



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE CIENCIAS

CARRERA DE INGENIERÍA EN BIOTECNOLOGÍA AMBIENTAL

“EVALUACIÓN DE LA CALIDAD AMBIENTAL EN SUELOS DE INVERNADEROS DE TOMATE RIÑÓN (*Lycopersicum esculemtum mil*) EN EL SECTOR SAN ANTONIO DE LA PARROQUIA SAN LUIS CANTÓN RIOBAMBA”.

TRABAJO DE TITULACIÓN

TIPO: PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Presentado para optar al grado académico de:

INGENIERA EN BIOTECNOLOGÍA AMBIENTAL

AUTORA: BLANCA ALICIA LEMA CABA

DIRECTORA: ING. MARCELA YOLANDA BRITO MANCERO

Riobamba – Ecuador

2019

©2019, Blanca Alicia Lema Caba

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo la cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho de Autor.

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Yo, **Blanca Alicia Lema Caba**, declaro que el presente trabajo de titulación es de mi autoría y que los resultados del mismo son auténticos y originales. Los textos constantes en el documento que provienen de otra fuente están debidamente citados y referenciados.

Como autora, asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este trabajo de titulación.

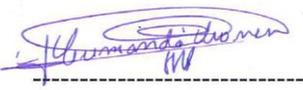


Blanca Alicia Lema Caba

CI: 0605198282

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD CIENCIAS QUÍMICAS DE CIENCIAS
CARRERA DE INGENIERÍA EN BIOTECNOLOGÍA AMBIENTAL

El Tribunal del trabajo de titulación certifica que: El proyecto de investigación: “**EVALUACIÓN DE LA CALIDAD AMBIENTAL EN SUELOS DE INVERNADEROS DE TOMATE RIÑÓN (*Lycopersicum esculentum mil*) EN EL SECTOR SAN ANTONIO DE LA PARROQUIA SAN LUIS CANTÓN RIOBAMBA**” de responsabilidad de la señorita: Blanca Alicia lema Caba, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal de Tesis, quedando autorizada su presentación.

| | FIRMA | FECHA |
|---|--|--------------|
| Ing. Marcela Brito Mancero DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN |  | 2019-09-27 |
| Dra. Cumandá Carrera Beltrán MIEMBRO DEL TRIBUNAL |  | 2019-09-27 |

Yo, Blanca Alicia Lema Caba, soy responsable de las ideas, doctrinas y resultados expuestos en este trabajo de Titulación y el patrimonio intelectual del trabajo de Titulación le pertenece a la Escuela Superior Politécnica De Chimborazo.

Blanca Alicia Lema Caba

DEDICATORIA

Esta tesis está dedicada a:

A mis padres Manuel y Margarita quienes con su amor, paciencia y esfuerzo me han permitido llegar a cumplir hoy un sueño más, gracias por inculcar en mí el ejemplo de esfuerzo y valentía, de no temer las adversidades porque Dios está conmigo siempre.

A mis hermanos Lenín, Efraín y Hernán por su cariño y apoyo incondicional, durante todo este proceso, por estar conmigo en todo momento gracias. A toda mi familia porque con sus oraciones, consejos y palabras de aliento hicieron de mí una mejor persona y de una u otra forma me acompañan en todos mis sueños y metas.

A todas las personas que nos han apoyado y han hecho que el trabajo se realice con éxito en especial a aquellos que nos abrieron las puertas y compartieron sus conocimientos.

Blanca

AGRADECIMIENTO

Quiero expresar mi gratitud a Dios, quien con su bendición llena siempre mi vida y a toda mi familia por estar siempre presentes.

A mis padres quienes son mi motor y mi mayor inspiración, que a través de su amor, paciencia, buenos valores, ayudan a trazar mi camino.

De igual manera a mis hermanos por estar siempre presentes, acompañándonos y por el apoyo moral, que nos brindaron a lo largo de esta etapa de mi vida.

A la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, por ser la sede de todo el conocimiento adquirido en estos años.

De manera especial, agradezco a mi Director de Tesis Ing. Marcela Brito, que gracias a sus consejos y correcciones hoy puedo culminar este trabajo. A los profesores que me han visto crecer como persona, y gracias a sus conocimientos hoy puedo sentirme dichoso y contento.

Blanca

TABLA DE CONTENIDO

| | |
|---|----------|
| RESUMEN | xiv |
| SUMMARY | xv |
| CAPÍTULO I | |
| 1. MARCO TEÓRICO | 3 |
| 1.1 Antecedentes | 3 |
| 1.2 Marco Histórico | 3 |
| 1.3 Marco Conceptual | 4 |
| 1.3.1 <i>Suelo</i> | 4 |
| 1.3.2 <i>Evaluación de Calidad Ambiental</i> | 4 |
| 1.3.3 <i>Índices o indicadores de Calidad Ambiental</i> | 4 |
| 1.4 Marco de Referencia | 5 |
| 1.4.1 <i>Importancia del suelo</i> | 5 |
| 1.4.1.1 <i>Agrícola</i> | 6 |
| 1.4.1.2 <i>Ambiental</i> | 6 |
| 1.4.1.3 <i>Social</i> | 6 |
| 1.4.1.4 <i>Económica</i> | 6 |
| 1.5 Propiedades de suelo | 7 |
| 1.5.1 <i>Físicas</i> | 7 |
| 1.5.2 <i>Químicas</i> | 7 |
| 1.5.3 <i>Biológicas</i> | 7 |
| 1.6 Cultivo Tomate Riñón | 7 |
| 1.6.1 <i>Generalidades</i> | 7 |
| 1.6.1.1 <i>Origen</i> | 7 |
| 1.6.1.2 <i>Taxonomía y Morfología</i> | 8 |

| | | |
|------------------------------|---|-----------|
| 1.6.1.3 | <i>Plagas de los tomates</i> | 8 |
| 1.6.2 | <i>Productos químicos que se aplican</i> | 9 |
| 1.7 | Índices de calidad ambiental del suelo | 10 |
| 1.7.1 | <i>Índices o indicadores en suelo</i> | 10 |
| 1.8 | Suelo y cultivo de tomate en san Luis | 10 |
| 1.9 | Producción del cultivo de Tomate de Riñón | 11 |
| 1.10 | Buenas prácticas agrícolas | 11 |
| CAPÍTULO II | | |
| 2. | MATERIALES Y MÉTODOS | 13 |
| 2.1 | Tipo y diseño de la investigación | 13 |
| 2.1.2 | <i>Investigación Descriptiva</i> | 14 |
| 2.1.1 | <i>Investigación No Experimental</i> | 14 |
| 2.2 | Levantamiento de la Línea Base | 16 |
| 2.2.1 | <i>Delimitación del área de estudio</i> | 16 |
| 2.3 | Fase de Campo | 17 |
| 2.3.1. | <i>Selección del área de muestreo</i> | 17 |
| 2.3.2. | <i>Establecimiento de los puntos de muestreo</i> | 17 |
| 2.3.3 | <i>Recolección y almacenamiento de las muestras</i> | 17 |
| 2.4 | Fase de Laboratorio | 18 |
| 2.5 | Evaluación de la Calidad Ambiental del Suelo | 22 |
| 2.5.1 | <i>Ficha para la evaluación de la calidad ambiental del suelo</i> | 22 |
| CAPÍTULO III | | |
| 3. | RESULTADOS Y ANÁLISIS | 23 |
| CONCLUSIONES | | 51 |
| RECOMENDACIONES | | 52 |
| BIBLIOGRAFÍA | | |
| ANEXOS | | |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|---|----|
| Tabla 1-1: Plagas del tomate de riñón..... | 9 |
| Tabla 1-2: Parámetros Físicos del Suelo..... | 18 |
| Tabla 2-2: Parámetros Químicos del Suelo..... | 19 |
| Tabla 3-2: Parámetros Biológicos del Suelo..... | 19 |
| Tabla 1-3: Indicadores Físicos de la Calidad del Suelo. | 23 |
| Tabla 2-3: Porosidad de la Calidad del Suelo. | 24 |
| Tabla 3-3: Matriz de registro in situ para la evaluación de la infiltración - Invernadero 1..... | 25 |
| Tabla 4-3: Matriz de registro in situ para la evaluación de la infiltración - Invernadero 2..... | 25 |
| Tabla 5-3: Matriz de registro in situ para la evaluación de la infiltración - Invernadero 3..... | 26 |
| Tabla 6-3: Cálculos logarítmicos realizados a las lecturas | 26 |
| Tabla 7-3: Cálculos logarítmicos realizados a las lecturas de..... | 27 |
| Tabla 8-3: Cálculos logarítmicos realizados a las lecturas | 27 |
| Tabla 9-3: Velocidad de Infiltración | 28 |
| Tabla 10-3: Capacidad de Intercambio Catiónico..... | 29 |
| Tabla 11-3: Indicadores Químicos de la Calidad del Suelo. | 29 |
| Tabla 12-3: Respiración de CO ₂ | 37 |
| Tabla 13-3: Ficha para Evaluación del Suelo. | 37 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1-2: Fases del Estudio..... | 15 |
| Figura 2-2: Ubicación Satelital Parroquia San Luis | 16 |
| Figura 3-2: Forma de tomar una muestra de suelo. | 18 |

ÍNDICE DE GRÁFICOS

| | |
|---|----|
| Gráfico 1-3: Tiempo acumulado de los 3 invernaderos..... | 28 |
| Gráfico 2-3: Potencial de Hidrógeno del Suelo..... | 30 |
| Gráfico 3-3: Carbón Orgánico del Suelo..... | 31 |
| Gráfico 4-3: Conductividad Eléctrica en el suelo..... | 32 |
| Gráfico 5-3: Nitrógeno en el Suelo..... | 33 |
| Gráfico 6-3: Fósforo en el Suelo..... | 34 |
| Gráfico 7-3: Potasio en el Suelo..... | 35 |
| Gráfico 8-3: Calcio en el Suelo..... | 35 |
| Gráfico 9-3: Magnesio en el Suelo..... | 36 |
| Gráfico 10-3: Evaluación de Indicadores – Calidad de Suelo..... | 40 |
| Gráfico 11-3: Evaluación de Indicadores – Calidad y Salud de Cultivos..... | 42 |
| Gráfico 12-3: Edades de los cultivos..... | 43 |
| Gráfico 13-3: Agroquímicos utilizados..... | 44 |
| Gráfico 14-3: Tipos de plagas presentes en el cultivo de tomate riñón..... | 44 |
| Gráfico 15-3: Cantidad de pesticidas aplicados..... | 45 |
| Gráfico 16-3: Frecuencia de aplicación de loa agroquímicos..... | 45 |
| Gráfico 17-3: Enfermedades del tomate riñón..... | 46 |
| Gráfico 18-3: Cantidad de plantas cultivadas..... | 46 |
| Gráfico 19-3: Cantidad de camas..... | 47 |
| Gráfico 20-3: Área de los invernaderos..... | 48 |
| Gráfico 21-3: Horario para la aplicación de agroquímicos..... | 48 |
| Gráfico 22-3: Inicio del cultivo..... | 49 |

LISTA DE ANEXOS

Anexo A. Fotografías del muestreo en campo

Anexo B. Informes de los analizados realizados en Laboratorio.

RESUMEN

El objetivo de este proyecto es la evaluación de la calidad ambiental en suelos de invernaderos de tomate riñón (*Lycopersicum esculentum mil*) en el Sector San Antonio de la Parroquia San Luis cantón Riobamba. Para la evaluación de la sustentabilidad de los sistemas de producción en el suelo, es indispensable disponer de índices de calidad e indicadores que permitan determinar la calidad ambiental que a largo plazo conducirá a un manejo adecuado del suelo. Se procedió a recolectar muestras de suelo y macrofauna en 3 invernaderos. Posteriormente se realizó el análisis de los parámetros físicos, químicos y biológicos de las muestras de suelo en los Laboratorios de suelos de la ESPOCH y CESTTA. Una vez con los resultados de todos estos parámetros se evaluó la calidad ambiental del suelo de cada uno de los invernaderos con la ayuda de una ficha técnica. Finalmente se obtuvo que todos los invernaderos el suelo presentan una textura franco limosa y una estructura de bloques subangulares. Se evidenció que las prácticas de cultivo de tomate se realizan de manera tradicional, sin control de la degradación del suelo y poco control de la maleza. Los propietarios de los invernaderos mencionaron que utilizan pesticidas en sus cultivos y que se los aplica de forma directa en los suelos al finalizar el día; aplicando además al inicio del cultivo de tomate abono orgánico en su mayoría. Un aspecto importante a mencionar es que no se presentó una macrofauna en abundancia como se esperaba en relación al tiempo y manejo, solo una cantidad de lombrices en cada uno de los suelos sin presencia de invertebrados.

Palabras Clave: <BIOTECNOLOGÍA>, <CONTAMINACIÓN DE SUELO>, <CALIDAD AMBIENTAL>, <INDICADORES>, <INVERNADEROS>, <TOMATE RIÑÓN (*Lycopersicum esculentum mil*)>, <SUELO>.



SUMMARY

The objective is the evaluation of the environmental quality in soils of greenhouses of kidney tomatoes (*Lycopersicon esculentum* mil) in the San Antonio Sector of the Parish of San Luis Cantón Riobamba. For the evaluation of the sustainability of production systems in the soil, it is essential to have quality indices and indicators that allow determining the environmental quality that will lead to adequate soil management in the long term. Samples of soil and macrofauna were collected in 3 greenhouses. Subsequently, the analysis of the physical, chemical and biological parameters of the soil samples in the soil laboratories of the ESPOCH and CESTTA was carried out. Once the results of all these parameters were evaluated, the environmental quality of the soil of each of the greenhouses was evaluated with the help of a technical sheet. Finally, it was obtained that all the greenhouses in the soil have a loamy loamy texture and a structure of subangular blocks. It was evidenced that tomato cultivation practices are carried out in a traditional way, without control of soil degradation and Little control of weeds. The owners of the greenhouses mention that they use pesticides in their crops and that they are applied directly to the soil at the end of the day; also applying mostly organic fertilizer tomato at the beginning. An important aspect to mention is that no An abundant macrofauna was presented as expected in relation to time and management, only a number of worms in each of the soil without the presence of invertebrates.

Keywords: <BIOTECHNOLOGY>, <SOIL POLLUTION>, <ENVIRONMENTAL QUALITY>, <INDICATORS>, <GREENHOUSES>, <TOMATO KIDNEY (*Lycopersicon* thousand)>, <SUELO>.



INTRODUCCIÓN

La calidad ambiental es el conjunto de propiedades, componentes o variables del medio ambiente, los cuales forman un sistema ambiental de gran importancia para los seres humanos, lo cual permite tener un manejo adecuado del suelo.

Para la evaluación de la sustentabilidad de los sistemas de producción en el suelo, es indispensable disponer de índices de calidad e indicadores que permitan determinar la calidad ambiental que a largo plazo conducirá a un manejo adecuado del suelo (García, Ramírez, & Sánchez, 2012).

La producción mundial de tomate en los últimos años se ha elevado a 211.021,843 toneladas. De acuerdo a la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), en el año 2012 la producción mundial de esta hortaliza aumentó en un 2,2% (Ausay, 2015). Mientras tanto, en Ecuador, la producción de tomate de riñón, ocupa el cuarto lugar en importancia por área sembrada dentro del cultivo de hortalizas con 3.333 hectáreas (INEC, 2016). En el sector San Antonio de la parroquia San Luis, el tomate riñón es uno de los cultivos más importantes en invernadero, por ser un producto de consumo general, su popularidad incrementa por su alta producción.

Los productores van ampliando progresivamente su área de producción actual de 450,26 ha que representa el 21, el número de jornales se incrementa, debido a que es un cultivo que tiene mayores labores culturales como el tutoreo, cosecha y poscosecha; para la producción del ciclo se requiere un promedio de 106 jornales por hectárea, con mínimos de 103 y máximos de 107 jor/ha. Es un cultivo que genera mayor mano de obra (Pilco, Yanqui, & Lara, 2011).

Por otro lado, la agricultura consume hasta el 85% de la producción mundial en cuanto se refiere al uso de agroquímicos, con el propósito de mantener un control sobre las plagas que afectan los cultivos (Izquierdo, 2017).

El índice de calidad del suelo se ve afectado debido al incremento de los agroquímicos, los mismos que se aplican sin control por parte de los agricultores, y este uso indiscriminado influye en la reducción de la fertilidad del suelo (Izquierdo, 2017).

HIPÓTESIS NULA

La aplicación de agroquímicos en el cultivo de tomate afecta la calidad ambiental del suelo.

OBJETIVOS:

Objetivo General:

- Evaluación de la calidad ambiental en suelos de invernaderos de tomate riñón (*Lycopersicum esculentum mil*) en el Sector San Antonio de la Parroquia San Luis Cantón Riobamba.

Objetivos Específicos:

- Levantamiento de la línea base del sistema de Producción de tomate riñón en el sector San Antonio
- Analizar los parámetros físicos, químicos y biológicos del suelo.
- Evaluar la calidad ambiental del suelo.

CAPÍTULO I

1. MARCO TEÓRICO

1.1 Antecedentes

La parroquia San Luis está ubicada al oeste del Cantón Riobamba, tiene una altitud de 2.662 msnm. Se encuentra limitada de la siguiente manera, Norte: La Candelaria, Sur: Corazón de Jesús y monjas Tunshi, Este: San Vicente de Tiazo y al Oeste: Guaslán (Rodríguez & Pérez, 2015).

Debido a la ubicación de San Luis y por las características de sus suelos, existe una amplia diversidad de producción agrícola lo que ha permitido que en su entorno se desarrollen y generen importantes ingresos económicos, entre los cuales se destaca la fertilidad de los suelos que influyen en el desarrollo local (PDOT, 2017).

La importancia de la siembra de tomate riñón en el Sector San Antonio radica en la calidad de este producto debido a su tamaño y a la variedad de especies que se presentan en este sector. Además, la producción del tomate riñón es muy rentable y ayuda en el sustento económico de las familias en la parroquia San Luis. Hoy en día los productos no tienen una adecuada valoración y, además, existe mucha competencia con otros productos internacionales. Los invernaderos duran de 8 a 10 años; la temperatura de estos depende del clima, en invierno mantiene una temperatura promedio de 30° C y en verano una temperatura de 50°C (PDOT, 2017).

1.2 Marco Histórico

Durante los años 60 y 70 en el Sector San Antonio los agricultores sembraban maíz, trigo y cebada; mientras que en los años 80 y 90 se dedicaban al cultivo de verduras y hortalizas. En el año de 1988 la primera persona en sembrar el tomate riñón bajo invernadero en la Parroquia San Luis fue el Sr. Iván Mancero en el año 2000, los agricultores comienzan a sembrar tomate riñón bajo invernadero con la ayuda del Banco Nacional Fomento.

1.3 Marco Conceptual

1.3.1 Suelo

El suelo está formado por varios constituyentes y propiedades que son el resultado de la actuación de una serie de factores activos como el clima, organismos, relieve y tiempo sobre un material pasivo conocido como roca madre (Montalvo, 2013). Es un componente importante del ambiente, se lo considera como un recurso natural no renovable ya que tarda miles de años en formarse, es una mezcla de minerales, materia orgánica, agua y aire, el mismo se forma por acción de la temperatura, el agua, el viento y los animales, son el sustento ya que proporcionan alimento para plantas, almacena nutrientes, posee y alberga materia orgánica proveniente de restos animales y vegetales, y constituye el hábitat de diversos organismos que transforma la materia orgánica presente en él (Izquierdo, 2017). Como se observa, el suelo es un elemento muy importante en la naturaleza que cumple diferentes funciones específicas en el medio ambiente.

