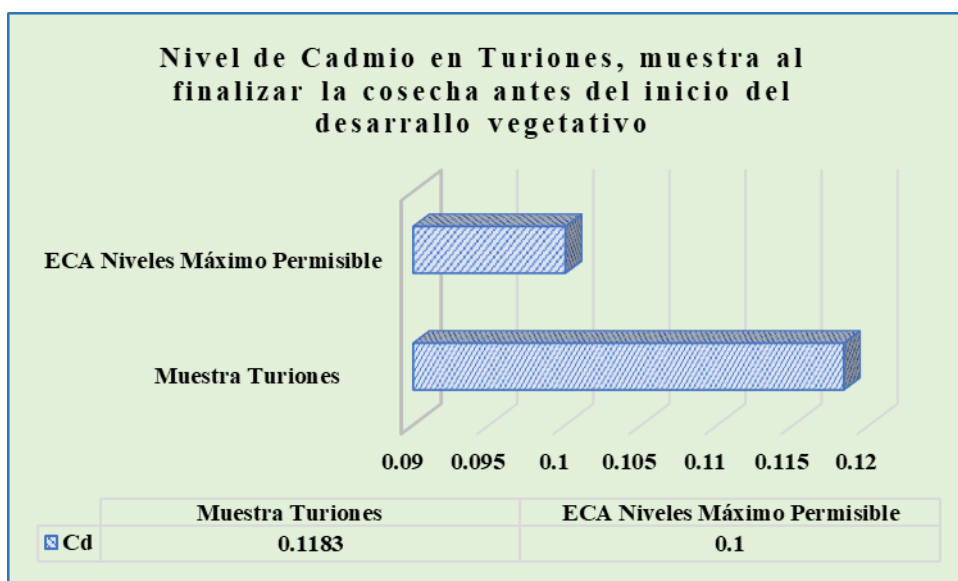
| | |
|--------------------------------------|--------------|
| Fundo "Don Paco" | Cd |
| Muestra Suelo agrícola | 2.765 |
| ECA Niveles Máximo Permisible | 1.4 |



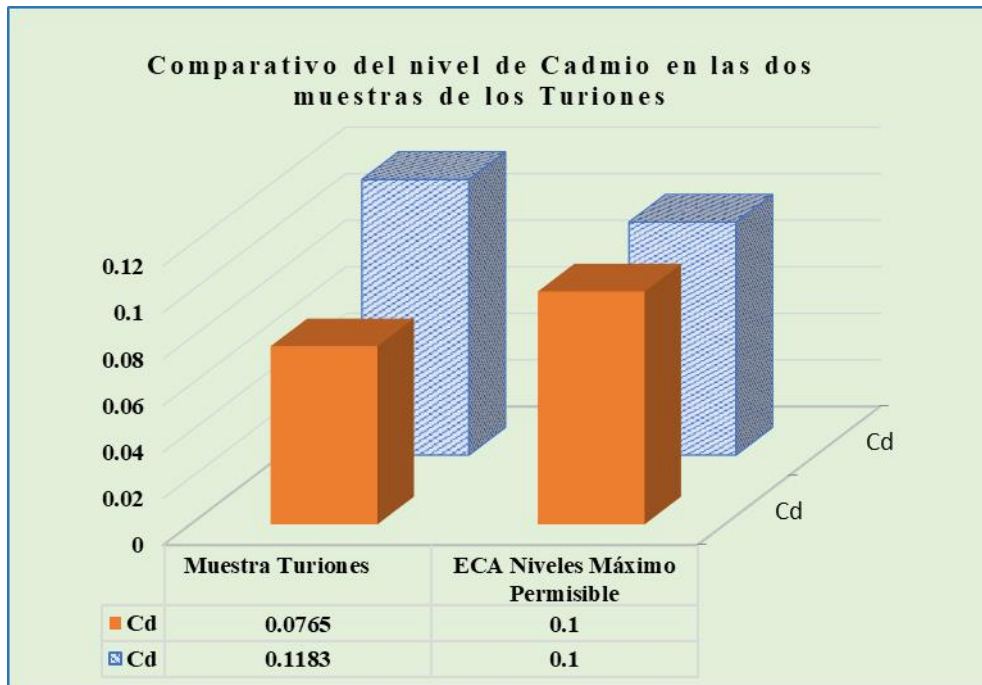
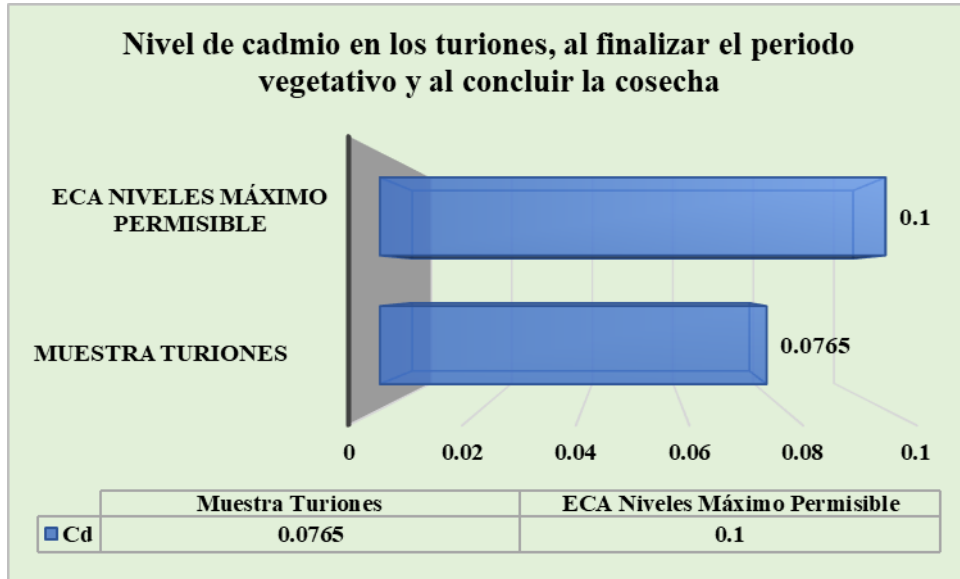
| | |
|---------------------------------------|--------------|
| Fundo "Don Paco" | Cd |
| Muestra Suelo agrícola | 1.998 |
| ECA Niveles Máximo Permissible | 1.4 |



