UNIVERSIDAD NACIONAL

“SANTIAGO ANTUNEZ DE MAYOLO”

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMIA

“CARACTERIZACION DEL ESTADO NUTRICIONAL DE LOS SUELOS DEL DISTRITO DE SANTA CRUZ PROVINCIA DE HUAYLAS –REGION ANCASH DE LA CUENCA DEL SANTA MEDIANTE EL METODO DE EXCLUSION”

TESIS:

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO AGRÓNOMO

PRESENTADO POR:

BACH. COTOS GUZMAN FRANK ALBERT

PATROCINADOR: ING. Mag. MENDOZA VILCAHUAMAN HUGO

HUARAZ-PERU

2018

DEDICATORIA

Este trabajo lo dedico a mis padres Javier Cotos Vera y Tula Guzmán de Cotos por el apoyo incondicional, a Guissete Leonardo por su persistencia.

AGRADECIMIENTO

El agradecimiento sincero al Ing. Guillermo Castillo Romero por su tiempo y dedicación desde el inicio hasta culminar la presente investigación. Al Ing. Mag. Mendoza Vilcahuaman Hugo por los consejos brindados y la asesoría brindada durante la investigación.

.

LISTA DE CONTENIDOS

Pág.

PORTADA..... I

ACTA DE CONFORMIDAD DE TESIS.....II

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS..... III

DEDICATORIA..... IV

AGRADECIMIENTO..... V

LISTA DE CONTENIDOS..... VI

ÍNDICE GENERAL..... VI

ÍNDICE DE GRÁFICOS..... XI

ÍNDICE DE ANEXOS.....XII

RESUMEN.....

INDICE

DEDICATORIA 2

AGRADECIMIENTO 2

LISTA DE CONTENIDOS 3

INDICE 4

ÍNDICE DE CUADROS 8

ÍNDICE DE GRÁFICOS 9

ÍNDICE DE ANEXOS 10

RESUMEN 1

I. INTRODUCCIÓN 2

1.1. PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO. 4

1.2. FORMULACION DEL PROBLEMA 5

1.3. JUSTIFICACION DEL ESTUDIO 6

1.4. OBJETIVOS 7

1.4.1 OBJETIVO GENERAL 7

1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS: 7

II. MARCO TEORICO CONCEPTUAL 8

2.1 REVISIÓN DE LITERATURA 8

2.3 INVESTIGACIONES RELACIONADAS CON EL ESTUDIO 11

2.2 BASES TEORICAS 13

III. SISTEMA DE HIPOTESIS 46

3.1 HIPOTESIS ESPECÍFICO 46

3.2 HIPOTESIS OPERACIONAL. 46

3.3 HIPOTESIS ESTADISTICO 46

3.3.1 Hipótesis nula: 46

3.3.2 Hipótesis alternante:..... 46

3.4 RELACION ENTRE VARIABLES..... 46

3.4.1 Variables Independientes:..... 46

3.4.2 Variables dependientes: 46

IV. MATERIALES Y METODOS 47

4.1 UBICACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACION 47

4.1.1 UBICACIÓN DEL EXPERIMENTO 47

4.1.2 UBICACIÓN GEOGRÁFICA: 48

4.1.3 DURACIÓN DEL EXPERIMENTO 48

4.1.4 CARACTERÍSTICAS DEL EXPERIMENTO 48

4.2 MATERIALES..... 49

4.3.1 INVERNADERO..... 49

4.2.2 MATERIALES 49

4.2.3 HERRAMIENTAS Y EQUIPOS 49

4.2.4 INSUMOS..... 50

4.2.5 REACTIVOS 50

4.2.6 MATERIALES DE ESCRITORIO 51

4.3 METODOLOGIA DEL ESTUDIO 51

4.3.1 TIPO DE INVESTIGACION 51

4.3.2 TRATAMIENTO..... 52

4.3.3 DISPOSICIÓN EXPERIMENTAL 53

4.3.4 CARACTERÍSTICAS DEL EXPERIMENTO 54

4.3.5 DISEÑO DE INVESTIGACION 54

4.3.6 UNIVERSO OPOBLACION..... 54

4.3.7 MUESTRA 55

4.4 PROCEDIMIENTODELANALISISQUÍMICO DE SUELOS 55

4.4.1 ETAPAPRELIMINAR 55

4.4.2 ETAPA DE CAMPO 55

4.4.3 FASEDE LABORATORIO..... 56

4.4.4 ETAPA DEGABINETE..... 56

4.4.5 ANÁLISISDE FERTILIDAD DEL SUELO..... 56

4.5.1 NIVELESDE LOSNUTRIENTES 57

4.5.2 PREPARACIÓN DEL MATERIAL 58

4.5.3 INSTALACIÓN Y CONDUCCIÓN Y EVALUACION DE LA INVESTIGACION 59

4.6 TECNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCION DE DATOS. 60

4.7 PROCEDIMIENTO DE RECOLECCION DE DATOS 60

4.7.1 VARIABLES A EVALUAR 60

4.8 METODOLOGÍA EVALUACIÓN 60

4.8.1 FERTILIDAD ACTUAL DE LOS SUELOS DEL LOS DISTRITO DE SANTA PROVINCIA DE HUAYLAS. 60

4.8.2 RENDIMIENTO DE MATERIA SECA (g) 60

4.9 PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN 61

4.9.1 DISEÑO EXPERIMENTAL 61

4.9.2 ESQUEMA DEL ANÁLISIS DE VARIANZA 62

4.9.3 PLANTEAMIENTO DE LA HIPÓTESIS 63

4.9.4. EVALUACION DE LA FERTILIDAD DEL SUELO, METODO DE CATE Y NELSON..64

V. RESULTADOS Y DISCUSIONES 67

5.1 UBICACIÓN DE LOS SECTORES 67

5.1.1 DESCRIPCIÓN GENERAL DE LOS SUELOS 69

5.2 DISCUSIÓN DE LOS PARÁMETROS EVALUADOS 70

5.2.1 ANÁLISIS DE FERTILIDAD DE SUELO DE LAS CALICATAS EN LOS 9 SECTORES 70

5.2.2 INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS DEL ANALISIS DE FERTILIDAD EN SUELOS DE LOS 3 SECTORES 71

5.2.3. ALTURA DE LA PLANTA DE TOMATE (*Licopersicum sculentum*), Var. Rio Grande 78

5.2.4 RENDIMIENTO DE MATERIA SECA 79

5.2.5NIVELES CRITICOS DEL ANALISIS DE LOS SUELOS…….84

VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 88

6.1 CONCLUSIONES 88

6.2 RECOMENDACIONES 89

VII. BIBLIOGRAFÍA 90

VIII. ANEXOS..... 93

ÍNDICE DE CUADROS

Pág.

CUADRO N° 01: Elementos esenciales y formas asimilables en el suelo……14

CUADRO N° 02: Rangos de materia orgánica y nitrógeno total del suelo……15

CUADRO N° 03: Relación de antagonismo y sinergismo entre los elementos…….19

CUADRO N° 04: Descripción de los tratamientos……23

CUADRO N° 05: Randomización del factor A (tratamiento) por el factor B (suelo)...23

CUADRO N° 06: Niveles de nutrientes del factor A (tratamiento……26

CUADRO N° 07: Análisis de varianza (ANVA)……...29

CUADRO N° 08: Áreas de suelos por sectores…….32

CUADRO N° 09: Resultados de los análisis de las calicatas para la evaluación de la fertilidad de los suelos del distrito de Santa Cruz, de la provincia de Huaylas de la Región Ancash….…….33

CUADRO N° 10: Análisis de variancia del rendimiento de materia seca……..39

CUADRO N° 11: Análisis de variancia de la interacción tratamiento por suelo……...40

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Pág.

GRÁFICO N°01: Sectores pertenecientes a los distritos del distrito de Santa Cruz, de la provincia de Huaylas de la Región Ancash …….……..31

GRAFICO N°02: Promedio de rendimiento de materia seca en gramos por tratamientos en los suelos delo distrito de Santa Cruz, de la provincia de Huaylas de la Región Ancash.…….……..42

GRAFICO N°03: Promedio de rendimiento de materia seca en gramos en los suelos de los distrito de Santa Cruz, de la provincia de Huaylas de la Región Ancash…….……...43

GRAFICO N°04: Nivel crítico de materia orgánica……..44

GRAFICO N°05: Nivel crítico de fosforo…….44

GRAFICO N°06: Nivel crítico de potasio…….44

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 01: Niveles para la interpretación de M.O., Nt., P y K.

ANEXO 02: Resultados del análisis de fertilidad

ANEXO 03: Rendimiento promedio de materia seca del tomate en los 9 tratamientos y de los 9 suelos de los distritos de Santa Cruz, de la provincia de Huaylas de la Región Ancash.

ANEXO 04: Rendimiento relativo (%) promedio de materia seca del tomate en los 9 tratamientos y de los 9 suelos de los distrito de Santa Cruz, de la provincia de Huaylas de la Región Ancash.

ANEXO 05: Datos del análisis del ANVA de rendimiento de materia seca

ANEXO 06: Panel fotográfico

FOTO 01: Recolección de muestras de suelo agrícola.
FOTO 02: Llenado de bolsas con el suelo agrícola.
FOTO 03: Instalación del experimento.
FOTO 04: Primera aplicación de reactivos (tratamientos).
FOTO 05: Emergencia de la planta indicadora tomate.
FOTO 06: Deshierbo de las bolsas.
FOTO 07: Segunda aplicación de reactivos (tratamientos).
FOTO 08: Evaluación en campo.
FOTO 09: Corte y empaque de las plantas.
FOTO 10: Evaluación de materia seca en el laboratorio.

RESUMEN

La presente Investigación tiene por objetivo, evaluar la fertilidad biológica de los suelos agrícolas del distrito de Santa Cruz, perteneciente a la Provincia de Huaylas, Departamento de Ancash en la Cuenca del Rio Santa. La metodología desarrollada fue la recolección de muestras de suelos de tres sectores por cada altitud para el análisis de fertilidad, se realizó el análisis del método del elemento faltante se tomaron medidas de, la altura de planta, el rendimiento seca en plantas de tomate. (*Licopersicum sculentum*).Var.Rio Grande. Como indicadoras. La investigación es experimental y aplicada, en el que los resultados buscan especificar propiedades, y niveles de fertilidad. El diseño empleado fue el DCA en arreglo Factorial, con el factor principal A (tratamiento), B (suelos) y la Interacción AxB. Con 9 tratamientos, 9 suelos y 3 repeticiones. Referido al ANVA elaborado, resultó que hay alta significancia estadística a un nivel de 0.01 para el factor A (tratamientos), el factor B (suelos) y la interacción AxB, donde se puede afirmar que el rendimiento de los suelos en promedio de los 9 tratamientos es diferente entre ellos. Se hizo el análisis de varianza de dicha interacción, encontrándose que en todos los tratamientos las respuestas de los suelos han sido diferentes con alta significancia. Donde la altura promedio de planta alcanzó un promedio de 67.76 cm, con un C.V de 2.42%. El rendimiento promedio de materia seca alcanzó un promedio de 0.601g, con un C.V de 0.24 %. De acuerdo al orden de méritos, el suelo de rendimiento promedio de altura de planta más baja fue el 4 (zona media) y el mejor suelo fue el 9 (zona baja), seguido del 8 (zona baja), 1(zona alta), 2 (zona alta), 3 (zona alta), 5 ((zona media),), 7 (zona media), 6 (zona media). La investigación efectuada se realizó el análisis de la fertilidad y se identificó: el sector Santa Cruz, fue de textura areno franco, pH es nivel 5.59% bajo de materia orgánica 2.21%, el nitrógeno total bajo de 0.081%, nivel medio de fósforo con 15 ppm, al igual que el de potasio con 110 ppm. Se concluye que los elementos nutritivos deficientes, en promedio según el rendimiento de la producción de materia seca son el Nitrógeno, Fósforo y el Azufre.

Palabras clave: suelo, fertilidad, factor, interacción, rendimiento, deficiente.

ABSTRAC

The objective of this research is to evaluate the biological fertility of the agricultural soils of the district of Santa Cruz, belonging to the Province of Huaylas, Department of Ancash in the Santa River Basin. The methodology developed was the collection of soil samples of three sectors for each altitude for the analysis of fertility, the analysis of the missing element method was made, measures of plant height, dry yield in tomato plants. (Licopersicum sculentum) .Var.Rio Grande. As indicators. The research is experimental and applied, in which the results seek to specify properties, and fertility levels. The design used was the DCA in Factorial arrangement, with the main factor A (treatment), B (soils) and the Interaction AxB. With 9 treatments, 9 floors and 3 repetitions. Regarding the elaborated ANVA, it turned out that there is high statistical significance at a level of 0.01 for the factor A (treatments), the factor B (soils) and the interaction AxB, where it can be said that the yield of the soils on average of the 9 treatments is different between them. The analysis of variance of this interaction was made, finding that in all the treatments the responses of the soils have been different with high significance. Where the average plant height reached an average of 67.76 cm, with a C.V of 2.42%. The average yield of dry matter reached an average of 0.601g, with a C.V of 0.24%. According to the order of merit, the lowest yield floor average floor was 4 (middle area) and the best floor was 9 (low area), followed by 8 (low area), 1 (upper area) , 2 (upper zone), 3 (upper zone), 5 ((middle zone),), 7 (middle zone), 6 (middle zone). The investigation carried out was carried out the analysis of the fertility and it was identified: the sector Santa Cruz, was of sandy loam texture, pH is 5.59% low level of organic matter 2.21%, the low total nitrogen of 0.081%, average level of phosphorus with 15 ppm, as well as potassium with 110 ppm. It is concluded that the deficient nutritive elements, on average according to the yield of dry matter production, are Nitrogen, Phosphorus and Sulfur.

Keys word: soil, fertility, factor, interaction, performance, deficient.

I. INTRODUCCIÓN

INTRODUCCION

(Fairhurst y Witt, 2002) dice que el elemento faltante es una metodología que busca proporcionar nutrientes en las planta, cómo y cuándo necesita. Esta metodología permite ajustar dinámicamente el uso de fertilizantes químicos para, llenar efectivamente el déficit que ocurre entre la necesidad total de nutrientes para obtener rendimientos altos y el aporte de nutrientes provenientes de las fuentes nativas del suelo, este déficit debe ser compensando con la aplicación de fertilizantes químicos. De esta forma se busca aplicar los nutrientes en dosis óptimas y al momento adecuado para obtener altos rendimientos y eficiencia en uso de los nutrientes para los cultivos, buscando cosechar la mayor cantidad de frutos por unidad de fertilizante químico aplicado.

El problema fundamental de la degradación de los suelos están ligadas a muchos factores tales como malas prácticas en el manejo del suelo, la eliminación de la vegetación natural en terrenos de excesiva pendiente, el monocultivo, el laboreo en el sentido de la máxima pendiente, la quema de residuos de cosechas, sobrepastoreo, la tala indiscriminada del bosque, son prácticas que por desconocimiento, ayudan a incrementar la erosión.

El uso inadecuado de los fertilizantes químicos con el paso del tiempo se a convertido en uno de los problemas de la sociedad así mismo como el uso irracional de estos mismos y sus efectos negativos, que con el tiempo provocan en el suelo, haciéndolo cada vez mas infértil es decir que cada que hay aplicación de estos fertilizantes químicos, provocan un alto gasto económico en la compra de estos.

Los análisis de suelos es una de las primeras acciones que debe realizarse en todo programa de inversión en la agricultura para determinar la fertilización y/o abonamiento ya que cada predio representa un problema particular.

El Perú, concretamente la provincia de Huaylas, se encuentra frente al problema de los bajos rendimientos de producción, en forma prioritaria debido al mal manejo de tierras

de cultivo como: el sobrepastoreo, el abuso de uso de fertilizantes inorgánicos, a la inexistente rotación de cultivos, etc.

Gran parte de la solución de la pobreza en el ámbito rural, está ligado al adecuado manejo de la fertilidad de los suelos para obtener mejores rendimientos.

El presente estudio trata de determinar la fertilidad de los suelos de los distritos de Santa Cruz, de la provincia de Huaylas de la Región Ancash, para lo cual fue necesario realizar estudios que permitan establecer el grado de fertilidad actual y las posibles carencias que presentan estos suelos. Como uno de los indicadores del estado de fertilidad del suelo se eligió al tomate, por ser un cultivo indicador más efectivo para la realización de este análisis.

Muchos son los factores que influyen sobre el rendimiento que se obtienen de las cosechas, entre ellos se puede citar el agua, el clima, el cultivo, el suelo, el manejo, etc. El aumento de los rendimientos solo se alcanza cuando la provisión de nutrientes a las plantas es adecuada, esta provisión se hace mediante el empleo de fertilizantes en forma racional y oportuna y la contaminación del medio ambiente por el uso inadecuado e indiscriminado de los fertilizantes.

Los análisis de suelos es una de las primeras acciones que debe realizarse en todo programa de inversión en la agricultura para determinar la fertilización y/o abonamiento ya que cada predio representa un problema particular.

1.1. PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO.

Muchos son los factores que influyen sobre el rendimiento que se obtiene de las cosechas, entre ellos podemos citar el clima, el cultivo, el suelo, el manejo, etc.; mas el aumento de los rendimientos solo se alcanza cuando la provisión de nutrientes a las plantas es adecuada. Esta provisión de elementos nutritivos para los

cultivos se hace mediante el uso de fertilizantes en niveles que posibiliten obtener los rendimientos máximos sin descuidar los aspectos económicos de la fertilización ni de los aspectos de la contaminación del medio ambiente por el uso inadecuado o indiscriminado de fertilizantes.

Antes de proceder a la aplicación masiva de fertilizantes es necesario tener una idea, lo más aproximado posible de los suelos sobre los cuales se va a trabajar y para esto se hace necesario realizar estudios que permitan establecer el grado de fertilidad actual de los mismos y las posibles carencias simultáneamente se deben hacer los análisis químicos se suelos con el objeto de probar la confiabilidad de los métodos analíticos utilizados como el mejor indicador del estado de fertilidad del suelo, es la planta que crece en él, los estudios de invernadero son importantes, mientras no se tenga la suficiente información y experiencia para con solo el análisis de suelo, dar las recomendaciones de fertilización y enmiendas. La "Técnica del Elemento Faltante" es una de las más apropiadas para determinar el estado nutritivo de los suelos, especialmente cuando se trata de suelos pobres, donde las deficiencias y desbalances nutricionales son frecuentes en los suelos de la zona andina. El presente estudio tiene como objetivo determinar la fertilidad actual de los suelos de la provincia de Huaylas, a través de la técnica del elemento faltante en macetas, a fin de obtener una información básica de la fertilidad de los suelos.

1.2. FORMULACION DEL PROBLEMA

¿Qué grado de absorción de elementos existe en la interacción de elemento faltante en cultivo de tomate con los suelos provenientes del distrito de Santa Cruz, de la provincia de Huaylas de la Región Ancash, tal vez la respuesta a esta interrogante

nos lleve a preguntarnos, ¿se correlacionará las propiedades químicas de suelos con la producción de materia seca?