1.3.2 Evaluación de Calidad Ambiental

La calidad Ambiental es el conjunto de características del medio ambiente, las cuales forman un sistema ambiental con la respectiva importancia para los seres humanos de tal forma que sea conservado de una manera adecuada (Rojas, 2011). El medio ambiente es considerado como un requisito indispensable para el bienestar del hombre y su análisis muy pocas veces se extiende más allá de esta evidente proposición. (Celemin , 2007).

Dentro del tema de calidad ambiental, se encuentra la calidad del suelo, la cual se la debe analizar como la utilidad del suelo para un propósito específico en un intervalo amplio de tiempo. Por lo tanto, esto se relaciona con la capacidad del suelo para funcionar de manera adecuada, tomando en cuenta aspectos como fertilidad, productividad potencial, sostenibilidad y calidad ambiental. La calidad del suelo es una herramienta que ayuda a comprender la utilidad y salud de este recurso (Bautista , Etchevers, del Castillo, & Gutiérrez, 2004).

1.3.3 Índices o indicadores de Calidad Ambiental

Un indicador se encarga de sintetizar información importante convirtiendo un fenómeno en perceptible y que pueda ser cuantificado; este mide y comunica, de manera comprensible, información relevante (Cantú, Becker, Bedano, & Schiavo, 2007).

Los impactos ambientales, cuando son detectados deben ser cualificados considerando diferentes tipos de propiedades. Existen muchas posibilidades de cualificar los impactos, los cuales dependen del tipo de proyecto a evaluar (Martín, 2007).

1.4 Marco de Referencia

1.4.1 Importancia del suelo

El suelo es muy importante y se encuentra en forma natural en el planeta, cumple funciones asociadas con la sostenibilidad de los ecosistemas. Sirve de soporte a todos los seres vivos del ecosistema a los que suministra el agua y los nutrientes que necesitan para el desarrollo adecuado de su ciclo vital (Matus & Ñamendy, 2007).

Es un recurso natural finito y no renovable que proporciona diferentes servicios ambientales, uno de los más importantes es el relacionado con su participación en los ciclos biogeoquímicos de elementos clave para la vida como carbono, nitrógeno, fósforo, etc., que continuamente y a causa de la energía disponible, pasan de los sistemas vivos a los componentes no vivos del planeta. Sin embargo, lo que se conoce perfectamente es que el suelo es el asiento natural para la producción de alimentos y materias primas de los cuales depende la sociedad mundial (Burbano, 2016).

Ecuador es un país reconocido por el resto del mundo por poseer tierras fértiles, las cuales son transformadas por el hombre en tierras productivas para alimentar a su población y mejorar la calidad de vida de los ecuatorianos. Sin embargo, la naturaleza muestra otra realidad; en cada ocasión que el hombre ha transformado un ecosistema frágil en tierra de producción agrícola, ha fracasado, debido a la falta de equipos tecnológicos o porque el ecosistema no ha tenido una respuesta a estas demandas (Astier, Maass, & Etchevers, 2002).

La caracterización de los suelos, agro ecológica, biofísica y socioeconómica de una determinada región, permite observar cómo se sobre explotan áreas marginales y se subutilizan áreas aptas para el desarrollo de actividades agrícolas. Estas dos realidades están relacionadas entre sí y representan un grave problema que enfrentan los productores agrícolas de la Sierra (Ausay, 2015).

Los factores formadores del suelo son principalmente: material parental, relieve, clima, organismos (flora y fauna) y tiempo. En forma general, el suelo de la sierra ecuatoriana está conformado por material parental de los suelos constituidos por cenizas volcánicas, que son materiales piro-clásticos finos, los cuales provienen de las erupciones volcánicas (Andrades & Martínez, 2014).

1.4.1.1 Agrícola

La parroquia San Luis se la conoce por tener un territorio cuya producción agrícola predomina en el mercado local y nacional. La producción agrícola presenta una diversidad de productos debido a las características óptimas de sus suelos. Además, una de sus ventajas es el tiempo corto para su cosecha y el ciclo de producción es muy amplio, por lo tanto, se puede sembrar y cosechar todos los meses del año sin ningún problema. Su ciclo de producción es de aproximadamente cuatro meses (Rodríguez & Pérez, 2015).

1.4.1.2 Ambiental

Un inadecuado manejo del ambiente conlleva a planificar y tomar acciones tendientes a que la Tierra sea un lugar donde se pueda vivir y donde el suelo mantenga su capacidad para producir alimentos que son necesarios para la supervivencia de los seres vivos (Gómez & Reyes, 2004).

El suelo es un componente muy importante del ambiente en el cual se desenvuelve la vida; es vulnerable, de difícil y larga recuperación ya que tarda desde miles a cientos de miles de años en formarse, y de extensión limitada, por lo que se considera un recurso natural no renovable y es indispensable cuidar de este recurso ya que día a día se va degradando a causa de las actividades entrópicas (Silva & Correa, 2009).

1.4.1.3 Social

El deterioro de los suelos constituye uno de los problemas ecológicos de mayor importancia en la actualidad, se produce sobre todo en los países en desarrollo. Este proceso se origina por la reducción del potencial biológico de los recursos naturales provocado por el mal uso y manejo de los mismos, ocasionando procesos degenerativos del medio físico, económico y social de las poblaciones involucradas en este entorno (Becerra, 1998).

1.4.1.4 Económica

En la actualidad, los invernaderos han ido incrementando de forma continua su área de producción especialmente para el cultivo de tomate riñón. En estos cultivos se aplica el sistema semi-tecnificado que dicho cultivo exige (Pilco, Yanqui, & Lara, 2011). Por lo tanto, el tomate riñón es un producto que requiere de una inversión significativa para su producción, ya que no es un producto

de la zona y que necesita condiciones climáticas controladas para su correcto desarrollo, por lo cual, su cuidado y manejo requiere de más atención (Rodríguez & Pérez, 2015).

1.5 Propiedades de suelo

1.5.1 Físicas

Son aquellas que se pueden observar a simple vista y medirse sin modificar químicamente la composición del suelo, están asociadas con el movimiento del aire, calor, agua, raíces y nutrientes; entre estos se encuentran la profundidad, textura, estructura, densidad aparente (Díaz & Estrada, 2015).

1.5.2 Químicas

Estas propiedades se pueden observar y medir posterior a transformaciones químicas que suceden en el suelo. Las mismas describen el comportamiento de los elementos, sustancias y componentes que forman parte del suelo; entre ellas están el pH, Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC), conductividad eléctrica (CE), el contenido de materia orgánica (MO) y de elementos (nutritivos o tóxicos) (Díaz & Estrada, 2015).

1.5.3 Biológicas

Las propiedades biológicas del suelo están asociadas con la materia orgánica y con los microorganismos que habitan en él, como son las raíces de las plantas, lombrices, insectos, nematodos, hongos, bacterias, etc. Las actividades de estos organismos tienen relación con el movimiento de agua y minerales, y son muy importantes en la descomposición de la materia orgánica, en el ciclo de los nutrientes, en la síntesis de sustancias húmicas y en la fijación de nitrógeno (Díaz & Estrada, 2015).

1.6 Cultivo Tomate Riñón

1.6.1 Generalidades

1.6.1.1 Origen

El tomate (*Lycopersicon esculentum Mill*) es una especie originaria de Sudamérica, fue incluida en el mercado europeo en el siglo XVI, y previamente domesticada en México. Transcurrió algún tiempo para que los consumidores puedan confiar en este alimento (Vergani, 2002).

“Tomatal” es una palabra mexicana que designa una planta con frutos, descubierta en México por los conquistadores en 1.519. Sin embargo, no es originario de este país, sino de la región andina. En la actualidad, se la puede localizar en países como: Chile, Colombia, Ecuador, Bolivia y Perú (Asociación de Agrónomos Indígenas de Cañar, 2003).

1.6.1.2 Taxonomía y Morfología

El tomate riñón es un cultivo que puede durar varios años. Los invernaderos pueden ser útiles de 8 a 10 años sin presentar ningún tipo de problema. Sus frutos se comen como verdura y en ensalada, además se utilizan para preparar condimentos, salsas y zumos. Esta hortaliza se produce en regiones templadas y tropicales (AgroEs.es, 2017).

Familia: *Solanaceae*.

Especie: *Lycopersicon esculentum* Mill.

El tomate riñón pertenece básicamente a *L. esculentum*, aunque también se cultiva una fracción de la variedad botánica *cerasiforme* y de *Lycopersicon pimpinellifolium* ("cherry", "cereza", o "de cóctel"). El mejoramiento del producto ha generado variedad de tomates riñón para fines muy específicos

Planta: el tomate presenta dos tipos de crecimiento: determinado e indeterminado.

Sistema radical: alcanza una profundidad de hasta 2 m, con una raíz pivotante y varias raíces secundarias (AgroEs.es, 2017).

1.6.1.3 Plagas de los tomates

A continuación, el Tabla 1-1 se muestran las plagas del tomate riñón que pueden existir en los diferentes cultivos.

Tabla 1-1: Plagas del tomate de riñón.

| Nombre Vulgar | Nombre científico | Daño | Control |
|--|---|--|---|
| Mosca blanca | <i>Trialeurodes vaporariorum</i> | Los daños directos son producidos por larvas y adultos al absorber la savia. Los daños indirectos que se producen es la proliferación de negrilla. | Se vigilará que el plástico no esté roto, se colocarán mallas, limpieza de malas hierbas dentro y fuera de los invernaderos. Control químico: Bifentrin, Alfacipermetrin, endosulfan+metomilo |
| Gusano cortador Gusano de la raíz Gusano del follaje y fruto | <i>Agrotis ipsilon</i> <i>Phyrdenus sp</i> <i>Spodoptera suni</i> | De actividad nocturna. Se alimentan de la zona del cuello y raíces de las plantas. Provocan corte de tallos en plántulas y plantas jóvenes | Se vigilará la proliferación de estas plagas cuando se aporte estiércol poco hecho. Control químico: Como materias activas a utilizar durante el cultivo. metiocarb, triclorfon, etc. |
| Minador y enrollador de la hoja | <i>Liriomyza trifolii</i> | Las hembras realizan las puestas dentro del tejido de las hojas jóvenes, donde comienza a desarrollarse una larva que se alimenta del parénquima, dibujando unas galerías características. | Su control es difícil por lo protegida que están |

Fuente: (INFOJARDIN, 2017)

1.6.2 Productos químicos que se aplican

En cuanto a los productos químicos aplicados en los suelos, estos son utilizados durante el proceso de fertilización ya que se debe realizar un análisis químico del suelo antes de la siembra y llevarlo al Agrónomo de su localidad, para conocer si existe deficiencia o exceso de algún elemento

nutricional y así corregirlo en forma específica. En general, se debe fertilizar con 150 kg de nitrógeno y 150 kg de fósforo por hectárea. Para combatir las malezas en el cultivo del tomate, se utilizan los herbicidas como metribuzin, paraquat y fluazifopbutil (Ausay, 2015).

1.7 Índices de calidad ambiental del suelo

1.7.1 Índices o indicadores en suelo

Los indicadores de calidad del suelo son considerados las propiedades físicas, químicas y biológicas, o aquellos procesos que suceden en él (Bautista , Etchevers, del Castillo, & Gutiérrez, 2004). Para que estas propiedades puedan ser consideradas como indicadores de calidad deben cumplir con las siguientes condiciones:

- Especificar los procesos del ecosistema.
- Mostrar las características de sostenibilidad que se quieren medir.
- Ser sensitivas a las alteraciones de clima y manejo.
- Ser asequible a usuarios y utilizables en campo.
- Ser reproducibles y fáciles de entender.
- Ser sensitivas a las alteraciones en el suelo provocadas por la actividad humana.
- Ser componentes de una base de datos del suelo ya existente.

En la agricultura sustentable, es importante generar estrategias de análisis que den coherencia al concepto y disminuyan los indicadores. Es frecuente que se utilicen más indicadores que los necesitados, y que los mismos sean escogidos de forma sesgada de acuerdo a la disciplina de cada investigador (Astier, Maass, & Etchevers, 2002).

1.8 Suelo y cultivo de tomate en san Luis

La parroquia de San Luis cuenta con un área plana para la preparación de suelo como es la arada y la rastra, esto lo hacen mediante maquinaria agrícola (tractor) y la construcción de surcos o huachos, esto manualmente con la utilización de aperos de labranza. Debido a que los cultivos son de ciclo corto, la rotación en un mismo lote se la realiza alternando hasta con tres cultivos diferentes a manera de círculo, permitiendo a los agricultores recuperar posibles pérdidas de mercado, y en el manejo de suelo mantener su productividad (PDOT, 2017).

Los agricultores utilizan de manera frecuente el abono orgánico hasta tres siembras seguidas. Este abono lo obtienen mediante compra y en un pequeño porcentaje del propio ganado de la zona. Sin embargo, hacen uso de los fertilizantes químicos junto con los pesticidas que son aplicados al momento de la siembra y posteriormente como refuerzo en las deshierbas y aporques (PDOT, 2017). Por lo tanto, estos fertilizantes son los que provocan el deterioro de la calidad del suelo en los cultivos de tomate riñón.

1.9 Producción del cultivo de Tomate de Riñón

El tomate riñón es una de las hortalizas más cultivadas en el mundo. Se lo puede cultivar a campo abierto y en invernadero, desde el nivel del mar hasta una altura de 3.200 msnm; por lo tanto, puede ser cultivado en zonas tropicales, valles y en zonas andinas. El cultivo necesita una temperatura entre 18 y 25° C y que puede ser controlada por medio de un termómetro y el adecuado manejo de las cortinas del invernadero (Asociación de Agrónomos Indígenas de Cañar, 2003).

El tomate es una hortaliza que no tiene problemas relacionados con el tipo de suelos, a excepción del drenaje; sin embargo, se desarrolla en suelos de textura franco-arcilloso-arenoso y arcilloso-arenosa, ricos en materia orgánica. En relación al pH, los suelos pueden ser desde ligeramente ácidos hasta ligeramente alcalinos (Asociación de Agrónomos Indígenas de Cañar, 2003). Se observa que este cultivo se adapta a cualquier tipo de suelo principalmente de la región sierra.

En el país, existen 3.333 hectáreas de cultivo de tomate de riñón. La producción es de 61.426 toneladas al año, según el último Censo Agropecuario del 2000. Gran parte de tomateras está ubicada en la provincia de Santa Elena y en los valles de Azuay, Imbabura y Carchi (Ausay, 2015).

1.10 Buenas prácticas agrícolas

Las Buenas Prácticas Agrícolas (BPA) son aquellas actividades que se relacionan con la producción, procesamiento y transporte de los productos de origen agrícola, guiadas a proteger la calidad de los alimentos, la salud del consumidor, y asegurar la protección del medio ambiente y las condiciones laborales del personal que trabaja en una unidad productiva (Bernal, 2015).

De tal modo que las Buenas Prácticas Agrícolas se encargan de:

- Promover que los productos agrícolas no hagan daño a la salud humana y animal ni al ambiente;
- Proteger la salud y la seguridad de los trabajadores;
- Tener en cuenta el buen uso y manejo de los insumos agrícolas.

Existen diferentes factores que contribuyen a la presencia de agentes patógenos relacionados a los productos cosechados, entre los cuales se tienen: la contaminación de las aguas de riego y de los cultivos con residuos fecales de individuos o animales enfermos. Además, la baja eficiencia en los tratamientos de desinfección utilizados para el control de plagas en la recepción del producto, las condiciones sanitarias del área de empaque, la higiene de los trabajadores, los canales de distribución distantes, y el inadecuado manejo durante el almacenamiento, los cuales contribuyen a la presencia de estos microorganismos (Matus & Ñamendy, 2007).

Los sistemas de control y aseguramiento de la calidad e inocuidad de los productos se presentan como una muy buena alternativa para cumplir con las exigencias de los mercados consumidores, ya que incluyen todos los aspectos sanitarios y de seguridad en los alimentos y reflejan el deseo de obtener constantemente productos sanos y de calidad, con base en el Manejo Integrado de Plagas, enfermedades y malezas, minimizando el impacto y deterioro ambiental, reduciendo el uso de agroquímicos, asegurando una actitud responsable frente a la salud y seguridad de los trabajadores agrícolas y manteniendo la confianza del consumidor respecto a la calidad e inocuidad de los alimentos.

CAPÍTULO II

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 Tipo y diseño de la investigación

El tipo de investigación de este proyecto fue de carácter descriptivo debido a que implica observar y describir el comportamiento de un sujeto sin influir sobre él de ninguna manera.

El diseño de la investigación fue no experimental, ya que no se manipuló variables causales en relación a la variable de interés.

Se realizaron encuestas a los propietarios de los respectivos invernaderos, siendo un total de 10 personas, las cuales brindaron la información necesaria para conocer las características de los invernaderos.

De acuerdo a datos estadísticos y a bibliografía, fue recomendable realizar el muestreo en 10 invernaderos que tengan más de 7 años de cultivo para poder obtener datos representativos y confiables con respecto a las características del suelo.

2.1.1 Tamaño de la muestra

$$n = \frac{N * pq}{(N-1) \left(\frac{E}{K}\right)^2 + pq}$$
$$\frac{10 * 0,5}{(10-1) \left(\frac{0,15}{0,96}\right)^2 + 0,5}$$
$$n = 3$$

Dónde: N= 10

pq = constante p = q = 0,5

E = Error muestral deseado que es de 15%

K = Constante de variabilidad 96%

2.1.2 Investigación Descriptiva

En este tipo de investigación se destacan las características de la situación, fenómeno u objeto de estudio. Se fundamenta en la capacidad para seleccionar las características fundamentales del objeto de estudio (Sierra, 2012).

La información que se obtiene mediante un análisis descriptivo, además de ser un fin en sí mismo, se la puede utilizar como base de partida para el desarrollo de una investigación más específica (Lafuente & Marín, 2008).

2.1.1 Investigación No Experimental

En la investigación no experimental no se modifican intencionalmente las variables independientes. Lo que se hace es observar fenómenos tal y como se dan en su contexto natural, para después analizarlos (CONGAHUA, 2017).

Esta investigación es de tipo no experimental debido a que no se manipularan los datos. Se realizará una observación de los suelos que conforman los invernaderos de tomate de riñón y posteriormente se realizará un muestreo para su respectivo análisis físico y químico para determinar el grado de contaminación del suelo. Los datos obtenidos no serán modificados y serán analizados para el cumplimiento de los objetivos de esta investigación.