| | |
|---------------------------------------|---------------|
| Fundo "Don Paco" | Cd |
| Muestra Turiones | 0.1183 |
| ECA Niveles Máximo Permissible | 0.1 |



| | |
|--------------------------------------|---------------|
| Fundo "Don Paco" | Cd |
| Muestra Turiones | 0.0765 |
| ECA Niveles Máximo Permisible | 0.1 |



Según los resultados de los análisis realizados al suelo, tomada después de la parada de la cosecha e inicio del desarrollo vegetativo se puede apreciar que la contaminación del suelo está por encima de los límites máximos permisibles, con 1.365 mg/kg de más que la norma que fija un valor de 1.4 mg/kg en suelo agrícola, lo que nos indica que el suelo está contaminado por cadmio.

Realizado el segundo análisis al suelo, después de haberse realizado las prácticas agronómicas indicadas para saber si logran disminuir la concentración de cadmio en el suelo. Se realizó la muestra después de la parada de la cosecha y se aprecia que la contaminación del suelo disminuye en 0.767 mg/kg, pero sin embargo continúa estando por encima de los límites máximos permisibles, con 1.998 mg/kg de la norma que fija en 1.4 mg/kg en suelo agrícola, lo que nos indica que el suelo sigue contaminado por cadmio, pese a las labores de enmiendas realizadas, coincidiendo con los investigadores que la reducción de los elementos contaminantes en el suelo es a largo plazo.

En referencia a los turiones, el nivel inicial de concentración de cadmio en la campaña anterior antes de la parada de la cosecha; tomada como muestra inicial, el valor de la concentración estaba en 0.1183 mg/kg de cadmio, estando por encima de la norma que establece un valor de 0.1 mg/kg. Al realizarse todas las labores para reducción de cadmio durante el desarrollo vegetativo y tomar la segunda después del inicio de la cosecha, la muestra indica que la concentración del cadmio, disminuye a 0.0785 mg/kg, por debajo de la norma que es 0.1 mg/kg pero de todas maneras los turiones están contaminados.

6. DISCUSION

6.1. El suelo agrícola

El análisis (tabla N° 01) muestra un terreno de textura franca. Según la FAO, precisa que estos suelos son de alta productividad agrícola, por su textura relativamente suelta, heredada de la arena, a su fertilidad originaria de los limos contenidos y también por la adecuada retención de humedad por la arcilla presente, adecuado para todo tipo de cultivo en especial el cultivo de espárrago.

(Suelo franco-Wikipedia, la enciclopedia libre) https://es.wikipedia.org/wiki/Suelo_franco

6.1.1 El análisis químico del suelo

Con referencia al análisis químico del suelo de 0.00 a 0.30 cm. (tabla N° 2) tiene un contenido de Carbonato de Calcio Total de 1.38 siendo este muy bajo, una Conductividad Eléctrica (E.S) a 25°C dS/m de 10.44 considerada como una reacción fuertemente alcalina y sólo se obtienen rendimientos aceptables en los cultivos tolerantes, como es el caso del cultivo de espárrago, presenta un pH de 7.76 considerado moderadamente alcalino, cabe la posibilidad de tener carbonato de calcio (CaCO₃) a futuro.

