



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**  
**ESCUELA PROFESIONAL INGENIERÍA AMBIENTAL**

**Implementación de Crotalaria Juncea L. para la Fijación de  
Nitrógeno en la Recuperación de Suelos por el Uso de Fertilizantes,  
Ica – 2021**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO AMBIENTAL

**AUTORES:**

Cardenas Ramirez, Miguel Angel (ORCID: 0000-0002-0931-2225)

Mendoza Gálvez, Francis Yordano (ORCID: 0000-0002-8825-9046)

**ASESOR:**

Dr. Túllume Chavesta, Milton Cesar (ORCID: 0000-0002-0432-2459)

**LINEA DE INVESTIGACIÓN:**

Calidad y gestión de recursos naturales

LIMA - PERÚ

2021

## **DEDICATORIA**

Queremos dedicar esta presente investigación a nuestras familias, madre, padre y hermanos, por su apoyo constante e incondicional en cada una de nuestras decisiones, a todas nuestras amistades y en especial al Dr. Túllume Chavesta, Milton; que siempre estuvo a nuestro lado brindándonos valiosos aportes.

## **AGRADECIMIENTO**

Nuestros agradecimientos primero a Dios por bendecirme y permitir realizarme profesionalmente.

A nuestras familias, padre, madre, hermano y verdaderos amigos que me brindaron todo su apoyo incondicional y emocional.

***CARDENAS RAMIREZ MIGUEL***  
***MENDOZA GALVEZ FRANCIS***

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

|  |      |
|--|------|
| Carátula.....  | i    |
| Dedicatoria.....   | ii   |
| Agradecimiento.....  | iii  |
| Índice de contenidos.....                                  | iv   |
| Índice de tablas.....                                      | v    |
| Índice de gráficos y figuras.....                          | vi   |
| Resumen.....   | vii  |
| Abstract.....  | viii |
| I.    Introducción.....                                    | 1    |
| II.   Marco teórico.....                                   | 4    |
| III.  Metodología.....                                     | 9    |
| 3.1.  Tipo y diseño de investigación.....                  | 9    |
| 3.2.  Variales y operacionalización.....                   | 10   |
| 3.3.  Población y muestra.....                             | 12   |
| 3.3.1.  Población.....                                     | 12   |
| 3.3.2.  Localización del área de estudio.....              | 12   |
| 3.3.3.  Muestra.....                                       | 13   |
| 3.3.4.  Muestra agrícola.....                              | 13   |
| 3.3.5.  Muestreo.....                                      | 14   |
| 3.4.  Técnicas e instrumentos de recolección de datos..... | 14   |
| 3.4.1.  Técnicas.....                                      | 14   |
| 3.4.2.  Instrumentos de recolección de datos.....          | 15   |
| 3.5.  Procedimientos.....                                  | 16   |
| IV.  RESULTADOS.....                                       | 20   |
| V.   DISCUSIÓN.....  | 24   |

|                           |    |
|---------------------------|----|
| VI. CONCLUSIONES.....     | 26 |
| VII. RECOMENDACIONES..... | 27 |
| BIBLIOGRAFÍA.....         | 28 |
| ANEXOS                    |    |

## ÍNDICE DE TABLAS

|   |    |
|---|----|
| Tabla Nro. 1, Ensayos pre – experimenta.....            | 10 |
| Tabla Nro. 2, Operacionalización de variables. ....     | 11 |
| Tabla Nro. 3, Pre-análisis de muestra de suelo.....     | 20 |
| Tabla Nro. 4, Análisis antes de sembrar Crotalaria..... | 21 |
| Tabla Nro. 5, Cuadro de contrastación 1.....            | 22 |
| Tabla Nro. 6, Cuadro de contrastación 2.....            | 23 |

## ÍNDICE DE GRÁFICOS Y FIGURAS

|   |    |
|---|----|
| Figura N°1, Imagen Satelital distrito de Santiago Dpto. de Ica..... | 12 |
| Figura N° 2, Campos de cultivo vid.....                             | 13 |
| Figura N° 3, Calicata.....  | 15 |
| Figura N° 4, Técnica de toma de muestra a analizar.....             | 16 |
| Figura N° 5, Siembra de semillas.....                               | 17 |
| Figura N° 6, Despunte de biomasa.....                               | 18 |
| Figura N° 7, Post implementación.....                               | 18 |

## RESUMEN

El trabajo de investigación consiste en la implementación de *Crotalaria Juncea* L. en el Complejo Agroindustrial Beta S.A. distrito de Santiago, departamento de Ica – Perú. Con el fin de fijar el nitrógeno en la recuperación de suelos y dar respuesta a una problemática el cual viene a ser la contaminación y deterioro de suelos por uso de fertilizantes. El objetivo principal de la investigación y sus objetivos específicos se basa en la determinación de que el proyecto brinde una mejora mediante un impacto positivo en cuanto a su función ecológica tanto en el aspecto ambiental como económico.

Los resultados obtenidos mediante análisis realizados en laboratorios acreditados y certificados muestran la gran mejora que brinda la implementación de *Crotalaria Juncea* L. impactando en la recuperación de suelos por el uso de fertilizantes. Del mismo modo, la implementación de la *Crotalaria Juncea* L. conduce al ahorro económico mediante una contrastación en el uso de fertilizantes y el uso de la *Crotalaria Juncea* L.

Por último, la implementación de *Crotalaria Juncea* L. en los suelos indica una mayor concentración de nitrógeno asimilable, teniendo una actividad de microorganismos superior y una mayor cantidad de materia orgánica que mejoran la estructura del suelo, el cual al ser implementado sería rentable y beneficioso para nuestro suelo agrícola.

Los costos mediante el proceso implementación de *Crotalaria Juncea* L. son menores en relación con los costos por el uso de fertilizantes nitrogenados en el Complejo Agroindustrial Beta S.A., Ica. De esta manera se recomienda y promueve el uso de la *Crotalaria Juncea* L.

**Palabras claves:** Función ecológica, Fertilizantes, Nitrogenados, Materia orgánica, Microorganismos, *Crotalaria Juncea* L.

## ABSTRACT

The research work consists of the implementation of *Crotalaria Juncea* L. in Complejo Agroindustrial Beta S.A. Santiago district, Ica department - Peru. In order to fix nitrogen in the recovery of soils and respond to a problem which is the contamination and deterioration of soils due to the use of fertilizers. The main objective of the research and its specific objectives is based on the determination that the project provides an improvement through a positive impact in terms of its ecological function both in the environmental and economic aspects. The relationship between the excessive use of nitrogen fertilizers in the affected soils and the environment was determined.

The results obtained through analyzes carried out in accredited and certified laboratories show the great improvement provided by the implementation of *Crotalaria Juncea* L., impacting the recovery of soils through the use of fertilizers. Similarly, the implementation of *Crotalaria Juncea* L. leads to economic savings through a contrast in the use of fertilizers and the use of *Crotalaria Juncea* L.

Finally, the implementation of *Crotalaria Juncea* L. in the soils indicates a higher concentration of assimilable nitrogen, having a higher activity of microorganisms and a greater amount of organic matter that improve the structure of the soil, which when implemented would be profitable and beneficial. for our agricultural land.

The costs through the implementation process of *Crotalaria Juncea* L. are lower in relation to the costs for the use of nitrogen fertilizers in Complejo Agroindustrial Beta S.A., Ica. In this way, the use of *Crotalaria Juncea* L.