El presente estudio fue realizado en 3 fases, que son las siguientes:

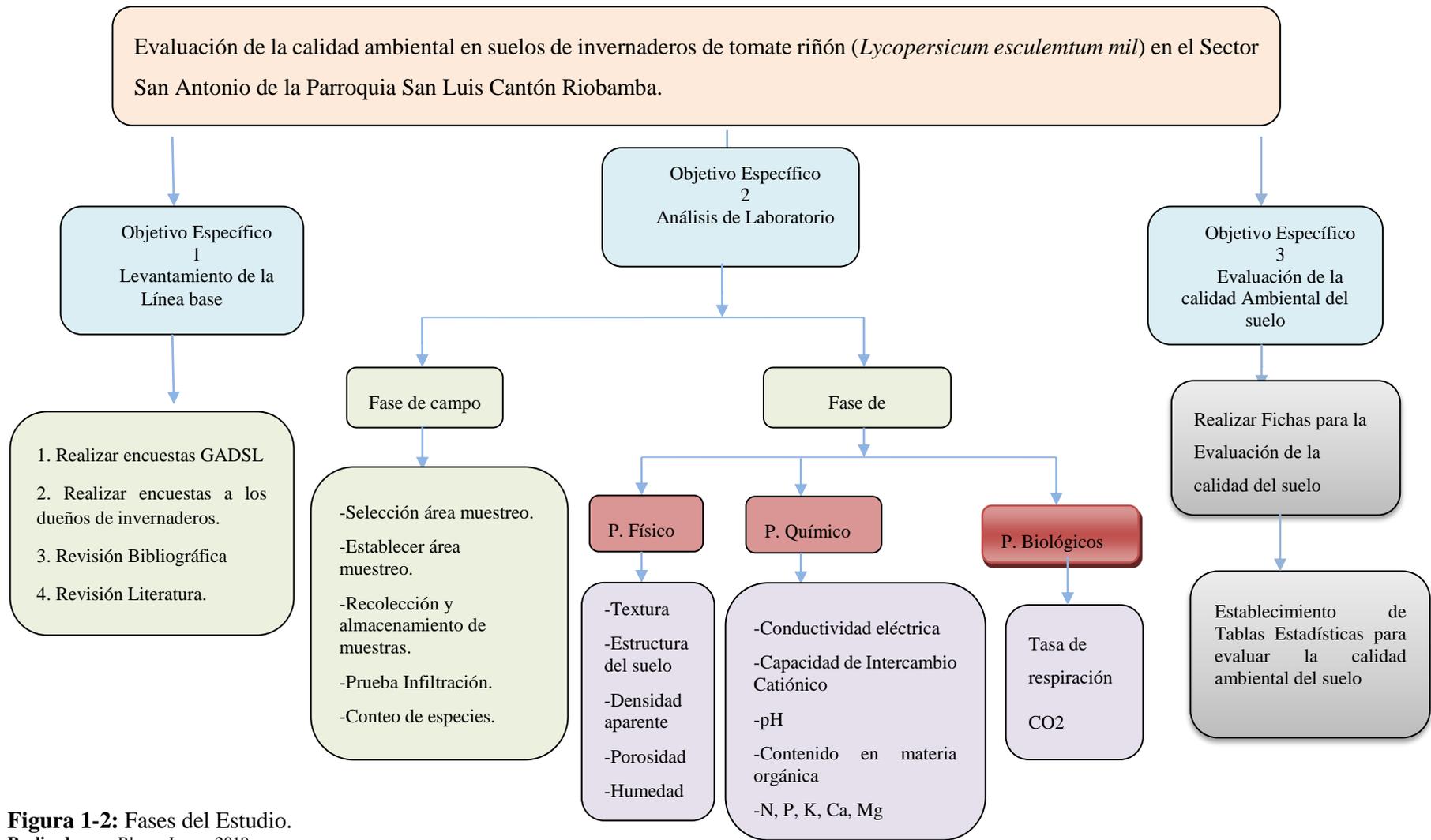


Figura 1-2: Fases del Estudio.
Realizado por: Blanca Lema, 2019

2.2 Levantamiento de la Línea Base

2.2.1 Delimitación del área de estudio

El estudio se realizó en el Sector San Antonio de la Parroquia de San Luis. Esta parroquia está ubicada al oeste del Cantón Riobamba, tiene una altitud de 2662 msnm. Se encuentra limitada de la siguiente manera, Norte: La Candelaria, Sur: Corazón de Jesús y monjas Tunshi, Este: San Vicente de Tiazo y al Oeste: Guaslán (PDOT, 2017).

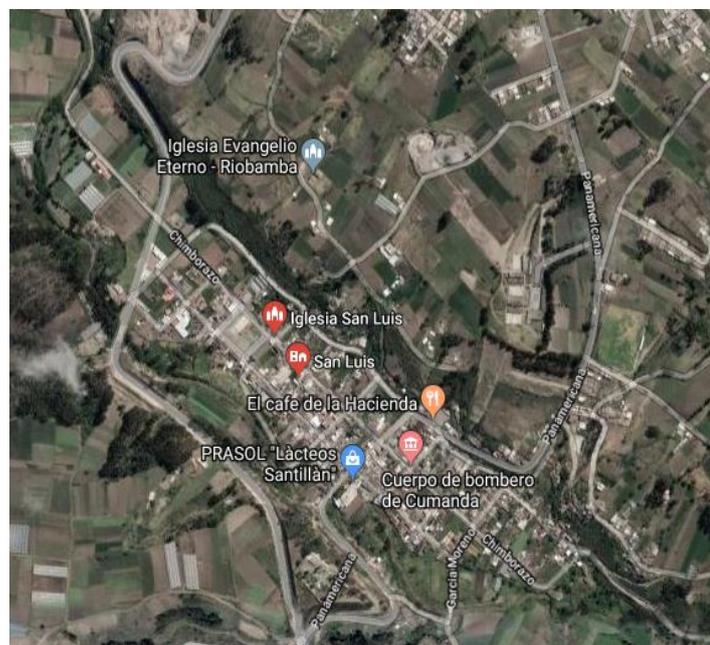


Figura 2-2: Ubicación Satelital Parroquia San Luis

Fuente: Google maps

Para la realización del proyecto y la toma de muestras se tomó en cuenta los invernaderos que tuvieron un periodo de al menos 7 años.

Para el cumplimiento del objetivo 1, que consistió en el levantamiento de la línea base, se procedió a realizar entrevistas al Gobierno Autónomo Descentralizado de San Luis y encuestas a 50 dueños de invernaderos que se encuentran dentro de esta parroquia.

Además, se realizó una revisión bibliográfica y de literatura, tomando en cuenta el PDOT de la parroquia San Luis, el cual proporcionó la información necesaria correspondiente a la ubicación y características generales de esta zona.

2.3 Fase de Campo

2.3.1. Selección del área de muestreo

Mediante la aplicación de encuestas se cuantifico el número total de invernaderos que tienen más de 7 años y que fueron en total 10, y con la fórmula de tamaño de la muestra, se determinó el número total de invernaderos a muestrear dando como resultado 3. De tal manera, que el muestreo de suelos se realizó únicamente en 3 invernaderos.

2.3.2. Establecimiento de los puntos de muestreo

Los muestreos se realizaron en 3 invernaderos, el muestreo en cada uno de estos fue al azar y no se consideró ninguna muestra de suelo como testigo.

Para evaluar la calidad del suelo, se realizó un conteo de especies de macrofauna. Estos indicadores constituyen índices entre los diferentes tipos de organismo de la macrofauna que muestran la calidad o fertilidad del suelo.

Para esto, se realizó la recolección de la macrofauna en el campo, preferencialmente en invierno y por la mañana, donde esta microfauna presenta mayor actividad en el suelo.

Se abrieron cuadrantes de suelo de 25 x 25 cm hasta una profundidad de 20 cm, para posteriormente extraer el contenido de suelo.

2.3.3 Recolección y almacenamiento de las muestras

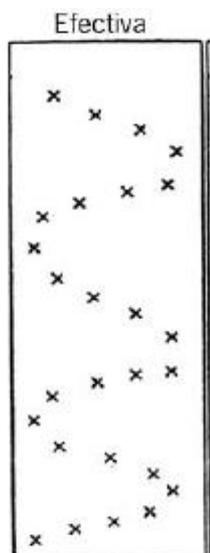
La recolección y toma de muestras fue la parte más importante y la más complicada en el análisis de suelos. Alrededor del 70% de los errores de análisis cometidos se producen por la toma errónea de la muestra. El análisis de una muestra mal tomada no tiene ningún valor, sino el de inducir una fertilización equivocada con consecuencias de gravedad variable.

Para que una muestra proporcione información correcta debe ser representativa de la parcela a analizar. Por lo tanto, se debe tomar en cuenta lo siguiente:

1. La muestra llevada al laboratorio fue una determinada cantidad de tierra recogida en una parcela y tuvo una contextura homogénea, es decir que estuvo formada por el mismo tipo de suelo.
2. La muestra final o muestra compuesta estuvo constituida por varias submuestras, que se tomaron al azar en toda la superficie de la parcela. El número de estas submuestras es

variable y dependieron de la superficie del terreno. De acuerdo a un estudio realizado por Arrieche (2012), se considera adecuado de 15 a 20 submuestras para parcelas entre 5.000 y 10.000 m².

3. Para poder formar la muestra se tomaron las submuestras en forma de zig-zag por toda la parcela, evitando muestrear en zonas cercanas a pasillos o bandas, en el caso de invernaderos.



X = posición de toma de muestras

Figura 3-2: Forma de tomar una muestra de suelo.

Fuente: (Fernández, y otros, 2014)

2.4 Fase de Laboratorio

En esta fase se procedió a realizar el análisis de los parámetros físicos, químicos y biológicos de las muestras de suelo en los Laboratorios de suelos de la ESPOCH y CESTTA.

Tabla 1-2: Parámetros Físicos del Suelo.

| Propiedades | Unidad | Método utilizado | Fuente |
|----------------------|----------------------------|--|-------------|
| Textura | % de arena, limo y arcilla | Bouyoucos con Pirofosfato de Sodio (laboratorio) | (IGAC 2006) |
| Estructura del suelo | variable cualitativa | Ensayo de estructura del suelo con clases descriptivas | (USDA 1999) |
| Densidad aparente | g/cm ³ | Método del cilindro | |
| Infiltración | cm/min | Infiltrómetros doble anillo | |
| Porosidad | % | $P = 1 - \frac{\text{densidad aparente}}{2,65} * 100$ | |

Realizado por: Blanca Lema, 2019

Tabla 2-2: Parámetros Químicos del Suelo.

| Propiedades | Unidad | Método utilizado | Fuente |
|--|-----------------------|-------------------------------------|-------------------|
| Carbón Orgánico (CO) | % | | |
| Reacción del suelo (pH) | | Potenciométrico Suelo: Agua: 1:1 | (IGAC 2006) |
| Conductividad eléctrica | Us/cm | Conductivímetro | |
| Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC) | cmol.Kg ⁻¹ | Acetato de Amonio 1N. Ph 7,0 | (IGAC 2006) |
| Nitrógeno (N) | mg.Kg ⁻¹ | | (Ortega, D. 1995) |
| Fósforo (P) | mg.Kg ⁻¹ | Bray - II modificado | (Ortega, D. 1995) |
| Potasio (K) | cmol.Kg ⁻¹ | Acetato de Amonio | (Ortega, D. 1995) |
| Calcio (Ca) | cmol.Kg ⁻¹ | Acetato de Amonio | (Ortega, D. 1995) |
| Magnesio (Mg) | cmol.Kg ⁻¹ | Acetato de Amonio | (Ortega, D. 1995) |

Realizado por: Blanca Lema, 2019

Tabla 3-2: Parámetros Biológicos del Suelo.

| Propiedades | Unidad | Método utilizado | Fuente |
|---|------------|---|--------|
| Actividad Biológica del suelo (meso y macrofauna) | Individuos | Conteo de individuos en 20 cm ³ de suelo | |
| Producción de CO ₂ biológico | Kg/ha/d | Cámara de respiración estática | |

Realizado por: Blanca Lema, 2019

Metodología utilizada para la determinación de respiración de CO₂

Para determinar la respiración de CO₂ se utilizó la cámara de respiración estática. Esta técnica consiste en atrapar el CO₂ involucrado durante la respiración de una muestra de suelo, en una solución de NaOH ubicada dentro de una cámara de aire. Un frasco cúbico de boca ancha con 16 cm de lado.

Para esto, se preparó un blanco sin muestra de suelo. Se pesó 20 g de suelo y 0,2 de glucosa para incubar por 24 horas.

Los materiales utilizados son:

- Botellas SCHOTT
- Medias de nailon
- Incubadora (30°C)

- Bureta de titulación
- Agua destilada libre de CO₂
- Glucosa (substrato)
- NaOH 1 M – 40 g NaOH en 1000 ml a.d.
- HCl 0,5 M – solución valorada
- BaCl₂ 1 M – 24,42 en 100 ml a.d.
- Fenolftaleína (indicador)

Para calcular la respiración CO₂ se utilizó la siguiente fórmula:

$$\text{CO}_2 \text{ (kg/ha/d)} = \frac{22N(B - V)}{AT} \times 2400$$

Donde:

B = Ácido requerido para titular blanco (ml)

V = Ácido requerido para titular la muestra (ml)

N = Normalidad del ácido

A = Superficie del suelo en la incubadora cm²

T = Tiempo (h)

22 = Peso equivalente del CO₂

2.400 = Factor de corrección de unidades

Metodología utilizada para la determinación de la velocidad de infiltración

Este método consiste en saturar una porción de suelo limitada por dos anillos concéntricos para a continuación medir la variación del nivel del agua en el cilindro interior. Permite determinar las características de la infiltración en el suelo mediante infiltrómetro doble anillo.

Los materiales que se utilizaron son:

- 2 infiltrómetros doble anillo
- Maza de 3 Kg
- Madera fuerte de longitud que supere el anillo exterior
- 1 regla graduada de por lo menos 30 cm

- 2 baldes de 10 L
- Cinta adhesiva
- Cronómetro

Posteriormente haber realizado el muestreo de suelo y de realizar el respectivo procedimiento. Se procedió a calcular la infiltración acumulada de la siguiente manera:

$$d = K t^m$$

Donde:

d = infiltración acumulada en el tiempo t

K = constante que depende de la estructura inicial del suelo

m = constante que depende de la estabilidad de la estructura del suelo frente al agua ($0 > m < 1$).

Para obtener m se utilizó la siguiente fórmula:

$$m = \frac{\frac{\sum(\log t \cdot \log d)}{n} - \frac{\sum \log t}{n} \cdot \frac{\sum \log d}{n}}{\frac{\sum(\log t)^2}{n} - \left(\frac{\sum \log t}{n}\right)^2}$$

Para obtener K se aplicó la siguiente ecuación:

$$\log K = \log d / n - (m * \log t / n)$$

Finalmente, para el cálculo de la velocidad de infiltración se utilizó la siguiente ecuación:

$$V_i = K t^{-n}$$

$$V_i = 13.68 \text{ cm/min}$$

Donde:

V_i = velocidad de infiltración

$K = K * m$

$N = m - 1$

En los resultados presentados más adelante se muestra los cálculos con más detalles de cada una de las velocidades de infiltración en cada uno de los invernaderos.

2.5 Evaluación de la Calidad Ambiental del Suelo

2.5.1 *Ficha para la evaluación de la calidad ambiental del suelo.*

Para realizar la evaluación ambiental del suelo, luego de haber obtenido los respectivos resultados de los análisis, se procedió a la aplicación de la ficha de evaluación de calidad de suelo.

Los indicadores del cultivo se refieren a sus características y aspecto, a la presencia de varias enfermedades, crecimiento de cultivo y raíces. Los principales indicadores de la calidad del suelo por lo general, son sus propiedades físicas, químicas y biológicas. Por lo tanto, estos indicadores permiten identificar la situación actual del suelo e identificar los puntos frágiles que necesitan atención para un adecuado desarrollo sostenible.

Esta ficha estuvo constituida de varios indicadores de los índices de calidad físicos – químicos y biológicos en donde, se pudo determinar la relación con las funciones y condiciones del suelo.

CAPÍTULO III

3. RESULTADOS Y ANÁLISIS

Los resultados obtenidos luego de haber concluido la fase de campo y laboratorio indicada en la metodología, son los siguientes:

Indicadores Físicos

En la tabla 3-1, se observan los indicadores físicos de la calidad del suelo con respecto a los tres invernaderos, en forma general la textura del suelo es franco limoso y presenta bloques subangulares.

En cuanto al tomate, esta hortaliza se adapta a casi todos los tipos de suelos, mientras que exista un buen drenaje. Para una producción temprana de tomate de riñón de buena calidad, los suelos livianos son los más apropiados. Para una época de producción prolongada y alto rendimiento por área, los suelos francos son los más recomendados ya que poseen una mayor capacidad de retención de humedad. Por lo tanto, de acuerdo al resultado obtenido en cuanto a la textura del suelo de los tres invernaderos, se puede afirmar, que son aptos para el cultivo de tomate riñón en la zona de estudio.

Los bloques subangulares pueden indicar que el suelo resiste la penetración y el movimiento del agua.

Tabla 1-3: Indicadores Físicos de la Calidad del Suelo.

| | gr/cm ³ | % | | |
|----------------|--------------------|---------|---------------|----------------------|
| Identificación | Densidad Aparente | Humedad | Textura | Estructura |
| 32 | 1,2 | 17,8 | Franco limoso | Bloques subangulares |
| 33 | 1,3 | 13,3 | Franco limoso | Bloques subangulares |
| 34 | 1,2 | 16,9 | Franco limoso | Bloques subangulares |

Realizado por: Blanca Lema, 2019

Además, de la humedad se presentan porcentajes bajos, durante el proceso de drenaje, la humedad del suelo disminuye continuamente. La velocidad de drenaje está asociada con la conductividad hidráulica del suelo.

Por otro lado, la densidad aparente, representa un índice de masa seca de partículas en un volumen total del suelo, que incluye partículas y poros. Como se observa en la tabla 3-1, el valor promedio

de densidad aparente es de $1,2 \text{ gr/cm}^3$, y de acuerdo a Antúnez y otros (2015) el suelo presenta una textura franco arcillosa. Suelos con valores altos de densidad aparente determinan un ambiente pobre para el crecimiento de raíces, por la poca aireación y una baja infiltración del agua en el suelo.

Tabla 2-3: Porosidad de la Calidad del Suelo.

| | % |
|----------------|-----------|
| Identificación | Porosidad |
| 32 | 54,71 |
| 33 | 50,94 |
| 34 | 54,71 |

Realizado por: Blanca Lema, 2019

En la relación a la porosidad que presentan los suelos identificados con los números 32, 33 y 34 sus porcentajes de porosidad son: 54,71%, 50,94% y 54,71% respectivamente.

Un sustrato nutritivo y bien estructurado es esencial en la elaboración de un semillero. Debe servir de soporte a la planta, ser liviano, tener un alto porcentaje de espacio poroso (80%); una elevada capacidad de retención de la humedad, una buena aireación y un drenaje apropiado. Además de una baja tendencia a la compactación y ser libres de patógenos, semillas y malezas (González, 2018).

De acuerdo a lo antes mencionado, se concluye que en las tres muestras de suelo se presenta un porcentaje aproximado de 53%, que relacionado a lo expuesto por González (2018) “al suelo le falta mayor porosidad para que pueda tener una buena aireación y un adecuado drenaje, para que las plantas de tomate se desarrollen de una manera apropiada y sus propiedades sean las óptimas” (pág. 56).

La velocidad de infiltración es la velocidad con la cual el agua penetra el suelo. Se mide con base en la profundidad de la lámina de agua que logra penetrar el suelo en una hora, en este caso se realizó, la medición en un minuto.