El contenido de fósforo disponible es de 30.46 considerado como Alto, con un contenido bajo de materia orgánica de 1.38 y también el Nitrógeno Total es bajo con un contenido de 0.08, el contenido de potasio disponible es alto. En cuanto a los Cationes Cambiables, el calcio es adecuado o medio con 9.10, el magnesio se encontró en 2,69, considerado alto, en cuanto al sodio este tenía un valor de 0.96 considerado normal. Potasio es de 1.37 considerado alto. En relación al contenido de porcentaje de Sodio intercambiable; P.S.I se encontró en 6.77%, considerado como un suelo salino no sódico.

Con referencia a la C.I.C., Capacidad de Intercambio Catiónica, el valor fue de 14.11 considerado normal, este valor nos indica el potencial de un suelo para retener e intercambiar nutrientes.

Con referencia a los macro elementos fósforo y potasio, estos se encuentran en nivel medio, así mismo la capacidad de intercambio catiónica es baja, por lo que se recomienda la incorporación de materia orgánica para mejorar la fertilidad física, química y biológica del suelo.

6.1.2. Datos Meteorológicos

Con respecto al clima para el cultivo del espárrago, el adecuado debe estar entre los 20 y 24°C; la temperatura máxima de 30°C y la mínima 15°C. Navarro, A. 2018, y las temperaturas registradas en el ensayo están en el rango de óptimo para el cultivo.

En el mes de agosto la temperatura registrada fue de 19.4°C, mes en que se dejó de cosechar e inició de crecimiento del primer brote y desarrollo vegetativo (crecimiento, formación de follaje del primer brote, corona y raíces). Desde setiembre hasta el mes de enero del 2020 ha estado dentro del rango de 20.7°C y 26.1°C, rangos de temperaturas aceptables para el crecimiento del cultivo.

En enero que se inició la cosecha la temperatura esta en el rango aceptable ya que la temperatura máxima debe ser menos de 30°C, ya que temperaturas mayores a ese rango afectan la calidad de los turiones. En conclusión, podemos decir que estas han estado en un rango óptimo para el ben desarrollo del cultivo.

En relación a la humedad relativa media mensual presentada, en agosto fue el mes con mayor porcentaje de humedad relativa con 74.0%, y con menor temperatura registrada. La menor humedad relativa se registró en noviembre con 65.0%, meses con temperaturas adecuadas para un buen transloque de nutrimentos por la planta de espárrago y adecuado para la cosecha que se realizó en enero.

La Horas de sol media mensual en la realización del proyecto fue menor en el mes de diciembre con 7.0 total de horas de sol y en setiembre y noviembre son las mayores con 8.4 hora de sol presentada en el año 2019.

La dirección predominante y velocidad del viento fue de S-6.0 en el mes de setiembre y octubre con S.5.8, disminuyendo la velocidad, durante los meses de diciembre y enero con valores de S-4.6 y s-4.5, manteniendo esta dirección. El predominio de la velocidad del viento para los meses en estudio fue de S-5.2.

6.1.3 Análisis químico del agua de riego

Según el Análisis de Agua de riego, esta tiene una conductividad eléctrica de 4.53 dS/m considerada alta, un pH de 7.40, ligeramente salina, el contenido de calcio alto de 33.88 meq/l, de magnesio de 6.39 meq/l considerado medio, en cuanto al sodio está en 6.15 meq/l considerado Alto y de potasio meq/l 0.30 considerado normal.

En cuanto a la suma de cationes, el cloruro es de 32.45 meq/l considerado Alto, el sulfato con un meq/l de 11.97 considerado Medio, el bicarbonato con meq/l de 1.92 considerado moderado, los nitratos con meq/l de 1.18 considerado medio y los carbonatos con un meq/l < 0.02 bajo. En cuanto a la suma de aniones la Relación de Absorción de Sodio SAR, es de 1.37 considerado Bajo y el boro está en 0.16 ppm que es contenido Bajo.

Lo que no tendría efecto negativo en la asimilación de los macro y micronutrientes del suelo para su extracción por el cultivo de espárrago.