**Keywords:** Ecological function, Fertilizers, Nitrogenized, Organic matter, Microorganisms, *Crotalaria Juncea* L.

## I. INTRODUCCIÓN

Hoy, esta región de 850.000 habitantes, esta impulsada principalmente por uno de los sectores económicos más dinámicos y tiene las mayores perspectivas de crecimiento cada año: la exportación de productos agrícolas, cuyo desarrollo se ha convertido en una importante fuente de empleo en el Perú. tiene razón Una de las mayores medidas de socorro para los ciudadanos es también uno de los mayores remedios para aliviar la pobreza en el Perú. Además, el Perú es considerado un proveedor seguro de frutas y verduras en el mundo y ha hecho un gran aporte a nuestro país. Ica tiene más de 90.000 hectáreas de agricultura, pero solo una pequeña parte se utiliza para exportaciones agrícolas. En sus tierras se han plantado diversas variedades de uva de alta calidad, que se han convertido en el símbolo de la región, y los deliciosos espárragos, aguacate, cebolla y arándano se han convertido también en el símbolo de la región. (Amaro, 2019, pág. 1)

Además de las cuestiones relacionadas con el suministro de agua potable, la principal prioridad de nuestro tiempo es la cuestión del acceso a los alimentos. Por tanto, la agricultura es una parte importante de la economía mundial. Si bien la mecanización agrícola en muchos países ha reducido considerablemente la proporción de la fuerza laboral en este sector existe una necesidad urgente de producir suficientes alimentos, lo que ha afectado las prácticas agrícolas en todo el mundo. (Ongley, 2011, pág. 5)

La presencia de plaguicidas en el suelo es causada por muchas formas, como la fumigación aérea sobre las plantas para el control de plagas. Entre ellas, los plaguicidas, fungicidas y herbicidas son los más utilizados, lo que resulta en el almacenamiento de productos en el suelo hasta 50 %. Sin embargo, debido a que el herbicida tiene resistencia direccional a las malezas, se aplica directamente al suelo antes de la emergencia (preemergencia de las plántulas) y antes de la siembra. Por lo tanto, los pesticidas incorporados al suelo ingresan al ecosistema dinámico y comienzan a degradarse en diferentes momentos. (Bessy, 2019, pág. 11)

El abono verde es particularmente útil en sistemas que rara vez utilizan insumos externos. Esta práctica implica la incorporación de una cierta cantidad de plantas de cultivo vegetal sin descomponer para mejorar las condiciones físicas, químicas y biológicas del suelo. (G.M., et al., 2001, pág. 89).

En los últimos años, las actividades agrícolas siempre han despertado la atención de la gente hacia la aplicación de productos químicos sin opinión profesional, lo que cambiará seriamente el entorno del ecosistema, especialmente en zonas donde los agricultores no cuentan con asesoría técnica.

El abono verde es especialmente útil en el sistema. Los agricultores aplican compuestos porque necesitan nutrir sus cultivos sin considerar la toxicidad del producto, que puede causar que los residuos químicos en el cultivo contaminen el suelo, que es crítico para el suelo. Comprender el proceso de manejo agronómico de diferentes cultivos en los mercados locales y nacionales. Ante este problema, nos propusimos un objetivo para determinar la relación entre la contaminación provocada por el uso de fertilizantes químicos en los campos de cultivo (Castillo, et al., 2020, pág. 1)

El abono verde es una práctica agronómica que implica la siembra mixta de plantas y hortalizas sin descomposición, con el fin de mejorar la utilización de nutrientes y las propiedades del suelo. (Alonso, 2015, pág. 19)

Por otro lado, la velocidad de uso de abono verde puede ser particularmente rápida, porque el uso de abono verde puede resolver varias limitaciones al mismo tiempo, tales como: baja fertilidad del suelo, alta infestación de malezas y erosión severa del suelo. (Muraoka, et al., 2002, pág. 17)

Cuando el abono verde son leguminosas, existe el aporte de productos N fijos y simbióticos (Peoples, et al., 1995-2014, pág. 3). El abono verde aporta de 15 a 200 kg / ha de nitrógeno, más probablemente entre 60 y 100 kg / ha de nitrógeno. Los resultados experimentales están determinados por (Smith, et al., 1987, pág. 95). El cambio en el aporte de nitrógeno se atribuye a la producción de materia seca de frijol, barbecho y manejo de cultivos.

La fijación de nitrógeno, la mineralización de materia orgánica, la nitrificación, la desnitrificación y la amonificación son procesos muy importantes en el ciclo del nitrógeno del suelo, en los que el nitrógeno se introduce a través de la fijación biológica de nitrógeno (FBN), la fijación de nitrógeno de tormenta, la deposición de estiércol y los fertilizantes químicos sintéticos (Hari, et al., 2008, pág. 1) (Smolander, et al., 2012 pág. 26). En este proceso, el nitrógeno orgánico se mineraliza a  $\text{NH}_4$  y luego se nitrifica a  $\text{NO}_3$ , que es la forma más fácilmente absorbida por las plantas. (Schlesinger, 2009, pág. 203).

Por tal se realizó la formulación de los problemas de investigación, siendo el problema general: ¿ Cómo la implementación de *Crotalaria Juncea* L. para la fijación de nitrógeno impacta en la recuperación de suelos, por el uso de fertilizantes, Ica – 2021?, así mismo se realizaron 2 problemas específicos, 1. De qué manera los análisis de nitrógeno total y materia orgánica impacta en los suelos, por el uso de fertilizantes, Ica – 2021?, 2. ¿ En qué forma la implementación de *Crotalaria Juncea* L. para la fijación de nitrógeno impacta en la productividad de suelos, por el uso de fertilizantes, Ica – 2021?.

Así mismo el objetivo general es: Determinar que la implementación de *Crotalaria Juncea* L. para la fijación de nitrógeno impacta en la recuperación de suelos por el uso de fertilizantes, Ica – 2021. Y los objetivos específicos, 1. Determinar los análisis de nitrógeno total y materia orgánica en los suelos por el uso de fertilizantes, Ica – 2021. 2. Analizar que la implementación de *Crotalaria Juncea* L. para la fijación de nitrógeno impacta en la recuperación de suelos, por el uso de fertilizantes, Ica – 2021.

## II. MARCO TEORICO.

A continuación, es necesario revisar ciertos conceptos básicos que permiten entender el desarrollo de la presente investigación, se puede verificar que:

El uso del llamado abono verde (biomasa de una especie vegetal como fertilizante para otra planta) por productores rurales de todo el mundo no es una novedad, pero existen pocos estudios científicos que puedan explicar el funcionamiento de este fertilizante y los resultados de la medición. Encontrar estas respuestas es exactamente lo que ha hecho el científico de cultivos Edmilson José Ambrosano a través de dos proyectos patrocinados por la FAPESP. Los científicos han demostrado que el uso de *Crotalaria juncea* L. puede reemplazar completamente el uso de fertilizantes nitrogenados químicos en los cultivos de caña de azúcar, aumentando así la productividad y los fertilizantes naturales en un 35%, y el beneficio económico es de aproximadamente un 150%. *Crotalaria* es originaria de Asia y crece con rapidez y tenacidad. Es esta especie la que produce la mayor biomasa en el menor tiempo. Además, es una planta fibrosa, por lo que se puede utilizar para hacer papeles especiales. Una de las principales ventajas de usarlo como fertilizante es que es una planta leguminosa que tiene la capacidad de fijar o absorber nitrógeno del aire en moléculas orgánicas. Ambrosano explicó: "Con algunas excepciones en el reino vegetal, solo los frijoles pueden arreglar la atmósfera con la ayuda de las bacterias de las raíces". "Además de proporcionar este elemento, la *Crotalaria* también se utiliza como especie para restaurar suelos degradados". (Ambrosano, et al., 2011, pág. 5)

La forma natural de utilizar el nitrógeno es a través de las legumbres, con la ayuda de bacterias, especialmente bacterias del género *Rhizobium*. Estos microorganismos viven en simbiosis con las plantas y forman nódulos en sus raíces, capturan el gas del aire (el suelo es poroso) y luego lo convierten en compuestos nitrogenados (como los aminoácidos), que las plantas pueden utilizar para su metabolismo. (Ambrosano, et al., 2011, pág. 7)

De igual forma Perú, departamento de Ica en los campos de cultivo “Los Ficus” del invernadero camino a Huacachina, (Perez, 2016, pág. 19), menciona que debido a ser una fuente potencia en agricultura, muestra un gran problema por el uso de los fertilizantes químicos pesticidas entre otros, que se esparcen por el suelo agrícola ya sea con un fin específico (control de plagas) pero a su vez contaminando los productos y suelos se ven problemas en la calidad, muy aparte de ello también en el porcentaje de nutrientes que le da a un fruto el usar este tipo de fertilizantes.

Consiste en un proceso que producirá fertilizantes orgánicos, biogáses y biogás que se utilizarán en la agricultura, proporcionará un mayor porcentaje de nutrientes para los productos y utilizará tecnologías limpias distintas de los contaminantes químicos para proteger a los seres y la salud humanos. Mejora la calidad del suelo. (Perez, 2016, pág. 19)

La biodiversidad del suelo son los microorganismos macroscópicos y microorganismos vivos que existen en los suelos agrícolas, u función principal es descomponer la materia orgánica, convertirla en humus y combinarse con los minerales del suelo para formar minerales orgánicos químicos y físicos altamente activos. Los organismos vivos del suelo necesitan aire, agua y calor, y estos dependen de las propiedades físicas del suelo. (Filho, 2014, pág. 10)

Continuando con el argumento (Filho, 2014, pág. 10) Las propiedades biológicas del suelo son muy importantes porque está compuesto por pequeños animales (como hongos, bacterias, nematodos, insectos y gusanos) en el suelo, que mejoran las condiciones del suelo al promover la descomposición y mineralización de la materia orgánica y el antagonismo entre ellos. O mediante el proceso de sinergia, se puede lograr un equilibrio entre poblaciones dañinas y poblaciones beneficiosas, reduciendo así los ataques de organismos nocivos a las plantas.