Tabla 3-3: Matriz de registro de lecturas in situ para la evaluación de la infiltración - Invernadero 1

| Lectura n° | Tiempo parcial | Tiempo acumulado | Lectura | Enrase | Infiltración | Tiempo acumulado (d) |
|------------|----------------|------------------|---------|--------|---------------|----------------------|
| Hora | minutos | minutos(t) | cm | cm | cm/min | cm |
| 7:00 | 0 | 0 | | 30 | | 0 |
| 7:05 | 5 | 5 | 29,5 | | 5,9 | 29,5 |
| 7:10 | 5 | 10 | 27,8 | | 2,78 | 57,3 |
| 7:15 | 5 | 15 | 25,9 | | 1.726.666.667 | 83,2 |
| 7:20 | 5 | 20 | 24,7 | | 1.235 | 107,9 |
| 7:30 | 10 | 30 | 23,4 | | 0,78 | 131,3 |
| 7:45 | 15 | 45 | 22,7 | | 0,504444444 | 154 |
| 8:00 | 15 | 60 | 20,8 | 30 | 0,346666666 | 174,8 |
| 8:30 | 30 | 90 | 24,6 | | 0,273333333 | 199,4 |
| 9:00 | 30 | 120 | 21,4 | | 0,178333333 | 220,8 |
| 9:30 | 30 | 150 | 18,3 | 30 | 0,122 | 239,1 |
| 10:00 | 30 | 180 | 24,8 | | 0,137777777 | 263,9 |
| 10:30 | 30 | 210 | 21,6 | | 0,102857142 | 285,5 |
| 11:00 | 30 | 240 | 19,2 | 30 | 0,08 | 304,7 |
| 11:30 | 30 | 270 | 23,5 | | 0,087037037 | 328,2 |

Realizado por: Blanca Lema, 2019

Tabla 4-3: Matriz de registro de lecturas in situ para la evaluación de la infiltración - Invernadero 2

| Lectura n° | Tiempo parcial | Tiempo acumulado | Lectura | Enrase | Infiltración | Tiempo acumulado (d) |
|------------|----------------|------------------|---------|--------|---------------|----------------------|
| Hora | minutos | minutos(t) | cm | cm | cm/min | cm |
| 13:00 | 0 | 0 | | 30 | | 0 |
| 13:05 | 5 | 5 | 27,9 | | 5,58 | 27,9 |
| 13:10 | 5 | 10 | 26,2 | | 2,62 | 54,1 |
| 13:15 | 5 | 15 | 25 | | 1.666.666.667 | 79,1 |
| 13:20 | 5 | 20 | 24,5 | | 1.225 | 103,6 |
| 13:30 | 10 | 30 | 23,6 | | 0,786666666 | 127,2 |
| 13:45 | 15 | 45 | 22,9 | | 0,508888888 | 150,1 |
| 14:00 | 15 | 60 | 25 | 30 | 0,416666666 | 175,1 |
| 14:30 | 30 | 90 | 24,3 | | 0,27 | 199,4 |
| 15:00 | 30 | 120 | 20,4 | | 0,17 | 219,8 |
| 15:30 | 30 | 150 | 25,6 | 30 | 0,170666666 | 245,4 |
| 16:00 | 30 | 180 | 24,5 | | 0,136111111 | 269,9 |
| 16:30 | 30 | 210 | 19,7 | | 0,093809523 | 289,6 |
| 17:00 | 30 | 240 | 25,8 | 30 | 0,1075 | 315,4 |
| 17:30 | 30 | 270 | 23,7 | | 0,087777777 | 339,1 |

Realizado por: Blanca Lema, 2019

Tabla 5-3: Matriz de registro de lecturas in situ para la evaluación de la infiltración-Invernadero3

| Lectura n° | Tiempo parcial | Tiempo acumulado | Lectura | Enrase | Infiltración | Tiempo acumulado (d) |
|------------|----------------|------------------|---------|--------|--------------|----------------------|
| Hora | minutos | minutos(t) | cm | cm | cm/min | cm |
| 7:00 | 0 | 0 | | 30 | | |
| 7:05 | 5 | 5 | 28,2 | | 5,64 | 28,2 |
| 7:10 | 5 | 10 | 27,4 | | 2,74 | 55,6 |
| 7:15 | 5 | 15 | 26,3 | | 175.333.333 | 81,9 |
| 7:20 | 5 | 20 | 24,5 | | 1.225 | 106,4 |
| 7:30 | 10 | 30 | 23,8 | | 0,793333333 | 130,2 |
| 7:45 | 15 | 45 | 22,7 | | 0,,504444444 | 152,9 |
| 8:00 | 15 | 60 | 25 | 30 | 0,416666667 | 177,9 |
| 8:30 | 30 | 90 | 24,6 | | 0,273333333 | 202,5 |
| 9:00 | 30 | 120 | 23,2 | | 0,193333333 | 225,7 |
| 9:30 | 30 | 150 | 25,5 | 30 | 0,17 | 251,2 |
| 10:00 | 30 | 180 | 24,4 | | 0,135555555 | 275,6 |
| 10:30 | 30 | 210 | 21,2 | | 0,100952381 | 296,8 |
| 11:00 | 30 | 240 | 25,6 | 30 | 0,106666666 | 322,4 |
| 11:30 | 30 | 270 | 23,4 | | 0,086666666 | 345,8 |

Realizado por: Blanca Lema, 2019

En las 3 siguientes tablas se presentan los cálculos logarítmicos realizados con las lecturas obtenidas previo a los cálculos de infiltración.

Tabla 6-3: Cálculos logarítmicos realizados a las lecturas de infiltración - Invernadero 1.

| Log (t) | Log (d) | Log (t)*Log(d) | Log(t)^2 |
|------------|------------|----------------|------------|
| 0,69897 | 1,46982202 | 1,0273615 | 0,48855907 |
| 1 | 1,75815462 | 1,75815462 | 1 |
| 1,17609126 | 1,92012333 | 2,25824026 | 1,38319065 |
| 1,30103 | 2,03302144 | 2,64502188 | 1,69267905 |
| 1,47712125 | 2,11826473 | 3,12893385 | 2,1818872 |
| 1,65321251 | 2,18752072 | 3,61643663 | 2,73311162 |
| 1,77815125 | 2,24254143 | 3,98757784 | 3,16182187 |
| 1,95424251 | 2,29972515 | 4,49422066 | 3,81906379 |
| 2,07918125 | 2,34399907 | 4,87359891 | 4,32299465 |
| 2,17609126 | 2,37857958 | 5,17600622 | 4,73537317 |
| 2,25527251 | 2,42143939 | 5,46100568 | 5,08625407 |
| 2,32221929 | 2,45560611 | 5,70245589 | 5,39270245 |
| 2,38021124 | 2,48387245 | 5,91214114 | 5,66540556 |
| 2,43136376 | 2,51613858 | 6,11764816 | 5,91152975 |
| 24,6831581 | 30,6288086 | 56,1588032 | 47,5745729 |
| 1,64554387 | 2,04192057 | 3,74392022 | 3,17163819 |

Realizado por: Blanca Lema, 2019

Tabla 7-3: Cálculos logarítmicos realizados a las lecturas de infiltración - Invernadero 2.

| Log(t) | Log (d) | Log | Log(t)^2 |
|------------|------------|------------|------------|
| | | (t)*Log(d) | |
| 0,69897 | 1,4456042 | 1,01043398 | 0,48855907 |
| 1 | 1,73319727 | 1,73319727 | 1 |
| 1,17609126 | 1,89817648 | 2,23242877 | 1,38319065 |
| 1,30103 | 2,01535976 | 2,62204349 | 1,69267905 |
| 1,47712125 | 2,10448711 | 3,10858264 | 2,1818872 |
| 1,65321251 | 2,17638069 | 3,5980198 | 2,73311162 |
| 1,77815125 | 2,24328615 | 3,98890207 | 3,16182187 |
| 1,95424251 | 2,29972515 | 4,49422066 | 3,81906379 |
| 2,07918125 | 2,34202769 | 4,86950005 | 4,32299465 |
| 2,17609126 | 2,38987456 | 5,20058514 | 4,73537317 |
| 2,25527251 | 2,43120288 | 5,48302502 | 5,08625407 |
| 2,32221929 | 2,46179856 | 5,71683611 | 5,39270245 |
| 2,38021124 | 2,49886169 | 5,94781868 | 5,66540556 |
| 2,43136376 | 2,53032779 | 6,1521473 | 5,91152975 |
| 24,6831581 | 30,57031 | 56,157741 | 47,5745729 |
| 1,64554387 | 2,03802067 | 3,7438494 | 3,17163819 |

Realizado por: Blanca Lema, 2019

Tabla 8-3: Cálculos logarítmicos realizados a las lecturas de infiltración - Invernadero 3.

| Log(t) | Log (d) | Log | Log(t)^2 |
|------------|------------|------------|------------|
| | | (t)*Log(d) | |
| 0,69897 | 1,45024911 | 1,01368063 | 0,48855907 |
| 1 | 1,74507479 | 1,74507479 | 1 |
| 1,17609126 | 1,9132839 | 2,25019647 | 1,38319065 |
| 1,30103 | 2,02694163 | 2,63711186 | 1,69267905 |
| 1,47712125 | 2,11461098 | 3,12353683 | 2,1818872 |
| 1,65321251 | 2,18440749 | 3,61128979 | 2,73311162 |
| 1,77815125 | 2,25017595 | 4,00115318 | 3,16182187 |
| 1,95424251 | 2,30642503 | 4,50731383 | 3,81906379 |
| 2,07918125 | 2,35353156 | 4,89341868 | 4,32299465 |
| 2,17609126 | 2,40001964 | 5,22266175 | 4,73537317 |
| 2,25527251 | 2,44027921 | 5,50349461 | 5,08625407 |
| 2,32221929 | 2,4724639 | 5,74160337 | 5,39270245 |
| 2,38021124 | 2,50839503 | 5,97051006 | 5,66540556 |
| 2,43136376 | 2,53882499 | 6,17280708 | 5,91152975 |
| 24,6831581 | 30,7046832 | 56,3938529 | 47,5745729 |
| 1,64554387 | 2,04697888 | 3,7595902 | 3,17163819 |

Realizado por: Blanca Lema, 2019

En el gráfico 1-3, se observa la velocidad de infiltración acumulada en los 3 invernaderos. El invernadero 3 presenta mayor infiltración en comparación con los otros dos invernaderos.

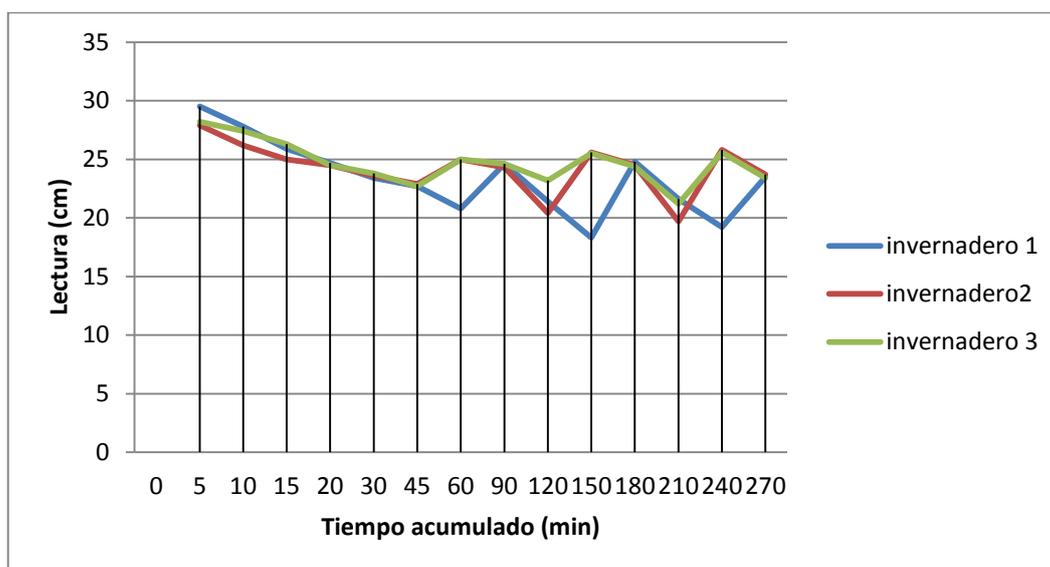


Gráfico 1-3: Tiempo acumulado de los 3 invernaderos.

Realizado por: Blanca Lema, 2019

Con respecto a la velocidad de infiltración, se muestra en la tabla 3-9 un valor promedio de 13,58 cm/min en los 3 invernaderos. De acuerdo a CYMMYT (2013) los valores obtenidos son característicos de un suelo franco; es decir que el agua penetra muy fácil en el suelo de estos 3 invernaderos.

Tabla 9-3: Velocidad de Infiltración.

| | cm/min |
|----------------|---------------------------|
| Identificación | Velocidad de Infiltración |
| 32 | 13,68 |
| 33 | 13,54 |
| 34 | 13,52 |

Realizado por: Blanca Lema, 2019

Indicadores Químicos

En la tabla 3-10 y 3-11 se muestran los resultados obtenidos en cuanto a los indicadores químicos como: capacidad de intercambio catiónico, potencial de hidrógeno, carbono orgánico, conductividad eléctrica, nitrógeno, fósforo, potasio, calcio y magnesio; cada uno de estos fueron identificados de acuerdo a la muestra 32, 33 y 34.

Tabla 10-3: Capacidad de Intercambio Catiónico.

| Identificación | meq/100 g |
|----------------|--|
| | Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC) |
| 32 | 89 |
| 33 | 94 |
| 34 | 77 |

Realizado por: Blanca Lema, 2019

La Capacidad de Intercambio Catiónico del suelo hace referencia a la cantidad total de cargas negativas que están disponibles sobre la superficie de las partículas en el suelo. Este valor indica el potencial de un suelo para retener e intercambiar nutrientes; además, este parámetro afecta directamente la cantidad y frecuencia de aplicación de fertilizantes (Intagri, 2018).

En la tabla 3-10, se observa que los valores de CIC en los tres invernaderos son: para el invernadero identificado con el número 32 se tiene 89,39 meq/100g, para el 33 una CIC de 94,41 meq/100g y para el número 34 un valor de 77 meq/100g.

De acuerdo a Intagri (2018) los resultados obtenidos en los 3 invernaderos son valores altos, por lo tanto, presentan altos contenidos de arcilla y/o materia orgánica. La alta CIC brinda al suelo mayor capacidad para retener nutrientes, haciéndolo más fértil.

En la tabla 3-11, se observan los resultados obtenidos en relación a los indicadores químicos de la calidad del suelo.

Tabla 11-3: Indicadores Químicos de la Calidad del Suelo.

| Identificación | pH. | % | | uS/cm | mg/L | | mg/Kg | | |
|----------------|------|------------------|-----------------|-------------------------|------|-------|-------|--------|---------|
| | | Materia Orgánica | Carbón Orgánico | Conductividad Eléctrica | N | P | K | Ca | Mg |
| 32 | 7,04 | 4,45 | 2,58 | 1246 | 3,84 | 31,67 | 1907 | 7417,6 | 5691,03 |
| 33 | 6,89 | 3,22 | 1,87 | 1222 | 2,3 | 35,19 | 2073 | 7799,4 | 6012,8 |
| 34 | 7,41 | 3,62 | 2,10 | 1418 | 2,34 | 36,42 | 1725 | 5991,8 | 5172,72 |

Realizado por: Blanca Lema, 2019

Nivel de Potencial de Hidrógeno del suelo

Los niveles de pH de las tres muestras de suelo en los tres diferentes invernaderos identificados como 32, 33 y 34 fueron de 7,04, 6,89 y 7,41 respectivamente, cuyos valores no muestran diferencias significativas, y el suelo presenta un valor neutro. De acuerdo a la Asociación de Agrónomos Indígenas de Cañar (2003), los suelos en cultivos de tomate riñón pueden ser ligeramente ácidos hasta ligeramente alcalinos. Sin embargo, se recomienda suelos ligeramente

ácidos con un pH entre 5,8 y 6,8. Por lo tanto, en los resultados obtenidos, el suelo presenta un valor un poco mayor al aconsejado. Esto puede deberse por la preparación del suelo con aradas cuando se aplica cal agrícola al voleo, el suelo está recibiendo un pequeño exceso de cal, lo que provoca que se encuentre en un valor neutro.

Cuando los suelos presentan valores de pH igual a 8, esto puede ser manejado, ya que el tomate es la especie cultivada en invernadero que mejor tolera las condiciones de pH (Torres, 2017).

Los valores de pH con valores mayores a 7,5 provocan precipitación de carbonatos de calcio y magnesio, ocasionando una menor disponibilidad de fósforo, zinc y hierro. La máxima disponibilidad de nutrientes se presenta a un pH entre 5 y 6 (Asociación de Agrónomos Indígenas de Cañar, 2003).

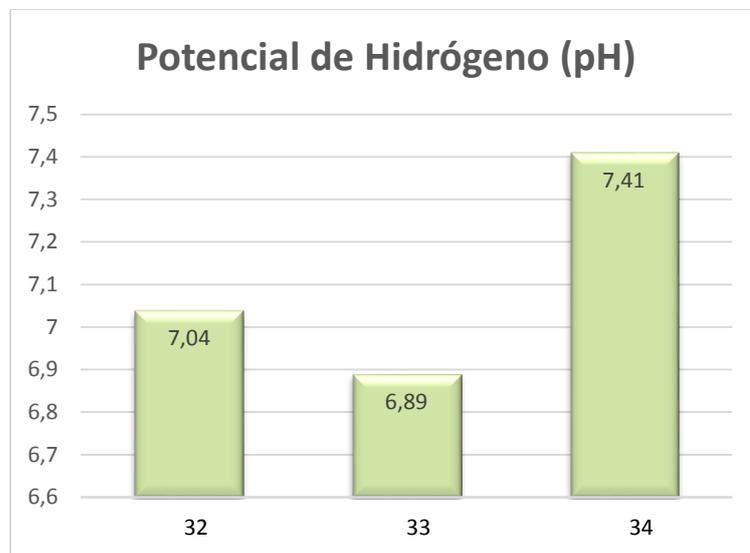


Gráfico 2-3: Potencial de Hidrógeno del Suelo.

Realizado por: Blanca Lema, 2019

Carbono Orgánico (CO)

En cuanto a Carbono Orgánico, en el invernadero identificado con el número 32 el porcentaje de CO es de 2,8, siendo el más alto presentado, ya que en el punto 33 y 34 se muestran porcentajes de 1,87 y 2,1 respectivamente; sin embargo, en los tres casos se tiene un nivel medio de carbono orgánico. El carbono orgánico de acuerdo a Martínez, Fuentes & Acevedo (2012), se relaciona con la sustentabilidad de los sistemas agrícolas afectando las propiedades del suelo relacionadas con el rendimiento sostenido de los cultivos. El CO se vincula con la cantidad y disponibilidad de nutrientes del suelo, por lo tanto, de los resultados obtenidos en esta investigación, se puede decir, que el suelo presenta una cantidad regular de nutrientes, que está siendo afectada fuertemente por el manejo del suelo y por ciertas condiciones locales. La pérdida de CO indica un cierto grado de degradación del suelo.