6.1.4 Prácticas Agronómicas realizadas para prevenir y reducir la contaminación por cadmio

1. Se realizó el análisis de suelo antes de las enmiendas, para partir de una concentración inicial de metales pesados y saber la concentración de los mismos al finalizar el periodo vegetativo. La segunda muestra de suelo fue después del desbroce.
2. Se realizó el análisis de suelo con los métodos reconocidos internacionalmente en el Laboratorio AGQ Lima y fueron:
 - FAAS: Espectrometría de Absorción Atómica por Llama.
 - HGAAS: Espectrometría de Absorción Atómica por Generación de Hidruros.
 - CVAAS: Espectrometría de Absorción Atómica por Vapor Frio.
3. También es importante conocer la salinidad del suelo, ya que, según la FAO las plantas incrementan la absorción del cadmio con la salinidad. Señalando que es importante la conductividad eléctrica del suelo, la cual debe ser inferior a 2mS/cm. (Programa conjunto FAO/OMS sobre Normas Alimentarias. Comité del Codex sobre Contaminantes de los Alimentos. CX/CF 20/14/7 febrero de 2020).

4. Estrategias para inmovilizar el cadmio en el suelo.

- a) Se uso abonos orgánicos como el compost, ya que, a mayor cantidad de materia orgánica al suelo, hay mayor posibilidad de una menor absorción de Cd.

Según la FAO, al incrementar el contenido de materia orgánica en el suelo se mejora la actividad microbiológica. La materia orgánica por las sustancias húmicas que contiene, reacciona con el cadmio, forma complejos de Cd o quelatos; pudiendo quedar en posición no disponible para las plantas. *Programa Conjunto FAO/OMS sobre Normas Alimentarias. Comité del Codex, sobre Contaminantes de los Alimentos. (2019).*

- b) El zinc tiene un efecto positivo en la reducción del contenido de cadmio, por ello se realizaron aplicaciones de sulfato de zinc con la fertilización balanceada, según el análisis de suelo.

El cadmio compite con el Zn, y es más probable que el cadmio entre en la planta y se acumule en los órganos de la planta, cuando la concentración de Zn es baja.

Según la FAO, cuando hay insuficiencia de estos micronutrientes el cadmio tiene más posibilidades de ingresar a la planta, por lo cual es importante aumentar los niveles de Zn y Mn en el suelo. *Programa Conjunto FAO/OMS sobre Normas Alimentarias. Comité del Codex, sobre Contaminantes de los Alimentos. (2019).*

- c) El uso de los abonos, es una forma de acumular cadmio en el suelo, por eso se tuvo en cuenta la concentración de Cadmio en el fertilizante fosfatado, cambiándose el ácido fosfórico por el fosfato monoamónico granular (MAP), solicitándose la ficha técnica del producto para saber el porcentaje de cadmio en el fertilizante, antes de su aplicación para asegurar de que el contenido de Cd es bajo y no se acumule en el suelo.
- d) Según la F.A.O. si se incrementa la materia orgánica del suelo y se mejora la actividad microbiológica, debe utilizarse bocashi, estiércol tratado de ganado estabulado, entre otros, los suelos bien provistos de nutrientes tienen menos posibilidad de bioacumular cadmio. Por ello se aplicaron los microorganismos eficientes EM1 y el EM Compost.
- e) Estas prácticas agronómicas, ha sido tomada como base, de la desarrollada por el Programa conjunto FAO/OMS sobre Normas Alimentarias, para prácticas recomendadas como preventivas y reducir la contaminación por cadmio en los granos de cacao.

6.1.5 Productos utilizados para reducir los niveles de metales pesados en el suelo

El zinc (Zn),

Micronutriente esencial para las plantas, necesario en pequeñas cantidades, responsable de la síntesis de ciertas proteínas y activa las enzimas responsables. Se utilizó el Sulfato de zinc heptahidratado: 21% Zinc (Zn) 10% Azufre (S).

Calcio (Ca).

Concentraciones altas de calcio en los suelos pueden disminuir la absorción del cadmio y el cobre por las plantas, debido a que existe la competencia iónica entre ellos. También, las altas concentraciones de estos metales pesados pueden reducir la absorción del calcio y bajar su concentración a nivel de raíces hojas y frutos en las plantas (Österás y Greger, 2006).

Greenzit Calcio - Boro.

Fertilizante foliar líquido, contiene Calcio, Boro y baja concentración de nitrógeno, quelatados con lignosulfonato para una óptima absorción y asimilación de los nutrimentos.

Microorganismos

Grupo de microorganismos benéficos que mejoran las condiciones del suelo y mejoran la eficacia del uso de la materia orgánica por las plantas.

Microorganismos Eficaces/Eficientes o Benéficos EM 1

La combinación de los microorganismos benéficos naturales, del género *Lactobacillus*, *Saccharomices* y *Rhodopseudomonas*, los hacen eficientemente, ayudando a la microflora del suelo, optimiza el crecimiento de los cultivos y reduce las enfermedades.