La *Crotalaria Juncea* L. pertenece a la familia de las fabáceas o leguminosas cuya principal aplicación es la de abono verde, en un momento donde Europa está

dirigiendo a los agricultores a la práctica de mejora de terrenos con este tipo de cultivos. «Es una alternativa para mejorar la tierra sin necesidad de agroquímicos», explica el gerente de Efecto Soluciones, quien añade que «incorpora materia orgánica natural no contaminada por semillas de malezas como ocurre con los estiércoles que se emplean de granjas». Además, «destaca su capacidad de fijación de nitrógeno atmosférico, pudiendo acumular hasta 201,6 kilogramos de nitrógeno por hectárea, proporcionando nitrógeno residual al cultivo que le sigue». (Lopera, 2017, pág. 2)

La *Crotalaria Juncea* L. es una especie herbácea anual, de corta temporada, con tallos fibrosos erguidos. Sus largas hojas lanceoladas son muy simples, de hasta 12,7 cm de largo y 3,56 cm de ancho, cubiertas de pelos cortos, dispuestas en espiral a lo largo del tallo. La planta tiene una raíz principal fuerte y raíces laterales bien desarrolladas. Los nódulos foliares fijadores de nitrógeno se forman en las raíces y son colonizados por rizobios parecidos a las judías. Cuando la población no es densa, la planta se ramifica a unos 51 cm del suelo, pero esta ramificación se suprime en una población muy densa. Cuando los intestinos del crotalaria crecen en condiciones de días cortos, florecen aproximadamente 8 semanas después de la siembra. En Homestead, Florida, EE. UU., Cuando se planta *Crotalaria* en mayo, las hermosas flores de color amarillo intenso de la planta comenzaron a florecer en grandes cantidades a principios de septiembre. (Yuncong, 2012, pág. 2)

Continuando con los conceptos de (Varnero, 2015, pág. 17), la incorporación de fertilizantes orgánicos afectará sus propiedades físicas, incluida la estructura, la capacidad de retención de agua y la densidad. Otras propiedades, como la porosidad, la permeabilidad al aire, la hidráulica y la permeabilidad, están todas relacionadas con cambios estructurales. Sin embargo, este efecto depende en cierta medida de la calidad y cantidad de incorporación, factores climáticos y características del suelo.

Es una especie herbácea anual, de corta temporada, con tallos fibrosos erguidos. Sus largas hojas lanceoladas son muy simples, de hasta 12,7 cm de largo y 3,56 cm de ancho, cubiertas de pelos cortos, dispuestas en espiral a lo largo del tallo. La planta

tiene una raíz principal fuerte y raíces laterales bien desarrolladas. Los nódulos foliares fijadores de nitrógeno se forman en las raíces y son colonizados por rizobios parecidos a las judías. Cuando la población no es densa, la planta se ramifica a unos 51 cm del suelo, pero esta ramificación se suprime en una población muy densa. Cuando los intestinos del crotalaria crecen en condiciones de días cortos, florecen aproximadamente 8 semanas después de la siembra. En Homestead, Florida, EE. UU., Cuando se planta crotalaria en mayo, las hermosas flores de color amarillo intenso de la planta comenzaron a florecer en grandes cantidades a principios de septiembre. (Rojas, 2015, pág. 48)

Los fertilizantes químicos son sustancias que contienen elementos o químicos ricos en nutrientes para las plantas, por lo que pueden ser absorbidos por las plantas. Se utiliza para aumentar el rendimiento, complementar y prevenir deficiencias nutricionales y promover la salud de las plantas. Algunos de los efectos nocivos de su uso son el aporte de nitratos a la capa de agua de las zonas de cultivo intensivo, la concentración de pesticidas, bacterias y residuos de agroquímicos. Por lo tanto, debemos seguir ajustando la tasa de aplicación de acuerdo con las necesidades de los cultivos, mejorar la composición de pesticidas y fertilizantes y controlar de manera integral plagas y enfermedades. Además, también se deben seguir las precauciones indicadas en el empaque y en la etiqueta del producto. (Muro, 2013, pág. 20)

Los fertilizantes y fertilizantes orgánicos están compuestos por desechos y residuos de plantas y animales. Los fertilizantes orgánicos incluyen desechos del procesamiento industrial de plantas y animales (harina de huesos, harina de pescado y semillas de algodón, excrementos de aves marinas, sangre seca, desperdicios de cuero). Suelen utilizarse en jardinería intensiva. Tienen un alto contenido de nitrógeno y fósforo, que puede ser absorbido por toda la planta, y una gran cantidad de aplicación no traerá el riesgo de la misma cantidad de fertilizantes inorgánicos. (Muro, 2013, pág. 20)

Contaminación de suelos, la presencia de plaguicidas en el suelo es causada por muchas formas, como la aplicación aérea a las plantas para el control de plagas. Entre ellas, los insecticidas, fungicidas y herbicidas son los más utilizados, lo que se traduce en el almacenamiento de productos en el suelo hasta 50 %. (Ruiz, 2020, pág. 15)

Según (Paucar, 2015, pág. 21), Generalmente, dado que el amoníaco y el fósforo se retienen en forma de fosfato, el nitrógeno que no se usa para el crecimiento se reduce y se libera. Casi el 90% de la energía de la materia orgánica se puede convertir en biogás (una fuente potencial de energía eléctrica), mientras que el 5-7% de la energía se utiliza para el crecimiento celular y el 3-5% del calor se pierde debido al calor.

Del mismo modo, otra definición es la siguiente: La digestión anaeróbica incluye la fermentación anaeróbica realizada dentro de un digestor biológico, en el que la materia orgánica se descompone en ausencia de oxígeno atmosférico para producir agua, dióxido de carbono y metano. (McInemey, 1979, pág. 20).

Según (Ramos, 2014, pág. 10) El fertilizante orgánico contiene un alto contenido de nitrógeno mineral y muchos otros nutrientes, que pueden usarse para la formación de plantas.

Uno de los efectos de los plaguicidas es el cambio del equilibrio natural, que desequilibra el ecosistema. Esto significa que hay una variedad de poblaciones de animales y plantas y poblaciones microbianas en el suelo, y la introducción de plaguicidas en el suelo provocará cambios en la tierra. Por tanto, estas poblaciones afectan a muchos elementos biológicos del suelo. (Rodas, 2017, pág. 15)

### III. METODOLOGIA

#### 3.1. Tipo y diseño de investigación

La presente investigación de El tipo de aplicación se debe al uso simultáneo de los conocimientos adquiridos y otros conocimientos después de la implementación y sistematización de prácticas basadas en la investigación. El objetivo es la investigación aplicada, porque puede resolver problemas específicos o desarrollar aplicaciones prácticas que satisfagan necesidades específicas. Asimismo, dado que hemos realizado una reacción anaeróbica en el reactor, es necesario realizar análisis pre y post experimento para comparar los resultados y así llevar a cabo el diseño experimental.

**Investigación aplicada:** Intenta resolver un problema específico u obtener aplicaciones prácticas específicas, y el conocimiento obtenido a través de la investigación básica suele ser fundamental.

**Diseño experimental,** Cuando es necesario controlar estrictamente las variables de investigación, este es el procedimiento utilizado en la investigación. Es causal o explicativo, y puede ocurrir en el experimento, pre-experimento, diseño cuasi o experimental. (Carlessi, et al., 2018, pág. 91)

**El diseño es Pre – experimental,** Experimental (validación, hipótesis causal o desarrollo o innovación). Aquí, el estímulo (X) se aplica al "objeto o unidad de prueba (E)": animales, plantas, etc. Observe la reacción (Y) y registre el resultado o la observación (O). Establecen una relación causal. (Rojas, 2015, pág. 7)

**Tabla Nro. 1** : Ensayos Pre – Experimental

| ENSAYOS                    |  |
|----------------------------|--|
| MEDICION PRE Y POST PRUEBA | ESTATICO DE DOS GRUPOS   |
| Y1 . . . X . . . Y2        | E: X . . . Y2<br>T: - . . . Y2   |
| <b>LEYENDA</b>             | X = Variable experimental<br>Y1 = Medición pre prueba o pre test Y2 =<br>Medición post prueba o post test T =<br>Grupo testigo |

Fuente : Elaboración propia

**El diseño transversal**, se recopilan datos una sola vez y en un solo tiempo conforme lo indica (Hernández, 2010, pág. 152). De acuerdo a mi trabajo de investigación es transversal debido a que la observación es el análisis de datos variables en una muestra o subconjunto predefinido durante un período de tiempo.