1.3. JUSTIFICACION DEL ESTUDIO

El presente investigación sobre caracterización del estado nutricional de los suelos mediante la "Técnica de Elemento Faltante" en los suelos de los distritos de Distrito de Santa Cruz –Provincia de Huaylas –Región Ancash, tiene importancia para determinar el nivel de fertilidad actual de los suelos ya que en esta técnica se aplican todos los nutrientes; permitiendo realizarlo a nivel de invernadero, donde el volumen de suelo es pequeño y las deficiencias nutricionales suelen aparecer con facilidad.

Permite establecer cual o cuales de los elementos es el que limita la producción de los cultivos en el área de estudio permitiendo recomendar algunas prácticas de fertilización a los agricultores incrementando su producción y productividad y por consiguiente elevar la condición de vida de los agricultores de los distritos evaluados en estudio de la provincia de Huaylas. Para determinar la fertilidad del suelo se utilizara como planta indicadora el tomate (*Licopersicum sculentum*) Var. Rio Blanco y se evaluara en función a la materia seca, así determinar la fertilidad de los suelos del distrito de Santa Cruz la cuenca del santa de la provincia de Huaylas.

1.4. OBJETIVOS

1.4.1 OBJETIVO GENERAL

- Caracterización del estado nutricional de los suelos del Distrito de Santa Cruz – Provincia de Huaylas –Región Ancash, Mediante el método de Exclusión (Técnica del Elemento faltante)

1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Identificar las deficiencias de los elementos en los suelos del Distrito de Santa Cruz de la provincia de Huaylas de la cuenca del Santa.
- Buscar algunas relaciones entre las propiedades químicas de los suelos y su estado nutricional a través de la producción de materia seca.
- Determinar correlaciones entre las propiedades químicas.
- Mapeo de la fertilidad de los suelos en el Distrito de Santa Cruz de la Provincia de Huaylas de la cuenca del Santa.
- Determinar los elementos nutritivos deficientes en los suelos del estudio.

II. MARCO TEORICO CONCEPTUAL

2.1 REVISIÓN DE LITERATURA

MELSTED et al., (1983)TISDALE, (1977) mencionan la diferencia entre los métodos para determinar el nivel de elementos nutritivos de los suelos, pero en términos generales, estos pueden dividirse en métodos de campo y laboratorio. Los métodos de campo en sí consiste en determinar la fertilidad de los suelos a través de una planta indicadora, la que, en base a los síntomas que puedan manifestar, la mayor o menor producción de materia seca, que es un indicador el estado de fertilidad del suelo.

Los métodos de laboratorio en sí consisten en análisis de suelos rápidos que proporcionan el nivel de uno o más elemento nutritivo para las plantas, pero tiene la limitación de que la extensión de su uso se ve restringido a un determinado tipo de suelo o cultivo.

MELSTED *et al.,* (1983) dicen que probablemente haya sido Liebig uno de los primeros que trabajó en las pruebas de suelos, pero a partir de 1940 su uso se ha extendido ampliamente. Debido a la rapidez y al bajo costo se tiende a buscar métodos de análisis de suelos que permiten determinar el estado de fertilidad de un suelo y dar las recomendaciones necesarias para la obtención de cosechas rentables económicamente. Para llevar a cabo un programa de este estilo se deben seguir las cuatro fases siguientes: recolección de las muestras de suelos, extracción y determinación de los nutrientes disponibles, interpretación de los resultados analíticos y recomendaciones de fertilización.

2.2 CLASIFICACIÓN NATURAL DE LOS SUELOS

ONERN (1975) afirma que la clasificación natural se funda en la naturaleza de las capas u horizontes que exhibe el perfil del suelo. Los suelos son clasificados como cuerpos naturales e independientes de acuerdo a sus características y propiedades internas y externas, con especial énfasis en los factores que influyen o inciden en la capacidad productiva y adaptabilidad agronómica.

a) FERTILIDAD DE SUELOS

MILLAR (1964) comenta que la fertilidad es la capacidad del suelo para suministrar en proporción adecuada los elementos nutritivos esenciales que las plantas absorben normalmente del mismo .Se puede considerar, de modo muy general, que un suelo posee una cierta fertilidad, fertilidad actual que se mide por el rendimiento que dicho suelo puede dar en las condiciones actuales del suelo .La fertilidad potencial, viene a ser la reserva de ese mismo suelo, que requiere meteorizarse la parte inorgánica y mineralizarse la parte orgánica; evidentemente la fertilidad potencial no es la misma para todos los suelos.

QUEVEDO (1990) dice que la experiencia demuestra que, en muchas casos, suelos considerados infértiles o de baja fertilidad han dado rendimientos muy elevados o por lo menos totalmente satisfactorias, gracias a la tecnología y al conocimiento del recurso del suelo y a la fisiología de la planta.

b) ABONOS ORGANICOS

GROSS (1981) comenta que las fuentes de abonos orgánicos de mayor volumen son los residuos y estiércoles de animales, también están incluidos desperdicios orgánicos de la agricultura y de procesos industriales, abonos verdes, compost y otros; que incrementan la actividad biológica, aumentando la capacidad de intercambio de nutrientes, mejorando la capacidad retentiva y reduciendo los riesgos de erosión; además es portador de los oligoelementos o micronutrientes.

c) LOS ESTIERCOLES

BUCKMAN (1996) señala que los estiércoles, están formados por un conjunto de materiales hidrocarbonados (celulosa, féculas, azucares, etc.) y de otros minerales nitrogenados (albuminoides, urea, ácido úrico, ácido hipourico, etc.) estos componentes unidos a la gran población microbiana que lleva las defecaciones y a la reacción de la masa, constituyen medios muy apropiados para entrar en fermentación, luego de descomponerse siempre y cuando existan buenas condiciones de humedad en el medio.

Los estiércoles son considerados “caldo de cultivo” de floras digestivas de la más variada y complejas, estas tienen que ser mineralizados antes que puedan liberar nutrientes asimilables, de forma que no todos serán asimilables por el primer instalado después de su aplicación.

CARACTERISTICAS GENERALES DE LOS SUELOS DEL CALLEJON DE HUAYLAS.

En el estudio semidetallado de los suelos del Callejón de Huaylas del departamento de Ancash, realizado por la Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales (ONERN), publicado en el año de 1973, en la clasificación de suelos emplea el sistema americano de clasificación de la VII Aproximación, hoy denominado el SoilTaxonomy, hasta el nivel de Gram Grupo y su equivalente en el sistema de clasificación FAO- 1976. De acuerdo a su origen y a las posiciones topo- fisiográficas que ocupan, los suelos de la zona estudiada han sido clasificados en tres grandes grupos geomorfológicos:

1. Suelos aluviales y aluviocoluvio locales
2. Suelos de origen fluvio glacial
3. Suelos coluvio-residuales.

2.3 INVESTIGACIONES RELACIONADAS CON EL ESTUDIO

ALALUNA, (2000) rrefiere la investigación realizada "Evaluación del efecto de fertilización, aplicación de estiércol y absorción de elementos en el rendimiento de la secuencia papa-kiwicha, evaluado mediante la "Técnica del Elemento Faltante" Que el rendimiento de materia seca total y absorción total de nutrientes analizados en los tejidos de la papa y kiwicha Con la incorporación de 25 t/ha estiércol es posible suplir los requerimientos nutricionales de los elementos Fe, Mn y Zn para el cultivo de la papa; así mismo, mediante este procedimiento se puede suplir parcialmente los requerimientos de K y Mg y de manera muy limitada los de P y N. En la kiwicha el tratamiento completo mostró ligera depresión en su rendimiento

comparado con las ausencias de Mg, K, Mn y P, pues estos elementos fueron favorecidos por la mineralización del estiércol adicionado al cultivo anterior. Así mismo, el efecto residual del estiércol favoreció la disponibilidad del N, P y K, los cuales incrementaron la producción en 1025 %, 42 % y 13 % con relación a los tratamientos sin estiércol, y mostró efecto negativo frente a las ausencias de Mn, Fe y Zn debido a la relación de estos con la materia orgánica. La fertilización foliar sólo mostró efecto positivo en los tratamientos con buen balance nutricional a nivel del suelo como en los casos del completo, testigo y en ausencia de elementos menores. En los tratamientos con estiércol se observó efecto positivo significativo en la absorción de macro y micro elementos en la papa; en la kiwicha no fue notorio y sólo contribuyó a la absorción del fósforo de manera significativa. La fertilización foliar únicamente favoreció la absorción de los elementos en los tratamientos con un balance adecuado de nutrientes a nivel del suelo.

MELGAREJO, (2005) dice en su tesis de investigación denominado "Caracterización del estado nutricional de los suelos del gran grupo ARGIUSTOL de la provincia de Carhuaz (2700 m.s.n.m.) – Ancash." Concluye al realizar el análisis de varianza con el método del elemento faltante, la alta significación para tratamientos suelos y para la interacción tratamientos por suelos. La prueba de Tukey empleada mostró que entre el testigo y los tratamientos sin N y sin P no hubo diferencias significativas y fueron los que produjeron la menor cantidad de materia seca.

En consecuencia los elementos nutritivos deficientes para las plantas en los suelos del Gran Grupo Argiustol son el Nitrógeno y el Fósforo.

2.2 BASES TEORICAS

A. EL SUELO

QUINTERO (2000) manifiesta que el suelo es la parte exterior de la corteza terrestre donde las rocas se han desintegrado por efecto del intemperismo, formando una cubierta en la que vive una microbiota, una flora y una fauna microbiana que, actuando en conjunto, transforman materia mineral en alimento de las plantas, para que puedan ser utilizadas posteriormente por los animales y los seres humanos. El suelo está constituido por una capa más o menos gruesa de material fragmentario no consolidado que se conoce con el nombre de "regolita" y que se apoya en la roca subyacente. El suelo, junto con el agua en forma de lluvia o corrientes, permite el establecimiento de las actividades forestales, ganaderas y agrícolas. Así, el suelo es el resultado de la interacción del clima, la roca madre, el drenaje, la topografía, los microorganismos y la vegetación a lo largo del tiempo. La calidad del suelo se refiere a su capacidad para sostener la productividad vegetal y animal, así como mantener o mejorar la calidad del aire y agua.

B. CLASES DE SUELO

LAL, (2000) menciona que la función de las proporciones de arena, limo y arcilla, representa la textura de los suelos se clasifica en varios grupos definidos de manera arbitraria. Algunos son: la arcilla arenosa, la arcilla limosa, el limo arcilloso, el limo arcilloso arenoso, el fango arcilloso, el fango, el limo arenoso y la arena limosa. La textura de un suelo que afecta en gran medida su productividad. Los suelos con un porcentaje elevado de arena suelen ser incapaces de almacenar agua suficiente como para permitir el buen crecimiento de las plantas y pierden grandes cantidades de minerales nutrientes por lixiviación hacia el subsuelo. Los suelos

que contienen una proporción mayor de partículas pequeñas, por ejemplo las arcillas y los limos, son depósitos excelentes de agua y encierran minerales que pueden ser utilizados con facilidad. Sin embargo, los suelos muy arcillosos tienden a contener un exceso de agua y tienen una textura viscosa que los hace resistentes al cultivo y que impide, con frecuencia, una aireación suficiente para el crecimiento normal de las plantas.

C. CLASIFICACIÓN DE LOS SUELOS DESDE EL PUNTO DE VISTA DE LA FERTILIDAD DE LOS SUELOS.

- **Fertilidad del suelo**

NORIEGA (2011) dice que, la fertilidad del suelo es una cualidad resultante de la interacción entre las características físicas, químicas y biológicas del mismo y que consiste en la capacidad de poder suministrar condiciones necesarias para el crecimiento y desarrollo de las plantas. En lo que concierne al suministro de condiciones óptimas para el asentamiento de las plantas, estas características no actúan independientemente sino en armónica interrelación, que en conjunto determinan la fertilidad del suelo. Por ejemplo, no es suficiente que un suelo sea provisto de elementos minerales para la nutrición de las plantas si carece de "fertilidad física", y viceversa, un suelo con buenas condiciones físicas pero deficiente en "fertilidad química", tampoco significará que el suelo sea fértil. A su vez, la población microbiana así como su actividad, estará determinada por la fertilidad física y química

AZABACHE, (2003) manifiesta la nutrición vegetal, básica para un óptimo desarrollo de los cultivos, depende de la capacidad del suelo para suministrar

todos y cada uno de los elementos nutritivos, en la forma, cantidad y momento adecuado a las exigencias de los mismos.

Se puede considerar de modo muy general que un suelo posee una cierta fertilidad, la fertilidad actual, que se mide por el rendimiento que dicho suelo puede dar, en las condiciones actuales del cultivo y la fertilidad potencial que es el rendimiento que se obtendrán en las mejores condiciones de producción posibles, se refiere al nivel de materia orgánica y al nivel de nitrógeno total, es decir el nutriente en su forma global no disponible inmediatamente para las plantas, un suelo virgen tiene un alto nivel de fertilidad potencial que desciende cuando comienza a ser roturado hasta alcanzar determinado equilibrio.

TORRES (2008) afirma que, cuando se habla de "fertilidad" de un suelo se aborda el recurso edáfico desde la perspectiva de la producción de cultivos. Así, la fertilidad de un suelo es la capacidad que tiene el mismo de sostener la del crecimiento de los cultivos o ganado. Esta es una definición agronómica. En definiciones más modernas se incluye la rentabilidad y la sustentabilidad de los agro-ecosistemas.

Fertilidad física

AZABACHE, (2003) mensiona las condiciones físicas que presentan un determinado suelo y que van a influir en el crecimiento normal de las plantas. Estas condiciones físicas están directamente dadas por la estructura del suelo, su grado de desarrollo y estabilidad. Desde el punto de vista físico el suelo a de proporcionar un medio adecuado para germinación de las semillas y para el desarrollo óptimo del sistema radicular, debe poseer una buena aireación y

una termicidad estable una capacidad de retención de agua, junto con un régimen de circulación de agua, posibilitaría un buen drenaje, no llegue a provocar un lavado excesivo, así como una estructura estable que implique resistencia frente a los procesos erosivos.

Modificar las propiedades físicas del suelo es a menudo inviable, por lo que las medidas que se toman para optimizar cambios productivos, consiste usualmente en enmascarar sus efectos desfavorables mediante la potenciación de otras características del suelo fácilmente alterables.

SIERRA (2005) manifiesta que, lo que valora el suelo como soporte material de las raíces. Además, hace referencia a la dinámica de fluidos (agua y gases) a través del suelo, la cual delimita la importancia del reservorio de agua accesible a la planta. La fertilidad física está definida por los conceptos de estructura, porosidad y permeabilidad, entre otros.

- **Fertilidad química**

AZABACHE (2003**)** define a la vez el estado físico – químico del medio, la reserva y la disponibilidad de nutrientes del suelo. Estos aspectos están descritos por el pH, la capacidad de intercambio catiónico de los suelos, el potencial rédox y el contenido de nutrientes. En el contexto físico-químico y químico un suelo debe mantener una reserva adecuada de nutrientes en un estado de disponibilidad tal que permita su movilización por el vegetal y que cubra las necesidades del medio microbiano sin que produzca perdidas.

Las estrategias que van unidas a la optimización de la fertilidad química están relacionadas con un adecuado grado de fertilidad física que permita un medio óptimo para que se den los múltiples mecanismos de la dinámica de los ciclos

de nutrientes un adecuado intercambio de oxígeno y agua, una adecuada reserva orgánica y una actividad biológica capaz de activar los procesos de biodegración y la biodisponibilidad de nutrientes.

TORRES (2008) afirma que, la fertilidad química se refiere a la capacidad que tiene el suelo de proveer nutrientes esenciales a los cultivos (aquellos que de faltar determinan reducciones en el crecimiento y/o desarrollo del cultivo). En este sentido se evalúa la disponibilidad de nutrientes en el suelo a través de análisis de suelos y/o plantas a través de un proceso de diagnóstico y posteriormente se definen estrategias de fertilización (este punto seguramente será tema de futuros posteos).

- **Fertilidad biológica**

AZABACHE, (2003) menciona que caracteriza la magnitud y el estado de la reserva orgánica, así como la riqueza y actividad de la biomasa edáfica, responsables de las transformaciones físicas y químicas del suelo. En cuanto a los parámetros relacionados con el medio vivo, los estudios sobre la fertilidad biológica abordan la cuantificación de biomasa y de su vitalidad, en este sentido se proponen una serie de determinaciones enzimáticas como respuesta a la potencialidad de un suelo para desarrollar determinadas actividades y por ende como índice de fertilidad del suelo. Sin embargo, mientras la actividad enzimática es sensible a los factores provocados por determinadas prácticas de manejo de suelo, los cambios experimentados en las actividades no se manifiestan como estables de ahí que solo pudiera ser considerada la actividad enzimática como indicador de poblaciones

microbianas activas y esta propiedad en cierta manera puede ser suministrada por la tasa de respiración.

TORRES (2008) menciona que, la “fertilidad biológica” se vincula con los procesos biológicos del suelo, relacionados con sus organismos, en todas sus formas. Los organismos del suelo son imprescindibles para sostener diversos procesos del suelo. Posiblemente sea el área de conocimiento edafológico menos desarrollada, pero con algunos avances interesantes en los últimos años en lo que se refiere a estudios enzimáticos (bioquímica de suelos) y ecología microbiana de suelos.

- **Fertilidad actual**

  AZABACHE, (2003) indica que el nivel inmediato de un nutriente disponible en el tiempo real del suelo en este caso fundamental del N, se refiere al contenido de nitratos o nitrógeno asimilable directamente por las plantas que se caracteriza por su gran movilidad en el suelo.

- **Fertilidad potencial**

  AZABACHE (2003) dice que se refiere al nivel de materia orgánica y la nivel de nitrógeno total es decir al nutriente en su forma global no disponible inmediatamente para la planta. Un suelo virgen tiene un alto nivel de fertilidad potencial que desciende cuando comienza a ser roturado hasta alcanzar un determinado equilibrio. La recuperación de la fertilidad potencial (aumento de materia orgánica y nitrógeno total), cuando se cultiva un pradera en un suelo agotado o simplemente se deja crecer la vegetación adventicia, es rápida

al principio para luego estabilizar. Esta recuperación es más rápida si se utiliza leguminosa que si se utilizarían gramíneas

Relación con la condición y función del suelo

Propiedades	Relación con la condición y función del suelo	Valores o unidades relevantes ecológicamente; comparaciones para evaluación
Físicas		
Textura	Retención y transporte de agua y compuestos químicos; erosión del suelo	% de arena, limo y arcilla; pérdida del sitio o posición del paisaje
Profundidad del suelo, suelo superficial y raíces	Estima la productividad potencial y la erosión	cm o m
Infiltración y densidad aparente	Potencial de lavado; productividad y erosividad	minutos / 2.5 cm de agua y g/cm^3
Capacidad de retención de agua	Relación con la retención de agua, transporte y erosividad; humedad aprovechable, textura y materia orgánica.	% (cm^3 / cm^3), cm de humedad aprovechable / 30 cm; intensidad de precipitación
Químicas		
Materia orgánica (N y C total)	Define la fertilidad del suelo; estabilidad; erosión	Kg de C o N ha^{-1}
pH	Define la actividad química y biológica	Comparación entre los límites superiores e inferiores para la actividad vegetal y microbiana
Conductividad eléctrica	Define la actividad vegetal y microbiana	dSm^{-1}; comparación entre los límites superiores e inferiores para la actividad vegetal y microbiana
P, N y K extractables	Nutrientes disponibles para la planta, perdida potencial de N; productividad e indicadores de la calidad ambiental	Kg ha^{-1} ; niveles suficientes para el desarrollo de los cultivos
Biológicas		
C y N de la biomasa microbiana	Potencial microbiano catalítico y depósito para el C y N. Cambios tempranos de los efectos del manejo sobre la materia orgánica	Kg de N o C ha^{-1} relativo al C y N total o CO_2 producidos

Respiración, contenido de humedad y temperatura	Mide la actividad microbiana; estima la actividad de la biomasa	Kg de N o C ha^{-1} d^{-1} relativo a la actividad de la biomasa microbiana; pérdida de C contra entrada al reservorio total de C
N potencialmente mineralizable	Productividad del suelo y suministro potencial de N	Kg de N ha^{-1} d^{-1} relativo al contenido de C y N total

Fuente:http://datateca.unad.edu.co/contenidos/358024/contLinea/leccin_23_suelo_y_biodiversidad.html

D. LEYES DE FERTILIDAD

- **Ley de la restitución**

  GRANADOS (2010) indica que para evitar el agotamiento progresivo del suelo es necesario restituir los elementos nutritivos extraídos por la cosecha, para reducir estos efectos se recurre al barbecho, incorporación de materia orgánica, fertilizantes, etc. Por consiguiente, la práctica de abonamiento es un corrector del suelo porque el abono solo esta equilibrando.