EM Compost

Es un producto biológico hecho a base de microorganismos con acción simbiótica. Ayuda a la salinidad en los suelos, disminuye las poblaciones de nemátodos y patógenos y aumenta la calidad nutricional y biológica del compost.

Aqua Harvest Fill

Es una Monocarbamida de Potasio, 100% soluble, libre de nitratos, para ser aplicado a través de sistemas de riego tecnificado.

Sulfato de Zinc Heptahidratado

Fertilizante 100% soluble, usado en la fertirrigación, es una fuente de abonamiento con Zinc disponible y asimilable por las plantas a través de las raíces.

Cumple los parámetros y normas de calidad referentes a contaminantes y metales pesados.

Sulfato de Manganeso Monohidratado

Fertilizante 100% soluble usado en fertirrigación, abono con Manganeso disponible y asimilable por las plantas.

6.2 Contratación de la hipótesis general

La investigación realizada para, “Evaluar la remediación de la extracción de cadmio por el cultivo de esparrago, (*Asparagus officinalis* L.) híbrido UC 157 F1 mediante prácticas agronómicas, en la zona baja del valle de Ica”., nos ha permitido conocer el nivel de contaminación por metales pesados en el suelo y los turiones.

La contaminación del suelo es hoy en día una de los temas ambientales más importantes para la Sociedad, según, Galán, E. y Romero, A., 2004, los metales pesados proceden de la actividad industrial, minería e industria agrícola, y residuos sólidos urbanos (RSU) y son residuos peligrosos.

El peligro de la contaminación del suelo, se da no sólo por su concentración total, sino esencialmente por su disponibilidad. La diferencia en la absorción de metales, pueden ser imputadas esencialmente a la capacidad de retención del metal por el suelo, al cultivo, a la interacción planta-raíz-metal y al metabolismo vegetal propio (Prieto et al., 2009).

Es por ello que el cadmio es uno de los elementos traza más nocivos y por encontrarse en el suelo, es posible de ser absorbido por las plantas y acumulado en los frutos. (Nava y Méndez, 2011). Confirmando de esta manera lo planteado en la hipótesis.

6.3 Contratación de la hipótesis específica

Sobre el factor en estudio se pudo apreciar que, los medios de contaminación del suelo y los turiones, es probablemente por la larga data de aplicaciones de abonos fosfatados, pesticidas y las actividades antrópicas realizadas en la zona de estudio.

De acuerdo a las prácticas agronómicas realizadas, se podría reducir poco a poco la contaminación con la utilización de las enmiendas y los productos. El nivel de cadmio al bajar de concentración, baja la contaminación por este metal y mejoraría la calidad de los turiones. Coincidiendo con la investigadora, González-Chávez, Ma. del Carmen (2005), quien manifiesta en sus conclusiones que la recuperación de suelos contaminados con elementos ecotóxicos, se da dado utilizando los microorganismos simbióticos de la rizosfera y que manifiestamente es un campo nuevo de estudio, pero, muestra un enorme potencial su uso, pero demanda de mayor investigación.

También indica que, es necesario proponer nuevos métodos adecuados para remediar los suelos contaminados *que consideren el manejo de prácticas agronómicas* como: aplicación de abonos verdes, labranza, compostas y vermicompostas, uso de fertilizantes adecuados, que favorezcan y aceleren la recuperación de áreas contaminadas. Lo que nos permite aceptar y validar a la hipótesis planteada en el presente estudio.

7. CONCLUSIONES

El ensayo para: *Determinación de la Remediación de Metales Pesados mediante Prácticas Agronómicas en el Cultivo de Esparrago, (Asparagus officinalis L.) híbrido UC 157 F1, en la zona baja del valle*, para el contexto en que se llevó a cabo, hemos llegado a las siguientes apreciaciones:

- 7.1. La característica física del suelo es de textura Franco Arenosa, favorable para el cultivo de esparrago por su buen drenaje y aireación, condiciones importantes para su crecimiento y desarrollo.
- 7.2 Las características químicas del suelo no son limitantes a pesar de su baja fertilidad, la que es corregida teniendo en cuenta una buena fertilización en cantidad y época de acuerdo a los análisis de suelo y foliar y aplicaciones de materia orgánica.
- 7.3 Las condiciones meteorológicas que se presentaron fueron normales para la época y adecuadas para el cultivo de esparrago.
- 7.4. El sistema de conducción realizado con referencia al manejo del suelo, fertilización, riegos y control fitosanitario han sido adecuados para el cultivo de esparrago, acorde al nivel del productor de la zona baja del valle de Ica.
- 7.5. Utilizando la remediación mediante las prácticas agronómicas, para disminuir la concentración de cadmio en el suelo y los turiones de espárrago (*Asparagus officinalis L.*) y en base a los resultados de los análisis obtenidos con respecto a la contaminación por cadmio, se nota una acción favorable porque disminuyen los niveles en el suelo, pudiéndose apreciar que la planta absorbe el cadmio y lo transfiere del suelo a los turiones.
- 7.6. En referencia a los límites máximos permisibles de metales pesados; el nivel de cadmio excede los límites para el suelo y turiones señalados por la Norma ECA del Ministerio del Ambiente MINAN 2017, la Norma FAO y la Organización Mundial de la salud, en la primera muestra para suelo en las primeras muestras, la segunda muestra si bien disminuye los valores en el suelo, este sigue contaminado con un valor por encima de la norma, el turión baja su concentración por debajo de la norma, pero se aprecia que sigue contaminado, cual es apreciable en los gráficos. Si tenemos en cuenta que la parte comercial son los turiones y si estos están contaminados se podría acumular el cadmio en el organismo de los consumidores.

8. RECOMENDACIONES Y AGRADECIMIENTOS

Tomando como base las conclusiones a las que se ha llegado y el desarrollo de la investigación, planteamos las siguientes sugerencias:

- 8.1. El rubro más caro en el costo de producción son los fertilizantes, pesticidas, etc. con las practicas agronómicas al cambiar de productos con menos concentración de cadmio, se mejoraría la calidad de los turiones; al reducir la concentración en el suelo. Se propone realizar dos investigaciones más sobre la reducción del cadmio mediante las Practicas Agronómicas para ratificar o rectificar si estas labores ayudan a reducir la contaminación, en especial de los turiones.
- 8.2. De acuerdo a las condiciones del manejo agronómico del cultivo se debe investigar bajo el contexto actual del riego por goteo, el uso de los fertilizantes y pesticidas y realizar más muestras en las diferentes etapas fenológicas del cultivo.
- 8.3. De acuerdo al ensayo y mientras no se tengan otras evidencias experimentales; a nivel del agricultor parcelero, se sugiere el uso de las practicas agronómicas en base al subsolado del suelo y regar con agua de avenida, para favorecer el lavado de los metales pesados, utilizar materia orgánica, aplicaciones de microorganismos benéficos EM1 y en lo posible que el uso de los fertilizantes fosfatados sea con la ficha técnica.

Realizar el seguimiento y efectuar más análisis de metales pesados, para saber con certeza la contaminación del suelo y del cultivo, para ir poco a poco implementando prácticas que remedian la concentración de este metal y de otros metales pesados presentes en el suelo y en otros cultivos de exportación que no se han investigado, teniendo presente que la reducción de esta concentración, sobre todo en el suelo, es a largo plazo.

9. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Almeyda, V. (2019). “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 Posgrado de la UNICA.
- Comisión del Codex Alimentarius (2019). Programa Conjunto FAO/OMS sobre Normas Alimentarias. Comité del Codex, sobre Contaminantes de los Alimentos. (2019). Documento de Debate sobre el Desarrollo de un Código de Prácticas para la Prevención y Reducción de la Contaminación por cadmio en el Cacao. (Preparado por el Grupo de trabajo por medios electrónicos (GTE) presidido por el Perú).
- Diario Oficial de la Unión Europea (2014). Reglamento (UE) No 488/2014 de la Comisión de 12 de mayo de 2014 que modifica el Reglamento (CE) N° 1881/2006 por lo que respecta al contenido máximo de cadmio en los productos alimenticios (Texto pertinente a efectos del EEE).
- Dirección General de Salud Ambiental - DIGESA. (2008). Ficha técnica de Estándares de Calidad Ambiental de Agua.
- ESPÁRRAGO (*Asparagus officinalis* L.). 2005. Universidad Nacional de Luján. Departamento de Tecnología. Producción Vegetal III (Horticultura).
- ECOagricultor. (2012). Efectos de los metales pesados en la salud y cómo eliminarlos. Agricultura ecológica.
- Galán, E. y Romero, A., (2004). Contaminación de Suelos por Metales Pesados. Departamento de Cristalografía, Mineralogía y Química Agrícola. Facultad de Química. Apartado 553. Universidad de Sevilla. Sevilla 41071.
- Gestión Agencia EFE (2018). La FAO alerta del creciente problema que supone la contaminación del suelo.
- Gobierno de la Rioja. (2016). Salud y metales pesados. Los metales pesados en la salud y ecosistemas.
- González-Chávez, Ma. del Carmen (2005). Recuperación de suelos contaminados con metales pesados utilizando plantas y microorganismos rizosféricos. Terra Latinoamericana, vol. 23, núm. 1, enero-marzo, 2005, pp. 29-37 Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo, A.C. Chapingo, México.