### 3.2. Variable y operacionalización

#### Independiente

- Sistema de implementación de *Crotalaria Juncea* L.

#### **Dimensión**

- Niveles de fijación de nitrógeno.

#### Dependiente

- Recuperación de suelos afectados.

#### **Dimensión**

- Productividad del suelo

### 3.2.1. Operacionalización de variables

**Tabla Nro. 2:** Operacionalización de variables

| VARIABLE                                      | DEFINICION CONCEPTUAL   | DIMENSIONES                      | INDICADORES   |
|---|---|----------------------------------|---|
| Implementación de <i>Crotalaria Juncea</i> L. | La implementación de la <i>Crotalaria Juncea</i> L. proporcionan servicios benéficos para el agrosistema, proporcionando la protección del suelo, la erosión y la fijación de nitrógeno del ambiente.               | Niveles de fijación de nitrógeno | <b>I1:</b> Incremento de materia orgánica<br><b>I2:</b> Compensación de nitrógeno orgánico.<br><b>I3:</b> Protección del suelo. |
| Recuperación de suelos                        | Los suelos afectados se realiza de muchas formas, una de ellas se da forma antropológica, en este caso la investigación trata suelos afectados por uso excesivo de fertilizantes nitrogenados en tierras agrícolas. | Productividad del suelo          | <b>I1:</b> Disminución de la flora microbiana.<br><b>I2:</b> Menor presencia de nutrientes.<br><b>I3:</b> Degradación del suelo |

Fuente: Elaboración propia

### 3.3. Población y muestra

#### 3.3.1. Población

Es un conjunto de objetos o métricas que contienen algunas características comunes. que se pueden observar en una ubicación determinada y en un momento específico. Al realizar cualquier investigación, se deben considerar esas características básicas al seleccionar la población de estudio. Entre ellos, homogeneidad, tiempo, cantidad y espacio. (Wigodski, 2017, pág. 3)

#### 3.3.2. Localización del área de estudio

Se seleccionó como área de estudio, el departamento de Ica, provincia de Ica, distrito de Santiago comprendido en las coordenadas  $14^{\circ}11'08''S$   $75^{\circ}42'53''O$  decretada y creada mediante Ley del 31 de octubre de 1870. (2020, MUNICIPALIDAD DE SANTIAGO – ICA PERÚ)

**Figura Nro. 1:** Imagen Satelital Distrito de Santiago Dpto. de Ica



Fuente: Google mapa.

### 3.3.3. Muestra

La muestra es un subconjunto de la población en estudio. Representa la población más grande y se utiliza para sacar conclusiones de esa población. (QuestionPRO, 2012, pág. 1)

Es una técnica de investigación muy utilizada en las ciencias sociales, es un método de recopilación de información sin medir a toda la población. (QuestionPRO, 2012, pág. 2)

### 3.3.4. Muestra agrícola

Se determinó como unidad mínima de muestreo una hectárea (1) de 100x100m, con cinco mil (5,000) plantas de vid. Considerando la variabilidad de la estructura del fundo. (Elaboración propia)

Aplicamos, Según el método Sampieri, por estudios ya realizados en donde se muestra su técnica de la determinación de muestras, para proyectos de investigación en tipo cualitativo y cuantitativo. (Sampieri, 2010, pág. 99)

**Figura Nro. 2:** Campos de cultivo de vid



Fuente: Elaboración propia

### **3.3.5. Muestreo**

**Muestra simple:** Se obtiene extrayendo el suelo en una sola pasada. Se utilizan en trabajos de investigación y suelos muy homogéneos. Se recomienda tener cuatro muestras por hectárea y 1 kg de suelo por muestra. (Alberto, 2016, pág. 2)

**Muestra compuesta:** Se refiere a la tecnología de obtener y enviar dos tipos de muestras de suelo a partir de muestras de suelo obtenidas tomando algunas muestras simples o submuestras, reuniéndolas en un recipiente y mezclándolas a fondo. [Seleccionar fecha] retiran de 0,5 a 1 kg de suelo. (Alberto, 2016, pág. 2)

Según (Alberto, 2016, pág. 3) Se utilizan con mayor frecuencia en programas de fertilización. Se recomienda graficar de 15 a 20 submuestras para cada muestra. Al recolectar muestras compuestas, debe tenerse en cuenta que cada submuestra tiene el mismo volumen que las otras submuestras y representa la misma sección transversal (misma profundidad) del volumen del que se extrajo la muestra.

## **3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

### **3.4.1. Técnicas**

La observación, directa en el área del estudio.

La medición, esta técnica la utilizamos para sacar la concentración de N total en la muestra de suelo extraído, muy aparte para ver las dimensiones del lugar a estudiar. Para tomar los datos se elaboró una tabla de campo la cual contiene como datos: N° de árbol, nombre común, nombre científico, altura total, observaciones.

La forma más rápida, directa y económica de identificar el área menos profunda del terreno es cavar zanjas o pozos. (Facil, 2018, pág. 1)

Los métodos de análisis rápidos realizados por estos dispositivos portátiles se han aplicado en los países de la Comunidad Económica Europea durante varios años. (Galán, 2011, pág. 17)

Los agricultores se han vuelto más autosuficientes en el análisis de suelos. Siempre se utiliza el mismo método, por lo que los resultados consecutivos son comparables. Son fáciles de usar. Los métodos analíticos están listos y simplificados en la mayor medida sin perder rigor, son lo suficientemente precisos y confiables.

**Figura Nro. 3:** Calicata



Fuente: Elaboración propia

### 3.4.2. Instrumentos de recolección de datos

#### **Programas y software**

- Excel
- Word
- Google Maps
- ArcGIS

#### **Instrumentos y herramientas**

- Pico
- Lampa
- Guantes
- Botas de protección

#### **Equipos digitales**

- Cámara fotográfica
- Laptop lenovo

- Impresora Lenovo
- GPS
- Celular motorola g9

### **Materiales**

- Hojas de formatos de campo y tableros
- Bolsas de plástico para la recolección de muestras
- Cinta métrica 50m
- Plumón indeleble

### **3.5. Procedimiento**

**1° paso.** - Se tomó una muestra de suelo contaminado por fertilizantes nitrogenados en el Complejo Agroindustrial Beta S.A. – Ica distrito de Santiago.

La observación cuidadosa del problema a resolver y las características del suelo se considera parte esencial. El muestreo de la tierra es otro aspecto al que generalmente no se le presta suficiente atención. La selección de muestras representativas es fundamental para realizar un correcto diagnóstico.

**Figura Nro. 4:** Técnica de toma de muestra analizar



Fuente: propia

**2° paso.** – Se determinó la cantidad inicial de nitrógeno total del suelo para posteriormente ser comparado al finalizar después del tratamiento con la *Crotalaria Juncea* L.

**3° paso.** – Siembra de las semillas (*Crotalaria Juncea* L.)

Área de implementación, hectárea (has) (1) de 10,000 m<sup>2</sup>, con 5,000 plantas de vid.

La implementación de la *Crotalaria Juncea* L. Consistió básicamente en la producción de abono verde mediante un proceso fijación ecológica de nitrógeno del ambiente al suelo por medio de la concentración de microorganismos como las rizobacterias encontrado en las raíces de las plantas.

**Figura Nro. 5:** Siembra de semillas



Fuente: propia

**4° paso.** – Fijación de nitrógeno ecológico

Para conseguir un buen funcionamiento de fijación de nitrógeno del ambiente al suelo se debe cuidar la calidad de la materia prima o biomasa (follaje), haciendo una labor de despunte y regándola con la misma frecuencia que el cultivo principal.

**Figura Nro. 6:** Despunte de biomasa



Fuente: propia

**5° paso.** - Determinación física del suelo y determinación de aumento del Nitrógeno.

Después de 6 meses de monitorear el crecimiento y desarrollo de la planta, se realizó una muestra de suelo para ver la concentración de nitrógeno sobre el testigo.