- **Ley del mínimo**

  LIEBIG (1803-1873) menciona que realizo estudios sobre suelos y plantas con el fin de determinar algunos elementos minerales útiles para evaluar la fertilidad.

  Estableció esta ley en tres partes:

  - Por la deficiencia o ausencia de un constituyente necesario, estando los otros presentes, el suelo es infértil para adquirir cultivos en los cuales tal constituyente es un dispensable.

- Con igual condiciones medio ambientales para el crecimiento de las plantas los rendimientos son directamente proporcionales a los nutrientes minerales suministrados en el abonamiento.
- En un suelo rico en nutrientes, el rendimiento de un campo no puede ser incrementado agregándole más de la misma sustancia.

- **Ley de los incrementos decrecientes**

  GRANADOS (2010) manifiesta que cuando se suministra dosis crecientes de abono los aumentos de cosecha obtenidos son cada vez menores a medida que las dosis aumentan.

  MITSCHERLICH, (1970) señala que la ley natural que rige este fenómeno es llamado ley de incrementos de crecientes. Esta ley permite determinar hasta donde es factible aumentar económicamente los rendimientos para que llegue lo más cerca posible al rendimiento máximo mediante aplicaciones adicionales de fertilizantes.

- **Ley de interacción de los factores de crecimiento**

  SANCHEZ (2007) menciona que la toxicidad mínima está determinada por la óptima proporción entre los elementos correspondientes como las condiciones físicas favorables. Si un elemento domina, puede desplazarse los otros, alternando el medio y haciendo más o menos tóxicos

E. METODO PARA DETERMINAR EL ESTADO NUTRICIONAL DE LOS SUELOS.

NELSON (1991) señala que existen diferentes métodos, en términos generales estos pueden dividirse en métodos de campo y laboratorio, los métodos de campo en sí consisten en determinarla fertilidad de los suelos a través de una planta indicadora, la que en base a los síntomas que pueda manifestar, la mayor o menor producción de materia seca, puede indicar el estado de fertilidad.

MELSTED*et al*., (1983) indica que el método amplia mente utilizado es el de los ensayos del invernadero que permite la combinación de los métodos de campo y laboratorio, una de sus ventajas es que se pueda trabajar con varios suelos a la vez lo que permite la obtención de resultados aplicables a una gran variedad de suelos, la desventaja radica en que los resultados obtenidos no puedan extrapolarse al campo.

- **Análisis químico de suelos**

HARDY (1970) manifiesta que la razón principal de realizar un análisis de suelo es para evaluar o estimar su capacidad para su ministrar nutrientes que sean disponibles y aprovechables para un determinado cultivo. El propósito final es conocer si el suelo es deficiente en algún nutrimento, para suministrar fertilizantes deben emplearse, en cantidades y suman era de aplicarlos para salvar las deficiencias presentes.

AZABACHE (2003) indica que el éxito de análisis de suelos como método de diagnóstico de deficiencia de nutrientes en suelo depende, en principio, en el grado con que se mide nutrientes disponibles a las plantas. Si hay

correlación entre la cantidad de nutrientes determinado por el método químico y la cantidad requerida por la planta se puede estimar la necesidad de aplicar o no las prácticas de abono.

La química de métodos analíticos para determinar la fertilidad de suelo es sumamente difícil expresar en términos de la química debido a las interacciones del suelo, por esta razón debe escogerse, adaptarse y ajustar a metodologías de acuerdo a una realidad.

- **Análisis biológicos de suelos:**

  AZABACHE (2003) afirma que son aquellos métodos en los que se emplean plantas superiores como indicadores para evaluar la fertilidad de los suelos, esto no excluye que se puedan emplear plantas inferiores. Su evaluación se hace a la producción de materia seca de la planta indicadora o al crecimiento micelar de un hongo.

  Al emplear una planta como indicadora del estado de fertilidad del suelo, la prueba puede hacerse en el campo con el uso de parcelas o de micro parcelas; también en el invernadero con el uso de macetas, en todos los casos es necesario hacer las observaciones durante el periodo de prueba con el objeto de ver si se presenta los síntomas característicos de deficiencias de elementos nutritivos en las plantas.

  Es sabido, que los síntomas de deficiencia de un determinado elemento nutritivo aparecen cuando la deficiencia es severa y, muchas veces cuando se corrige el daño ya está causado y se manifiesta en la baja de la producción,

por esta razón las correcciones de fertilización debe hacerse oportunamente y para esto debe inferirse con anticipación las posibles carencias.

De los métodos indicados para la evaluación de la fertilidad de la suelos, sea químico o biológico sabiendo que cada una tiene sus ventajas se asume que mejor son los métodos biológicos porque refleja el estado de fertilidad del suelo y el indicador es la planta donde crece en él, indicando que como indicadores puede utilizarse el tomate (*Licopersicumsculentum*), maíz (*Zea mayz*), etc.

- **Análisis del suelo por la planta**

  ARIAS (2004) expone que los análisis de suelos proporcionan una base para las recomendaciones de fertilización y enmiendas que deben aplicarse a un suelo como el yeso en suelos alcalinos o materiales encalates en suelos ácidos. Esta información debe interpretarse primero en términos agronómicos y biológicos con respecto al crecimiento de las plantas, luego se interpreta la información desde un punto de vista agronómico a fin de determinar el nivel de retorno deseado.

  También dice que el análisis de suelo constituye un punto de partida importante en el proceso para la obtención de alto rendimiento, ya que nos permite conocer el contenido de nutrientes, las propiedades físicas, químicas y bilógicas del suelo y así realizar las correcciones para la instalación del cultivo.

- **Ensayo en macetas en invernadero**

AZABACHE (2003) dice que este método según HARDY, tiene considerable valor para comparar la fertilidad de los diferentes suelos y diferentes horizontes de un perfil de suelo y también para investigar las respuestas de plantas cultivadas en macetas tratadas con fertilizantes, cal y otras sustancias enmendadoras del suelo, para el examen de interacciones entre diferentes nutrientes, además, permite combinar métodos de campo y laboratorio, la desventaja es que es costoso y los resultados obtenidos muchas veces no pueden extrapolarse al campo.

F. METODO DEL ELEMENTO FALTANTE

MARTINI (1969) manifiesta que existen varios métodos ó arreglos de tratamientos a probar, siendo el del elemento faltante uno de los más versátiles y habiendo sido probado con éxito por Martini en suelos de Centro América. En el Perú ha sido empleado con éxito por Ibañez en Ayacucho.

IBAÑEZ (1971) señala que el método del elemento faltante consiste en que se parte de un tratamiento supuestamente completo, el que lleva en niveles adecuados todos los elementos esenciales para el crecimiento del cultivo, luego los demás tratamientos llevan todos menos uno de los nutrientes considerados en el completo.

FORMAS ASIMILABLES DE LOS ELEMENTOS ESENCIALES EN EL SUELO

Según**U.N.E.F.M., (2000)** presenta las siguientes formas de elementos en los suelos.

Elemento	**Símbolo**	**Forma iónica**	**Peso atómico**	**Valencia**	**Nombre del ión**	**Ejemplo**
Macronutrientes del suelo						
Calcio	Ca	Ca^{+2}	40	+2	Calcio	$CaCO_3$
Magnesio	Mg	Mg^{+2}	24	+2	Magnesio	$MgCO_3$
Potasio	K	K^{+}	39	+1	Potasio	KCl
Fósforo	P	PO_4^{3-} HPO_4^{2-} $H_2PO_4^{-}$	95 96 97	-3 -2 -1	Fosfato Fosfato ácido Fosfato diácido	$Ca_3(PO_4)_2$ $CaHPO_4$ $Ca(H_2PO_4)_2$
Azufre	S	SO_4^{2-}	96	-2	Sulfato	$MgSO_4$
Nitrógeno	N	NO_3^{-} NO_2^{-} NH_4^{+}	62 46 18	-1 -1 +1	Nitrato Nitrito Amonio	KNO_3 KNO_2 NH_4Cl
Micronutrientes del suelo						
Manganeso	Mn	Mn^{2+}	55	+2	Manganeso	MnO
Hierro	Fe	Fe^{2+} Fe^{3+}	56 56	+2 +3	Ferroso Férrico	FeO Fe_2O_3
Cobre	Cu	Cu^{+} Cu^{2+}	63 63	+1 +2	Cuproso Cúprico	Cu_2O CuO

Zinc	Zn	Zn^{2+}	65	+2	Zinc	ZnO
Níquel	Ni	Ni^{2+}	59	+2	Níquel	NiS
Boro	B	BO_3^{3-}	59	-3	Borato	H_3BO_3
Molibdeno	Mo	MoO_4^{2-}	96	-2	Molibdato	Na_2MoO_4
Cloro	Cl	Cl^-	35.5	-1	Cloruro	NaCl
Nutrientes de la atmósfera						
Carbono	C	CO_3^{2-} HCO_3^-	60 61	-2 -1	Carbonato Bicarbonato	$MgCO_3$ Na_2HCO_3
Hidrógeno	H	H^+	1	+1	Hidrógeno	HCl
Oxígeno	O	OH^-	17	-1	Hidróxilo	NaOH
Otros elementos						
Sodio	Na	Na^+	23	+1	Sodio	NaCl
Aluminio	Al	Al^{3+}	27	+3	Aluminio	$Al(OH)_3$

FUENTE: GARCÍA (2000)

HARRISON (1980) indica que las propiedades de un suelo reflejan la interacción de varios procesos de formación que suceden en forma simultánea tras la acumulación del material primigenio. Algunas sustancias se añaden al terreno y otras desaparecen. La transferencia de materia entre horizontes es muy corriente. Algunos materiales se transforman. Todos estos procesos se producen a velocidades diversas y en direcciones diferentes, por lo que aparecen suelos con distintos tipos de horizontes o con varios aspectos dentro de un mismo tipo de horizonte.

G. ANÁLISIS DE SUELOS.

ARIAS, (2004) define que los análisis de suelos proporcionan una base para las recomendaciones de fertilización y enmiendas que deben aplicarse a un suelo como el yeso, en suelos alcalinos o materiales encalantes en suelos ácidos. Esta información debe interpretarse, primero en términos agronómicos y biológicos con respecto al crecimiento de las plantas, luego se interpretará la

información desde un punto de vista económico a fin de determinar el nivel de retorno deseado.

Unidades de muestreo

AZABACHE (2003) menciona que lo primero que hay que hacer es un recorrido del terreno para seccionarlo en unidades de muestreo, en base a las siguientes características:

- La topografía o relieve, esto es, si el terreno es plano, ondulado o con pendiente, y en la uniformidad de esa pendiente.
- La presencia de límites naturales, como por ejemplo ríos o caminos.
- El tipo de vegetación o cultivo presente y su edad.
- Algún tipo de manejo particular que reciba la sección (riego por goteo, época de poda, etc.).

Toma de sub muestras

BRADYy WEILL (1999) indican que en cada lugar de muestreo se recomienda remover las plantas y hojarasca fresca (1-3 cm) de un área de 40 cm x 40 cm, y luego introducir el barreno o pala a la profundidad deseada y transferir aproximadamente 100- 200 g suelo a un balde plástico limpio. Las herramientas deben limpiarse después de tomar cada sub muestra. Si se usa una pala, se puede hacer un hueco en forma de "V" y luego tomar de una de las paredes una porción de 10x10x3 cm para transferir al balde. La profundidad del suelo a la cual se toma la sub muestra es también variable. En general se recomienda una profundidad de 20 cm para la gran mayoría de cultivos

agrícolas. Esto coincide con la mayor concentración de raíces en el suelo. Para pasturas la profundidad es un poco menor, 10-15 cm parecen ser suficientes.

AZABACHE (2003) dice que es importante que el muestreo sea representativo de todo el lote; por lo tanto, la muestra a tomar debe ser compuesta. Esto se puede lograr por medio de la ubicación de submuestras al azar o de manera sistemática.

BRADY y WEILL (1999) mencionan que para especies frutales, plantaciones forestales y agrícolas (café, cacao, aguacate, etc.) se recomienda tomar dos tipos de sub muestras, una de 0-20 cm y otra de 20-40 cm en la mitad de la gotera del árbol (la sombra proyectada por el árbol a mediodía).Tomar dos sub muestras parece ser lógico debido a la mayor profundidad de raíces de estas especies vegetales. Sin embargo, luego la interpretación de los resultados y las recomendaciones de manejo son basadas en la muestra superficial y poco en la muestra profunda. En cualquier caso se debe remover piedras, raíces gruesas, lombrices e insectos del suelo. Las porciones del suelo se desmenuzan con la mano. Al final las sub muestras se van mezclando en el balde hasta completar el número total de sub muestras deseadas. Posteriormente se transfiere 1 kg de suelo a una bolsa plástica limpia. La bolsa debe cerrarse y marcarse con el nombre o número del terreno muestreado o con un código que escoja el muestreador. Recuerde que una muestra (1 kg.) representa un terreno homogéneo y no se deben mezclar muestras de terrenos diferentes. La muestra compuesta debe enviarse a un laboratorio de suelos lo más pronto posible. Esto en términos prácticos significa 1-2 días como máximo.

SOSA (2002) define lo siguiente:

- **Muestra simple**: Es la que se obtiene con una sola extracción de suelo. Son usadas en trabajos de investigación y en suelos muy homogéneos. Sé recomienda cuatro muestras por hectárea, de 1 kilogramo de suelo cada una.
- **Muestra compuesta**: Se refiere a la muestra de suelo obtenida por la extracción de varias muestras simples o sub muestras, reunidas en un recipiente y bien mezcladas, de donde se retiran de 0,5 a 1 kg de suelo. Son las más usadas para la planificación de la fertilización. Se recomienda 15-20 sub muestras por parcela de muestreo. En la toma de una muestra compuesta, se debe tener en cuenta que cada sub muestra sea del mismo volumen que las demás y representar la misma sección transversal del volumen de que se toma la muestra (una misma profundidad).

H. INTERACCION ENTRE NUTRIENTES

BARRANTES (1992) indica que un cambio excesivo con el contenido de un elemento en el tejido de la planta invariablemente va acompañado por cambios secundarios en el contenido de otros elementos, no siempre las interacciones se manifiestan solo entre parejas de elementos, lo que puede suceder entre varios elementos.

Existe también otro tipo de interacción deficiencia inducida en la que la absorción de los elementos nutritivos por la planta está regida por la ley de los mínimos, los elementos antagónicos y sinérgicos.

CUADRO N° 01:

Relación de antagonismo y sinergismo entre los elementos.

Elemento	Antagonismo	Sinergismo
N	K, B	Mg
P	Zn, K, Cu, Fe	Mg
K	B	Fe, Mn
Ca	Mg, Zn, B, Fe, K, Mn	-
Mg	-	P
Fe	P	-
Mn	Fe	-
Zn	Fe	-

FUENTE: BARRANTES(1992)

I. ABSORCIÓN DE NUTRIENTES.

GUTIERREZ (1997) menciona si un cultivo estuviese sembrado en un suelo calcáreo donde los elementos menores se encuentran mayormente en la forma oxidada, es decir, en formas menos disponibles, los tejidos tendrán menor concentración de los elementos minerales (Fe, Mn, Zn, Cu y B) y las extracciones por unidad de producción serán menores sin que esto necesariamente signifique deficiencia que limite la producción.

J. CALIBRACION DE ANALISIS DE SUELO

AZABACHE (2003) afirma que, aunque los análisis químicos de suelos presentan algunas dificultades, quizá el mayor problema es la calibración de los análisis. Es esencial que los resultados de análisis de suelo sean calibrados con respuestas de cultivo a las aplicaciones de los nutrientes en cuestión. Muchos laboratorios de análisis de suelo clasifican el nivel de fertilidad del

suelo como muy bajo, bajo, medio, alto o muy alto, basado en la cantidad de nutriente extractado. Sin embargo, los cultivos difieren en sus requerimientos; y lo que es bajo para papa puede ser muy alto para cereales, y lo que es bajo para un suelo franco arcillosos puede ser alto para un suelo franco arenoso.

Algunos laboratorios usan un índice de fertilidad que expresa la suficiencia relativa como un porcentaje de la cantidad adecuada para rendimientos óptimos. La fertilidad del suelo es solo uno de los factores que influencian el crecimiento de la planta, pero en general hay una mayor probabilidad de obtener una respuesta de un nutriente dado con resultado de análisis de suelo bajo.

Índice de fertilidad relacionado a análisis de suelo y recomendaciones

Análisis de suelo	Respuesta del cultivo	Índice de fertilidad	Recomendaciones
Muy bajo	Altamente probable	0 - 10	Necesidad del cultivo + complemento sustancial
Bajo	Probable	10 - 25	Necesidad del cultivo + complemento
Medio	Posible	25 - 50	Necesidad del cultivo + moderado complemento
Alto	Improbable	50 - 100	Mantenimiento
Muy Alto	Altamente improbable	> 100	Algún mantenimiento

Fuente: Fertilidad de suelos para una agricultura sostenible - Azabache (2003)

K. DEFICIENCIAS DE MINERALES EN EL CULTIVO DE TOMATE

(*Licopersicumsculentum*L. variedad Rio Grande);

NAVA, S. A. y GONZALES, K., (1999) dicen a continuación los síntomas de carencia más característicos que aparecen en las plantas como resultado de las deficiencias en los elementos esenciales.

- **Nitrógeno.**

NAVA Y GONZÁLES (1999) dicen que la sequía, no hay otra deficiencia que presente unos Síntomas tan dramáticos como la de nitrógeno. La clorosis es el síntoma más característico y que debido a la gran movilidad de este elemento, aparece primero en las hojas viejas y se considera elemento móvil.