- Lovley, D., y Coates, J. (1997). Biorremediación de la contaminación por metales. Opinión actual en microbiología.
[Http://www.geobacter.org/publicationfiles/9206008.pdf](http://www.geobacter.org/publicationfiles/9206008.pdf)
- Miranda, D., C. Carranza, C. Rojas, C. Jérez, G. Fischer, y J. Zurita. 2008. “Acumulación de metales pesados en suelo y plantas de cuatro cultivos hortícolas, regados con agua del Río Bogotá”. *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas* 2 (2): 180-191.
- Nava, R., y Méndez, A. (2011). “Efectos neurotóxicos de metales pesados (cadmio, plomo, arsénico y talio)”. *Arch Neurocién (Mex)* 16 (3): 140- 147.
- Österås, A. y Greger, M. (2006). Interacciones entre calcio y cobre o cadmio en abeto de Noruega. *Biología Plantarum*. 50: 647-652.
- Prieto, J., González, C. Román, A. y Prieto, F. (2009). “Contaminación y fitotoxicidad en plantas por metales pesados provenientes de suelos y agua”. *Tropical and Subtropical Agroecosystems* 10 (1): 29-44.
- Tantalean, E. y Huauya, M. (2017). Distribución del contenido de cadmio en los diferentes órganos del cacao CCN-51 en suelo aluvial y residual en las localidades de Jacintillo y Ramal de Aspuzana. *Rev. de investig. agroproducción sustentable* 1(2): 69-78, 2017 ISSN: 2520-5145
- Wikipedia, la enciclopedia libre. (s/f). Suelo franco. <https://es.wikipedia.org> › wiki ›

10. ANEXOS

- Matriz de consistencia
- Instrumentos de recolección de información
- Otros

MATRIZ DE CONSISTENCIA

| PROBLEMA | OBJETIVOS | HIPOTESIS | VARIABLES | INDICADORES | INSTRUMENTOS |
|---|---|--|--|---|---|
| General | General | General | Independiente | | |
| ¿Evaluar el efecto de la remediación del suelo, mediante prácticas agronómicas en el cultivo de espárrago para reducir y si la concentración de absorción de cadmio disminuye, en la parte baja del valle? | Evaluar la respuesta del cultivo de espárrago (<i>Asparagus officinalis</i> L.), híbrido UC 157 F1, a las prácticas agronómicas realizadas para la remediación de, cadmio, en la zona baja del valle. | Utilizando la remediación mediante las prácticas agronómicas, posiblemente disminuyan la concentración de cadmio en el suelo y los turiones de espárrago (<i>Asparagus officinalis</i> L.) debido a la acción positiva que se produciría en el suelo y la planta. | - Los turiones de espárragos, están contaminados por la absorción de cadmio (X1) | -ppm de cadmio en el suelo -ppm de cadmio en el de follaje -ppm de cadmio en el de turiones | Espectrofotómetro de Absorción Atómica Muestreos Análisis de suelo Análisis de turiones |
| Específico | Específico | Específico | Dependiente | | |
| ¿De qué manera la remediación mediante prácticas agronómicas puedan reducir el cadmio en el suelo agrícola y la absorción por los turiones disminuyendo los niveles de contaminación inicial, en la parte baja del valle de Ica? ¿La absorción del cadmio por el cultivo de espárrago y los turiones pueden superar los límites permisibles, pudiendo afectar su exportación y consumo, en la zona de Santiago, Ica? | - Determinar la concentración de cadmio en el suelo y los turiones de espárrago. - Analizar si la concentración de cadmio en el suelo y los turiones se encuentran dentro del Límite Máximo Permisible según el Ministerio del Ambiente, el Codex Alimentarius y la OMS/FAO. | Al evaluar las prácticas agronómicas, para remediar la concentración de cadmio en el suelo y el cultivo de espárrago, posiblemente mejoren los niveles de concentración mejorando la calidad de los turiones de espárrago, híbrido UC 157 F1. La remediación del suelo mediante las prácticas agronómicas, posiblemente disminuyan la concentración de cadmio en el suelo y los turiones de espárrago (<i>Asparagus officinalis</i> L.) y no excedan los límites máximos permisibles según el Codex Alimentarius, la OMS/FAO y la Norma Peruana. | Análisis de la concentración de cadmio en turiones (y1) | Concentración de cadmio en los turiones de espárrago. | Resultados de los análisis del laboratorio Interpretación en base a las Normas de residuos permisibles Tablas ya elaboradas |

Instrumentos de recolección de información

PRACTICAS AGRONÓMICAS.