**Figura Nro. 7:** Post implementación



Fuente: propia

**7° paso.** – Determinación física del suelo y determinación de aumento del nitrógeno y materia orgánica.

Después de 6 meses de monitorear el crecimiento y desarrollo de la planta, se realizó una muestra de suelo para ver la concentración de nitrógeno y materia orgánica sobre el testigo.

El coeficiente de variación fue de 33.73%, en tanto que el promedio general del ensayo fue 1,011 mg/kg y el resultado fue de 1,352 mg/kg de nitrógeno total, lo que resulta benéfico para el desarrollo del cultivo principal.

Al evaluar la contribución de los cultivos a diferentes fertilizantes y dosis en el suelo, se pueden obtener diferentes niveles de fertilidad del suelo (pobre, media, etc.) a través de experimentos. (Andrades, et al., 2014, pág. 13)

Se concluye para efectos del presente proyecto, el aumento del nitrógeno total en el suelo agrícola, para mejora de las plantas, se determina en la capacidad de acumular nitrógeno atmosférico por medio de sus raíces (nódulos), es decir su eficiencia en transformar el nitrógeno del ambiente y fijarlo en el suelo para el uso del cultivo principal por medio de los micro organismos rizobacterias.

#### IV. RESULTADOS

- **Determinación de los análisis de nitrógeno total y materia orgánica en los suelos, por el uso de fertilizantes.**

**Tabla Nro. 3:** Pre-análisis de muestra de suelo

| PARAMETROS                | RESULTADOS | UNIDADES       | INTERPRETACION |
|---------------------------|------------|----------------|----------------|
| Materia Orgánica (%)      | 1,22       | %              | Bajo           |
| Nitrógeno Total           | 1,011      | mg/kg          | Bajo           |
| Fosforo disponible Oisen  | 89,9       | mg/kg          | Muy alto       |
| Caliza activa             | 0,754      | %CaCo3         | Bajo           |
| Calcio disponible         | 10,01      | mq/100 g       | Normal         |
| Magnesio disponible       | 2,98       | mq/100 g       | Muy alto       |
| Potasio disponible        | 1,30       | mq/100 g       | Muy alto       |
| Sodio disponible          | 0,79       | mq/100 g       | Muy alto       |
| Cond. Electrica (Ext 1/1) | 827        | Us/cm a 20° c  | -              |
| PH ( extracto 1/1)        | 7,16       | Unidades de PH | -              |
| Suma de bases disponibles | 15,2       | mq/100 g       | -              |

Fuente: Laboratorio AGQ labs.

En la Tabla 3, Se determinó la composición química del suelo, donde el nitrógeno total y materia orgánica son los principales parámetros. En los demás parámetros como, fósforo disponible presenta un nivel muy alto, caliza activa un nivel bajo, calcio disponible con parámetro normal, y con niveles muy alto de magnesio, potasio y sodio. El pH es neutro, de esta manera queda demostrado el objetivo específico 1.

Según (Almeida Santos, Lilia Esther; Obrador Olán, José Jesús; García López, Eustolia; Castelán Estrada, Mepivoseth; Carrillo Ávila, Eugenio, 2019, pág. 91) se procedió a realizar la primera toma de muestra, donde se determinó los parámetros a analizar, para luego de realizar el primer corte el cual se hizo 137 días después de la siembra. Entre el primer y segundo corte transcurrieron 103 días para la recuperación de las plantas de crotalaria y así determinar el impacto en el cultivo.

**Tabla Nro. 4:** Análisis antes de sembrar Crotalaria

| PARAMETROS           | RESULTADOS | UNIDADES       | INTERPRETACION |
|----------------------|------------|----------------|----------------|
| Materia Orgánica (%) | 2,8        | %              | Alto           |
| Nitrógeno Total      | 0.75       | mg/kg          | Medio          |
| PH ( extracto 1/1)   | 5,8        | Unidades de PH | -              |

Fuente: Almeida Santos

Como se observa en la tabla nº4 el valor del pH indica que se trata de un suelo moderadamente ácido, pero no afecta el crecimiento y desarrollo de la caña de azúcar (ECOCROP, 2007, pag. 21). Así mismo los contenidos de MO y N son medios y altos, como consecuencia de la quema y requema que anualmente sufre el cultivo de caña y que significan alrededor de 6.0 t de paja (Obrador, 2009, pág. 2).

- **Análisis del impacto de la implementación de Crotalaria Juncea L. para la fijación de nitrógeno en la recuperación de suelos por el uso de fertilizantes.**

Para ello se realizó una toma de muestra de suelo 06 meses después de la primera toma, donde los resultados se contrastaron para analizar el impacto.

**Tabla. Nro. 5:** Cuadro de contrastación 1

| Pre – análisis de suelo (antes de implementar la <i>Crotalaria Juncea</i> L.) |                     | Post - análisis de suelo (luego de implementar la <i>Crotalaria Juncea</i> L.) |                     |
|---|---------------------|--|---------------------|
| PARÁMETROS DEL SUELO  | UNIDAD DE MEDIDA    | PARÁMETROS DEL SUELO   | UNIDAD DE MEDIDA    |
| Materia Orgánica (%)  | 1,22 %              | Materia Orgánica (%)   | 1,87 %              |
| Nitrógeno Total   | 1,011 mg/kg         | Nitrógeno Total  | 1,352 mg/kg         |
| Fosforo disponible Oisen  | 89,9 mg/kg          | Fosforo disponible Oisen   | 90,1 mg/kg          |
| Caliza activa   | 0,754 %CaCo3        | Caliza activa  | 0,754 %CaCo3        |
| Calcio disponible   | 10,01 mq/100 g      | Calcio disponible  | 11,01 mq/100 g      |
| Magnesio disponible   | 2,98 mq/100 g       | Magnesio disponible  | 3,01 mq/100 g       |
| Potasio disponible  | 1,30 mq/100 g       | Potasio disponible   | 1,40 mq/100 g       |
| Sodio disponible  | 0,79 mq/100 g       | Sodio disponible   | 0,79 mq/100 g       |
| Cond. Eléctrica (Ext 1/1)   | 827 Us/cm a 20° c   | Cond. Eléctrica (Ext 1/1)  | 827 Us/cm a 20° c   |
| PH ( extracto 1/1)  | 7,16 Unidades de PH | PH ( extracto 1/1)   | 7,01 Unidades de PH |
| Suma de bases disponibles   | 15,2 mq/100 g       | Suma de bases disponibles  | 16,3 mq/100 g       |

Fuente: Elaboración propia.

En relación a la tabla nº 5 se comprueba que la implementación de *Crotalaria Juncea* L., ha demostrado una mejora a la calidad del suelo que se ve reflejado en sus parámetros como nitrógeno total y materia orgánica, lo cual conlleva a una fijación de nitrógeno ecológico con un incremento de 33.73% y un incremento de 0.65% de materia orgánica, entre otros parámetros donde se ha podido observar un ligero incremento, impactando positivamente en la recuperación de suelos, de esta manera queda demostrado el objetivo específico 2.

Según (García, et al., 2000, pág. 8) Los análisis del efecto de los tratamientos sobre el rendimiento de la papa y sus componentes. Se observaron efectos positivos de la fertilización nitrogenada y del empleo de los abonos verdes sobre el rendimiento y sus componentes en el cultivo de la papa. De los abonos verdes estudiados, se encontró que la *Crotalaria Juncea*, obtuvo el mejor rendimiento, significativamente superiores en 4.6 y 5.2 t.ha-1 a los obtenidos con la variante testigo respectivamente, siendo estos similares a la variante con fertilizantes.

**Tabla. Nro. 6:** Cuadro de contrastación 2

| Pre – análisis de suelo Campaña 1 |                  | Post - análisis de suelo Campaña 2 |                  |
|-----------------------------------|------------------|------------------------------------|------------------|
| Parámetros del suelo              | UNIDAD DE MEDIDA | Parámetros del suelo               | UNIDAD DE MEDIDA |
| N                                 | 2.3%             | N                                  | 3.3%             |
| P                                 | 0.4%             | P                                  | 1.7%             |
| K                                 | 1.6%             | K                                  | 2.8%             |

Fuente: Elaboración propia.

Como se puede observar en la tabla nro. 6 se tomaron en cuenta para el desarrollo de la investigación los análisis NPK, el cual es primordial para definir su rendimiento, En un pre – análisis que se dio en la campaña 1 se obtuvo un nivel inferior, comparándolo con el post – análisis de la campaña 2 el cual fue tomado luego del empleo de los abonos verdes y así comprobando su impacto positivo en el cultivo.