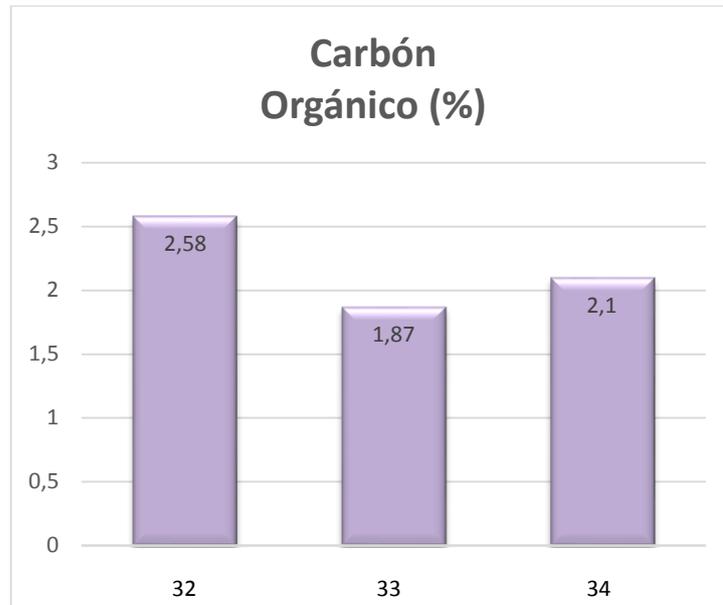


Gráfico 3-3: Carbón Orgánico del Suelo.
Realizado por: Blanca Lema, 2019

Conductividad Eléctrica (uS/cm)

Al observar el gráfico 4-3, se evidencia que en el punto 34, la conductividad eléctrica presenta un mayor valor en relación a los puntos 32 y 33 que tienen valores de 1.246 uS/cm y 1.222 uS/cm respectivamente; de acuerdo a estos resultados el suelo presenta características de no salino. La salinidad afecta de diferente manera a las plantas de tomate riñón. Gran parte de los efectos son adversos; donde el porcentaje de germinación disminuye y se prolonga el tiempo en el cual las semillas llevan a cabo este proceso. En cuanto a nivel de raíces, las mismas alcanzan una menor longitud de modo que el volumen de suelo que prospectan es menor. En las especies silvestres de tomate y en los cultivares se ha detectado variabilidad en la respuesta a salinidad, siendo unas más tolerantes que otras, de tal forma, que éstas pueden utilizarse como fuente de genes para su mejoramiento. De acuerdo a los niveles obtenidos de conductividad eléctrica y a Terán (2008), el suelo de este estudio es de tipo normal debido a que se encuentra dentro de un rango de 0 a 2 uS/cm.

Diferentes son las causas vinculadas a los procesos de salinización, entre los cuales se encuentran el empleo de fertilizantes, uso de agua de mala calidad por el exceso de sales, mal drenaje y tala de vegetación arbórea.

En forma general, con contenidos mayores a 2 uS/cm, los problemas de salinidad pueden ser muy graves. En este caso, se deben implementar medidas de manejo tales como lavado frecuente de sales. Las plantas que crecen en un medio salino, sufren alteraciones en su metabolismo y lo reflejan produciendo un sistema radical menor, hojas adultas abarquilladas y hojas jóvenes de color verde más intenso y enrolladas sobre sí mismas, racimos con menor número de flores y frutos de menor tamaño (Torres, 2017).



Gráfico 4-3: Conductividad Eléctrica en el suelo.
Realizado por: Blanca Lema, 2019

Nitrógeno

En relación al nitrógeno, este nutriente les da el color verde a las plantas, formando parte de la fotosíntesis. Las plantas bien abastecidas de nitrógeno muestran un color verde-oscuro a causa de la abundancia de clorofila.

En el grafico 5-3, el valor más alto de 3,84 mg/L corresponde al punto 32, el valor de 2,3 al punto 33 y 2,34 al punto 34. De acuerdo a Ausay (2015) estos valores indican que las concentraciones de nitrógeno en el suelo se encuentran en niveles bajos.

Al observar los resultados obtenidos relacionados con los niveles bajos de nitrógeno, se puede concluir que debido a la falta de nitrógeno se produce un poco desarrollo vegetativo y clorosis (apariencia verde-amarillenta) del follaje, pasando de un verde amarillento a una pigmentación violácea (Ausay, 2015).

Por el contrario, si se tuviese un exceso de nitrógeno provocaría un exceso de crecimiento vegetativo, retardando su maduración, los frutos pierden calidad y los tejidos permanecen verdes y tiernos más tiempo.

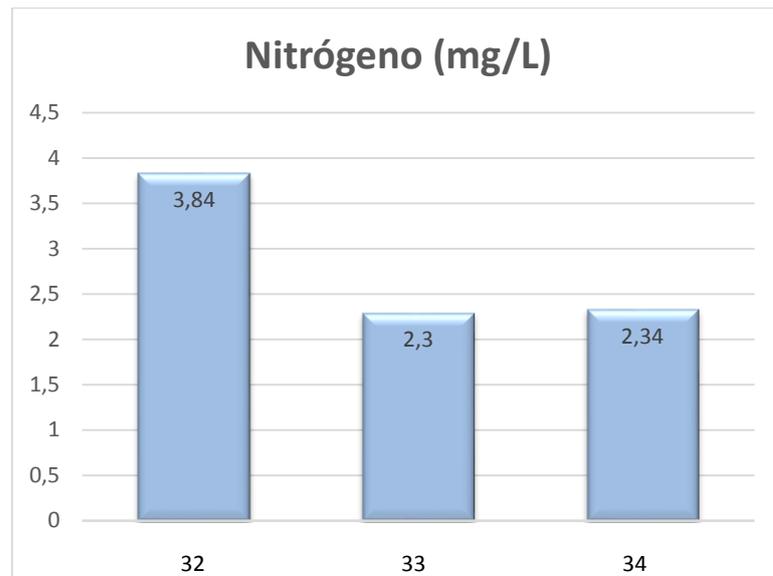


Gráfico 5-3: Nitrógeno en el Suelo.
Realizado por: Blanca Lema, 2019

Fósforo

El fósforo es uno de los nutrientes más importantes para el crecimiento de las plantas. Se lo considera como un nutriente primario, razón por la cual, es comúnmente deficiente, en la producción agrícola y los cultivos lo requieren en cantidades grandes (Munera, 2012).

La fertilización con fósforo se utiliza con el objetivo principal de aumentar el desarrollo radicular, así como también para todas las funciones a nivel fisiológico de la planta de tomate. Este mineral se encuentra de forma abundante en la gran mayoría de los suelos de zonas donde se cultiva tomate. Sin embargo, es un mineral de baja movilidad en el suelo y en varias ocasiones se presentan niveles deficitarios de P en tomate; de tal manera, es importante que la aplicación del fósforo sea lo más cerca posible al sistema radicular (Torres, 2017).

El suelo de los invernaderos objeto de estudio es proveniente de cenizas volcánicas cuyas concentraciones pueden llegar a 3.300 mg/kg. En la figura 3-6, se puede observar las concentraciones de fósforo en el suelo, son: 35,67 mg/L, 35,19 mg/L y 36,42 mg/L en los puntos 32, 33 y 34 respectivamente, considerándolos como valores altos según Munera (2012).

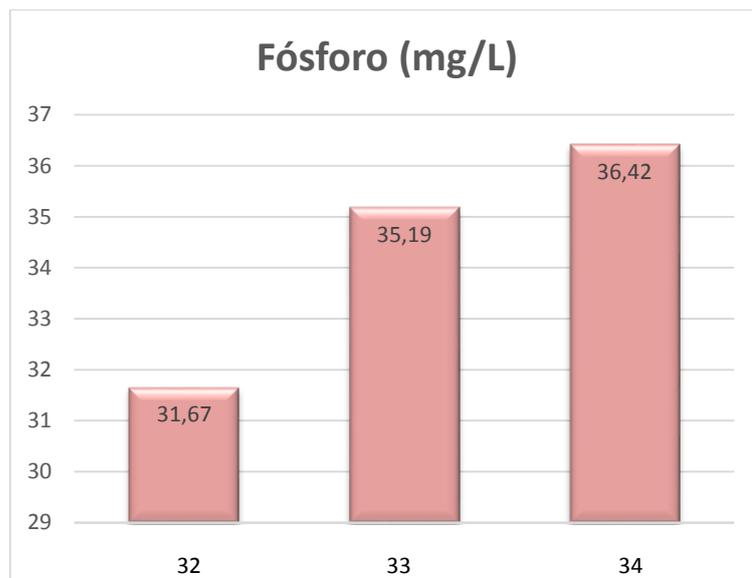


Gráfico 6-3: Fósforo en el Suelo.
Realizado por: Blanca Lema, 2019

Potasio

El mantenimiento de determinados niveles de potasio en el suelo es decisivo para que el mismo pueda desempeñar sus distintas funciones en las plantas. En el gráfico 7-3, se muestran los resultados obtenidos posteriores al análisis, las concentraciones de potasio en el suelo son 1.907,33 mg/kg, 2.072,59 mg/kg y 1.725,2 mg/kg respectivamente en los puntos 32, 33 y 34, se observa que el punto 33 presenta un mayor valor de potasio en comparación con los demás puntos. De acuerdo a Andrade & Martínez (2014) y a la textura del suelo que en este caso es franco limoso, los valores obtenidos se los puede considerar como altos; ya que el rango óptimo para cultivos de tomate riñón es de 150 – 300 mg/kg.

El potasio se considera como el catión más importante, regula el turgor dentro de la planta. Sin embargo, es contrario del Ca con relación a movilidad a la fruta, por lo cual se debe aplicar de manera correcta, ya que un exceso de potasio en la fertilización afectaría de forma negativa en los contenidos de Ca en la fruta, produciendo problemas en postcosecha (Torres, 2017).

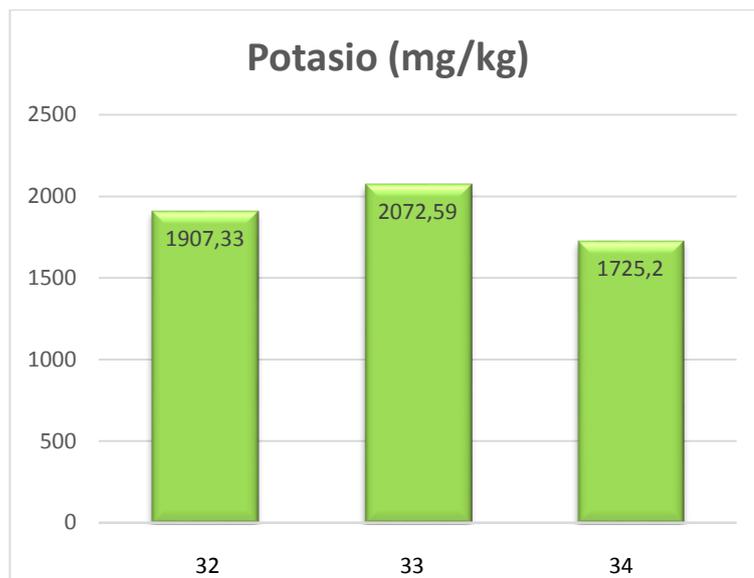


Gráfico 7-3: Potasio en el Suelo.
Realizado por: Blanca Lema, 2019

Calcio

En cuanto al calcio, depende principalmente del material parental y materia orgánica de los suelos. Los resultados obtenidos fueron: 7.417,62 mg/kg en el punto 32, 7.799,44 mg/kg en el punto 33 y 5.991,82 mg/kg en el punto 34. La más alta concentración de calcio se presenta en el punto 33. De acuerdo a Torres (2017) estos valores son muy altos, y condiciones elevadas de salinidad agravan el problema al quedar bloqueada la asimilación de Ca y otros elementos; es decir, se produce un desequilibrio por deficiencia de calcio.

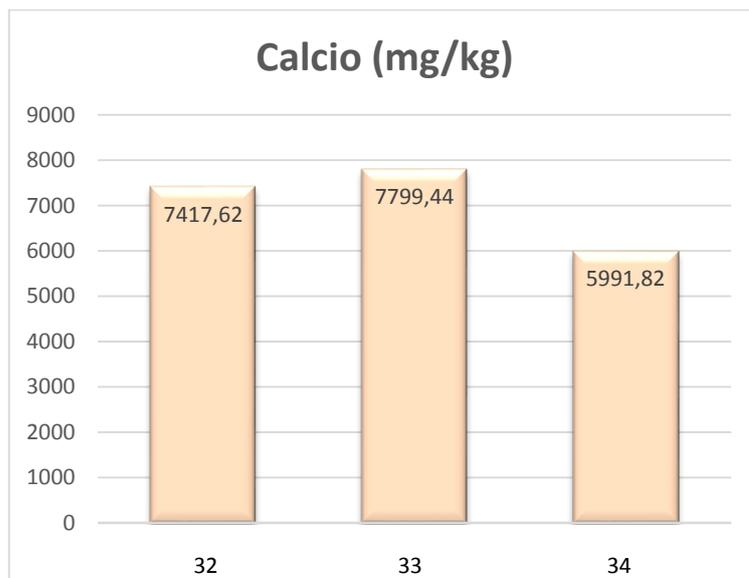


Gráfico 8-3: Calcio en el Suelo.
Realizado por: Blanca Lema, 2019

Magnesio

El contenido de magnesio en los suelos depende del material parental y materia orgánica; es un macro nutriente esencial para las plantas. Las concentraciones de magnesio se muestran en la figura 3-9, cuyos valores son: 5.691,03 mg/kg, 6.012,8 mg/kg y 5.172,72 mg/kg en los puntos de muestreo 32, 33 y 34 respectivamente. Estos niveles de magnesio en el suelo son elevados (Andrades & Martínez, 2014).

El magnesio tiene movilidad en las plantas, así que los síntomas de bajos niveles aparecen primero en las hojas más viejas debido a que se tornan amarillas con venas verdes. La deficiencia de magnesio de manera frecuente es ocasionada por la falta de aplicación, pero también puede ser inducida si existen altos niveles de calcio, de potasio o de sodio en el sustrato (López, 2018).

La toxicidad de magnesio es muy rara en los cultivos de invernaderos y viveros. En altos niveles este elemento compite con el calcio y el potasio para ser absorbido por la planta, de forma que puede producir deficiencia de ellos en el tejido foliar (López, 2018).

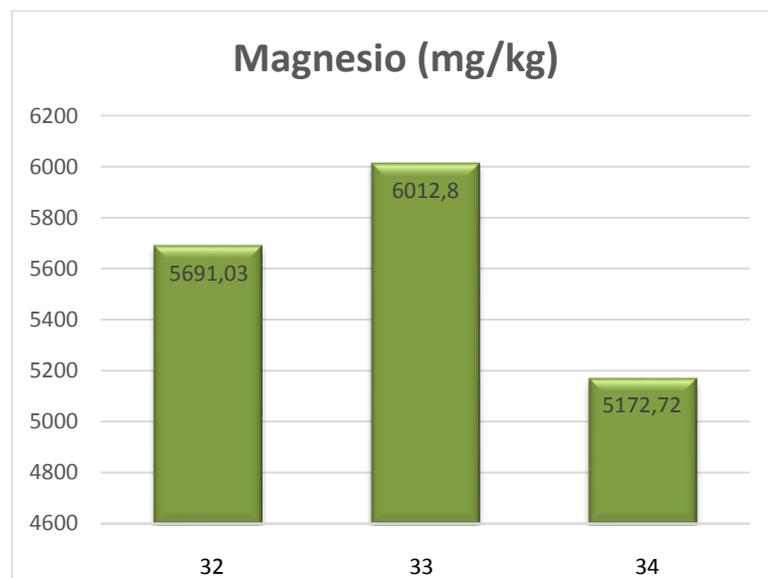


Gráfico 9-3: Magnesio en el Suelo
Realizado por: Blanca Lema, 2019

En forma general, se puede afirmar, que el suelo presenta los nutrientes necesarios para que cumpla sus funciones normalmente en cuanto al cultivo de tomate riñón. En algunos casos, sería conveniente tomar medidas para evitar el riego excesivo ya que se produce la disminución de nutrientes y también el uso prolongado de fertilizantes puede producir una concentración mayor de los mismos.

Indicadores Biológicos

La evolución del CO₂ es un parámetro asociado al manejo de materiales orgánicos el mismo que representa una medición de la respiración del suelo, que se conoce como respiración edáfica basal (respiración de las raíces, fauna del suelo y la mineralización del carbono a partir de diferentes “pools” del carbono de suelo y desechos), es decir, muestra la estimación de la actividad microbiana (Guerrero et al. 2012).

De acuerdo a Zahily, Nuñez & Valleter (2017) los valores obtenidos de respiración de CO₂ en los invernaderos 33 y 34 son altos, lo que significa que tienen un mayor flujo de carbono de suelo, a diferencia del invernadero 32; esto se debe a la diversidad de técnicas utilizadas en el suelo.

Tabla 12-3: Respiración de CO₂

| | Kg/ha/d |
|----------------|--------------------------------|
| Identificación | Respiración de CO ₂ |
| 32 | 195,55 |
| 33 | 469,33 |
| 34 | 879,99 |

Realizado por: Blanca Lema, 2019

Con respecto a los indicadores biológicos, no se presentó una macrofauna en abundancia como se esperaba en relación al tiempo y manejo. El invernadero identificado como 34 mostró más lombrices, seguido del invernadero 32 y por último el invernadero 33.

Los resultados fueron los siguientes: el invernadero 34 presentó 20 lombrices, el invernadero 32 mostró 15 lombrices y en el invernadero 33 se observó 1 lombriz; en los tres casos no se evidenció presencia de invertebrados.