La biorremediación se trata de un tratamiento de recuperación que consiste en disminuir o eliminar por completo los contaminantes orgánicos o disminuir la toxicidad de otros contaminantes inorgánicos principalmente metales tóxicos, mediante su transformación o degradación a especies químicas que no resulten peligrosas. Es así, que dichos procesos se denominan biotransformación y biodegradación. Para ello se utilizan otros microorganismos, que utilizando su potencial biológico, utilizan dichos contaminantes como fuente de alimentación y energía, para así conseguir el efecto requerido. (González, 2010).

Para realizar dichas técnicas hay que tener en cuenta las condiciones del medio que estamos tratando, así como que los microorganismos empleados sean capaces de metabolizar las sustancias contaminantes. Con los metales pesados, encontramos el problema de que no pueden ser biodegradados, pero si biotransformados a través de la interacción con ellos, facilitando el cambio en el estado de oxidación, como en el caso del cadmio en el que el estado de oxidación +1 es más inestable, reduciendo así la movilidad del metal o aumentando su solubilidad facilitando su eliminación del medio, o disminuyéndola para inmovilizar el metal pesado. (McCullough et al, 1999).

Métodos de biorrecuperación como son la bioestimulación, en cuyo caso, aportamos una fuente de agua no contaminada junto con los nutrientes y los donadores y aceptores de electrones necesarios para permitir el crecimiento de los microorganismos necesarios. También podemos realizar un bioaumentación, administrando microorganismos específicos que permitan el tratamiento del metal concreto. (IMO, 2005).

LOS TURIONES DE ESPARRAGOS

El espárrago es el brote de la planta esparraguera, que se cosecha inmaduro, antes de ramificarse y endurecerse. Según el manejo durante el cultivo se obtienen dos tipos los blancos y verdes. Es un alimento que apenas aporta nutrientes al organismo. Los espárragos, *Asparagus officinalis*. Son cilíndricos y carnosos, y se recubren de finas hojas protectoras a modo de escamas. Estas escamas se condensan y aprietan en el ápice formando la punta del espárrago. Los espárragos se cultivan actualmente en

todo el mundo, aunque el país productor por excelencia es China, con un 80% aproximadamente de la producción mundial.

Se pueden hacer sopas, cremas, tortillas, mousses, aunque generalmente se consumen cocidos, fritos, a la brasa o hervidos. También son buenos acompañantes de diversos platos de carne, pescado y verdura. Es una especie que se adapta muy bien a la transformación industrial, para conservarlo hasta el momento de ser consumido. Generalmente se conservan los espárragos blancos, se hace en latas o tarros de cristal.

Su valor nutritivo es bajo, y su importancia radica sobre todo en su riqueza en fibra y su bajo aporte calórico, que lo hace indicado en dietas hipocalóricas. Su alto contenido en agua y la poca proporción de minerales que presenta hacen que posea propiedades diuréticas.

ADICIONALMENTE: TRATAMIENTOS DEL ENSAYO DE REMEDIACIÓN DE SUELOS CON PROBLEMAS CADMIO EN CULTIVO DE ESPARRAGOS

| MOMENTO DE APLICACIÓN | TRATAMIENTOS (Lt/Ha) | | | | RECOMENDACIONES |
|-----------------------|----------------------|------------|-----------------------|---------|--------------------------------------|
| | FERTILEV | EM COMPOST | FERTILEV + EM COMPOST | TESTIGO | |
| 10 DDC | 3 lt. | 2 lt. | 2 + 2 | | Aplicar al atardecer menor radiación |
| 17 DDC | 3 lt. | 2 lt. | 2 + 2 | | Aplicar al atardecer menor radiación |
| 24 DDC | 2 lt. | 2 lt. | 2 + 2 | | Aplicar al atardecer menor radiación |
| 34 DDC | 2 lt. | 1 lt. | 1 + 1 | | Aplicar al atardecer menor radiación |
| 44 DDC | 2 lt. | 1 lt. | 1 + 1 | | Aplicar al atardecer menor radiación |
| 54 DDC | 2 lt. | 1 lt. | 1 + 1 | | Aplicar al atardecer menor radiación |
| 64 DDC | 2 lt. | 1 lt. | 1 + 1 | | Aplicar al atardecer menor radiación |

ACTIVACIÓN EM COMPOST: activación anaeróbica de los EM una semana antes de usar.

EM COMPOST: 1 LT. + ACTIVADORES (MELAZA DE CAÑA: 1 LT. + EM CERAMICA: 1 KG. + HARINA DE PESCADO: 1 KG.).

FOTOS