## V. DISCUSIÓN

- Según (Almeida Santos, et al., 2019, pág. 91) el rendimiento de *Crotalaria Juncea* L. fue similar en las dos épocas de corte y tratamientos de fertilización, lo cual coincide con múltiples reportes en cuanto a la cantidad de materia seca que puede generar en los periodos de tiempo estudiados. La acumulación promedio de N ha<sup>1</sup> fue de 151.6 y 176.3 para el primer y segundo corte, valores similares a los reportados por diferentes autores en condiciones ambientales similares. No se observaron cambios en las propiedades químicas del suelo cañero evaluadas en dos diferentes fechas después de la incorporación de *Crotalaria Juncea* L., pero sí respecto a las del primer muestreo, antes de sembrar la especie fijadora de nitrógeno.

Los resultados mostrados en la investigación no fueron positivos respecto a nitrógeno total y materia orgánica a comparación de la presente investigación, esto debido a diferentes factores medio ambientales, tales como la temperatura, la estructura del suelo y tipo de cultivo evaluado. Como una primera toma de muestra se encontró que el pH del suelo era ácido, con un nivel medio de materia orgánica y un nivel alto de nitrógeno total, esto debido a la quema de la caña que se realiza cada año y los factores climáticos, por ende, no se observaron cambios significativos en la acumulación promedio de N.

- De la misma forma (García, et al., 2000, pág. 8.) observó una mejora en las características químicas del suelo con los tratamientos estudiados, obteniéndose incrementos significativos de los contenidos de P asimilable y cationes cambiabiles con el empleo de los abonos verdes, siendo estos superiores a los obtenidos con el barbecho y la fertilización mineral respectivamente. No se encontró efecto de los tratamientos sobre el pH del suelo. Los efectos de los tratamientos sobre las características del suelo repercutieron en una mejora en la nutrición foliar del cultivo de la papa, lo cual se muestra en la Tabla 7. Se reflejó un incremento significativo de las concentraciones foliares de NPK con el empleo

de los abonos verdes en relación con el testigo (sin abono verde, sin fertilizante mineral).

Los resultados encontrados confirman lo indicado por numerosos autores, los cuales refieren que canavalia, mucuna y crotalaria han mostrado ser especies aptas para ser utilizadas como abonos verdes en rotación con 10 cultivos comerciales como el arroz, maíz, trigo y otros. (García, et al., 2000, pág. 8.)

En la investigación se pudo demostrar que el abono verde (*Crotalaria Juncea* L.) no solo va a remplazar los fertilizantes minerales, sino también mejorar la fertilidad de los suelos, y así remediar los suelos afectados por fertilizantes nitrogenados; mediante el aumento de nitrógeno total y materia orgánica incrementan significativamente el rendimiento de cultivos comerciales como el arroz, maíz, trigo y otros, por más que no se trata del mismo cultivo se pudo demostrar su impacto positivo y afianzando con nuestros resultados del impacto que brinda la implementación de *Crotalaria Juncea* L.

- Por otro lado (Castro, et al., 2018, pág. 7) en el ecosistema del piedemonte llanero y altillanura colombiana, se realizó la caracterización de un grupo de leguminosas con potencial para ser usadas como abono verde en diferentes tipos de suelos. Los resultados indicaron que, *Crotalaria retusa*, *C. juncea* y *C. striata* tuvieron buen comportamiento en suelos de vega (inceptisoles), donde aportaron entre 41 y 252 kg N/ha. En suelos de sabana (oxisoles) se destacaron *Canavalia ensiformis*, *Vigna unguiculata* y *Crotalaria spectabilis*, con aportes de nitrógeno entre 31 y 326 kg N/ha.

A diferencia de nuestra investigación, tomaron varios grupos de leguminosas obteniendo resultados óptimos en nitrógeno total, ya que fue el único parámetro que fue tomado en cuenta, pero que ratifica esta investigación sobre el aporte significativo de nitrógeno impactando en los cultivos agrícolas.

## VI. CONCLUSIONES

- La implementación de *Crotalaria Juncea* L. para la fijación de nitrógeno impacta de una manera significativa en la recuperación de suelos, por el uso de fertilizantes, Ica – 2021. Al analizar los parámetros como nitrógeno total y materia orgánica realizados al suelo, se observa dicha mejora contribuyendo así al uso de tecnologías limpias en beneficio de este recurso y de las generaciones futuras.
- Se determinó que los análisis de nitrógeno total y materia orgánica en los suelos en la primera toma de muestra resultaron ser de un nivel bajo, la cual no ayuda para la productividad del cultivo, eso debido al exceso de uso de fertilizantes.
- Se concluye al contrastar resultados de los análisis tomados, que luego de 06 meses de haber implementado la *Crotalaria Juncea* L. los niveles de nitrógeno total y materia orgánica, incrementaron significativamente en un porcentaje de 33.73% y 0.65% respectivamente, muy aparte de una mejora leve de otros parámetros los cuales en conjunto mejora la productividad del suelo.

## VII. RECOMENDACIONES

- Se recomienda para futuras investigaciones tomar en cuenta del impacto ambiental que causa los fertilizantes nitrogenados a la napa freática, ya que, al momento de realizar el riego al campo de cultivo, los fertilizantes que no son absorbidos se llegan a infiltrar al cuerpo de agua, la cual conlleva una gran problemática socio-medio ambiental con daños significativos.
- Se recomienda tener en cuenta factores ambientales, como factor ecológico, factor abiótico y biótico, temperatura ambiental, estructura de suelo y luz solar, que influyen directamente en el correcto desarrollo de la *Crotalaria Juncea* L.
- Es recomendable realizar un estudio detallado respecto al impacto económico que conlleva la implementación de la *Crotalaria Juncea* L. hacia las agroindustrias y la población.
- Es recomendable promover y dar a conocer a las empresas agroindustriales, este tipo de implementación fertilizante ecológico ya que brindamos más allá de un beneficio productivo, brindamos una mejora al ambiente de forma muy significativa.

## BIBLIOGRAFÍA

- **AMARO, Gabriel. 2019.** Ica, cuna del agro costeño. ICA : AGENCIA AGRARIA DE NOTICIAS, 2019.
- **AMBROSANO Y EDMILSON, José. 2011.** Labeled nitrogen from green manure and ammonium sulfate utilization by the sugarcane ratoon. 3, Piracicaba : s.n., 2011, Vol. 68.
- **ANDRADES, Marisol Y MARTINEZ, Elena. 2014.** Servicio de aplicaciones. Universidad de la Rioja : Logroño, 2014.
- **ALMEIDA, Santos Y LILIA, Esther. 2019.** Cultivo e incorporación de Crotalaria Juncea L. en un suelo cañero de la Chontalpa, Tabasco, México. 7, s.l. : AGROPRODUCTIVIDAD, 2019, Vol. 12.
- **ALBERTO, Domingo. 2016.** Técnica de toma y remisión de muestras de suelos. 2016.
- **ARAGONÉS, Andradás. 2016.** Diseño y análisis de un estudio de factores etiológicos. 2016.
- **CARLESSI, Hugo, SANCHEZ, ROMER, Carlos, REYES Y SÁENZ, Katia. 2018.** Manual de terminos en investigación científica, tecnologías y humanísticas. Lima : s.n., 2018.
- **CASTILLO, Daniel Y IBARRA. 2016.** Distribución espacial del Ph de los suelos agrícolas de zapopan, Jalisco Mexico. Jalisco, Mexico : s.n., 2016.
- **CASTILLO, Bessy. 2020.** Contaminación por plaguicidas agrícolas en los campos de cultivos de cañete. 10, Cañete : s.n., 26 de marzo de 2020, REVISTA ESPACIOS, Vol. 41, pág. 11.
- **EURONEWS. 2017.** Agricultura Irresponsable en España - Valencia. Valencia : s.n.
- **LOPERA, Inma. 2017.** Crotalaria juncea, un nuevo cultivo con doble aptitud. Sevilla : s.n., 2017.
- **FACIL, Geotecnia. 2018.** Calicatas geotécnicas: Uso, muestreo y ventajas e inconvenientes. Calicatas geotécnicas: Uso, muestreo y ventajas e inconvenientes. [En línea] 2018.