En monocotiledóneas la clorosis comienza en la punta de las hojas y avanza hacia la base. En casos de extrema deficiencia todas las hojas aparecen amarillentas. Frecuentemente se forman pigmentos antociánicos como en las tomateras, en las que puede observarse una coloración púrpura en los pecíolos y nervios de las hojas.

Planta normal y deficiente de nitrógeno

NAVARRO (2003) define que al estar involucrado el nitrógeno en tantos procesos vitales, no es de extrañar que su deficiencia afecte grandemente el crecimiento de la planta.

Una insuficiente nutrición en nitrógeno se manifiesta en primer lugar por una vegetación raquítica. La planta se debilita se desarrolla poco las hojas permanecen pequeñas, adquieren una notable rigidez y toman un color verde amarillento; el peciolo se acorta y las nerviaciones son más pronunciadas, ya que el desarrollo de las partes suculentas se retrasa. En los casos de grave deficiencia, las hojas adquieren una coloración anaranjada, púrpura o violácea en los bordes y la floración es muy escasa. Debido a que el elemento es muy

movible en las plantas la deficiencia se acusa primero en las hojas más viejas ya que hay un desplazamiento hacia las más jóvenes.

- **Fosforo.**

NAVA Y GONZÁLES (1999) indica que de los primeros síntomas que se observan en muchas especies es una coloración verde oscura o verde azulada de las hojas. Otro síntoma muy general es a formación de pigmentos antociánicos adquiriendo las hojas una coloración púrpura. En maíz, este color púrpura aparece en los bordes de la hoja, mientras que en tomate aparece en las venas de la hoja. Debido a la gran movilidad del fósforo son las hojas viejas las primeras en presentar los síntomas. Se reduce el crecimiento de la planta y en condiciones de extrema carencia las plantas presentan un aspecto achaparrado.

NAVARRO (2003) indica que los síntomas generales de la falta de fosforo están ligados a un desarrollo anormalmente débil del vegetal, tanto en su parte aérea como en el sistema radicular. Ello es consecuencia, tal como se ha visto, de que el elemento es un participante básico en casi todos los procesos de crecimiento y síntesis de sus compuestos constituyentes. Las características más específicas cuando existe deficiencia aparecen en las hojas, que se hacen más delgadas, erectas, de menor tamaño que las normales y con las nerviaciones poco pronunciadas. Debido a la elevada movilidad del fosforo en la planta, y a causa de la tendencia que presentan las hojas jóvenes a obtener de las más viejas los elementos móviles en condiciones de deficiencia, las hojas antiguas son las primeras que muestran los síntomas.

- **Potasio.**

LOPEZ (1990) señala que la deficiencia de potasio se presenta primero en las hojas viejas. Sin embargo en algunos cultivos las hojas más afectadas son las de la edad intermedia.

La mayoría de las plantas de hojas anchas, con escases de potasio, tienen sus hojas cloróticas que se vuelven necróticas al intensificarse. El color de las hojas es en algunas veces normalmente oscuros, los puntos necróticos comiénzanos puntos en el ápice de las hojas y se extienden a lo largo de todo el borde sin embargo hay escases en los que siguen presentando estos puntos cloróticos en el interior de los limbos foliares, como ej. en el algodón.

Los efectos del potasio sobre la cantidad de los productos cosechados son muy variables, debiendo hacerse un incapie en el mejoramiento de la textura, color, incremento en el contenido de azúcar así como en el refinamiento del sabor, beneficio del tamaño y fundamento de la consistencia de los frutos.

NAVARRO (2003) menciona que la falta de potasio origina un retraso general del crecimiento que se hace sentir especialmente sobre los órganos de reserva: semillas, frutos o tubérculos órganos que deben formarse con el concurso de los glúcidos. Estos signos de deficiencia se observan netamente cuando su contenido en potasio es de 3 a 5 veces inferior al normal. Los tallos son más delgados, ya que todo el elemento es utilizado en el ápice vegetativo. Esta

particularidad que puede ocasionar en los cereales un debilitamiento y rotura del tallo, con las consiguientes pérdidas en grano.

En cuanto al desarrollo, conservación y producción de cosecha, la deficiencia potásica origina, junto a una notable reducción de los órganos de reserva.

- **Azufre.**

NAVA Y GONZÁLES (1999) definen que los síntomas de deficiencia en azufre son parecidos a los de la deficiencia en nitrógeno. Se presenta una clorosis general seguida en algunas especies por la producción de pigmentos antociánicos. Sin embargo, hay una diferencia fundamental, ya que debido a la inmovilidad de este elemento los síntomas aparecen primero en las hojas jóvenes.

NAVARRO (2003) precisa que la deficiencia de azufre en la planta presenta una notable similitud con la del nitrógeno: retraso en el crecimiento clorosis uniforme de las hojas y tendencia a formar gradualmente coloración bronceada con necrosis en las puntas. A diferencia de la deficiencia de nitrógeno las plantas deficientes en azufre presentan clorosis inicialmente en las hojas más jóvenes.

- **Magnesio.**

NAVA Y GONZÁLES (1999) indican que la clorosis intervenal en las hojas es uno de los síntomas más característicos de la deficiencia en este elemento, aunque la variedad de síntomas en especies es tan grande que se hace difícil el poder dar síntomas generales de deficiencia en magnesio. A veces se producen también, como en el algodón, pigmentos antociánicos en las hojas. Los

síntomas, cualesquiera que sean, se presentan primero en las hojas maduras, dato indicativo de su movilidad dentro de la planta.

NAVA Y GONZÁLES (1999) dicen que debido a la relativa inmovilidad de este elemento, el síntoma más característico es una clorosis general de las hojas jóvenes, que puede comenzar como intervenal, pero al cabo del tiempo también los nervios acaban perdiendo la clorofila. La deficiencia en hierro es bastante frecuente en árboles frutales.

- **Manganeso.**

NAVA Y GONZÁLES (1999) indican que los síntomas de deficiencia en manganeso varían mucho de unas especies a otras, aunque el más frecuente suele ser una clorosis intervenal, pudiendo también aparecer manchas necróticas en las hojas. Generalmente, los síntomas suelen aparecer primero en las hojas más jóvenes, aunque también, se dan casos de aparición anterior en las hojas viejas. En las semillas de leguminosas puede presentarse necrosis en los cotiledones o en el embrión.

- **Zinc.**

NAVA Y GONZÁLES (1999) dicen que los primeros síntomas corresponden a una clorosis localizada entre los nervios de las hojas más viejas, que se suele iniciar en el ápice y en los bordes. Se produce un retardo en el crecimiento que se manifiesta en forma de hojas más pequeñas y entrenudos más cortos. El aspecto irregular de las hojas es quizás el síntoma más fácil de reconocer. En casos extremos, la floración y la fructificación Son frecuentemente dañados. La planta entera adquiere un aspecto de roseta o achaparrado.

- **Cobre.**

NAVA Y GONZÁLES (1999) afirman que los síntomas pueden variar mucho en las distintas especies, esta deficiencia suele provocar una necrosis del ápice de las hojas jóvenes que progresa a lo largo del margen de la hoja, pudiendo quedar los bordes enrollados. Las hojas pueden presentar clorosis, muriendo a menudo los brotes jóvenes.

- **Cloro.**

NAVA Y GONZÁLES (1999) dicen que el elemento cuya esencialidad para los vegetales ha sido confirmada más recientemente. El marchitamiento de las hojas es el síntoma más frecuente observado en la deficiencia de cloro. En tomate aparece un color bronceado en las hojas, seguido de clorosis y necrosis.

- **Boro.**

NAVA Y GONZÁLES (1999) mencionan que debido a su inmovilidad, los síntomas se presentan en primer lugar en las zonas más jóvenes, tanto de raíces como de tallos, cuyos ápices terminales pueden acabar muriendo. Las hojas presentan una textura dura y cobriza y los tallos quebradizos y agrietados. En general, las flores no llegan a formarse. Las infecciones bacterianas tanto de tallos como de raíces son, a veces, una consecuencia secundaria de la deficiencia de boro.

- **Molibdeno.**

NAVA Y GONZÁLES (1999) comentan que los síntomas de deficiencia comienzan con una clorosis intervenal pudiendo confundirse con una deficiencia de manganeso.

Las zonas cloróticas pueden necrosarse logrando que la hoja se seque por completo. La floración se ve fuertemente inhibida y si llegan a formarse flores éstas caen antes de producir fruto. En coliflor puede observarse un síntoma muy característico de deficiencia de molibdeno, que consiste en que los tejidos de la hoja se secan por completo, quedando solamente el nervio central y algunos restos de lámina foliar se conoce a este síntoma como "cola de látigo" por el aspecto que toma la hoja.

2.4 CULTIVO

CULTIVO DEL TOMATE

SERRANO (2009)

a) Origen:

SERRANO (2009) manifiesta el origen de género Lycopersicum se localiza en la región andina que se extiende desde el sur de Colombia al norte de chile, pero parece que fue en México donde se domestico, quizá porque crecería como mala hierba entre los huertos. Durante el siglo XVI se consumían en México tomate de distintas formas y tamaños e incluso rojos y amarillos, pero por entonces ya habían sido traídos a España.

En otros países europeos solo se utilizaban en farmacia y asi se mantuvieron en Alemania hasta comienzos del siglo XIX.

b) Taxonomía y morfología

Familia: Solanaceae.

Género: Lycopersicum.

Especie: Lycopersicumesculentum.

Nombre científico: SolanumLycopersicum

c) Sistema radicular

SERRANO (2009) dice que la raíz principal, en plantas procedentes de trasplante, es corta y débil; en cambio, el sistemas radicular secundario es muy ramificado y potente.

d) Tallo principal

SERRANO (2009) menciona que el tallo del tomate es inicialmente erecto, pero al crecer, y debido a su poca consistencia, queda rastrero, siendo necesario entutorarlo cuando se cultiva en invernadero.

En cada axila de las hojas del tallo principal suele brotar un tallo hijo; a su vez, en las axilas de las hojas de estos tallos hijos brotan otros tallos nietos y así sucesivamente hasta que se detiene el desarrollo vegetativo. En invernadero es necesario controlar estas ramificaciones mediante la poda.

e) Hoja

SERRANO (2009) dice que Compuesta e imparipinnada con foliolos peciolados, lobulados, con borde dentado y recubiertos de pelos glandulares. Las hojas se disponen de forma alterna sobre el tallo.

El mesófilo o tejido parenquimático está recubierto por una epidermis superior e inferior, ambas sin cloroplastos. La epidermis inferior presenta un alto número de estomas. Dentro del parénquima, la zona superior o zona en empalizada, es rica en cloroplastos. Los haces vasculares son prominentes, sobre todo en el envés, y constan de un nervio principal.

f) FLOR

SERRANO (2009) indica que las flores del tomate son hermafroditas. Se reúnen en racimos o inflorescencias llamados corimbos; cada racimo esta formados por un número que varía entre seis y quince flores, según las diferentes variedades.

g) FRUTO

SERRANO (2009) dice que el fruto del tomate es una baya; se considera que el frito de tomate esta maduro, fisiológicamente, cuando por el ápice comienza a tomar brillo y color alimonado.

El fruto que se corta en estado de madurez fisiológica tarda en ponerse rojo, o en situación de madurez comercial, de cuatro a siete días, según las temperaturas ambientales. Si se emplean fitohormonas, este proceso se acorta sensiblemente.

h) CICLOS

SERRANO (2009) menciona que desde la plantación en el terreno de cultivo hasta que se inicia la recolección suele transcurrir, según variedades y épocas climáticas de producción, el espacio de tiempo siguiente:

- Ciclo corto, de 90 a 110 días.
- Ciclo medio, de 100 a 120 días.
- Ciclo Largo, de 110 a 125 días.

2.5 EXIGENCIAS CLIMATICAS

SERRANO (2009) menciona que:

El manejo racional de los factores climaticos de forma conjunta es fundanmental para el funcionamiento adecuado del cultivo, ya que todos se encuentran estrechamente relacionados y la actuación sobre uno de estos incide sobre los demás.

a) TEMPERATURA

La temperatura media mensual óptima para obtener una buena producción en este cultivo, debe de estar comprendida entre 16° y 27° C.; con temperaturas medidas mensuales más elevadas o más bajas que éstas, la planta de tomate no desarrolla bien su vegetación incluso puede verse seriamente perjudicada si se extreman mucho tales medias.

La temperatura ideal para el desarrollo vegetativo del tomate es de 18° a 24° C.

La temperatura óptima de germinación está comprendida entre los 25° y 30° C.; por debajo de los 10°C. la semilla no germina. Igual ocurre cuando la temperatura es mayor a 40° C.

b) HUMEDAD

La humedad relativa de la atmosfera del invernadero tiene gran influencia en el desarrollo vegetativo de la plata de tomate; es un vegetal que no admite demasiada humedad en el ambiente. La humedad relativa óptima está comprendida entre 50 y 60 por 100.

La excesiva humedad en el ambiente del invernadero produce corrimiento de frutos por mala fecundación de las flores, en el caso de que no se utilicen hormonas. Esto se debe a que los graos de polen se aglutinan y al caer en el estigma de la flor no pueden llegar a fecundar los óvulos de la misma en este ambiente húmedo aumenta también el peligro de aparición de enfermedades criptogámicas.

c) LUMINOSIDAD

La luminosidad tiene una gran importancia en el desarrollo de las plantas, fundamentalmente cuando es escasa. En los invernaderos de la Costa del Sol se observa con frecuencia, durante los meses de enero y febrero, un gran alargamiento de los entrenudos y una orientación forzada de las plantas en busca de la luz.

d) SUELOS

Características físicas:

El cultivo del tomate requiere que el suelo sea profundo, permeable, esponjoso y con abundancia de materia orgánica.

La humedad excesiva y constante en el suelo perjudica al cultivo de tomate, acusándose rápidamente por la aparición de algunas enfermedades graves. Si el terreno se encharca durante algún tiempo por el agua de riego, puede producirse la muerte de las planta por asfixia de sus raíces. En casos de suelos húmedos hay que procurar mejorar su drenaje mediante labores profundas o recurrir a alguno de los sistemas de drenaje conocidos.

El tipo de textura más idóneo para este cultivo es el sileceo-arcilloso, sin descartar suelos más fuertes. En invernaderos cuyos suelos están enarenados, se cultiva perfectamente en terrenos fuertemente arcillosos.

En invernadero enarenaos el tomate es capaz de producir hasta el quinto año, sin tener necesidad de hacer la operación del retranqueo; es decir, puede producir sin dar labor alguna al terreno y sin incorporar estiércol durante esos cinco años.

2.6 Características químicas:

Par aun cultivo de tomate en perfectas condiciones interesa que el suelo este bien provisto de materia orgánica, pero en un estado muy avanzado de humificación.

El tomate es una de las plantas de huerta que resiste más la salinidad, tanto del suelo como el agua de riesgo.

El cultivo de tomate es muy exigente en potasa, siendo una de las plantas en que mejor se aprecian las características beneficiosas de este nutriente.

Este cultivo requiere suelos ligeramente ácidos, con un pH comprendido entre seis y siete; no obstante, en terrenos enarenados se cultiva en excelente condiciones de producción y calidad en tierras con un pH más alto que incluso puede llegar hasta pH 9.

a) FERTILIZACIÓN

Estercolado

Las estercoladuras al terreno de asiento convienen que se hagan con estiércol muy hecho. Deben aportarse unas 30 toneladas por hectárea y año, aproximadamente.

En cultivos enarenados, cuando se hace el retranqueo, se aportan unas 100 toneladas métricas por hectárea que suelen durar en el suelo unos tres años.

En los semilleros de tomate conviene utilizar gran cantidad de estiércol y una escasa aportación de abonos minerales, No deben emplearse abonos nitrogenados.

Riegos

El tomate es exigente en la regularización de sus necesidades en agua, perjudicándole bastante los excesos de humedad.

En el semillero, cuando las plantas cubren el suelo, No se regará por aspersión sino a pie, procurando no dar agua en exceso, exceso que perjudicaría al semillero.

Inmediatamente después de conseguir el arraigue de las plantas se debe dejar pasar el mayor tiempo posible hasta volver a regar. Igualmente, mientras no se vea que los frutos del primer racimo están cuajados, en beneficio del cultivo.

Cuando la planta está en plena floración hay que ser nuevamente moderados en los riegos, para evitar que disminuya el número de flores por inflorescencia y que algunas flores aborten. Los tomates, si no gozan de excesiva humedad en la primera floraciones echan más flores y estas cuajan en mayor número.

Una vez que haya cuajado gran cantidad de fruto la frecuencia y abundancia de los riegos debe aumentar, teniendo en cuenta que un exceso, si bien no afectará la floración, si puede tener inconvenientes para el sistema radicular.

A partir de este momento es necesario que no falte humedad en el suelo para que el crecimiento del fruto no se detenga, pues si en estas circunstancias el cultivo pasase sed podrían madurar los frutos prematuramente, perdiéndose calidad y cantidad.

III. SISTEMA DE HIPOTESIS

3.1 HIPOTESIS ESPECÍFICO

El nivel de fertilidad de suelos en estudio es homogéneo entre ellos.

3.2 HIPOTESIS OPERACIONAL.

El promedio de disponibilidad y fertilidad de suelos en rendimiento del cultivo sometido al tratamiento de elemento faltante será superior frente al promedio del grupo testigo.

3.3 HIPOTESIS ESTADISTICO

3.3.1 Hipótesis nula:

X1= X2, existe relación el promedio de fertilidad y disponibilidad de nutrientes para el rendimiento del cultivo con diferentes tratamientos.

3.3.2 Hipótesis alternante:

$X_1 \neq X_2$, el promedio de fertilidad y disponibilidad de nutrientes para el rendimiento del cultivo con diferentes tratamientos son diferentes.

3.4 RELACION ENTRE VARIABLES

3.4.1 Variables Independientes:

1$^{er.}$ Variable: elementos faltantes con 9 tratamientos.

3.4.2 Variables dependientes:

1. Es la fertilidad y disponibilidad de nutrientes en suelos del distrito de Santa Cruz –provincia de Huaylas –región Ancash, (09 muestras)
2. Rendimiento de materia seca del cultivo de tomate. (*Licopersicumsculentum*L. variedad Rio Grande);

IV. MATERIALES Y METODOS

4.1 UBICACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACION

4.1.1 UBICACIÓN DEL EXPERIMENTO

Los suelos del presente estudio se encuentran ubicados políticamente en:

- Provincia : Huaylas
- Distrito : Santa Cruz
- Región : Ancash

La investigación se instaló y se ejecutó en el invernadero de la Facultad de Ciencias Agrarias, ubicado en la ciudad Universitaria de la UNASAM – Shancayán.

- Distrito : Independencia
- Provincia : Huaraz
- Región : Ancash
- Altitud : 3 150 m. s n. m.