EVALUACIÓN DE INDICADORES – Calidad y Salud de Cultivos

Tabla 13-3: Ficha para Evaluación del Suelo.

| | | |
|-----------------------------------|-------------------------|--|
| Nombre del dueño del invernadero: | Nombre del Invernadero: | |
| Fecha de elaboración: | Elaborado por: | |

1. Indicador: Balance de Materia Orgánica

| Clase descriptiva | Rangos (1 al 10) | | | Valor en campo |
|---|---------------------|-------|-------|----------------|
| | INV 1 | INV 2 | INV 3 | |
| Muy bajo aporte de MO fresca y de utilización de residuos de cultivos, % de materia orgánica menor al 25%. | | | | 5 |
| Bajo aporte de MO fresca y de utilización de residuos de cultivos, % de materia orgánica menor al 50%. | | | | |
| Aporte medio de MO fresca y de utilización de residuos de cultivos, % de materia orgánica entre 50%. y el 75% | 6 | 5 | 5 | |
| Equilibrio y acumulación de materia orgánica fresca, y adecuada utilización de residuos de cultivos, % de materia orgánica es superior al 95% | | | | |

2. Indicador: Estructura del suelo

| Clase descriptiva | Rangos (1 al 10) | | | Valor en campo |
|---|---------------------|-------|-------|----------------|
| | INV 1 | INV 2 | INV 3 | |
| El suelo no presenta estructura, es decir presente un grano fino y poco consistente. | | | | 7 |
| Sin formación granular, bloques, laminar, columnar y prismática, tamaño fino a medio y poco consistentes | | | | |
| Granos simples, granular, bloques, laminar, columnar y prismática, tamaño medio a grande y moderadamente consistentes | 7 | 7 | 7 | |
| Granular, bloques, laminar, columnar y prismática, y tamaño grande, muy grande y consistentes. | | | | |

3. Indicador: Actividad Biológica del Suelo

| Clase descriptiva | Rangos (1 al 10) | | | Valor en campo |
|---|---------------------|-------|-------|----------------|
| | INV 1 | INV 2 | INV 3 | |
| No se observa actividad de macrofauna | | | | 4 |
| Se observa muy poca actividad de macrofauna | 4 | 4 | 5 | |
| Presencia moderada de macrofauna | | | | |
| Alta presencia de macrofauna | | | | |

4. Indicador: Estado de la materia orgánica superficial

| Clase descriptiva | Rangos (1 al 10) | | | Valor en campo |
|--|---------------------|-------|-------|----------------|
| | INV 1 | INV 2 | INV 3 | |
| Existencia de residuos poco descompuesto, de tamaño medio a grande y/o olor desagradable | | | | 7 |
| Existencia de residuos parcialmente descompuestos, de tamaño medio a fino, sin olor desagradable | 6 | 7 | 7 | |
| Existencia de residuos bien descompuestos, de tamaño medio a fino, sin olor desagradable | | | | |

5. Indicador: Cobertura del suelo

| Clase descriptiva | Rangos (1 al 10) | | | Valor en campo |
|---|---------------------|-------|-------|----------------|
| | INV 1 | INV 2 | INV 3 | |
| El suelo pasa completamente sin cobertura todo el año | 8 | 8 | 8 | 8 |
| El suelo tiene una cobertura entre el 0 al 40%, durante el tiempo que no se cultiva tomate | | | | |
| El suelo tiene una cobertura entre el 40 al 80%, durante el tiempo que no se cultiva tomate | | | | |
| El suelo tiene una cobertura mayor del 80%, durante el tiempo que no se cultiva tomate | | | | |

6. Indicador: Condiciones de aireación del suelo

| Clase descriptiva | Rangos (1 al 10) | | | Valor en campo |
|---|---------------------|-------|-------|----------------|
| | INV 1 | INV 2 | INV 3 | |
| El suelo presenta baja aireación, estructura muy compacta | | | | 7 |
| El suelo presenta media aireación, estructura poco compactada | 7 | 7 | 7 | |
| El suelo presenta buena aireación, estructura porosa | | | | |

7. Velocidad de infiltración

| Clase descriptiva | Rangos (1 al 10) | | | Valor en campo |
|--------------------------|---------------------|-------|-------|----------------|
| | INV 1 | INV 2 | INV 3 | |
| Muy Lenta, < 2 cm/ hora. | | | | 7 |
| Lenta, 2 – 5 cm/ hora. | 7 | 7 | 7 | |
| Moderada, 5 – 18 cm/hora | | | | |
| Rápida, 18 – 48 cm/hora | | | | |

| | |
|---|-------------|
| Sumatoria | 45 |
| +Promedio Calidad y Salud de Cultivos (sumatoria/10) | 6,42 |

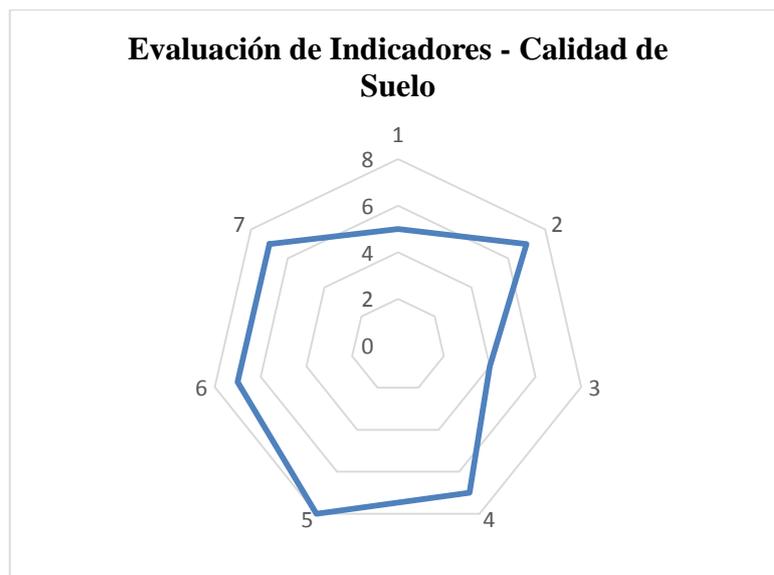


Gráfico 10-3: Evaluación de Indicadores – Calidad de Suelo

Realizado por: Blanca Lema, 2019

EVALUACIÓN DE INDICADORES – Calidad y Salud de Cultivos

1. Indicador: Apariencia del Cultivo

| Clase descriptiva | Rangos (1 al 10) | | | Valor en campo |
|--|------------------|-------|-------|----------------|
| | INV 1 | INV 2 | INV 3 | |
| Más del 50% del cultivo presenta una apariencia de un amontonamiento ya que su crecimiento es muy deforme y reducido (enfermedad de micoplasmas). | | | | 7 |
| Entre un 20 al 50% del cultivo presenta una apariencia de un amontonamiento ya que su crecimiento es muy deforme y reducido (enfermedad de micoplasmas). | | | | |
| Entre un 1 al 20% del cultivo presenta una apariencia de un amontonamiento ya que su crecimiento es muy deforme y reducido (enfermedad de micoplasmas). | 7 | 8 | 7 | |
| El cultivo no presenta ningún signo de amontonamiento (enfermedad de micoplasmas). | | | | |

2. Indicador: Crecimiento del Cultivo

| Clase descriptiva | Rangos (1 al 10) | | | Valor en campo |
|--|------------------|-------|-------|----------------|
| | INV 1 | INV 2 | INV 3 | |
| Cultivo poco denso, de crecimiento pobre, mal funcionamiento de la fisiología de la planta, causando un crecimiento anormal. | | | | 7 |
| Cultivo más denso, pero no muy uniforme, con crecimiento nuevo y con ramas y tallos delgados | 8 | 7 | 7 | |
| Cultivo denso, uniforme, buen crecimiento con ramas y tallos gruesos y firmes, hojas grandes y suaves. | | | | |

3. Indicador: Control Incidencia de plagas y enfermedades

| Clase descriptiva | Rangos (1 al 10) | | | Valor en campo |
|--|---------------------|-------|-------|----------------|
| | INV 1 | INV 2 | INV 3 | |
| Más del 60% del cultivo muestra daños por plagas o enfermedades | | | | 8 |
| Entre un 25 a 60% del cultivo muestra síntomas de daño por plagas y/o enfermedades | | | | |
| Entre un 5 a 25% del cultivo muestra síntomas de daño por plagas y/o enfermedades | 8 | 8 | 8 | |
| Menos de un 5% del cultivo muestra síntomas de daño por plagas y/o enfermedades | | | | |

4. Indicador: Rendimiento

| Clase descriptiva | Rangos (1 al 10) | | | Valor en campo |
|---|---------------------|-------|-------|----------------|
| | INV 1 | INV 2 | INV 3 | |
| Muy bajo, el rendimiento es < 50% del promedio local | | | | 6 |
| Bajo, el rendimiento está entre 50 - 75% del promedio local | | | | |
| Aceptable, el rendimiento está entre 75 - 100% del promedio local | 6 | 6 | 7 | |
| Óptimo, el rendimiento es > 100% del promedio local | | | | |

5. Indicador: Diversidad Genética

| Clase descriptiva | Rangos (1 al 10) | | | Valor en campo |
|--|---------------------|-------|-------|----------------|
| | INV 1 | INV 2 | INV 3 | |
| Baja, solo una variedad por especie cultivada | 8 | 8 | 8 | 8 |
| Media, dos variedades por especie cultivada, dominancia > 70% de una variedad | | | | |
| Alta, más de dos variedades por especie cultivada, ninguna variedad domina más del 50% en el cultivo | | | | |

6. Indicador: Diversidad específica y espacial

| Clase descriptiva | Rangos (1 al 10) | | | Valor en campo |
|--|---------------------|-------|-------|----------------|
| | INV 1 | INV 2 | INV 3 | |
| Muy baja, una sola especie cultivada | | | | 8 |
| Baja, dos especies no asociadas donde una especie ocupa > 70% del área cultivada, o, dos especies asociadas donde una predomina con más del 70% y ocupan igual estrato de cultivo. | 8 | 8 | 8 | |
| Media, 2 especies no asociadas, con máximo de un 70% del área por una especie, o, 2 especies asociadas donde ninguna supera el 70% del área y por lo menos una es arbórea | | | | |
| Alta, > 2 especies no asociadas, con máximo de un 50% del área por una especie, o, > 2 especies asociadas donde ninguna supera el 70% del área y son herbáceas, arbustivas y arbóreas. | | | | |

7. Indicador: Sistema de manejo

| Clase descriptiva | Rangos (1 al 10) | | | Valor en campo |
|---|---------------------|-------|-------|----------------|
| | INV 1 | INV 2 | INV 3 | |
| El 100% de los insumos no son orgánicos y el 100% se compran | | | | 6 |
| Entre un 1 – 40% de los insumos son orgánicos y se elaboran los mismos dueños | 6 | 6 | 6 | |
| Entre un 40 – 99% de los insumos son orgánicos y se elaboran los mismos dueños. | | | | |
| El 100% de los insumos son orgánicos y se elaboran en finca | | | | |

| | |
|--|-------------|
| Sumatoria | 50 |
| Promedio Calidad y Salud de Cultivos (sumatoria/10) | 7,14 |

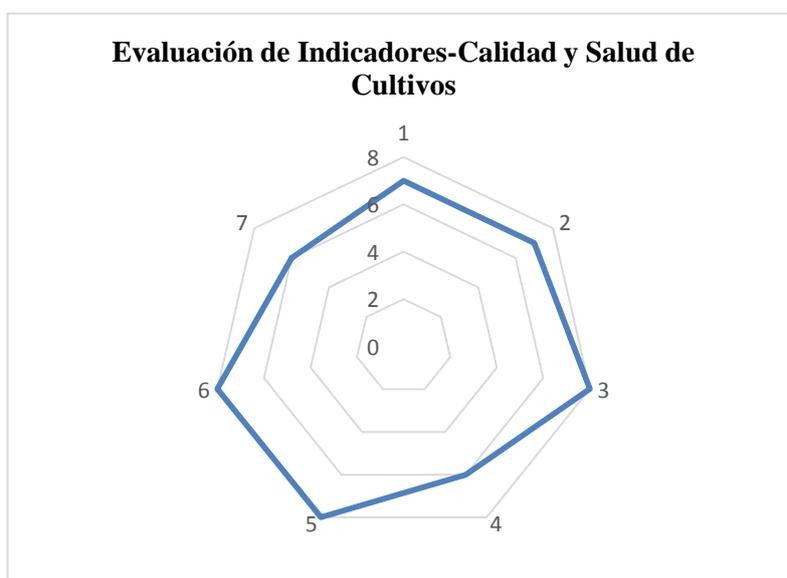


Gráfico 11-3: Evaluación de Indicadores – Calidad y Salud de Cultivos

Realizado por: Blanca Lema, 2019

En la evaluación de los indicadores generales se nota que los valores son de 6,42 y 7,14 respectivamente, lo que muestra un enfoque aceptable de estos indicadores tomando en cuenta que las prácticas de cultivo de tomate se realizan de manera tradicional, sin control de la degradación del suelo y poco control de la maleza que forman parte del análisis de indicadores.

ANÁLISIS DE LAS ENCUESTAS

A continuación, se realiza un análisis descriptivo de las respuestas de la encuesta cuya finalidad es identificar los principales agroquímicos y su distribución de aplicación en el suelo principalmente en los invernaderos de tomate riñón, a través de la recolección de informaciones provenientes de la investigación de campo, se obtienen los datos iniciales para evaluar la contaminación por agroquímicos en suelos de invernaderos de tomate riñón (*lycopersicum esculentum mil*) en la Parroquia San Luis Cantón Riobamba.

1. ¿Qué edad tiene el suelo cultivado de tomate riñón?

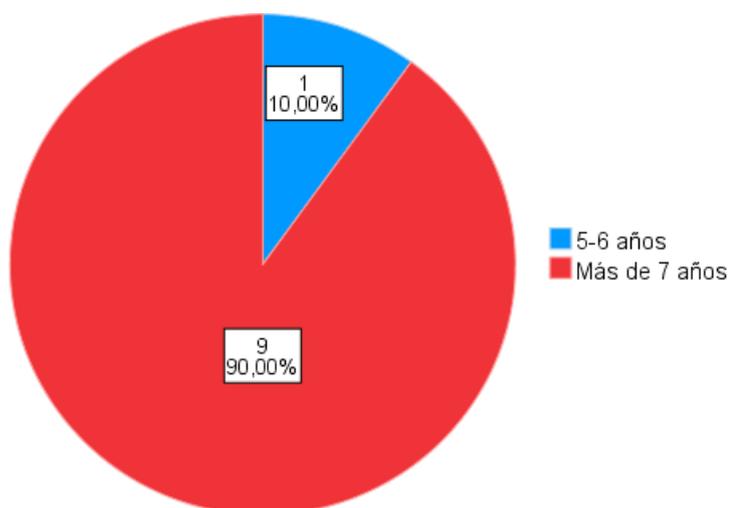


Gráfico 12-3: Edades de los cultivos

Realizado por: Blanca Lema, 2019

En base a las respuestas de los 10 encuestados se tiene que 9 dueños de invernaderos tienen cultivos con edades mayores a los 7 años; mientras un solo dueño de invernadero tiene un suelo cultivado entre 5 y 6 años. Se puede evidenciar que la mayor parte de estos invernaderos ya llevan tiempo en el cultivo de tomate riñón.

2. ¿Qué tipo de agroquímicos son más utilizados?

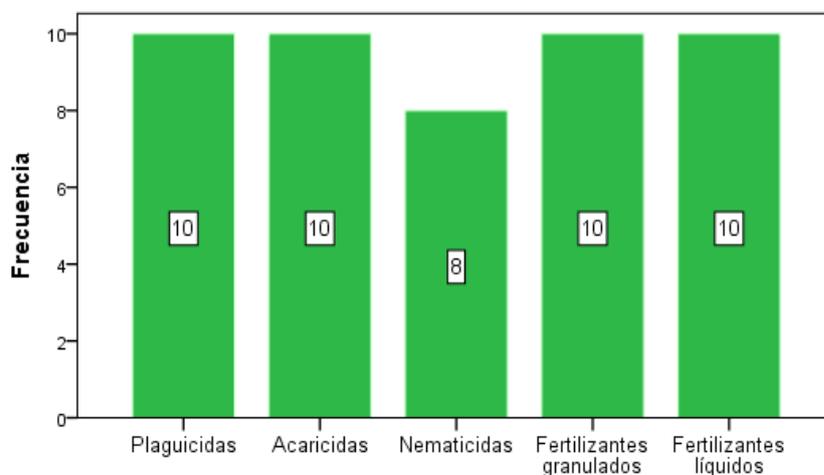


Gráfico 13-3: Agroquímicos utilizados

Realizado por: Blanca Lema, 2019

Las respuestas en relación a los agroquímicos utilizados por los dueños de los invernaderos indican que todos utilizan agroquímicos como: plaguicidas, acaricidas, fertilizantes granulados y fertilizantes líquidos; mientras que 8 de estos utilizan nematicidas, utilizan principalmente 5 agroquímicos, mismos que se indican en la figura 3-13.

3. ¿Qué tipo de plagas existen en el cultivo del tomate riñón?

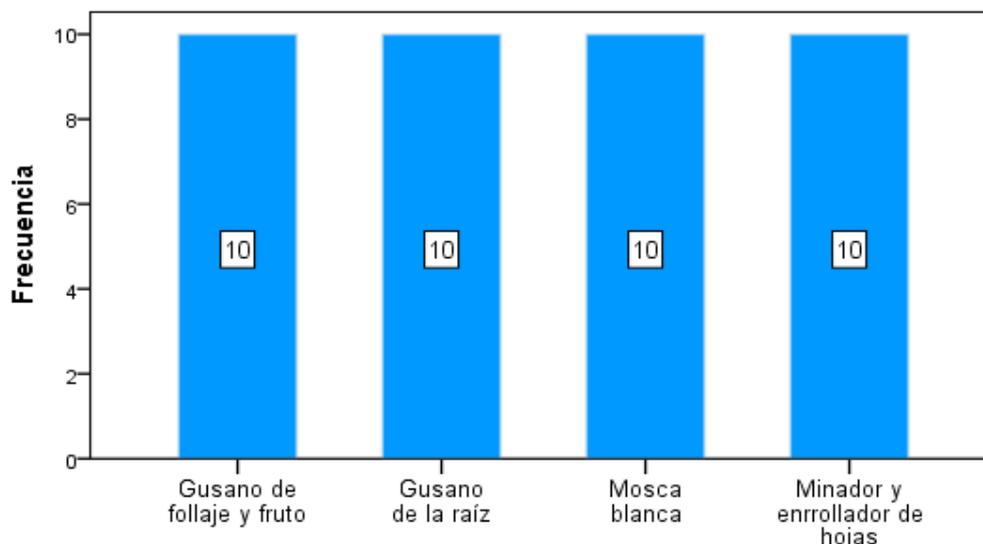


Gráfico 14-3: Tipos de plagas presentes en el cultivo de tomate riñón.

Realizado por: Blanca Lema, 2019

La Figura 3-14 muestra que existen 7 tipos de plagas en los cultivos de tomate riñón en los 10 invernaderos encuestados, entre estas plagas están: gusano de follaje y fruto, gusano de la raíz, mosca blanca y minador y enrollador de hojas. Se puede ver que ninguno de los 10 cultivos de tomate riñón se encuentra exento de estas plagas.

4. ¿Qué cantidad de pesticidas se aplica?

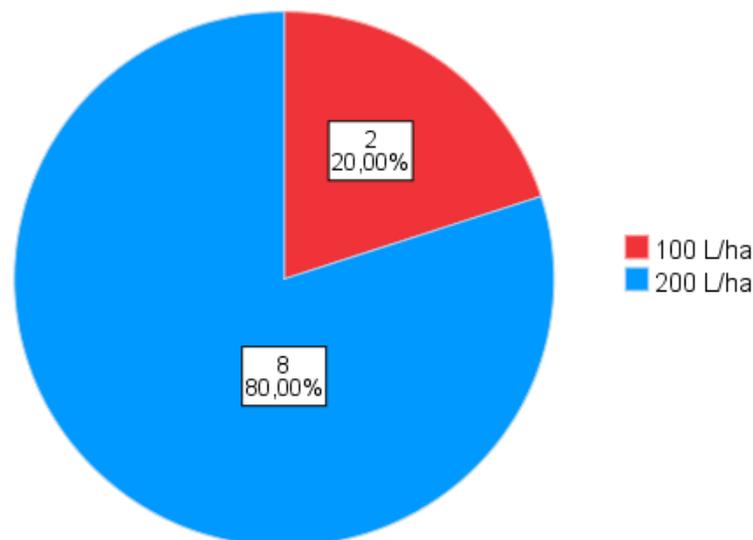


Gráfico 15-3: Cantidad de pesticidas aplicados

Realizado por: Blanca Lema, 2019

La Figura 3-15 muestra que 8 de los 10 dueños de invernaderos utilizan una cantidad de 200 litros por cada hectárea de cultivo de tomate riñón; mientras que, 2 dueños aplican una cantidad de 100 litros por cada hectárea. De acuerdo con Reinoso (2015) “el cultivo del tomate es muy susceptible al ataque de plagas y enfermedades, por lo que los agricultores en el mundo utilizan plaguicidas para su prevención y control”, en las cantidades que consideren convenientes.