- **FILHO, Colozzi. 2014.** Biodiversidad del suelo. s.l., s.n., 2014.
- **G.M., Martin y RIVERA. 2001.** Mineralización del nitrógeno incorporado con los abonos verdes y su participación en la nutrición de cultivos de importancia económica. Cultivos Trop. 22(3):89-96. 2001.
- **GALÁN, Enrique. 2011.** Metodos rapidos de analisis de suelos. Madrid : s.n., 2011.
- **GARZA. 2011.** Desarrollo de habilidades para el aprendizaje. s.n., s.l., 2011.
- **GEBREMEDHIN, K. 2015.** Abonos Organicos. s.n, s.l., 2015.
- **HARI, P. Y KULMALA, L. 2008.** Boreal forest and climate change. Springer, Berlin, GER. Berlin : Springer, 2008.
- **HERNÁNDEZ. 2010.** Diseñor transversal. s.n., s.l. 2010.
- **LOLI, Oscar. 2012.** Analisis de suelos y fertilizacion en el cultivo del cafe. Lima : s.n., 2012.
- **LOPEZ, Pedro Luis. 2015.** Población Muestra Y Muestreo. s.n, s.l., 2015.
- **GARCÍA, Margarita. 2000.** Los abonos verdes: Una alternativa para la economía del nitrógeno en el cultivo de la papa. I. Estudio comparativo de diferentes especies. s.n., s.l., 2000, Vol. 21.
- **Martín-Alonso, Gloria M. & Rivera-Espinosa, R. 2015.** Influencia de la inoculación micorrízica en los abonos verdes. s.n., s.l., 2015.
- **RODRÍGUEZ, Milena. 2018.** Diseño De Investigación De Corte Transversal. s.n., s.l., 2018.
- **MURAOKA, T. 2002.** Eficiencia de abonos verdes (crotalaria y mucuna) y urea, aplicados solos o juntamente, como fuentes de n para el cultivo de arroz. s.n., s.l., 2002.
- **MURO, E. 2013.** Fertilizantes. s.n., s.l., 2013.
- **ONGLEY, E.D. 2011.** Lucha Contra la Contaminación Agrícola de los Recursos Hídricos. Canada : s.n., 2011.
- **PAUCAR, Lina. 2015.** Producción y evaluación de la calidad del biogas y biol en un biodigestor usando estiércol de codorniz de la granja V.A. Velebit S.A.C. Ubicada en el Distrito de Lurigancho-Chosica. s.n., 2015.

- **PEOPLES, M.B. 1995-2014.** Biological nitrogen fixation: An efficient source of nitrogen for sustainable agricultural production? s.n., s.l., 1995-2014.
- **PEREZ, Juan. 2016.** Problemas por uso de fertilizantes. Ica : s.n., 2016.
- **QuestionPRO. 2012.** Tipos de muestreo para investigaciones sociales. Tipos de muestreo para investigaciones sociales. [En línea] QuestionPRO, 2012.
- **RAMOS, David 2014.** Abono Organico. Cuba : s.n., 2014.
- **COTRINA, Robert. 2016.** Robert Cotrina. Cuzco : s.n., 2016.
- **RODAS, Juan. 2017.** Contaminacion de los suelos agricolas por agroquimicos. Cuencua : s.n., 2017.
- **ANDINO, Roger. 2015.** Biodigestor: Una Alternativa de Innovación Socio – Económica. Nicaragua : s.n., 2015.
- **ROJAS PEÑA, Isais. 2015.** Bases Nitrogenadas. s.n., s.l., 2015.
- **ROJAS, Cairampoma. 2015.** Tipos de Investigación científica: Una simplificación de la. Malaga - España : s.n., 2015.
- **RUIZ, Jose O. 2020.** Suelos. s.n., s.l., 2020.
- **SAMPIERI Y HERNANDEZ, Roberto. 2010.** Metodologia de la Investigacion. 2010.
- **SCHLESINGER, W.H. 2009.** On the fate of anthropogenic nitrogen. s.l. : Proc. Natl. Acad. Sci., 2009.
- **SMITH, M.S., FRYE, W. Y VARCO, J. 1987.** Legume winter cover crops. In: B.A. Stewart, editor, Advances in soil science. Springer, USA. p. 95-139. USA : Advances in soil science. Springer, 1987.
- **SMOLANDER, A., ADMCZYK, KANERVA B. Y KITUNEN, V. 2012.** Nitrogen transformations in boreal forest soils does composition of plant secondary compounds give any explanations? s.n., s.l., 2012.
- **VALMI, Sousa. 2016.** Revisión de diseños de investigación resaltantes. s.n., s.l., 2016.
- **VARNERO, M. 2015.** Humus. s.n., s.l., 2015.
- **WIGODSKI, Jacqueline. 2017.** Metodología de la Investigación. s.n., s.l., 2017.
- **YUNCONG, Li, QINGREN, Wang, WALDEMAR, Klassen, HANLON, Edward A. Jr. 2012.** Crotalaria juncea L. s.n., s.l., 2012.

# ANEXOS

## MATRIZ DE CONSISTENCIA

TITULO: "IMPLEMENTACIÓN DE *Crotalaria Juncea* L. PARA LA FIJACIÓN DE NITRÓGENO EN LA RECUPERACIÓN DE SUELOS POR EL USO DE FERTILIZANTES, ICA - 2021"

METODO: CIENTIFICO EXPERIMENTAL (EXPERIMENTACION) DISEÑO: PRE – EXPERIMENTAL

APELLIDOS Y NOMBRES: CARDENAS RAMIREZ, Miguel Angel  
MENDOZA GALVES, Francis Jordano

| PROBLEMAS                                      |  | OBJETIVOS                                      |   | VARIABLES   | DIMENSIONES – INDICADORES INDICES  |
|--|--|--|---|---|--|
| P<br>R<br>I<br>N<br>C<br>I<br>P<br>A<br>L      | ¿Cómo la implementación de <i>Crotalaria Juncea</i> L. para la fijación de nitrógeno impacta en la recuperación de suelos, por el uso de fertilizantes, Ica – 2021?          | G<br>E<br>N<br>E<br>R<br>A<br>L                | Determinar que la implementación de <i>Crotalaria Juncea</i> L. para la fijación de nitrógeno impacta en la recuperación de suelos, por el uso de fertilizantes, Ica – 2021 | X:<br><u>Variable Independiente</u>                             | DIMENSION: Niveles de fijación de nitrógeno.<br><br>INDICADORES<br>I1: Incremento de materia orgánica.<br>I2: Compensación de nitrógeno orgánico.<br>I3: Protección del suelo. |
|  | ¿De qué manera los análisis de nitrógeno total y materia orgánica impacta en los suelos por el uso de fertilizantes, Ica – 2021?   |  | Determinar los análisis de nitrógeno total y materia orgánica en los suelos, por el uso de fertilizantes, Ica – 2021  |   |  |
| E<br>S<br>P<br>E<br>C<br>I<br>F<br>I<br>C<br>O | ¿En qué forma la implementación de <i>Crotalaria Juncea</i> L. para la fijación de nitrógeno impacta en la productividad de suelos, por el uso de fertilizantes, Ica – 2021? | E<br>S<br>P<br>E<br>C<br>I<br>F<br>I<br>C<br>O | Analizar que la implementación de <i>Crotalaria Juncea</i> L. para la fijación de nitrógeno impacta en la productividad de suelos, por el uso de fertilizantes, Ica – 2021  | Y:<br><u>Variable Dependiente</u><br><br>Recuperación de suelos | DIMENSION: Productividad del suelo<br>I1: Disminución de flora microbiana.<br>I2: Menor presencia de nutrientes.<br>I3: Degradación del suelo.                                 |
|  |  |  |   |   |  |

## TABLA DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

| VARIABLE                                      | DEFINICIÓN CONCEPTUAL   | DIMENSIONES                      | INDICADORES   |
|---|---|----------------------------------|---|
| Implementación de <i>Crotalaria Juncea</i> L. | La implementación de la <i>Crotalaria Juncea</i> L. proporcionan servicios benéficos para el agrosistema, proporcionando la protección del suelo, la erosión y la fijación de nitrógeno del ambiente.               | Niveles de fijación de nitrógeno | <b>I1:</b> Incremento de materia orgánica<br><b>I2:</b> Compensación de nitrógeno orgánico.<br><b>I3:</b> Protección del suelo. |
| Recuperación de suelos                        | Los suelos afectados se realiza de muchas formas, una de ellas se da forma antropológica, en este caso la investigación trata suelos afectados por uso excesivo de fertilizantes nitrogenados en tierras agrícolas. | Productividad del suelo          | <b>I1:</b> Disminución de la flora microbiana.<br><b>I2:</b> Menor presencia de nutrientes.<br><b>I3:</b> Degradación del suelo |