4.1.2 UBICACIÓN GEOGRÁFICA:

Las muestras tomadas fueron ubicadas mediante la georeferenciación en coordenadas UTM -DATUM: WGS 84, de la zona de estudio, como se muestra en el **Cuadro N° 02**

Cuadro N° 02: Ubicación de los puntos referenciales tomados en la zona de estudio

DISTRITO	LOCALIDAD	UTM		ALTITUD
		NORTE	ESTE	
SANTA CRUZ	ZONA ALTA SUELO 1	194167	9003232	2968
	ZONA ALTA SUELO 2	194155	9009165	2903
	ZONA ALTA SUELO 3	194139	9008527	2935
	ZONA MEDIA SUELO 4	193389	9008220	2974
	ZONA MEDIA SUELO 5	190837	9009118	2904
	ZONA MEDIA SUELO 6	190676	9008429	2917
	ZONA BAJA SUELO 7	190582	9008296	2960
	ZONA BAJA SUELO 8	191856	9005349	2703
	ZONA BAJA SUELO 9	1922334	9005003	2662

4.1.3 DURACIÓN DEL EXPERIMENTO

La duración del trabajo de investigación fue aproximadamente de 08 meses

4.1.4 CARACTERÍSTICAS DEL EXPERIMENTO

El trabajo de investigación se ejecutó con muestras de suelo del distrito Santa Cruz de la provincia de Huaylas Región Ancash-Cuenca del Santa.

4.2 MATERIALES

4.3.1 INVERNADERO

Se condujo el experimento en el invernadero perteneciente a la Facultad de Ciencias Agrarias y ubicada en la ciudad Universitaria de la UNASAM – Shancayán.

4.2.2 MATERIALES

- Bolsas de polietileno negras de 2 Kg de capacidad.
- Carta Nacional a Escala 1/100,000 del ONER**M**
- Imagen satelital Landsat a escala 1/50000
- Imagen Satelital Google Earht ,en coordenadas UTM
- Fiolas de vidrio
- Tubos de ensayo
- Papel de filtro pipetas graduales de vidrio
- Probetas de vidrio
- Vasos de precipitación
- Varillas agitadoras
- baldes

4.2.3 HERRAMIENTAS Y EQUIPOS

Las muestras de suelos fueron secadas, molidos y tamizados por una malla de 2mm de diámetro, homogenizadas corrigiéndolo su contenido de humedad para pesar y llenar en las macetas.

Se aplico agua a capacidad de campo y el riego se manejó según los requerimientos del cultivo.

- Pico, Lampa, Costales
- Tamiz de 2mm de diámetro.
- Wincha de 5m.
- Balanza analítica
- Potenciómetro
- Equipo de Absorción atómica
- Espectrofotómetro digital
- Desionizador de agua
- Destilador de agua
- Termómetro
- Centrifuga
- Cámara fotográfica digital
- GPS-Garmin Etrex
- Estufa

4.2.4 INSUMOS

- Fuente de nutrientes: Nivel reactivo con la finalidad de garantizar la solubilidad y reducir contaminantes
- Se utilizó como planta indicadora al tomate (*Licopersicum sculentum*L. variedad Rio Grande);
- Suelo agrícola de los sectores (suelos zona alta, zona media y zona baja).Se utilizó como fondo de retención en el interior de la maceta una capa de 4cm de grava bien lavada y desinfectada para la aireación y drenaje óptimo respectivo. El lavado se efectuó con una solución HCl 0.02N y luego con agua desionizada por repetidas veces.

4.2.5 REACTIVOS

- Ácido sulfúrico H_2SO_4

- Ácido clorhídrico HCl
- Acetato deamonio1N
- Carbón activado.
- Cloruro de estaño $SnCl_2H_2O$
- Dicromato de potasio $K_2Cr_2O_7$
- Hidróxido de sodio NaOH al 4%
- Pirofosfato de sodio al 4%
- Sulfato ferrosos amoniacal $FeSO_4$ $(NH_4)_2$
- Lantano0.1%
- Fenolftaleína indicador

4.2.6 MATERIALES DE ESCRITORIO

- Libreta de campo
- Lápiz y lapicero de tinta (marcador)
- Calculadora
- Computadora
- Materiales de impresión

4.3 METODOLOGIA DEL ESTUDIO

El trabajo de investigación consistió en la recolección de muestras de suelos de las calicatas de los suelos de los distritos de Santa Cruz –provincia de Huaylas –Región Ancash, para la evaluación de la fertilidad, el cual consistió de las siguientes fases: Fase de campo, Fase preliminar de gabinete, y fase final de gabinete.

4.3.1 TIPO DE INVESTIGACION

La investigación fue de tipo experimental porque normalmente se manipula la variable independiente (la causa probable) y se registran los cambios observados en la variable dependiente (los efectos); y aplicada ya que los

resultados, permite establecer la fertilidad actual de los suelos y dar una dosis adecuada de fertilización para los diferentes cultivos en los distritos involucrados en el estudio.

Este tipo de investigación se puede catalogar como típicamente inductivas. Nos permiten hacer correlaciones, gráficos que relacionan los variables.

4.3.2 TRATAMIENTO

Se utilizó para el factor principal A (tratamiento) ocho fuentes de nutrientes y un testigo para realizar el "Método del Elemento Faltante", de tal manera se evaluó el efecto de las fuentes de nutrientes en la planta indicadora. Los factores del estudio (fuentes de nutrientes) fueron 9 tratamientos con 3 repeticiones.

El factor principal B (suelo) son nueve muestras tomadas de los tres distritos evaluados de las cuales son tres muestras por distrito

CUADRO N° 03: Descripción de los tratamientos.

Símbolos	Características
T	Testigo, sin abonar.
-N	aplicación de todo los nutrientes menos el N
-P	aplicación de todo los nutrientes menos el P
-K	aplicación de todo los nutrientes menos el K
-S	aplicación de todo los nutrientes menos el S
-Ca	aplicación de todo los nutrientes menos el Ca
-Mg	aplicación de todo los nutrientes menos el Mg
-ME	aplicación de todo los nutrientes menos el EM
Co	Completo(todos los nutrientes del estudio)

** M E= Microelementos: (Cu, Zn, Fe, Mn y B)*

*** C = Completo*

4.3.3 DISPOSICIÓN EXPERIMENTAL

CUADRO N° 04: Randomización del factor A (tratamiento) por el factor B (suelo).

CLAVE / UNIDAD EXPERIMENTAL	TRATAMIENTOS / SUELOS	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	R_1	01	11	21	31	41	51	61	71	81
	R_2	02	12	22	32	42	52	62	72	82
	R_3	03	13	23	33	43	53	63	73	83

Como se observa el cuadro tenemos 243 muestras los cuales serán ubicados en 3 bloques.

Suelos provenientes	Elementos faltantes (tratamientos)									Nº de repeticiones	Nº de Muestra
	- N	- P	- K	- S	- Ca	- Mg	- ME	T_o	Co		
SUELO 1 ZA.	- N (MO)	- P (MO)	- K (MO)	- S (MO)	- Ca (MO)	- Mg (MO)	- ME (MO)	T (MO)	C (MO)	3	27
SUELO 2 ZA.	- N (PA)	- P (PA)	- K (PA)	- S (PA)	- Ca (PA)	- Mg (PA)	- ME (PA)	T (PA)	C (PA)	3	27
SUELO 3 ZA.	- N (UT)	- P (UT)	- K (UT)	- S (UT)	- Ca (UT)	- Mg (UT)	- ME (UT)	T (UT)	C (UT)	3	27
SUELO 1 ZM.	- N (CA)	- P (CA)	- K (CA)	- S (CA)	- Ca (CA)	- Mg (CA)	- ME (CA)	T (CA)	C (CA)	3	27
SUELO 2 ZM.	- N (CO)	- P (CO)	- K (CO)	- S (CO)	- Ca (CO)	- Mg (CO)	- ME (CO)	T (CO)	C (CO)	3	27
SUELO 3 ZM.	- N (TI)	- P (T	- K (TI)	- S (TI)	- Ca (TI)	- Mg (TI)	- ME (TI)	T (TI)	C (TI)	3	27
SUELO 1 ZB.	- N (RA)	- P (RA)	- K (RA)	- S (RA)	- Ca (RA)	- Mg (RA)	- ME (RA)	T (RA)	C (RA)	3	27
SUELO 2 ZB.	- N (CE)	- P (CE)	- K (CE)	- S (CE)	- Ca (CE)	- Mg (CE)	- ME (CE)	T (CE)	C (CE)	3	27
SUELO 3 ZB.	- N (CC)	- P (CC)	- K (CC)	- S (CC)	- Ca (CC)	- Mg (CC)	- ME (CC)	T (CC)	C(CC)	3	27
Total de muestras											243

4.3.4 CARACTERÍSTICAS DEL EXPERIMENTO

- Número de muestra suelo y/o cama : 9
- Número de repeticiones /cama : 3
- Numero de tratamientos /cama : 9
- Ancho de cama : 0.6 m
- Longitud de cama : 1.8 m
- Distancia entre cama : 0.4 m
- N° de plantas / repetición : 3
- N° total de plantas/ cama : 81
- N° total de plantas : 729
- Área de cama : 0.6 m. * 1.8 m. = 1.08 m^2
- Área total : 1.08 m^2 * 9 = 9.72 m^2

4.3.5 DISEÑO DE INVESTIGACION

El diseño utilizado fue el Diseño Completamente al Azar DCA en arreglo Factorial con nueve tratamientos, nueve suelos y tres repeticiones.

Además para recabar la información se ha dividido a cada distrito en 03 sectores, haciendo un total de 09 sectores, donde por cada sector se tomó un punto, y de cada una de ellas se realizó los análisis de fertilidad en el Laboratorio de Suelos y Aguas de la UNASAM. Habiendo un total de 243 unidades experimentales.

4.3.6 UNIVERSO OPOBLACION

El marco poblacional donde se espera sea válido las conclusiones del trabajo, con la aplicación de las 243 unidades experimentales que

conforman una población del cultivo de tomate los cuales han sido evaluados seleccionado muestras representativas fue el ámbito del distrito de Santa Cruz –provincia de Huaylas –región Ancash.

4.3.7 MUESTRA

Siendo un experimento sometido al diseño completo al azar para la muestra a evaluarse son fijadas una planta en cada tratamiento y en las 3 repeticiones. La característica de la muestra es la siguiente:

- Una maceta que contenga 2 kg de suelo
- Densidad de siembra: 03 plantas/maceta.

4.4 PROCEDIMIENTODELANALISISQUÍMICO DE SUELOS

4.4.1 ETAPAPRELIMINAR

- Inicialmente se recopiló datos generales de la zona en estudio del distrito de Santa Cruz, provincia de Huaylas.
- Se consiguió la autorización previa del alcalde del lugar ,para lo cual se explicó la intención y los objetivos de ejecutar el trabajo de investigación
- Se realizó la visita a los campos de los 9 sectores de la provincia. para la realización de las calicatas y toma de muestra de suelo según lo planificado

4.4.2 ETAPA DE CAMPO

Esta etapa fue la toma de muestras de suelo, considerando solamente la capa arable a una profundidad de 30cm desde la superficie, con ayuda de una lampa se hizo un hoyo en forma de V, para luego hacer un corte de 1 o 2cm de forma transversal, la cantidad de suelo que se extrajo fue de

aproximadamente un 1 kg en una bolsa negra, se tomaron 9 muestras en total de los 9 sectores, se registró también la altitud, luego se conservó en un lugar seco.

4.4.3 FASEDE LABORATORIO

Las muestras recolectadas se enviaron al laboratorio de suelos y aguas de la Universidad Nacional "Santiago Antúnez de Mayolo", para su respectivo análisis de fertilidad que incluyó lo siguiente: pH, conductividad eléctrica, materia orgánica, nitrógeno total, fósforo, potasio disponible, cationes cambiables y textura.

4.4.4 ETAPA DEGABINETE

Esta fase se hizo en el laboratorio de suelos y aguas de la Facultad de Ciencias Agrarias–UNASAM, se procedió a la elaboración del informe final con los datos obtenidos de los análisis del suelo.

4.4.5 ANÁLISISDE FERTILIDAD DEL SUELO

A continuación, se menciona los análisis realizados para el presente trabajo de investigación siguiendo los protocolos establecidos:

- **Textura:** Método del Hidrómetro de Bouyoucus
- **pH:** Medida en el potenciómetro relación suelo-agua(1:2)
- **CE:** Medida con el conductivímetro relación suelo-agua(1:2)
- **Materia orgánica:** Método de Wakleyand Black
- **Nitrógeno total**: Estimación del5 %del % M.O
- **Fósforo disponible**: Método de Olsen, extracción con bicarbonato de sodio 1N.Lecturaen espectrofotómetro único digital.

- **Potasio disponible**: Método de Kirsanov, extracción HCl 0.2N,Lectura en absorción atómica, relación 1:10 (suelo extractante).

4.5.1 NIVELESDE LOSNUTRIENTES

CUADRO N° 06: Niveles de nutrientes del factor A(tratamiento)

ELEMENTO	NIVEL (ppm)
N	100
P	250
K	100
Ca	250
Mg	150
S	50
Fe	25
Cu	5
Zn	10
Mn	20
Mo	0.5
B	1.5

NIVELES Y FUENTES DE NUTRIMENTOS

Símbolo	Nivel Kg / Ha.	Por maceta (gr)	Por suelo (gr)	En el compuesto	243 macetas	Compuesto por suelo: fuente	Diluido en ml.	ml/maceta (ml)
N	200	0.15	4.05	46	8.8	$CO(NH_2)_2$	270	10
P	500	0.38	10.26	22	46.64	$NaH_2PO_4H_2O$	270	10
K	200	0.15	4.05	52	7.79	KCl	270	10
Ca	500	0.38	10.26	40	25.63	$CaCO_3$	270	10
Mg	300	0.23	6.21	29	21.41	$MgCO_3$	270	10
S	100	0.077	2.079	23	9.04	Na_2SO_4	270	10
Cu	10	0.008	0.216	36	0.22	$CuCl_22H_2O$	270	10
Zn	20	0.015	0.405	48	2.84	$ZnCl_2$	270	10
Mn	40	0.03	0.81	28	2.89	$MnCl_2 . 4H_2O$	270	10
Fe	50	0.038	1.026	19	5.4	$FeC_6H_5O_7 . 3H_2O$	270	10
Mo	10	0.008	0.216	40	0.54	$Na_2MoC_4 . 2Mo$	270	10
B	10	0.008	0.216	12	1.9	$Na_2 B_4O_7 . 10H_2O$	270	10

Maceta de 2 kg.

4.5.2 PREPARACIÓN DEL MATERIAL

- Se preparó una solución de Urea tal que 10 ml/kg. TFSA se añadió 150 ppm de N, esto dispone la adición de los 300 ppm de N en 2 momentos, y así con los demás nutrientes se preparó.
- Se preparó una solución de elementos menores (Cu, Zn, Mn, Mo, B) tal que 10 ml/kg. TFSA aporten los niveles de ellas antes señaladas.
- Se preparó una solución de Na_2SO_4 tal que 10 ml/kg. TFSA, añadan 100 ppm de S.
- Se preparó una solución de sequestrene (quelato de fierro) tal que 10 ml/kg. TFSA, aporten 5 ppm de Fe.

- Se preparó una solución de Cloruro de magnesio, tal que 10 ml/kg. TFSA, suministren 100 ppm de Mg.

4.5.3 INSTALACIÓN Y CONDUCCIÓN Y EVALUACION DE LA INVESTIGACION

La investigación se condujo en bolsas de polietileno de 2kg de capacidad de suelo, aplicándose los tratamientos a cada suelo recolectado siendo la planta indicadora el tomate Var. Rio grande, sembrando aproximadamente 5 semillas por maceta para finalmente dejar 3 plantas/bolsa para evaluar las variables para el experimento.

La siembra del experimento se realizó el 17 de octubre de 2016 y la cosecha el 25 de enero del 2017, o sea a los 96 días y la cosecha se realizó cortando las plantas a nivel del cuello para posteriormente ponerlas en una estufa.

Durante la conducción del experimento de invernadero los riegos se efectuaron cada vez que las plantas lo requerían y tratando de llevar el suelo a capacidad de campo.

El 4 de noviembre se realizó la primera aplicación de reactivos (nutrientes), de acuerdo a los tratamientos en estudio, luego el 10 de enero se realizó la segunda aplicación del N.

4.6 TECNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCION DE DATOS.

Como técnicas e instrumentos de recolección de datos se uso el método analítico inductivo, ordenándose en cuadros para ser analizados

4.7 PROCEDIMIENTO DE RECOLECCION DE DATOS

4.7.1 VARIABLES A EVALUAR

- Fertilidad y disponibilidad de nutrientes de los suelos
- Peso de materia verde.
- Peso de materia seca.

4.8 METODOLOGÍA EVALUACIÓN

Para el logro de los objetivos se evaluaron los siguientes parámetros:

4.8.1 FERTILIDAD ACTUAL DE LOS SUELOS DEL LOS DISTRITO DE SANTA PROVINCIA DE HUAYLAS.

Las muestras de suelo recolectadas se analizaron su fertilidad actual, en los ambientes del Laboratorio de suelos y aguas de la UNASAM. Para su posterior interpretación y recomendación de abonamientos.

4.8.2 RENDIMIENTO DE MATERIA SECA (g)

Se realizó después de extraer las plantas de tomate de las bolsas con suelo, se realizó el registro con ayuda de una balanza analítica el peso húmedo de la planta desarrollada por cada tratamiento ya antes descrita

Después de pesarlas se puso a secar a la estufa a 65 °C durante 4 días y así obtener el rendimiento de la materia seca, se realizó con ayuda de una

balanza analítica el registro de peso seco de las plantas desarrolladas por cada tratamiento ya antes descrita.

4.9 PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

El análisis estadístico comprendió la prueba de Análisis de Varianza (ANVA) para las observaciones experimentales con la valoración de la distribución de Fisher con un límite de confianza entre: 0.05 y 0.01.

Para casos de diferencias significativas, se realizará la prueba de comparación de medias de Duncan con un nivel de significación del 5 %.

4.9.1 DISEÑO EXPERIMENTAL

El diseño estadístico empleado fue el Diseño Completamente al Azar DCA en arreglo factorial con nueve tratamientos, tres repeticiones y nueve suelos, donde los factores fueron:

Factor A: tratamientos

Factor B: suelos

Cuyo modelo aditivo lineal es:

$$\boxed{Y_{ij} = \mu + \alpha_i + \tau j + (\alpha\beta)_{ij} + \varepsilon_{ijk}}$$

$i = 1,.., t \qquad j = 1,\ldots, r$

Dónde:

$\mathbf{Y_{ij}}$ = Es el rendimiento de materia seca en gramos observado en el i- ésimo tipo de tratamiento, en la j-ésimo nivel del factor suelo, en la interacción de los factores.

μ = Efecto de la media general.

$\mathbf{A_i}$ = Efecto verdadero del i-ésimo nivel del factor tratamiento.

$\mathbf{B_j}$ = Efecto verdadero del j-ésimo nivel del factor suelo.

$(\alpha\beta)_{ij}$ = Efecto verdadero de la interacción del i-ésimo nivel del factor tratamiento con el j-ésimo nivel del factor suelo.

ε_{ijk} = Efecto del error experimental i-ésimo tratamiento, en el j-ésimo repetición

4.9.2 ESQUEMA DEL ANÁLISIS DE VARIANZA

CUADRO N°07: Análisis de varianza (ANVA).