5. ¿Con que frecuencia se aplica los agroquímicos después de la siembra de tomate?

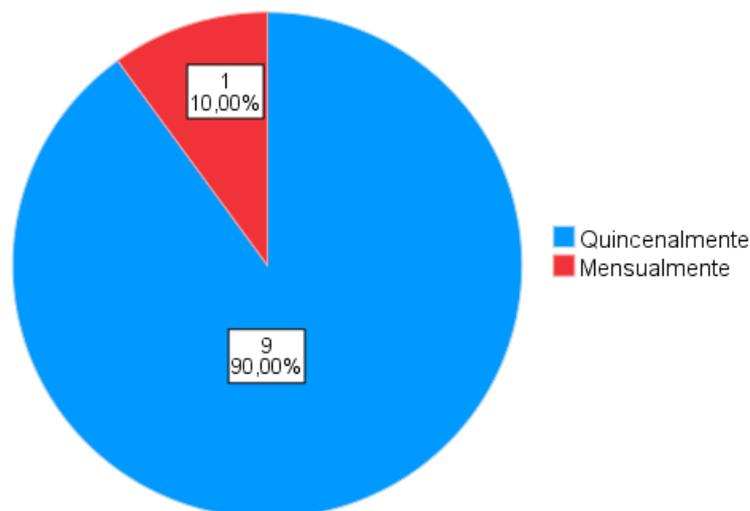


Gráfico 16-3: Frecuencia de aplicación de los agroquímicos

Realizado por: Blanca Lema, 2019

En base a la Figura 3-16 se puede ver que, la mayor parte de los encuestados, esto es 9 de 10, aplican los agroquímicos con una frecuencia quincenal después de la siembra de tomate; solamente uno de los dueños de estos invernaderos aplica mensualmente estos agroquímicos.

6. ¿Cuáles son las enfermedades más comunes del tomate?

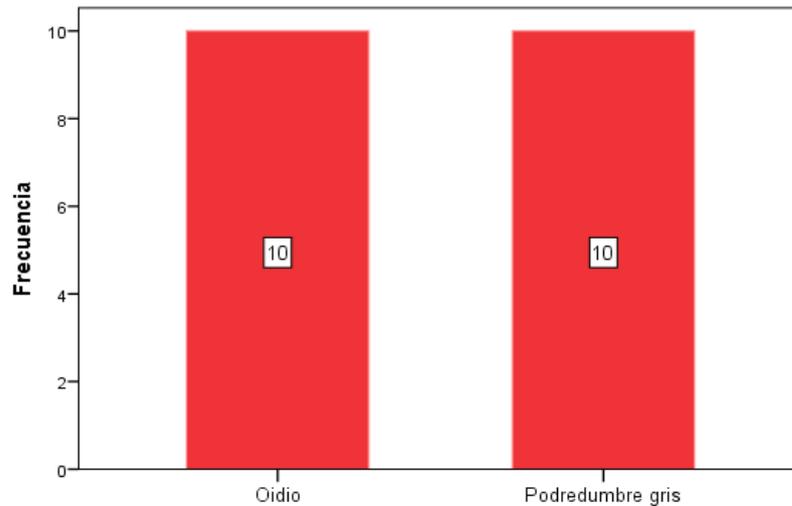


Gráfico 17-3: Enfermedades del tomate riñón

Realizado por: Blanca Lema, 2019

Las respuestas de los dueños de los invernaderos en cuanto a las enfermedades más frecuentes que se presentan en los tomates de sus cultivos están el Oidio y la Podredumbre gris; las mismas que todos los encuestados coinciden.

7. ¿La aplicación es directo en el suelo?

En cuanto a la manera de aplicar los agroquímicos en el suelo se tiene que todos los encuestados señalan que esta aplicación es directa.

8. ¿Cuántas plantas están cultivadas en el invernadero?

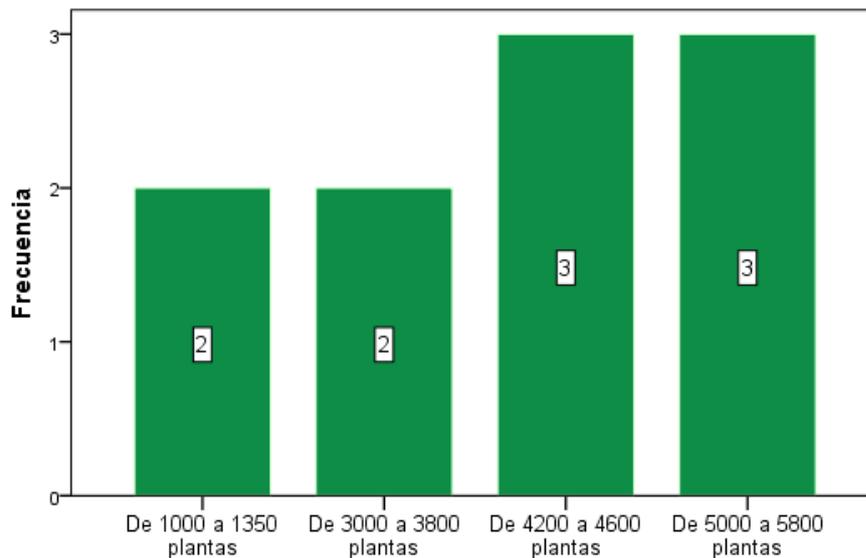


Gráfico 18-3: Cantidad de plantas cultivadas

Realizado por: Blanca Lema, 2019

En la Figura 3-18 se observa las frecuencias de los encuestados en cuanto a la cantidad de plantas que se cultivan en el invernadero y se tiene que 2 dueños señalan que cultivan desde 1.000 hasta 1.350 plantas; igualmente 2 dueños de invernaderos indican que se cultivan desde 3.000 hasta

3.800 plantas; 3 dueños mencionan que cultivan desde 4.200 hasta 4.600 plantas y 3 cultivan desde 500 hasta 5.800 plantas. Se puede ver que la mayor parte de los encuestados cultivan desde 4.200 hasta 5.800 plantas de tomate riñón.

9. ¿Cuántas camas tiene el invernadero?

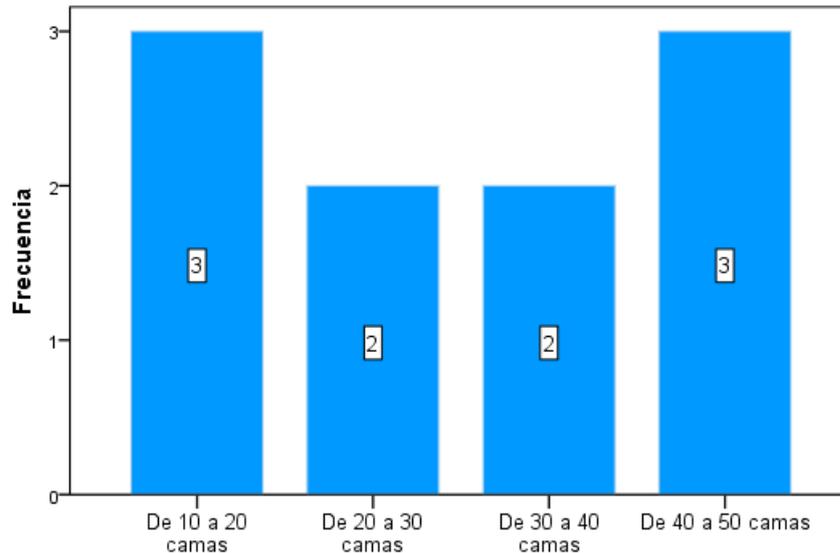


Gráfico 19-3: Cantidad de camas

Realizado por: Blanca Lema, 2019

De acuerdo a la cantidad de camas que tienen los invernaderos de los 10 dueños encuestados se puede ver que 3 encuestados indican que tienen desde 10 hasta 20 camas; 2 encuestados señalan que tienen desde 20 hasta 30 camas; nuevamente 2 encuestados manifiestan que sus invernaderos tienen desde 30 hasta 40 camas; y 3 invernaderos tienen desde 40 hasta 50 camas.

10. ¿Qué medida de espacio existe entre cama y planta?

Las respuestas de la encuesta aplicada a los dueños de los invernaderos permiten observar que los 10 encuestados coinciden en señalar que la distancia entre la cama y la planta de tomate riñón es de un metro.

11. ¿Qué área tiene el invernadero?

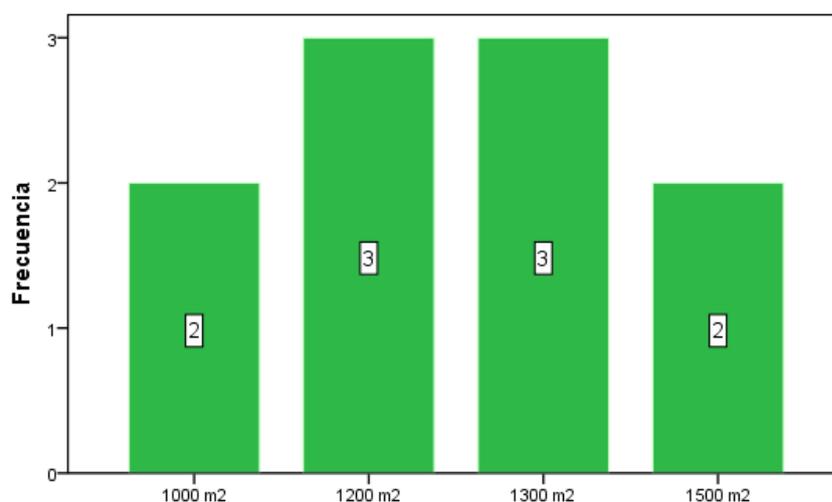


Gráfico 20-3: Área de los invernaderos

Realizado por: Blanca Lema, 2019

Las respuestas de los encuestados permiten ver que los invernaderos que forman parte del estudio tienen áreas desde 1.000 m² hasta 1.500 m²; de estos se puede ver que 2 tienen un área de 1.000 m²; 3 invernaderos tienen un área de 1.200 m²; 3 invernaderos tienen un área de 1.300 m²; y 2 invernaderos tienen un área de 1.500 m².

12. ¿A qué hora del día es más recomendable la aplicación de agroquímicos?

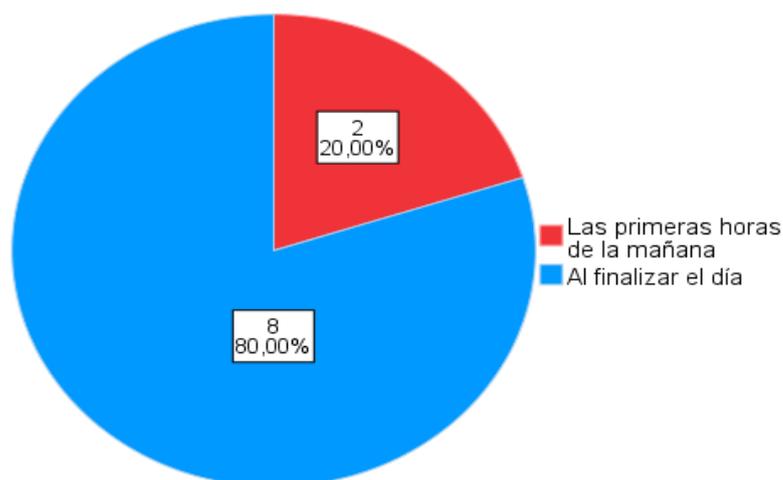


Gráfico 21-3: Horario para la aplicación de agroquímicos

Realizado por: Blanca Lema, 2019

La opinión de los encuestados en relación a la hora recomendable para la aplicación de agroquímicos permite ver que 8 de los dueños de invernaderos consideran que es recomendable aplicar agroquímicos al finalizar el día; mientras que, 2 de estos dueños opinan que es recomendable aplicar las primeras horas de la mañana.

13. ¿Qué aplica en el suelo al inicio del cultivo de tomate?

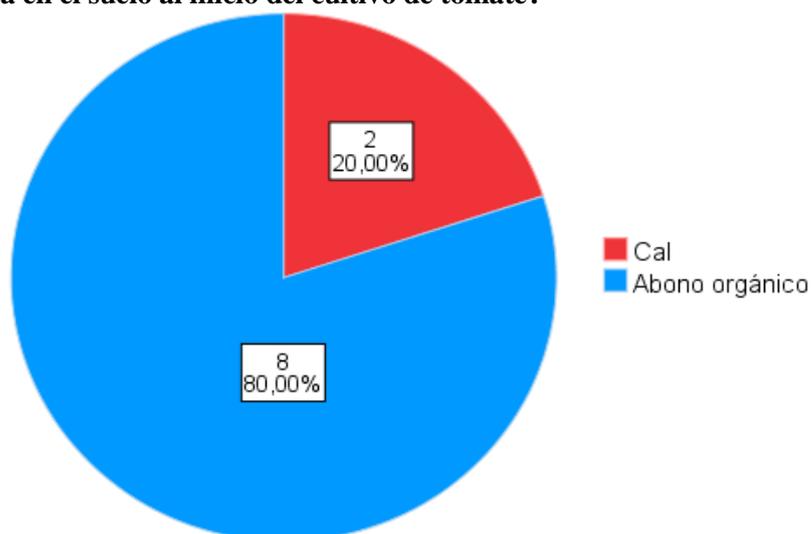


Gráfico 22-3: Inicio del cultivo

Realizado por: Blanca Lema, 2019

Las respuestas de los encuestados referentes a los recursos aplicados al suelo al inicio del cultivo de tomate indican que 8 de estos 10 dueños de invernaderos preparan al suelo con abono orgánico; mientras que, 2 dueños mencionan que aplican cal en el suelo al inicio del cultivo.

DISCUSIÓN

De acuerdo a Naula (2006) las condiciones químicas del suelo respecto a los sustratos, varía de la siguiente manera: el nitrógeno tuvo valores entre bajos y medios (13 tg/ml); el fósforo tuvo un valor bajo (19 tg/ml) y potasio bajo (67 tg/ml). En la investigación se obtuvieron valores de nitrógeno bajos de alrededor 3 mg/L; mientras que para el fósforo se obtuvo valores mayores, alrededor de 34 mg/L y para potasio valores de 1900 mg/Kg; de tal forma que en los dos casos los valores de estos nutrientes variaron dependiendo del tratamiento que se les da a los suelos de los cultivos de tomate riñón.

Mientras que Guerrón (2015) un estudio realizado en Cevallos provincia de Tungurahua, determinó que la textura del suelo era franco arenoso en el invernadero de cultivo de tomate riñón con un pH igual a 8,09; en este estudio la textura del suelo fue franco limoso cuyo valor de pH fue aproximadamente 7.

El mismo autor señala en su estudio valores de conductividad eléctrica de 0,38 mmhos, materia orgánica 2,9%, nitrógeno 27,1 ppm, fósforo 66 ppm, potasio 500,48, calcio 2.660 ppm cuyo elemento fue el de mayor concentración, magnesio 492 ppm. Mientras que las concentraciones de calcio en esta investigación fueron de aproximadamente 7.000 mg/Kg considerado valor alto que podrían ocasionar problemas de rendimiento en los cultivos de tomate de estos invernaderos.

El magnesio tuvo valores de 5.500 mg/Kg aproximadamente, de igual manera, concentraciones altas comparadas con los resultados presentados en la ciudad de Cevallos.

De acuerdo al manual de cultivo del tomate al aire libre propuesto por Torres (2017) el pH óptimo debe variar entre 6 y 6,5 para que la planta se desarrolle y disponga de nutrientes adecuadamente. De tal forma, que el pH que se encontró en los suelos de este estudio estuvo en un rango óptimo para el apropiado desarrollo de las plantas de tomate riñón.

De acuerdo a CIMMYT (2013) el valor promedio de infiltración 13,58 cm/min que se obtuvo de los 3 invernaderos determina que el suelo presente características de franco arenoso, propiedad que difiere un poco con los otros resultados en donde se muestra un suelo de tipo franco arcilloso; sin embargo, esto se debe a las diferencias existentes entre los 3 invernaderos.

Con respecto a la salinidad del suelo de acuerdo a los niveles obtenidos, se determinó que se encuentra dentro de un rango de 0 a 2 uS/cm, un rango adecuado.

Según intagri (2018) los resultados de capacidad de intercambio catiónico presentados en esta investigación son altos, de tal forma se deben tomar medidas para regular este parámetro importante en los suelos de cultivo de tomate riñón.

El manual indica que el suelo necesita una humedad entre 60 y 80%, tomando en cuenta que humedades muy altas benefician el desarrollo de enfermedades fungosas y bacterianas. También se vincula al agrietamiento del fruto o “rajado”, cuando se presenta un período de estrés hídrico, seguido de un exceso de humedad en el suelo por riego abundante. En esta investigación se evidenció un porcentaje de humedad de alrededor el 15% de promedio entre los tres invernaderos, debido a que, durante el proceso de drenaje, la humedad del suelo disminuye continuamente. La velocidad de drenaje está asociada con la conductividad hidráulica del suelo.

En relación a la respiración de CO₂ en esta investigación se obtuvieron valores de 195,55 Kg/ha/d, 469,33 Kg/ha/d y 879,99 Kg/ha/d, valores considerados altos. Mientras que un estudio en Gamboa – Panamá realizado por Zahily, Nuñez & Valleter (2017) se obtuvieron valores de 0.14 ton CO₂ en los suelos de cultivo; cuyo valor es similar al del primer invernadero.

Por lo tanto, es necesario seguir los lineamientos recomendados por el Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca (2015) en el documento de Buenas Prácticas Agrícolas para tomate riñón que menciona lo siguiente: El tomate riñón, para un correcto desarrollo y buena productividad requiere condiciones edafoclimáticas óptimas según el tipo de variedad seleccionada.

CONCLUSIONES

- Para el cumplimiento del primer objetivo relacionado con el levantamiento de la línea base, se procedió a realizar entrevistas al Gobierno Autónomo Descentralizado de San Luis y encuesta a los dueños de invernaderos que se encuentran dentro de esta parroquia; los cuales proporcionaron información sobre diferentes aspectos asociados al cultivo de tomate riñón. Además, se realizó una revisión bibliográfica, tomando en cuenta el PDOT de esta parroquia, el cual proporcionó información necesaria correspondiente a la ubicación y características generales de esta zona.
- A través de un análisis físico, químico y biológico se pudo determinar la calidad del suelo de los 3 invernaderos; en forma general, se puede afirmar, que el suelo presenta los nutrientes necesarios para que cumpla sus funciones normalmente en cuanto al cultivo de tomate riñón. En algunos casos, sería conveniente tomar medidas para evitar el riego excesivo ya que se produce la disminución de nutrientes y también el uso prolongado de fertilizantes puede producir una concentración mayor de los mismos. Con respecto a los indicadores biológicos, no se presentó una macrofauna en abundancia como se esperaba en relación al tiempo y manejo, solo una cantidad de lombrices en cada uno de los suelos sin presencia de invertebrados.
- Para evaluar la calidad ambiental del suelo se utilizaron fichas con indicadores que mostraron un enfoque aceptable de estos indicadores tomando en cuenta que las prácticas de cultivo de tomate se realizan de manera tradicional, sin control de la degradación del suelo y poco control de la maleza que forman parte del análisis de indicadores; es decir, el suelo presenta condiciones aceptables.