# RESULTADOS PRE-ANÁLISIS



## INFORME DE ENSAYO - SUELO

|                    |                                    |                  |  |                  |            |
|--------------------|------------------------------------|------------------|--|------------------|------------|
| Nº de Referencia:  | <b>5-20/028917</b>                 | Registrada en:   | AGQ Perú   |                  |            |
| Análisis:          | S-PR-0012                          | Centro Análisis: | AGQ International  |                  |            |
| Tipo Muestra:      | SUELO AGRICOLA                     | Fecha/Hora:      | 13/08/2020   | Fecha Recepción: | 15/08/2020 |
| Lugar de Muestreo: | FUNDO SAN HILARION                 | Muestreo:        |  | Fecha Fin:       | 27/08/2020 |
| Punto de Muestreo: | LOTE 1                             | Fecha inicio:    | 22/08/2020   | Contrato:        | PE20-3539  |
| Muestreado por:    | Cliente (*)                        | Cliente 3º(*):   | ---  |                  |            |
| Descripción(*):    | LOTE 1                             | Domicilio (*):   | NRO. S/N FND. SAN HILARION (ALTURA CARRETERA PANAMERICANA SUR KM 325) ICA ICA SANTIAGO |                  |            |
| Cliente(*):        | COMPLEJO AGRO INDUSTRIAL BETA S.A. |                  |  |                  |            |

### FERTILIDAD FÍSICA

|                |         |
|----------------|---------|
| Clase Textural | Arenosa |
| Arcilla        | 1,03%   |
| Limo           | 3,13%   |
| Arena          | 95,8%   |
| Arena Fina     | 95,0%   |
| Arena Gruesa   | 0,84%   |

### FERTILIDAD

| Parámetro                 | Resultado | Unidades            | Muy Bajo | Bajo | Normal | Alto | Muy Alto | Método               | PNT     |
|---------------------------|-----------|---------------------|----------|------|--------|------|----------|----------------------|---------|
| Materia Orgánica          | 1,22      | %                   | 1,20     |      | 2,08   |      |          | Combustión           | PE-2129 |
| Nitrógeno Total           | 1 011     | mg/kg               | 1 000    |      | 1 500  |      |          |                      | PEC-034 |
| Fósforo Disponible Olsen  | 89,9      | mg/kg               | 20,0     |      | 40,0   |      |          | Olsen                | PE-2125 |
| Caliza Activa             | 0,754     | % CaCO <sub>3</sub> | 1,50     |      | 4,00   |      |          | Oxalato Amonico 0.2N | PEC-014 |
| Calcio Disponible         | 10,01     | meq/100 g           | 8,00     |      | 14,0   |      |          | Ac NH <sub>4</sub>   | PEC-009 |
| Magnesio Disponible       | 2,98      | meq/100 g           | 1,90     |      | 2,50   |      |          | Ac NH <sub>4</sub>   | PEC-009 |
| Potasio Disponible        | 1,30      | meq/100 g           | 0,90     |      | 0,80   |      |          | Ac NH <sub>4</sub>   | PEC-009 |
| Sodio Disponible          | 0,79      | meq/100 g           | 0,25     |      | 0,75   |      |          | Ac NH <sub>4</sub>   | PEC-009 |
| Cond. Eléctrica (Ext 1/1) | 827       | µS/ cm a 20° C      |          |      |        |      |          |                      | PE-2128 |
| pH (Extracto 1/1)         | 7,16      | Unidades de pH      |          |      |        |      |          |                      | PE-2128 |
| Suma de Bases Disponibles | 15,2      | meq/100 g           |          |      |        |      |          |                      | PEC-020 |

### RELACIONES CATIONICAS

#### % Cationes Disponibles

● K D(100%/57%) ● Na D(0%/43%)



#### NOTA

Nota: L.C.: Límite de Cuantificación. SP: solo parental. Los Resultados de este informe solo afectan a la muestra tal como es recibida en el laboratorio. Queda prohibida la reproducción parcial de este informe sin la aprobación por escrito del laboratorio. Puede solicitar las incertidumbres, cuando estas no aparezcan en el informe. El cliente proporciona todos los datos asociados a la Toma de Muestras, cuando esta ha sido realizada por él. N/L: N Legislado.

#### OBSERVACIONES (\*):

FECHA EMISIÓN: 27/07/2020

Angel Simon Salgado Peral

# RESULTADOS POST-ANÁLISIS



## INFORME DE ENSAYO - SUELO

|                    |                                    |                  |  |
|--------------------|------------------------------------|------------------|--|
| Nº de Referencia:  | <b>S-21/008835</b>                 | Registrada en:   | AGQ Perú   |
| Análisis:          | S-PR-0009                          | Centro Análisis: | AGQ International  |
| Tipo Muestra:      | SUELO AGRICOLA                     | Fecha/Hora:      | 16/02/2021   |
| Lugar de Muestreo: | FUNDO SAN HILARION                 | Muestreo:        | 25/02/2021   |
| Punto de Muestreo: | LOTE 1                             | Fecha Inicio:    | 25/02/2021   |
| Muestreado por:    | Cliente (*)                        | Fecha Recepción: | 18/02/2021   |
| Descripción(*):    | LOTE 1                             | Fecha Fin:       | 30/02/2021   |
| Cliente(*):        | COMPLEJO AGRO INDUSTRIAL BETA S.A. | Contrato:        | PE21-1027  |
|                    |                                    | Cliente 3º(*):   | ---  |
|                    |                                    | Domicilio (*):   | NRO. S/N FND. SAN HILARION (ALTURA CARRETERA PANAMERICANA SUR KM 325) ICA ICA SANTIAGO |

### FERTILIDAD FÍSICA

|                |         |
|----------------|---------|
| Clase Textural | Arenosa |
| Arcilla        | 1,03%   |
| Limo           | 3,13%   |
| Arena          | 95,8%   |
| Arena Fina     | 95,0%   |
| Arena Gruesa   | 0,84%   |

### FERTILIDAD

| Parámetro                 | Resultado | Unidades       | Muy Bajo | Bajo | Normal | Alto  | Muy Alto | Método               | PNT     |
|---------------------------|-----------|----------------|----------|------|--------|-------|----------|----------------------|---------|
| Materia Orgánica          | 1,87      | %              | 1,20     |      |        | 2,00  |          | Combustión           | PE-2129 |
| Nitrógeno Total           | 1 352     | mg/kg          | 1 000    |      |        | 1 500 |          |                      | PEC-034 |
| Fósforo Disponible Olsen  | 90,1      | mg/kg          | 20,0     |      |        | 40,0  |          | Olsen                | PE-2125 |
| Caliza Activa             | 0,754     | % CaCO3        | 1,50     |      |        | 4,00  |          | Oxalato Amonico 0.2N | PEC-014 |
| Calcio Disponible         | 11,01     | meq/100 g      | 8,00     |      |        | 14,0  |          | Ac Nh4               | PEC-009 |
| Magnesio Disponible       | 3,01      | meq/100 g      | 1,90     |      |        | 2,50  |          | Ac Nh4               | PEC-009 |
| Potasio Disponible        | 1,40      | meq/100 g      | 0,90     |      |        | 0,80  |          | Ac Nh4               | PEC-009 |
| Sodio Disponible          | 0,79      | meq/100 g      | 0,25     |      |        | 0,75  |          | Ac NH4               | PEC-009 |
| Cond. Eléctrica (Ext 1/1) | 827       | µS/cm a 20° C  |          |      |        |       |          |                      | PE-2128 |
| pH (Extracto 1/1)         | 7,01      | Unidades de pH |          |      |        |       |          |                      | PE-2128 |
| Suma de Bases Disponibles | 16,3      | meq/100 g      |          |      |        |       |          |                      | PEC-020 |

### RELACIONES CATIONICAS

#### % Cationes Disponibles

● K D(100%/57%) ● Na D(0%/43%)



#### NOTA

Nota: L.C.: Límite de Cuantificación. SP: solo parental. Los Resultados de este informe solo afectan a la muestra tal como es recibida en el laboratorio. Queda prohibida la reproducción parcial de este informe sin la aprobación por escrito del laboratorio. Puede solicitar las incertidumbres, cuando estas no aparezcan en el informe. El cliente proporciona todos los datos asociados a la Toma de Muestras, cuando esta ha sido realizada por él. N/L: N Legislado.

#### OBSERVACIONES (\*):

FECHA EMISIÓN: 27/07/2020

Angel Simon Salgado Peral

AGQ INTERNACIONAL

Avd. La Palmera 41220 Sevilla, Sevilla, España

T: (+34) 902 931 934

F: (+34) 955 738 912

agq@agq.com.es

agqlabs.com

1/1