F.V	G.L	S.C	C.M	Fc
FACTOR A	a-1	$\sum$ **?²i... /br – TC**	SC_A/a-1	CM_A/CM_e
FACTOR B	b-1	$\sum$ **?²i.j. /ar – TC**	SC_B/b-1	CM_B/CM_e
A x B	(a-1) (b-1)	$\sum$ **?²ij.. /r – TC –**	SC_{AxB}/(a-1)(b-1)	CM_{AxB}/CM_e
Error	ab(r-1)	$\sum$ **?²j-$\sum$?²i/r*t**	SC_e/t(r-1)	
TOTAL	abr-1	$\sum$ **?²ijk- TC**		

Coeficiente de variabilidad **C.V=**$\frac{\sqrt{CMe}}{x_{..}}$????? **%**

4.9.3 PLANTEAMIENTO DE LA HIPÓTESIS

a. **Respecto al factor Tratamiento**

Ho: Hipótesis nula

$\boldsymbol{\alpha_i} = 0$ para cualquier i, i=1….a.

Ha: Hipótesis alterna

$\boldsymbol{\alpha_i} \neq 0$ para cualquier i, i=1….a.

b. **Respecto al factor Suelo**

Ho: Hipótesis nula

$\mathbf{B_j} = 0$ para cualquier j, j=1….b.

Ha: Hipótesis alterna

$\mathbf{B_j} \neq 0$ para cualquier j, j=1….b

c. **Respecto al interacción**

Ho: Hipótesis nula

$\boldsymbol{(\alpha\beta)_{ij}} = 0$ para cualquier ij, i=1….a, j=1….b.

Ha: Hipótesis alterna

$\boldsymbol{(\alpha\beta)_{ij}} \neq 0$ para cualquier ij, i=1….a, j=1….b

a. Nivel de significancia.

α = 0.01 y α = 0.05.

b. Criterio de decisión.

Se acepta la Ho, si la Fcal $\leq F_{0.05}$.

No existe ninguna diferencia estadística entre los factores, se rechaza la Hipótesis planteada o la alterna Ha y se acepta la hipótesis nula Ho.

Se rechaza la Ho, si la $F_{0.05} <$ Fcal $< F_{0.01}$.

Existe alguna diferencia estadística entre los factores, se rechaza la hipótesis nula Ho y se acepta la hipótesis planteada o la alterna Ha.

Se rechaza la Ho, si la Fcal $> F_{0.01}$.

Existe una alta diferencia estadística entre los factores, se rechaza la Hipótesis nula Ho y se acepta la hipótesis planteada o la alterna Ha.

4.9.4. EVALUACION DE LA FERTILIDAD DEL SUELO

"METODO DE CATE Y NELSON"

El nivel crítico para cualquier elemento, puede determinarse siguiendo la metodología descrita por CATE Y NELSON, que consiste en relacionar los datos del análisis químico de los suelos con los rendimientos relativos.

Rendimiento Relativo:

$$R = \frac{Rendimiento\ del\ testigo}{Rendimiento\ con\ tratamiento} * 100$$

Modelo del plástico transparente que sobre puesta al gráfico, se usa para determinar los valores críticos del análisis del suelo y el rendimiento relativo

(-) **Zona donde no hay relación entre las puestas y análisis**	**(+)** **Zona de predicción poca probabilidad de respuesta**
(+) **Zona de predicción donde hay mucha respuesta**	**(-)** **Zona donde no hay relación entre respuesta y análisis**

El plástico se mueve sobre los gráficos en forma horizontal y vertical manteniéndose siempre las líneas paralelas a los ejes del gráfico, hasta que el número de puntos percibidos a través del platico en los cuadrantes positivos (superior derecho e inferior izquierdo), sea el máximo a la inversa cuando el número de puntos en los cuadrantes negativos (superior izquierdo e inferior derecho), sea el mínimo.

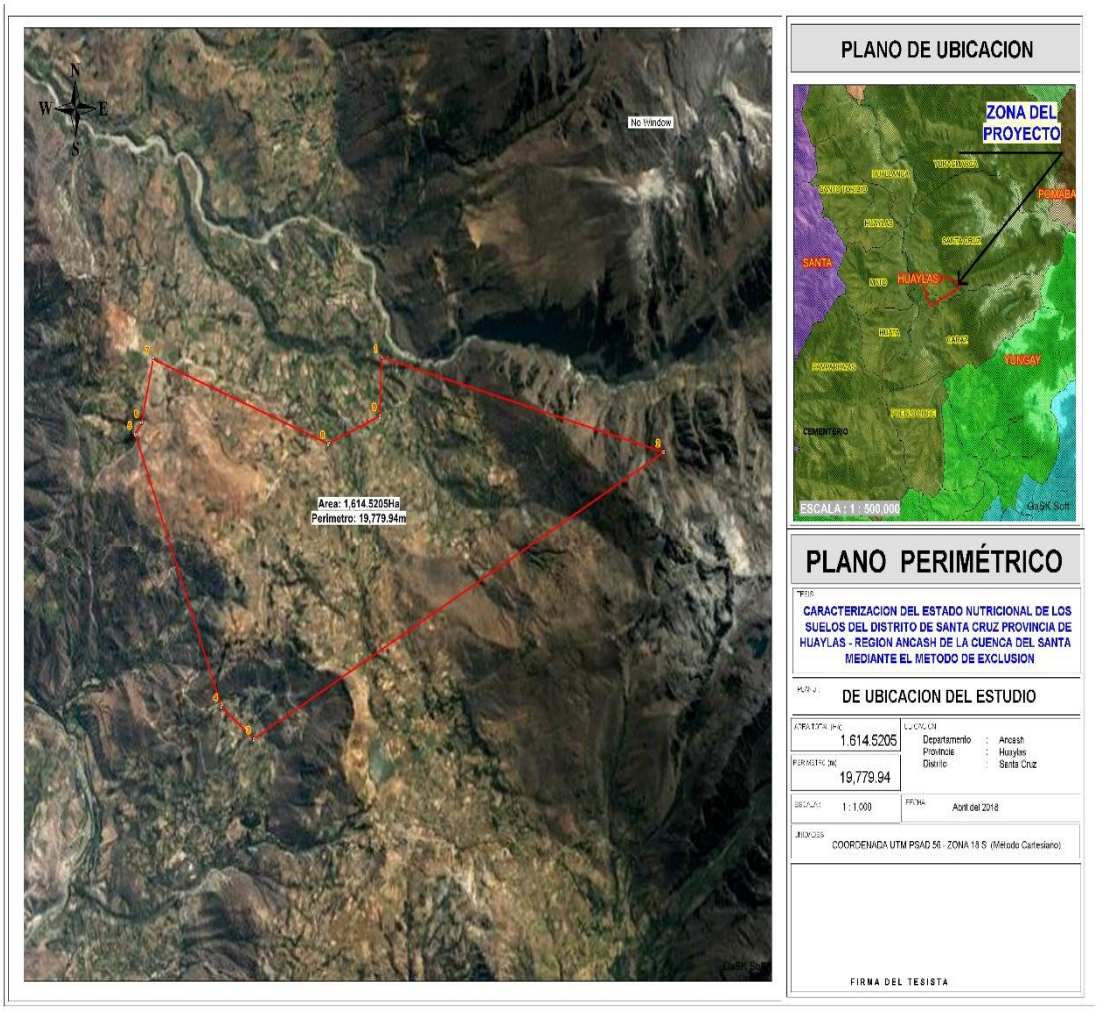
El punto donde la línea vertical del plástico intercepta al eje X, dividiendo los datos en dos clases se denomina nivel crítico, este valor indica que los suelos, cuyo contenido del elemento considerado están por debajo de esa concentración, tiene alta probabilidad de respuesta a este elemento, mientras que aquellos suelos, con contenidos superiores al valor establecido por nivel crítico, la probabilidad de respuesta es mínima.

V. RESULTADOS Y DISCUSIONES

5.1 UBICACIÓN DE LOS SECTORES

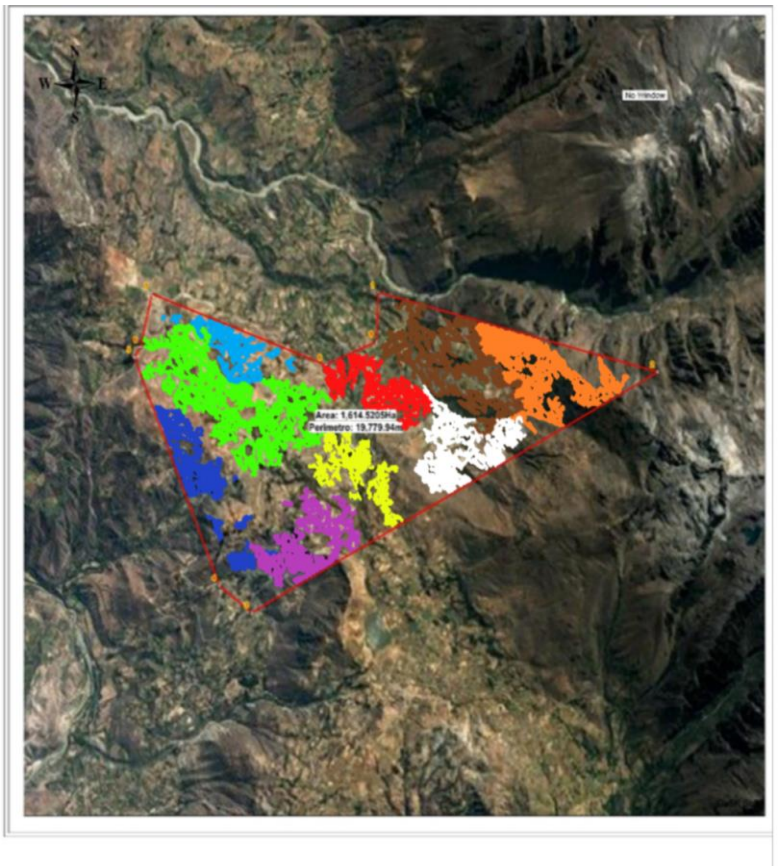
Tomando como base la imagen satelital Landsat, los planos catastrales a escala 1/50000 y el Google Earth, se llevó a cabo el levantamiento, alcanzando un total de 1.614.5205 ha, en este total, se incluye el área de investigación.

GRÁFICO N°01: Sectores pertenecientes al Distrito de Santa Cruz Provincia de Huaylas.



FUENTE: Elaboración propia

LOCALIZACION DE LOS 9 SUELOS



LEYENDA	
-ME	
-Mg	
-S	
Comp.	
-K	
-T	
-p	
-Ca	
-N	

Se mapeo los 9 tratamientos, los cuales se determinó cuanto espacio ocupan en la zona estudiada. El cual se puede observar el mayor porcentaje de almacenamiento de nutrientes en los suelos donde la zona alta ocupa una superficie de 2549.15ha, que representa el 16.24% del área total, la zona media ocupa una superficie de 1010.63ha, que representa el 7.23% del área total, la zona baja ocupa una superficie de 1234.72ha, que representan el 9.62 % del área total.

5.1.1 DESCRIPCIÓN GENERAL DE LOS SUELOS

La unidad taxonómica es la serie de suelos, que constituye la categoría más baja de la taxonomía.

En el área de investigación, se ha determinado nueve unidades cartográficas de suelos, cada una de ellas con sus características propias y ocupando paisajes fisiográficas definidos.

Además se observa las claves al haber realizado las calicatas para la recolección de suelo en cada sector, con sus respectivas áreas en hectárea y el porcentaje que representa en relación al total del área distrital

5.2 DISCUSIÓN DE LOS PARÁMETROS EVALUADOS

5.2.1 ANÁLISIS DE FERTILIDAD DE SUELO DE LAS CALICATAS EN LOS 9 SECTORES

CUADRO N°08: Resultados de los análisis de las calicatas para la evaluación de la fertilidad de los suelos de los tres distritos de Huaylas.

RESULTADOS DE ANALISIS DE SUELOS DE LA PROVINCIA DE SANTA CRUZ

DISTRITO	SECTOR	CLAVE	TEXTURA			CLASE TEXTURAL	pH	M.O.%	Nt %	P (ppm)	K (ppm)	C.E. (dS/m)
			Ao	Li	Ar							
SANTA CRUZ MUESTRA 01	ZONA ALTA	310-a	58	28	14	Franco arenoso	4.98	2.815	0.141	10	78	0.161
	ZONA MEDIA	311-a	54	27	19	Franco arenoso	5.74	2.452	0.123	12	84	0.506
	ZONA BAJA	312-a	56	23	21	Franco arcillo arenoso	5.92	2.47	0.124	15	82	0.445
SANTA CRUZ MUESTRA 02	ZONA ALTA	313-a	60	26	14	Franco arenoso	5.38	2.618	0.131	14	90	0.303
	ZONA MEDIA	314-a	68	13	19	Franco arenoso	5.25	2.046	0.102	13	76	0.091
	ZONA BAJA	315-a	60	25	15	Franco arenoso	5.99	1.794	0.09	16	94	0.151
SANTA CRUZ MUESTRA 03	ZONA ALTA	316-a	58	23	19	Franco arenoso	6.29	1.938	0.097	24	110	0.123
	ZONA MEDIA	317-a	68	18	14	Franco arenoso	7.31	1.945	0.097	26	105	0.134
	ZONA BAJA	318-a	80	12	8	Franco	6.3	1.824	0.091	24	116	0.101
PROMEDIO			62.44	21.7	15.9		5.97	2.23	0.117	17.11	92.8	0.229

5.2.2 INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS DEL ANALISIS DE FERTILIDAD EN SUELOS DE LOS 3 SECTORES

a) SECTOR SANTA CRUZ ZONA ALTA (MO)

La zona alta ocupa una superficie de 2549.15hHa, que representa el 16.24% del área total.

- **PUNTO "M-01"**

Textura franco arenoso,

- **pH**

El pH de este suelo es extremadamente ácida, posee 4.98 Según **AZABACHE (2003)** este valor de pH (CUADRO N°09) genera baja disponibilidad de P, B; deficiencia Cu; Fe; Mn; Zn, Co y clorosis férrica. Sin presentar problemas de salinidad con un C.E de 0.161 ds/m.

- **FERTILIDAD**

En general la fertilidad de todos los suelos para **BARRANTES (1992)** es considerada bajo, la materia orgánica y nitrógeno total con 2.815 % y 0.141% respectivamente, el contenido de fósforo y potasio es pobre de 10 ppm, y 78ppm respectivamente.

b) SECTOR SANTA CRUZ, ZONA MEDIA (PA)

La zona media ocupa una superficie de 1010.63ha, que representa el 7.23% del área total.

- **PUNTO "M-02"**

Textura franco,

- **pH**

El pH de este suelo es fuertemente ácido, posee 5.74 Según **AZABACHE (2003)** este valor de pH (CUADRO N°09) genera baja disponibilidad de P, B; deficiencia Cu; Fe; Mn; Zn, Co y clorosis férrica no presenta problemas de salinidad con un C.E de 0.506 ds/m.

- **FERTILIDAD**

En general la fertilidad de estos suelos para **BARRANTES (1992)** es considerada bajo, la materia orgánica y nitrógeno total se presenta en contenidos medianamente rico con 2.452 %, y 0.123% respectivamente, el contenido de fósforo y potasio es pobre con 12 ppm, y 84 ppm respectivamente.

c) SECTOR SANTA CRUZ ZONA BAJA (UT)

La zona baja ocupa una superficie de 1234.72Ha, que representan el 9.62 % del área total.

- **PUNTO “M-03”**

De textura franco arcilloso.

- **pH**

El pH de este suelo es extremadamente ácida, posee 5.92 Según **AZABACHE (2003)** este valor de pH (CUADRO N°09) genera baja disponibilidad de P, B; deficiencia Cu; Fe; Mn; Zn, Co y clorosis férrica. sin presentar problemas de salinidad con un C.E de 0.445 ds/m.

- **FERTILIDAD**

En general la fertilidad de estos suelos para **BARRANTES (1992)** es considerada bajo, la materia orgánica se presenta en contenidos ricos con 2.47 %, y el nitrógeno total es de 0.124 % respectivamente, el contenido del fósforo es 15 ppm, y el potasio es 82 ppm.

d) SECTOR SANTA CRUZ ZONA ALTA(CA)

La zona alta ocupa una superficie de 3243.21ha, que representa el 22.14% del área total.

- **PUNTO “M-04”**

De textura franco arenoso.

- **pH**

El pH de este suelo es ácida, posee 5.38 Según **AZABACHE (2003)** este valor de pH (CUADRO N°09) genera baja disponibilidad de P, B; deficiencia Cu; Fe; Mn; Zn, Co y clorosis férrica. Sin presentar problemas de salinidad con un C.E de 0.303 ds/m.

- **FERTILIDAD**

En general la fertilidad de estos suelos para **BARRANTES (1992)** es considerada medio, la materia orgánica se presenta con 2.618 %, el nitrógeno total es de 0.131 %, el contenido de fósforo es de 14 ppm, y el potasio es 90 ppm.

e) SECTOR SANTA CRUZ ZONA MEDIA (CO)

Ocupa una superficie de 712.59 ha, que representan el 4.57 % del área total.

- **PUNTO "M-05"**

De textura franco arcilloso.

- **pH**

El pH de este suelo es fuertemente ácida, posee 5.25 Según **AZABACHE (2003)** este valor de pH (CUADRO N°09) genera baja disponibilidad de P, B; deficiencia Cu; Fe; Mn; Zn, Co y clorosis férrica. sin presentar problemas de salinidad con un C.E de 0.091 ds/m.

- **FERTILIDAD**

En general la fertilidad de estos suelos para **BARRANTES (1992)** es considerada bajo, la materia orgánica se presenta con 2.046 %, el nitrógeno total es de 0.102%, el contenido de fósforo es 13 ppm, y el potasio es 76 ppm.

f) SECTOR SANTA CRUZ ZONA BAJA (TI)

Ocupa una superficie de 1451.12 ha, que representan el 10.16% del área total.

- **PUNTO "M-06"**

De textura franco arenoso.

- **pH**

El pH de este suelo es moderadamente ácida, posee 5.99 Según **AZABACHE (2003)** este valor de pH (CUADRO N°09) genera baja disponibilidad de P, B; deficiencia Cu; Fe; Mn; Zn, Co y clorosis férrica, sin presentar problemas de salinidad con un C.E de 0.151 ds/m.

- **FERTILIDAD**

En general la fertilidad de estos suelos para **BARRANTES (1992)** es considerada bajo, la materia orgánica se presenta con 1.794 %, el nitrógeno total es de 0.09 %, el contenido de fósforo es de 16 ppm, y el potasio es 94 ppm.

g) SECTOR SANTA CRUZ ZONA ALTA (RA)

Ocupa una superficie de 11319.28 ha, que representan el 8.24% del área total.

- **PUNTO "M-07"**

De textura franco arenoso,

- **pH**

El pH de este suelo es fuertemente ácida, posee 6.29 Según **AZABACHE (2003)** este valor de pH (CUADRO N°09) genera baja disponibilidad de P, B; deficiencia Cu; Fe; Mn; Zn, Co y clorosis férrica, sin presentar problemas de salinidad con un C.E de 0.123 ds/m.

- **FERTILIDAD**

En general la fertilidad de estos suelos para **BARRANTES (1992)** es considerada bajo, la materia orgánica se presenta con 1.938 %, el nitrógeno total es de 0.097 %, el contenido de fósforo es 24 ppm, y el potasio con 110 ppm.

h) SECTOR SANTA CRUZ ZONA MEDIA (CE)

Ocupa una superficie de 1554.23ha, que representan el 9.66 % del área total.