RECOMENDACIONES

- Es recomendable que se capacite al personal que labora en los cultivos de tomate riñón para que tengan los conocimientos apropiados y de esta manera, mejorar el rendimiento de estos cultivos y la calidad del suelo.
- Utilizar los resultados obtenidos en esta investigación para la toma de decisiones no solamente por parte de los dueños de los invernaderos sino también de las autoridades locales para que conozcan los problemas que existen en los suelos de este cantón y puedan solucionarlos a través de medidas preventivas y mitigadores que controlen sobre todo el uso de plaguicidas y fertilizantes en este tipo de cultivos.
- Realizar estudios similares que aporten datos relevantes sobre la situación actual de los suelos de los cultivos de tomate riñón en este cantón y el resto de ciudades del país.

BIBLIOGRAFÍA

AGROES.ES. *El Tomate, taxonomía, y descripciones botánicas, morfológicas, fisiológicas y ciclo biológico o agronómico.* Madrid : s.n., 2017.

Astier, Marta, et.al. AGROCIENCIA, *Derivación de indicadores de calidad de suelos en el contexto de la agricultura sustentable.* 2002, Vol. 36, págs. 605-620.

ANDRADES, Marisol et.al. *Fertilidad del suelo y parámetros que la definen.* La Rioja : Unviersidad de La Rioja, 2014.

ANTÚNEZ, Alejandro, et.al. *Propiedades Físico-Hídricas del Suelo en el Cultivo del Maíz Grano.* s.l. : INIA, 2015.

Arrieche, Rosana. Pontificia Universidad Javeriana. *Evaluación de la Calidad del suelo, en el sistema productivo orgánico La Estancia, Madrid, Cundinamarca, 2012. Utilizando indicadores de Calidad de Suelos.* Bogotá, Colombia : s.n., 2012.

Asociación de Agrónomos Indígenas de Cañar. *El cultivo de tomate riñón en invernadero (Lycopersicon esculentum).* Quito : Abya Yala, 2003.

Ausay, Elvia. Escuela Superior Politécnica del Chimborazo. *Respuesta de tomate de riñón (Lycopersicum esculentum Mill) Cv Dominic bajo invernadero a dos relaciones nitrato/amonio mediante fertiriego por goteo.* Riobamba : s.n., 2015.

Bautista , A, et.al. *La calidad del suelo y sus indicadores.* Revista Científica y Técnica de Ecología y Medio Ambiente, 2004, Vol. 13, págs. 90-97.

Bernal, Gustavo. *Las buenas prácticas agrícolas (BPA) desde la perspectiva de la micorbiología de suelos.* Santo Domingo : XII Congreso Ecuatoriano de la Ciencia del Suelo, 2015.

Becerra, Antonio. TERRA, *Conservación de suelos y desarrollo sustentable, ¿Utopía o posibilidad en México?.* 2, 1998, Vol. 16, págs. 178-213.

Burbano, Hernán. Revista de Ciencias Agrícolas, *El suelo y su relación con los servicios ecosistémicos y la seguridad alimentaria.* 2016, Vol. 33, págs. 117-124.

Celemín , Juan Pablo. *El estudio de la calidad de vida ambiental: definiciones conceptuales, elaboración de índices y su aplicación en la ciudad de Mar de Plata, Argentina.* 2007, Hologramática, Vol. VI, pág. 73.

CIMMYT. *Infiltración. Guía útil para comparar las prácticas de manejo de cultivo .* México : s.n., 2013.

CONGAHUA. *Diseños no experimentales.* Lima : Página del Profesor, 2017.

Cantú, Mario, et.al. *Ciencias del Suelo, Evaluación de la calidad de suelos mediante el uso de indicadores e índices.* 2007, Vol. 25, págs. 173-178.

Díaz, Mariana y Estrada, Héctor. *Propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo.* Bioagrociencias, 2015, Vol. 8, págs. 3-11.

Fernández, María, et.al. *Suelo y medio ambiente en invernaderos.* 2014.

González, Julio. *El cultivo de Tomate.* s.l. : Agropedia, 2018.

Gómez, Margarita y Reyes, Laura. *Educación ambiental, imprescindible en la formación de nuevas generaciones.* Latinoamericana2004., Vol. 22, págs. 515-522.

Guerrón, José. Cevallos : Universidad Técnica de Ambato, *Respuesta del suelo y del cultivo de tomate hortícola (Lycopersicon esculentum).* 2015.

García, Y, Ramírez, Wendy y Sánchez, Saray. *Pastos y Forrajes, Indicadores de la calidad de los suelos: una nueva manera de evaluar este recurso.* 2012, Vol. 35.

INEC. Información Ambiental en la Agricultura. [En línea] 2016. http://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/webinec/Encuestas_Ambientales/Informacion_ambiental_en_la_agricultura/2016/PRESENTACION_AGRO_AMBIENTE_2016.pdf.

INFOJARDIN. *Cultivo de tomate.* Madrid : s.n., 2017.

INTAGRI. *La Capacidad de Intercambio Catiónico del Suelo.* México : s.n., 2018.

Izquierdo, Juan. Universidad Politécnica Salesiana. *Contaminación de los suelos agrícolas provocados por el uso de los agroquímicos en la parroquia San Joaquín.* Cuenca, Azuay, Ecuador : s.n., Septiembre de 2017.

López, José. *La función del magnesio en el cultivo de plantas.* s.l. : PROMIX, 2018.

Martín, Carlos. *Indicadores de calidad ambiental.* s.l. : Tecnología para la Organización Pública, 2007.

Martínez, Eduardo, et.al. *Carbono Orgánico y Propiedades del Suelo.* Santiago de Chile : Universidad de Chile, 2012.

Matus María y Ñamendy, Elisa *Universidad Nacional Agraria.* 2007.

Lafuente, Carmen y Marín, Ainhoa. *Metodologías de la investigación en las ciencias sociales.* Revista Escuela de Administración de Negocios. 2008.

Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca. *AGROCALIDAD Buenas Prácticas agrícolas para tomate riñón.* s.l. :, 2015.

Montalvo, Carina. Universidad Central del Ecuador. *Efectos de la contaminación del suelo en la productividad de cinco sectores agrícolas de la parroquia de Tumbaco.* Quito : s.n., 2013.

Munera, Germán. *El fósforo elemento indispensable para la vida vegetal.* Pereira : Universidad Tecnológica de Pereira, 2012.

Naula, Pablo. *Respuesta del tomate riñón (Lycopersicum esculentum) bajo invernadero al mejoramiento de las propiedades físicas y químicas del suelo mediante la aplicación de abonos orgánicos y carbón vegetal, barrio Masaca - cantón Loja.* Loja : Universidad Nacional de Loja, 2006.

PDOT. *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial.* San Luis : GAD, 2017.

Pilco, Milton,et.al. *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial.* San Antonio : s.n., 2011.

Rojas, Andreina. *FERMENTUM Calidad de vida, calidad ambiental y sustentabilidad como conceptos urbanos complementarios.*, 2011, , Vol. 21, pág. 184.

Rodríguez, Marcela y Pérez, Juan. *Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial Rural de San Luis.* San Luis : s.n., 2015.

Reinoso, José. *Diagnóstico del uso de plaguicidas en el cultivo de tomate riñón en el Cantón Paute.* 2015.

Sierra, Martha. *Tipos más usuales de Investigación.* México : Docencia NTP, 2012.

Silva, Sandra y Correa, Francisco. Semestre Económico, *Análisis de la contaminación del suelo: revisión de la normativa y posibilidades de regulación económica.* 2004. Vol. 12, págs. 13-34.

Terán, Adriana. *Selección y evaluación de híbridos y/o variedades comerciales de tomate de mesa (Solanum lycopersicum) tolerantes a la salinidad, tanto en condiciones in vitro como de invernadero.* Sangolquí : Escuela Politécnica del Ejército, 2008.

Torres, Jose. *Manual de cultivo del tomate al aire libre.* Santiago, Chile : Instituto de Investigaciones Agropecuarias, 2017.

Vergani, Rubén. *Lycopersicum esculentum: una breve historia del tomate.* 2002, Horticultura, págs. 185-196.

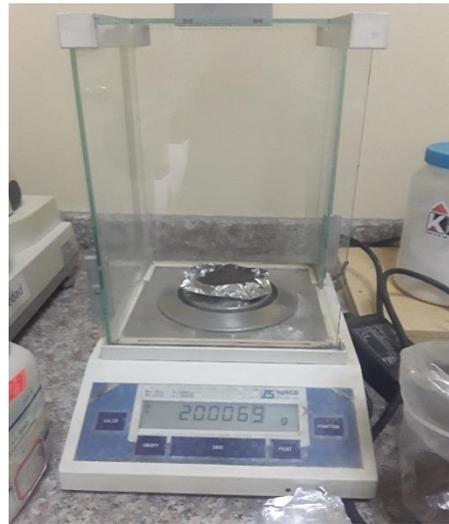
Zahily, Eny, et.al. *Respiración de dióxido de carbono de suelo, en bosque tropical húmedo-Gamboa Panamá.* RIDTEC, 2017, Vol. 13, págs. 49-54.

ANEXOS

Anexo A. Fotografías del muestreo en campo.



Fotografías del análisis en laboratorio



Anexo B. Informes de los analizados realizados en Laboratorio.

| | |
|--|--|
|  <p>CESTTA SGC</p> | <p>CENTRO DE SERVICIOS TÉCNICOS Y TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA AMBIENTAL</p> <p>DEPARTAMENTO : SERVICIOS DE LABORATORIO</p> <p>Panamericana Sur Km. 1 ½, ESPOCH (Facultad de Ciencias) RIOBAMBA - ECUADOR Telefax: (03) 3013183</p> |
|--|--|

| | |
|---|--|
| INFORME DE ENSAYO No: | S-064-19 |
| ST: | 019- 19 ANÁLISIS DE SUELOS |
| Nombre Peticionario: | N.A |
| Atn. | Blanca Lema |
| Dirección: | Riobamba. Riobamba-Chimborazo |
| FECHA: | 20 de Febrero del 2019 |
| NUMERO DE MUESTRAS: | 1 |
| FECHA Y HORA DE RECEPCIÓN EN LAB: | 2019/02/08- 13:00 |
| FECHA DE MUESTREO: | 2019/02/08- 08:00 |
| FECHA DE ANÁLISIS: | 2019/02/08 -2018/02/20 |
| TIPO DE MUESTRA: | Suelo |
| CÓDIGO CESTTA: | LAB-S 064-19 |
| CÓDIGO DE LA EMPRESA: | Muestra #1 |
| PUNTO DE MUESTREO: | Invernadero de cultivo de tomate riñon |
| ANÁLISIS SOLICITADO: | Químico |
| PERSONA QUE TOMA LA MUESTRA: | Blanca Lema |
| CONDICIONES AMBIENTALES DE ANÁLISIS: | T máx.:25,0 °C. T min.: 15,0 °C |

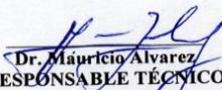
RESULTADOS ANALÍTICOS:

| PARÁMETROS | MÉTODO /NORMA | UNIDAD | RESULTADO | VALOR LÍMITE PERMISIBLE(■) |
|------------|---|--------|-----------|----------------------------|
| Potasio | PEE/CESTTA/197 EPA SW-846 3051A/6010D | mg/Kg | 1907,33 | - |
| Calcio | PEE/CESTTA/197 EPA SW-846 3051A/6010D | mg/Kg | 7417,62 | - |
| Magnesio | PEE/CESTTA/197 EPA SW-846 3051A/6010D | mg/Kg | 5691,03 | - |

OBSERVACIONES:

- Muestra receptada en el laboratorio.

RESPONSABLES DEL INFORME:


Dr. Márcio Alvarez
RESPONSABLE TÉCNICO





**CENTRO DE SERVICIOS TÉCNICOS Y
TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA AMBIENTAL**

**DEPARTAMENTO :
SERVICIOS DE LABORATORIO**

**Panamericana Sur Km. 1 ½, ESPOCH (Facultad de Ciencias)
RIOBAMBA - ECUADOR
Telefax: (03) 3013183**

INFORME DE ENSAYO No: S-065-19
ST: 019- 19 ANÁLISIS DE SUELOS
Nombre Peticionario: N.A
Atn. Blanca Lema
Dirección: Riobamba.
Riobamba-Chimborazo
FECHA: 20 de Febrero del 2019
NUMERO DE MUESTRAS: 1
FECHA Y HORA DE RECEPCIÓN EN LAB: 2019/02/08- 13:00
FECHA DE MUESTREO: 2019/02/08- 08:15
FECHA DE ANÁLISIS: 2019/02/08 -2018/02/20
TIPO DE MUESTRA: Suelo
CÓDIGO CESTTA: LAB-S 065-19
CÓDIGO DE LA EMPRESA: Muestra #2
PUNTO DE MUESTREO: Invernadero de cultivo de tomate riñón
ANÁLISIS SOLICITADO: Químico
PERSONA QUE TOMA LA MUESTRA: Blanca Lema
CONDICIONES AMBIENTALES DE ANÁLISIS: T máx.:25,0 °C. T mín.: 15,0 °C

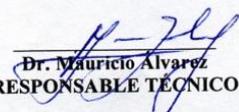
RESULTADOS ANALÍTICOS:

| PARÁMETROS | MÉTODO /NORMA | UNIDAD | RESULTADO | VALOR LÍMITE PERMISIBLE(■) |
|------------|---|--------|-----------|----------------------------|
| Potasio | PEE/CESTTA/197 EPA SW-846 3051A/6010D | mg/Kg | 1725,2 | - |
| Calcio | PEE/CESTTA/197 EPA SW-846 3051A/6010D | mg/Kg | 5991,82 | - |
| Magnesio | PEE/CESTTA/197 EPA SW-846 3051A/6010D | mg/Kg | 5172,72 | - |

OBSERVACIONES:

- Muestra receptada en el laboratorio.

RESPONSABLES DEL INFORME:


Dr. Mauricio Alvarez
RESPONSABLE TÉCNICO





**CENTRO DE SERVICIOS TÉCNICOS Y
TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA AMBIENTAL**

**DEPARTAMENTO :
SERVICIOS DE LABORATORIO**

Panamericana Sur Km. 1 ½, ESPOCH (Facultad de Ciencias)
RIOBAMBA - ECUADOR
Telefax: (03) 3013183

INFORME DE ENSAYO No:

ST:

Nombre Peticionario:

Atn.

Dirección:

S-066-19

019- 19 ANÁLISIS DE SUELOS

N.A

Blanca Lema

Riobamba.

Riobamba-Chimborazo

20 de Febrero del 2019

FECHA:

NUMERO DE MUESTRAS:

FECHA Y HORA DE RECEPCIÓN EN LAB:

FECHA DE MUESTREO:

FECHA DE ANÁLISIS:

TIPO DE MUESTRA:

CÓDIGO CESTTA:

CÓDIGO DE LA EMPRESA:

PUNTO DE MUESTREO:

ANÁLISIS SOLICITADO:

PERSONA QUE TOMA LA MUESTRA:

CONDICIONES AMBIENTALES DE ANÁLISIS:

1
2019/02/08- 13:00

2019/02/08- 08:30

2019/02/08 -2018/02/20

Suelo

LAB-S 066-19

Muestra #3

Invernadero de cultivo de tomate riñón

Químico

Blanca Lema

T máx.:25,0 °C. T min.: 15,0 °C

RESULTADOS ANALÍTICOS:

| PARÁMETROS | MÉTODO /NORMA | UNIDAD | RESULTADO | VALOR LÍMITE PERMISIBLE(■) |
|------------|---|--------|-----------|----------------------------|
| Potasio | PEE/CESTTA/197 EPA SW-846 3051A/6010D | mg/Kg | 2072,59 | - |
| Calcio | PEE/CESTTA/197 EPA SW-846 3051A/6010D | mg/Kg | 7799,44 | - |
| Magnesio | PEE/CESTTA/197 EPA SW-846 3051A/6010D | mg/Kg | 6012,8 | - |

OBSERVACIONES:

- Muestra receptada en el laboratorio.

RESPONSABLES DEL INFORME:


Dr. Mauricio Alvarez
RESPONSABLE TÉCNICO





ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES
LABORATORIO DE SUELOS



Nombre del Propietario: Blanca Alicia Lema Caba

Fecha de ingreso: 07/01/2019

Remite: Ing. Marcela Brito

Fecha de salida: 12/02/2019

TEMA TESIS PREGRADO: Evaluación de la calidad Ambiental en Suelos de Invernaderos de Tomate Riñón (*Lycopersicon esculentum mil*), en el sector San Antonio de la Parroquia San Luis Cantón Riobamba.

Ubicación: Sector San Antonio San Luis Riobamba Chimborazo
Nombre de la granja Parroquia Cantón Provincia

RESULTADOS E INTERPRETACIÓN DEL ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO DE SUELO

| Identif. | pH | % | | uS/cm | | mg/L | | DA | Humedad | |
|----------|--------|--------|------------------|--------|---------|------|------|---------------|---------------|--|
| | | MO | Cond. Eléct | N | P | g/cm | % | Textura | Estructura | |
| 32 | 7.04 N | 4.45 M | 1246.0 No Salino | 3.84 B | 31.67 A | 1.2 | 17.6 | Franco limoso | Franco limoso | |
| 33 | 6.89 N | 3.22 M | 1222.0 No Salino | 2.30 B | 35.19 A | 1.3 | 13.3 | Franco limoso | Franco limoso | |
| 34 | 7.41 N | 3.62 M | 1418.0 No Salino | 2.34 B | 36.24 A | 1.2 | 16.9 | Franco limoso | Franco limoso | |

| CODIGO | |
|---------------|----------|
| N: Neutro | A: alto |
| S: Suficiente | M: medio |
| Alc. alcalino | B: bajo |

Ing. José Arcos T.
JEFE LAB. SUELOS

Ing. Elizabeth Pachacama
TÉCNICO DE LABORATORIO

Dirección: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Panamericana Sur Km 1 1/2. Facultad de Recursos Naturales, Teléfono 2998220 Extensión 418
"Apoyando a la producción sana, rentable y amigable con la naturaleza"

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
DIRECCIÓN DE BIBLIOTECAS Y RECURSOS PARA EL APRENDIZAJE
Y LA INVESTIGACIÓN
UNIDAD DE PROCESOS TÉCNICOS
REVISIÓN DE NORMAS TÉCNICAS, RESUMEN Y BIBLIOGRAFÍA

Fecha de entrega: 27 / 11 / 2019

| |
|---|
| INFORMACIÓN DEL AUTOR/A (S) |
| Nombres – Apellidos: Blanca Alicia Lema Caba |
| INFORMACIÓN INSTITUCIONAL |
| Facultad: Ciencias |
| Carrera: Ingeniería en Biotecnología Ambiental |
| Título a optar: Ingeniera en Biotecnología Ambiental |
| f. Analista de bibliotecas responsable: |