- **PUNTO "M-08"**

De textura franco arcilloso,

- **pH**

El pH de este suelo es fuertemente ácida, posee 7.31 Según **AZABACHE (2003)** este valor de pH (CUADRO N°09) genera baja disponibilidad de P, B; deficiencia Cu; Fe; Mn; Zn, Co y clorosis férrica, sin presentar problemas de salinidad con un C.E de 0.134 ds/m.

- **FERTILIDAD**

En general la fertilidad de estos suelos para **BARRANTES (1992)** es considerada bajo, la materia orgánica se presenta con 1.945 %, el nitrógeno total es de 0.097 %, el contenido de fósforo es 26 ppm, y el potasio es 105 ppm.

i) SECTOR SANTA CRUZ ZONA BAJA (CC)

Ocupa una superficie de 3142.25ha, que representan el 12.14% del área total.

- **PUNTO "M-09"**

De textura franco.

- **pH**

El pH de este suelo es ácida, posee 6.3 Según **AZABACHE (2003)** este valor de pH (CUADRO N°09) genera baja disponibilidad de P, B; deficiencia Cu; Fe; Mn; Zn, Co y clorosis férrica, sin presentar problemas de salinidad con un C.E de 0.101 ds/m.

- **FERTILIDAD**

En general la fertilidad de estos suelos para **BARRANTES (1992)** es considerada bajo, la materia orgánica se presenta con 1.824 %, el nitrógeno total es de 0.091 %, el contenido de fósforo es 24 ppm, y el potasio es 116ppm.

5.2.3. ALTURA DE LA PLANTA DE TOMATE (*Licopersicum sculentum*), Var. Rio Grande

ANALISIS DE LA ALTURA DE PLANTA

CUADRO N°12: Análisis de variancia de la altura de planta

ANÁLISIS DE VARIANZA DEL ALTURA DE PLANTA

FV	GL	SC	CM	Fcal	Ftab 0.05	Signific.
TRA.	8	523.525	65.441	2.660	2.00	*
SUELO	8	181358.528	22669.816	921.630	2.00	*
SXT	64	1893.025	29.579	1.202	1.39	n.s
ERROR	162	3984.798	24.598			
TOTAL	242	187759.876				

C.V.= 2.42%

Los resultados de altura de planta por el efecto de los factores A (tratamiento) y factor B (suelo) y con tres repeticiones en el ensayo del método del elemento faltante empleado como planta indicadora al tomate (*Licopersicum sculentum*), Var. Rio Grande a 3149 msnm., (CUADRO N°12), se observa que existe una alta significancia estadísticamente a un nivel de 0.01 para el factor principal B (suelo), factor principal A (tratamientos) y para la interacción tratamiento x suelo no es significativa. De acuerdo a los valores F calculados, la mayor diferencia es entre Tratamientos, seguido de suelos y finalmente la interacción.

Donde se puede afirmar que la altura de planta de los tratamientos en promedio de los nueve suelos es diferente entre ellos, igualmente hay diferencia en la altura de planta por cada suelo como promedio de los nueve tratamientos y cada suelo tiene una respuesta particular al tratamiento de fertilización aplicado.

La altura de planta como promedio alcanzó un promedio de 67.76 cm., con un Coeficiente de Variabilidad de 2.42%, el cual es un valor dentro del rango para las condiciones en la que se realizó el experimento, del cual nos da la confiabilidad de los resultados.

5.2.4 RENDIMIENTO DE MATERIA SECA

5.2.5.1.OBSERVACIONES

Los 9 suelos estudiados presentan diferentes grados de fertilidad, lo que se refleja en el crecimiento promedio de las plantas de tomate y el rendimiento de materia seca, sin embargo, dentro de esas diferencias de fertilidad entre los suelos, cada uno de ellos ha respondido a los tratamientos aplicados de una manera particular. En términos generales en la mayoría de los suelos el tratamiento que menor rendimiento de materia seca fue el Testigo, seguido por el nitrógeno y en casi todos los casos se notó una ligera deficiencia de fosforo, la respuesta al potasio, azufre, calcio y magnesio fue variable.los tratamientos mostraron escaso desarrollo, lo que indicaría que el problema de fertilidad es a causa de las deficiencias de estos elementos en el suelo.

CUADRO N°14: Análisis de variancia del rendimiento de materia seca.

ANÁLISIS DE VARIANZA DE PESO SECO

FV	GL	SC	CM	Fcal	Ftab 0.05	Signific.
TRA.	8	34.363	4.295	6.403	2.00	*
SUELO	8	262.766	32.846	48.960	2.00	*
SXT	64	3.032	0.047	0.071	1.39	n.s
ERROR	162	108.682	0.671			
TOTAL	242	408.842				

C.V = 0.24 %

PRUEBA DE DUNCAN

TRA. COM.	DIFERENCIA	ALS (D)	Signific.
A - B	6.377	3.848	*
A - C	9.300	2.823	*
B - C	2.923	3.848	n.s

PRUEBA DE DUNCAN

TRA. COM.	DIFERENCIA	ALS (D)	Signific.
A - B	14.036	3.848	*
A - C	18.690	2.823	*
B - C	83.255	0.000	*

Los resultados de rendimiento de materia seca por el efecto de los factores A (tratamiento) y factor B (suelo) y con tres repeticiones en el ensayo del método del elemento faltante empleado como planta tomate (*Lycopersicum sculentum)Var. Rio Grande,* a 3150 msnm., (CUADRO N°16), se observa que existe una alta significancia estadísticamente a un nivel de 0.01 para el factor principal B (suelo), factor principal A (tratamientos) y para la interacción tratamiento x suelo. De acuerdo a los valores F calculados, la mayor diferencia es entre Tratamientos, seguido de suelos y finalmente la interacción.

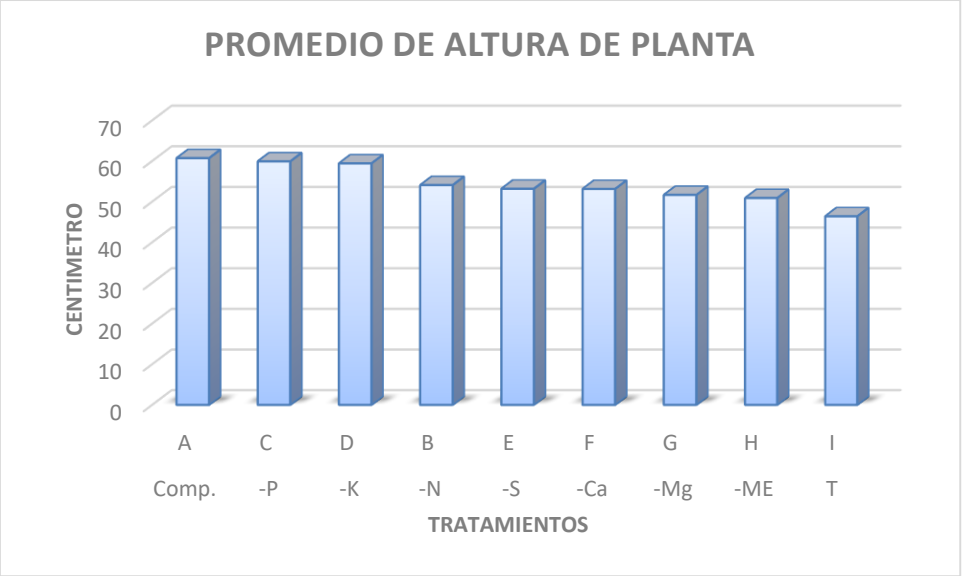
Donde se puede afirmar que el rendimiento de materia seca de los tratamientos en promedio de los nueve suelos es diferente entre ellos, igualmente hay diferencia en la producción de materia seca de los suelos en promedio de los nueve tratamientos y cada suelo tiene una respuesta particular al tratamiento de fertilización aplicado.

El rendimiento promedio de materia seca alcanzó un promedio de 0.601 g., con un Coeficiente de Variabilidad de 0.24 %, el cual es un valor dentro del rango para las condiciones en la que se realizó el experimento, dl cual nos da la confiabilidad de los resultados.

Considerado como aceptable según Calzada Benza (1982), pues los experimentos conducidos en campos experimentales donde no se tiene controlado el factor ambiental, el C.V permitido debe ser menor del 15%.

5.2.5.2.PROMEDIOS DE RENDIMIENTO DE MATERIA SECA POR TRATAMIENTOS

Donde se puede apreciar en el GRAFICO N°02 que no existe diferencias estadísticas entre los tratamientos testigo, sin nitrógeno, sin fosforo, sin azufre, sin elementos menores, sin potasio, sin calcio, sin magnesio y completo.



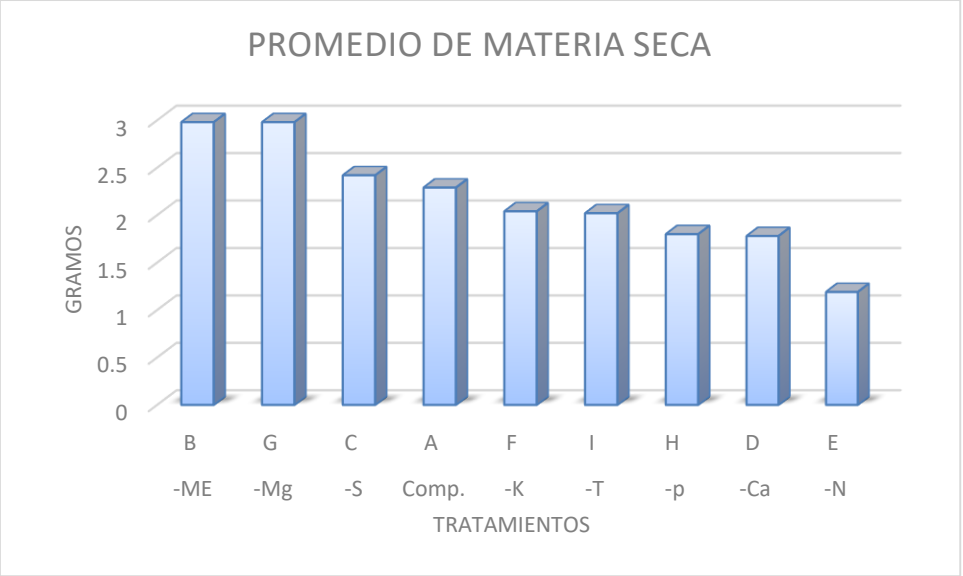
De acuerdo al orden de méritos establecidos en el GRAFICO N°02 se puede ver que el tratamiento con rendimiento promedio de altura de plantas de tomate más baja es el –Ca (Calcio) y el tratamiento es el -S (azufre) es el de mayor rendimiento de altura de plata, seguido del -P (todos menos fosforo),

-P, -S, -EM, -K, T y -Mg.

5.2.5.3.PROMEDIOS DE RENDIMIENTO DE MATERIA SECA POR SUELO

En el GRÁFICO N° 03 Y ANEXO 03, se presenta la producción de materia seca promedio en los suelos se puede ver el orden de mayor a menor.

GRAFICO N° 03: Promedio de rendimiento de materia seca en gramos del Distrito de Santa Cruz –Provincia de Huaylas –Región Ancash,



De acuerdo al orden de méritos establecidos en el GRAFICO N° 03 se puede ver que el suelo de rendimiento promedio de materia seca

Según los resultados de la fertilidad que presentan los suelos en el análisis químico del CUADRO N° 09 se puede ver que los 3 suelos considerados de mejor fertilidad, se puede indicar que en general son suelos de textura franco arenoso, se caracteriza por tener una reacción extremadamente ácida a neutra, además medianamente rico en fosforo y en potasio con excepción del suelo 9 (zona baja) que es pobre en potasio, no presentan ningunos de estos problemas de salinidad. Esto podría señalar el porqué de estos suelos son mejores correspondiente a los suelos del distrito de Huaylas. En consecuencia, se puede indicar que en promedio los elementos más deficientes que limitan la producción de cultivos en los suelos del distrito de Huaylas son el nitrógeno, potasio y el magnesio en ese orden.

5.2.5.4. NIVELES CRITICOS DEL ANALISIS DE LOS SUELOS

PROMEDIO DE PESO EN SECO (Kg)

	ZONA ALTA	ZONA MEDIA	ZONA BAJA
T	1.36	2.03	2.68
-N	1.36	1.00	1.22
-P	1.59	1.91	1.90
-K	1.77	1.71	2.62
-S	3.48	2.41	1.36
-Ca	1.56	1.53	2.25
-Mg	2.30	2.30	4.35
-ME	2.72	2.94	3.30
Comp.	2.25	2.31	2.31

RENDIMIENTO RELATIVO DE PESO EN SECO (Kg)

	ZONA ALTA	ZONA MEDIA	ZONA BAJA		
T	-	-	-		
-N	60.68	43.21	52.88		
-P	70.92	82.95	82.28		
-K	78.78	74.28	113.40		
-S	154.75	104.62	58.93		
-Ca	69.29	66.47	97.12		
-Mg	102.37	99.71	188.18		
-ME	120.92	127.31	146.88		
Comp.	-	-	-		

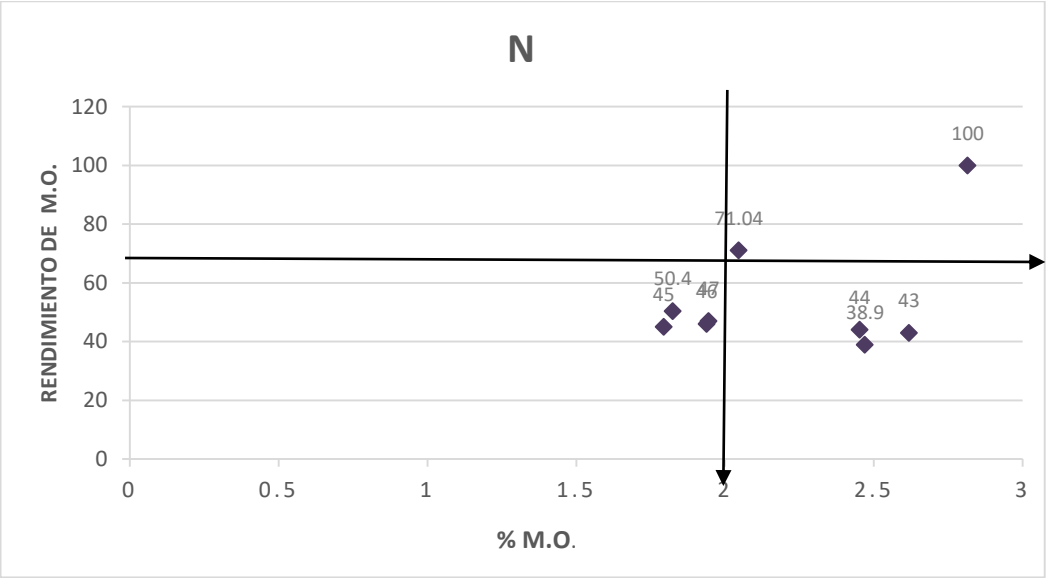
PESO EN SECO

	ZONA ALTA			ZONA MEDIA			ZONA BAJA		
	SUELO 1	SUELO 2	SUELO 3	SUELO 4	SUELO 5	SUELO 6	SUELO 7	SUELO 8	SUELO 9
Rep.	I	II	III	I	II	III	I	II	III
Trat									
T	1.38	0.92	1.79	3.37	2.87	2.08	2.89	2.08	1.29
-N	2.14	1.16	0.79	1.04	1.84	0.91	1.26	1.61	0.7
-P	1.23	1.42	2.13	2.19	1.39	2.41	0.96	1.23	2.1
-K	1.69	2.39	1.23	1.52	5.12	2.07	3.98	1.03	0.99
-S	3.92	4.96	1.55	0.73	1.81	0.77	2.98	2.52	1.78
-Ca	1.56	2.05	1.06	1.49	4.19	2.16	2.1	2.44	2.15
-Mg	2.44	2.01	2.45	2.44	8.17	1.11	2.88	2.93	2.01
-ME	1.78	2.42	3.95	2.44	3.51	2.17	2.67	3.82	2.18
Comp.	2.14	2.57	2.03	2.32	2.59	1.99	2.74	3.51	1.39
	18.28	19.9	16.98	17.54	31.49	15.67	22.46	21.17	14.59

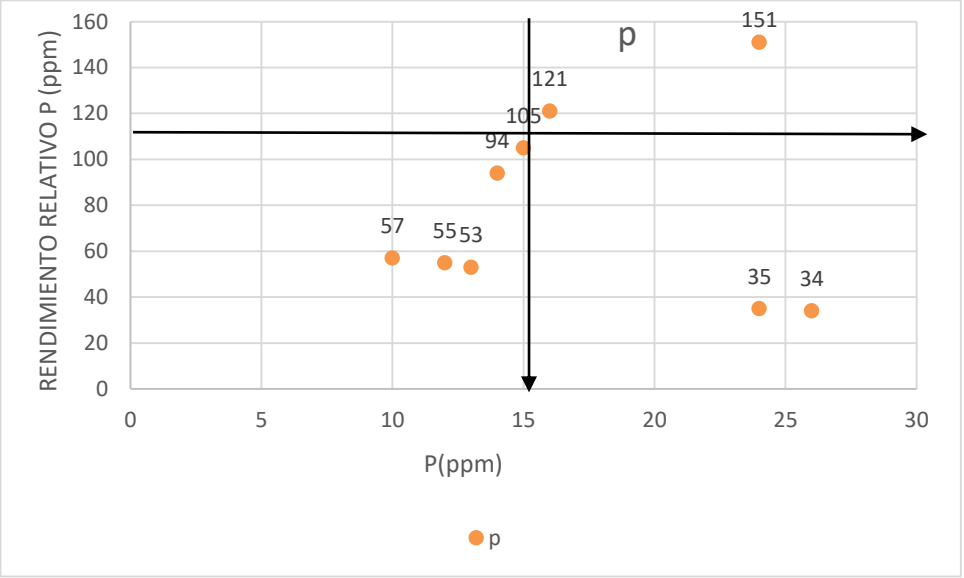
RENDIMIENTO RELATIVO

	SUELO 1	SUELO 2	SUELO 3	SUELO 4	SUELO 5	SUELO 6	SUELO 7	SUELO 8	SUELO 9
-N	100	45.1361868	38.9162562	44.8275862	71.042471	45.7286432	45.9854015	45.8689459	50.3597122
-p	57.4766355	55.2529183	104.926108	94.3965517	53.6679537	121.105528	35.0364964	35.042735	151.079137
-k	78.9719626	92.9961089	60.591133	65.5172414	197.683398	104.020101	145.255474	29.3447293	71.2230216

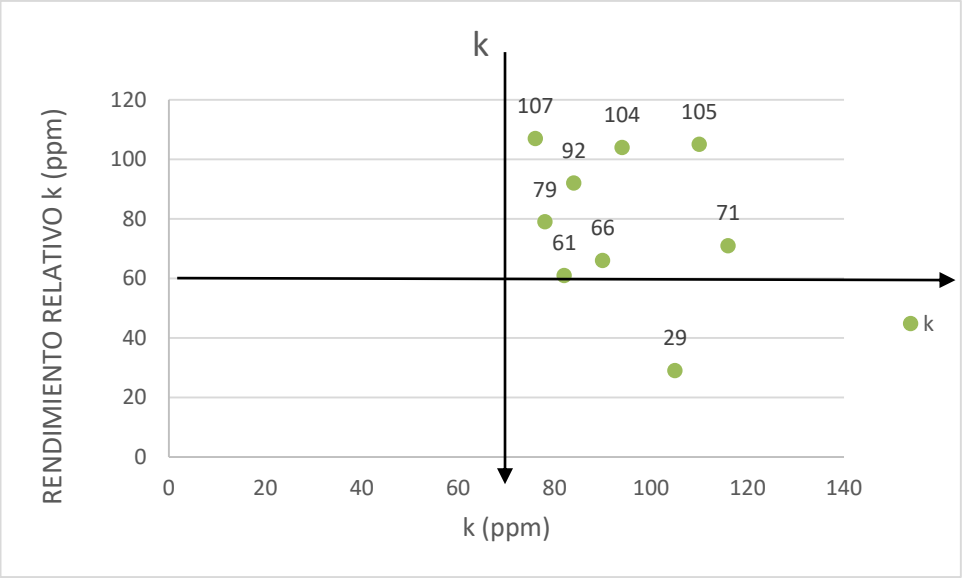
RENDIMIENTO RELATIVO % DE MATERIA SECA EN (-N)



RENDIMIENTO RELATIVO % DE MATERIA SECA EN (-P)



RENDIMIENTO RELATIVO % DE MATERIA SECA EN (-K)



VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 CONCLUSIONES

1. Los elementos mayores disponibles en los suelos de los distritos de Distrito de Santa Cruz –Provincia de Huaylas –Región Ancash, reportaron en promedio de la zona alta, media y baja: % Nt: 0.11.06, P- disponible (ppm): 17.11, K –y los cationes cambiables: Ca (meq / 100 g): 7.53 y Mg (meq / 100 g): 1.15,
2. Los elementos nutritivos más limitantes en promedio a la altura de las plantas de los suelos estudiados de los distritos de Distrito de Santa Cruz – Provincia de Huaylas –Región Ancash,, fueron el –N con 50.89cm,el cual fue bajo seguido -P con 51.65cm y –K con 53.17cm.
3. Se identificó que el suelo predominante respecto al rendimiento de materia seca de plantas indicadoras tomate (*Licopersicum sculentum*) Var. Rio Grande. fue el de la zona alta ocupa una superficie de 3142.32 ha, que representa el 20.44% del área total, con un promedio de 3.6 g. del rendimiento de materia seca, y el suelo de menor rendimiento fue del sector zona baja con 0.265 g.
4. Al evaluar mediante el método de Cate y Nelson, entre el rendimiento relativo y los análisis de suelos, fue posible estimar tentativamente los siguientes niveles críticos para materia orgánica 1.19%, P-disponible 18 ppm, K-disponible 204 ppm.
5. Se realizó el mapeo la zona localizando los 9 suelos de los cuales se tomaron coordenadas, los cuales se determinó cuanto espacio ocupan en la zona estudiada. El cual se puede observar el mayor porcentaje de almacenamiento de nutrientes en los suelos donde la zona alta ocupa una superficie de 2549.15ha, que representa el 16.24% del área total, la zona media ocupa una superficie de 1010.63ha, que

representa el 7.23% del área total, la zona baja ocupa una superficie de 1234.72ha, que representan el 9.62 % del área total.

6.2 RECOMENDACIONES

1. En vista de la deficiencia generalizada de Nitrógeno mostrado por los suelos, después de haberles aplicado dicho elemento, se hace necesario realizar el estudio rendimiento con productos orgánicos de los distritos Distrito de Santa Cruz – Provincia de Huaylas –Región Ancash,
2. Realizar un adecuado programa de fertilización, para reducir costos de producción y elevar los rendimientos de los cultivos en esta zona.
3. Se recomienda monitorear el cultivo para poder identificar las deficiencias de nutrientes para no tener bajos rendimientos en los cultivos de la zona.
4. Se recomienda manejar el cultivo de acuerdo a la zona teniendo encanta las deficiencias que se pueden encontrar en los suelos para poder lograr un óptimo desarrollo de las platas.

VII. BIBLIOGRAFÍA

ALALUNA G., E. (2000). Evaluación del efecto de fertilización, aplicación de estiércol y absorción de elementos en el rendimiento de la secuencia papa-kiwicha, evaluado mediante la técnica del elemento faltante. *Revista Peruana de Biologia, 7*(2).

ARIAS, N. (2004). *Análisis de suelo.*

AZABACHE, L. A. (2003). *Fertilidad dc suelos - Agricultura Sostenible.* Huancayo, Perú: Editorial de la UNCP.

BARRANTES, S. F. (1992). *Interpretación de análisis de suelos, foliar y agua de riego. Consejo de abonado.* Madrid, España: Edit. Mundi - Prensa.

BRADY, N. C., and WEILL, R. R. (1999). *The nature and properties of soils. Prentice Hall.* New Jersey, U.S.A.: Upper Saddle River.

CASANOVA. (1991). *Introducción a la ciencia del suelo.* Caracas, Venezuela: Litopar, c. a.

FUENTES, Y, J, L, 1994. El suelo y los fertilizantes. Cuarta edición, Ed. Mundi-Prensa. Madrid. Pág. 328.

GRANADOS, P. (2010). *Caracterización del Estado Nutricional de los Suelos de Costa Rica mediante la Técnica del Elemento Faltante en el Invernadero Turrialba.*

GUTIERREZ, F. L. (1997). *Evaluación de la calidad del dato analítico* (Vol. I).

HARDY, F. (1970). *Edafología Tropical. IICA - OEA* (1° ed.). México: Herrera Hnos.

HARRISON, L. (1980). *La Fertilidad de los Suelos.* Wisconsin, U.S.A.: Living Soil Inc. Madison.

IBAÑEZ, A. (1971). *Estado nutricional de dos suelos de pradera natural de LW" Ayacucho. Método del elemento faltante.* Ayacucho, Perú: Universidad Nacional de San Cristobal de Huamanga - Programa de Pastos.

JOSE DAVELOUS MC.EVOY (1991) Fertilidad de suelo segunda edición Lima-Perú Pg. 99-121.

LAL. (2000). *Propiedades Físicas del Suelo.*

MARTINI, J. A. (1969). *Caracterización del Estado Nutricional de los Principales "Latosoles" de Costa Rica mediante la técnica del Elemento Faltante en el Invernadero Turrialba".* Costa Rica.

MELGAREJO, R. N. (2005). *Caracterización del estado nutricional de los suelos del gran grupo ARGIUSTOL de la provincia de Carhuaz (2700 m.s.n.m.) – Ancash.* Tesis de Grado Académico.

MELSTED, S. W.; et al. (1983). *"The principles of Soil Testing"* (Vol. Inc. Madison). Wisconsin, USA.

MITSCHERLICH, S. V. (1970). *Fertilidad de Suelos y Fertilizantes para la Investigación dc la Agricultura.* (4° Edición ed.). México, México: Edit. Trillas.

NAVA, S. A. y GONZALES, K. (1999). *Guía Rural Agrícola y Pecuaria.* Caracas, Venezuela: Editorial Graficlub.

NAVARRO B., S., y NAVARRO G., G. (2003). *Quimica Agricola - el suelo y los elementos químicos esenciales para la vida vegetal* (Segunda ed.). Madrid, España: Grupo Mundi Prensa.

NELSON, W. L. (1991). *Fertilidad de Suelos y Fertilizantes.* (J. B. Piña, Trad.) México, México: Edit. LIMUSA.

NORIEGA TOLEDO, V. M. (2011). *Cadena Agroproductiva de Papa: Manejo y Fertilidad de suelos. Lima*.

SERRANO (2009). "PRONTUARIO DEL CULTIVO DEL TOMATE" Consejería de Agricultura y Pesca. ESPAÑA.

ONERM. (1973). *studio de Suelos del Callejón de Huaylas " (Semidetallado).* Lima, PERÚ: Comisión de rehabilitación y reconstrucción de la zona afectada - CRYRZA.

PECK, T. R. and MELSTED, S. W. (1973). *"Field Sampling for Soil Testing".* (L. M. Beaton, Ed.) Wisconsin, USA: Soil Science Society of America, Inc Madison.

SANCHEZ, V. J. (2007). *Fertilidad de Suelos y Nutrición Mineral de Plantas.* Madrid, España: Editorial FERTITEC S.A.

SOSA, A. (2002). *Muestreo de suelos.* Rivadia.

TISDALE, S. e. (1977). *"Fertilidad de Suelos y Fertilizantes".* (J. B. Pino, Trad.) Barcelona, España: Montaner y Simon S.A.

U.N.E.F.M. (2000). *Manual práctico de laboratorio de suelo- Programa de agronomía, laboratorio de suelos.* El Hatillo.

WELCH and WIESE. (1973). *Opportunities to Improve Soil Testing Programs.* (L. M. Beaton, Ed.) Wisconsin, U.S.A.: Soil Science Society of America Inc. MAdison.

Página Web:

Fuente:http://datateca.unad.edu.co/contenidos/358024/contLinea/leccin_23_suelo_y_biodiversidad.html

VIII. ANEXOS

Cuadro N° 07: Necesidades medias de fertilización

Cultivo	Rendimiento (kg / ha)	N (kg/ha)	P_2O_5 (kg/ha)	K_2O (kg/ha)
Cereales				
Trigo secano	1500	40 - 80	40 - 60	40 – 60
Trigo regadío	6000	150 - 200	60 - 120	90 – 120
Cebada secano	2000	50 - 80	45 - 70	45 – 60
Cebada regadío	5000	150 - 500	50 - 120	75 – 100
Avena	1200	30 - 60	30 - 50	45 – 60
Arroz	8000	150 220	80 - 120	100 - 160
Maíz secano	5000	75 - 100	40 - 100	60 – 100
Maíz regadío	10000	200 - 300	80 - 160	80 – 200
Sorgo secano	2000	75 - 100	75 - 90	80 – 100
Sorgo regadío	8000	200 - 300	80 - 160	80 – 180
Leguminosas				
Haba	3000	0 - 30	30 - 80	100 - 120
Arveja	1800	0 - 30	40 - 80	60 – 120
Raíces y tubérculos				
Papa secano	10000	50 - 80	40 - 80	60 – 120
Papa regadío	25000	80 - 160	60 - 120	150 - 250
Camote	16000	60 - 80	50 - 70	80 – 110
Industriales				
Algodón regadío	3000	150 - 200	40 - 80	90 – 120
Caña de azúcar	60000	150 - 250	50 - 80	200 - 350
Girasol	3000	60 - 100	40 - 80	40 – 120
Soya	4000	0 - 40	120 - 150	130 - 160
Tabaco	1500	80 - 140	50 - 100	150 - 200
Pradera y plantas forrajeras				
Prados gramíneos (heno)	6000	120 - 200	100 - 140	100 - 180
Prados leguminosos (heno)	10000	40 - 50	120 - 180	100 - 220

Maíz forrajero (verde)	60000	150 - 250	90 - 120	100 - 180
Alfalfa (heno)	12000	20 - 40	80 - 220	150 - 300
Frutales				
De hueso	25000	150 - 250	70 - 150	200 - 240
De pepita	20000	150 - 250	80 - 120	150 - 200
Cítricos	30000	200 - 300	100 - 150	180 - 250
Vid (vino)	5000	40 - 60	30 -60	60 - 120
Vid (uva de meza)	10000	80 - 120	80 - 140	120 - 150
Olivo de regadío (kg/árbol)	80 - 100	0.8 - 1.2	0.6 - 0.8	1.0 - 1.5
Árboles forestales	0	50 - 60	50 - 60	60 - 90
Plátano	30000	200 - 350	80 - 120	120 - 300
Hortícolas				
Zanahoria	30000	100 - 120	60 - 80	80 - 150
Cebolla	40000	150 - 200	100 - 120	120 - 150
Tomate	40000	180 - 200	80 - 120	200 - 250
Pimiento	30000	150 - 200	80 - 120	150 - 200
Berenjena	6000	125 - 140	100 - 120	180 - 220
Col y coliflor	40000	160 - 200	80 - 120	180 - 220
Alcachofa	12000	200 - 300	100 - 150	120 - 160
Espárrago	2500	100 - 150	80 - 100	150 - 180
Espinaca	15000	75 - 100	40 - 60	50 - 80
Lechuga	25000	60 - 100	50 - 75	50 - 100

Fuente: Domínguez V., A. 1997, Tratado de fertilización

Cuadro N° 07: Extracciones medias de elementos (N, P, K) por diferentes cultivos

CULTIVO	Unidad de producción	Kg/unidad de producción		
		N	P_2O_5	K_2O
Cereales				
Trigo	t	28 - 30	12 - 15	20 - 35
Cebada	t	24 - 28	10 -12	20 - 35
Avena	t	28 - 30	10 - 14	23 - 35
Maíz	t	26 - 32	10 - 13	22 - 30
Sorgo	t	28 - 34	10 - 14	22 - 32
Arroz	t	14 - 22	6 - 10	14 - 23
Leguminosas				
Haba	t	52 - 60	16 - 18	32 - 45
Guisante	t	50 -60	13 - 15	32 - 40
Raíces y tuberosas				
Papa	10 t	35 - 55	16 - 20	60 - 80
Camote	10 t	40 - 45	15 - 18	70 - 80

Industriales				
Algodón (fibra)	t	160 - 190	70 -80	140 - 160
Tabaco (hojas)	t	40 - 70	6 - 12	60 - 100
Soya	t	75 - 85	15 - 17	40 - 50
Girasol	t	40 - 50	18 - 20	90 - 100
Caña de azúcar	10 t	15 - 17	6 - 8	27 - 30
Forrajeros				
Alfalfa (heno)	t	25 - 30	5 - 9	20 -26
Praderas artificiales (heno)	t	15 - 20	6 - 9	18 - 25
Praderas naturales	ha	100 - 150	30 - 40	100 - 120
Maíz	10 t	25 - 35	10 - 14	25 - 40
Frutales				
De hueso	10 t	30 - 40	10 - 15	40 - 55
De pepita	10 t	25 - 35	8 - 12	35 - 45
Cítricos	10 t	20 - 35	10 - 15	30 - 45
Vid	t	8 - 10	3 - 5	10 - 15
Olivo	t	10 12	4 - 6	12 - 20
Hortalizas				
Tomate	10 t	30 - 40	8 - 12	40 - 65
Espinaca	10 t	50 -60	14 - 16	50 - 100
Zanahoria	10 t	30 - 50	10 - 12	55 - 65
Lechuga	10 t	30 - 40	10 - 20	60 - 80
Cebolla	10 t	25 - 40	10 - 15	30 -35
Alcachofa	10 t	75 - 80	30 - 35	150 - 160
Coliflor	10 t	40 - 45	14 - 16	60 - 65

Fuente: Domínguez V., A. 1997, Tratado de fertilización

ANEXO 02:

Cuadro N° 08: Resultados del análisis de fertilidad

RESULTADOS DE ANALISIS DE SUELOS DE LA PROVINCIA DE SANTA CRUZ													
DISTRITO	SECTOR	CLAVE	N° DE MUESTRA	TEXTURA			CLASE TEXTURAL	pH	M.O.	Nt %	P ppm	K ppm	C.E. dS/m
				Ao	Li	Ar							
SANTA CRUZ MUESTRA 01	ZONA ALTA	310-a	M -01	58	28	14	Franco arenoso	4.98	2.815	0.141	10	78	0.161
	ZONA MEDIA	311-a	M -02	54	27	19	Franco arenoso	5.74	2.452	0.123	12	84	0.506
	ZONA BAJA	312-a	M -03	56	23	21	arcillo arenoso	5.92	2.47	0.124	15	82	0.445
SANTA CRUZ MUESTRA 02	ZONA ALTA	313-a	M -04	60	26	14	Franco arenoso	5.38	2.618	0.131	14	90	0.303
	ZONA MEDIA	314-a	M -05	68	13	19	Franco arenoso	5.25	2.046	0.102	13	76	0.091
	ZONA BAJA	315-a	M -06	60	25	15	arenoso	5.99	1.794	0.09	16	94	0.151
SANTA CRUZ MUESTRA 03	ZONA ALTA	316-a	M -07	58	23	19	Franco arenoso	6.29	1.938	0.097	24	110	0.123
	ZONA MEDIA	317-a	M -08	68	18	14	Franco arenoso	7.31	1.945	0.097	26	105	0.134
	ZONA BAJA	318-a	M -09	80	12	8	Franco	6.3	1.824	0.091	24	116	0.101

ANEXO 03:

Cuadro N° 09: Rendimiento promedio de materia seca del tomate en los 9 tratamientos y de los 9 suelos de los distritos de Santa Cruz, de la provincia de Huaylas de la Región Ancash.

PROMEDIO DE PESO EN SECO			
	ZONA ALTA	ZONA MEDIA	ZONA BAJA
T	1.36	2.03	2.68
-N	1.36	1.00	1.22
-P	1.59	1.91	1.90
-K	1.77	1.71	2.62
-S	3.48	2.41	1.36
-Ca	1.56	1.53	2.25
-Mg	2.30	2.30	4.35
-ME	2.72	2.94	3.30
Comp.	2.25	2.31	2.31

ANEXO 04:

Cuadro N° 10: Rendimiento relativo (%) promedio de materia seca del tomate en los 9 tratamientos y de los 9 suelos de los distrito de Santa Cruz, de la provincia de Huaylas de la Región Ancash.

RENDIMIENTO RELATIVO DE PESO EN SECO				
	ZONA ALTA	ZONA MEDIA	ZONA BAJA	
T	-	-	-	
-N	60.68	44.36	54.45	
-P	70.92	85.16	84.72	
-K	78.78	76.26	116.77	
-S	154.75	107.42	60.68	
-Ca	69.29	68.25	100.00	
-Mg	102.37	102.37	193.77	
-ME	120.92	130.71	146.88	
Comp.	-	-	-	

ANEXO 05:

Cuadro N° 11: Datos del análisis del ANVA de rendimiento de materia seca

ANÁLISIS DE VARIANZA DE PESO SECO

FV	GL	SC	CM	Fcal	Ftab 0.05	Signific.
TRA.	8	6.225	0.778	1.835	2.00	n.s
SUELO	8	262.766	32.846	77.457	2.00	*
SXT	64	31.170	0.487	1.149	1.39	n.s
ERROR	162	68.696	0.424			
TOTAL	242	368.856				
TRAT.	9					
SUELO	9					
REP.	3					

ANEXOS **06:** Panel fotográfico

FOTO 01: Recolección de muestras de suelo agrícola

FOTO 02: Llenado de bolsas con el suelo agrícola.

FOTO 03: Instalación del experimento.

FOTO 04: Primera aplicación de reactivos

FOTO 05: Emergencia de la planta indicadora tomate.

FOTO 06: Deshierbo de las bolsas.

FOTO 07: Segunda aplicación de reactivos (tratamientos).

FOTO 08: Evaluación en campo.

FOTO 09: Corte y empaque de las plantas.

FOTO10 Evaluación de materia seca en el laboratorio.