



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA AGROPECUARIA DE MANABÍ  
MANUEL FÉLIX LÓPEZ**

**DIRECCIÓN DE CARRERA: MEDIO AMBIENTE**

**INFORME DE TRABAJO DE TITULACIÓN  
PREVIA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERA  
EN MEDIO AMBIENTE**

**MODALIDAD:  
PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

**TEMA:  
EVALUACIÓN DE LA PROPORCIÓN DEL ABONO DE SOCA DE  
MAÍZ (*Zea mays L.*) EN LA CALIDAD FÍSICO-QUÍMICA DEL  
SUELO EN LOS AMARILLOS, TOSAGUA**

**AUTORAS:  
LOOR GANCHOZO LUCIA ISABEL  
TRUJILLO PIONCE KARLA STEFANY**

**TUTORA:  
MG. FLOR MARÍA CÁRDENAS GUILLÉN**

**CALCETA, OCTUBRE DE 2021**

## DERECHOS DE AUTORÍA

LOOR GANCHOZO LUCIA ISABEL Y TRUJILLO PIONCE KARLA STEFANY, declaran bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de nuestra autoría, que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional, y que hemos consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración cedemos los derechos de propiedad intelectual a la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual y su Reglamento.



---

Lucía I. Loor Ganchozo



---

Karla S. Trujillo Pionce

## CERTIFICACIÓN DE TUTORA

**ING. FLOR MARÍA CÁRDENAS GUILLÉN**, certifica haber tutelado el proyecto **EVALUACIÓN DE LA PROPORCIÓN DEL ABONO DE SOCA DE MAÍZ (*Zea mays L.*) EN LA CALIDAD FÍSICO- QUÍMICA DEL SUELO EN LOS AMARILLOS-TOSAGUA**, que ha sido desarrollada por **LOOR GANCHOZO LUCÍA ISABEL Y TRUJILLO PIONCE KARLA STEFANY**, previo a la obtención del título de Ingeniera en Medio Ambiente, de acuerdo al **REGLAMENTO PARA LA ELABORACIÓN DE TRABAJO DE TITULACIÓN** de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López.

---

Ing. Flor María Cárdenas Guillén, M.Sc.

## **APROBACIÓN DEL TRIBUNAL**

Los suscritos integrantes del tribunal correspondiente, declaramos que hemos **APROBADO** el trabajo de titulación **EVALUACIÓN DE LA PROPORCIÓN DEL ABONO DE SOCA DE MAÍZ (*Zea mays L.*) EN LA CALIDAD FÍSICO- QUÍMICA DEL SUELO EN LOS AMARILLOS-TOSAGUA** que ha sido propuesto, desarrollado por **LOOR GANCHOZO LUCÍA ISABEL Y TRUJILLO PIONCE KARLA STEFANY**, previa la obtención del título de Ingeniera en Medio Ambiente, de acuerdo al **REGLAMENTO PARA LA ELABORACIÓN DE TRABAJO DE TITULACIÓN** de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López.

---

Ing. Jonathan Chicaiza Intriago M. Sc

**MIEMBRO**

---

Ing. Lizardo Reyna Bowen Ph. D.

**MIEMBRO**

---

Blga. María Pincay Cantos M.Sc.

**PRESIDENTE**

## **AGRADECIMIENTO**

A la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López que me dio la oportunidad de crecer como ser humano a través de una educación superior de calidad y en la cual he forjado mis conocimientos profesionales día a día.

A Dios, por darme la oportunidad de vida, salud y fuerzas para no desmayar y que mi meta sea lograda.

A mi amado padre Enrique Loor, por ser mi amigo y apoyo incondicional en toda mi vida, el gestor y motor principal de este y todos mis logros formativos, por apoyar cada paso en estos últimos 5 años y ayudarme con los recursos necesarios para alcanzar nuestra meta.

A mi madre, por motivarme con su ejemplo día a día a ser una mujer trabajadora, por ser fuerte en carácter y saber guiarme con firmeza hacia mis metas.

A mis hermanos Kerly y Henry Loor, por ser los maestros cuando mis padres no estaban y darme el ejemplo para adquirir el título de tercer nivel.

A los catedráticos de la carrera de Medio Ambiental, que sin duda aportaron con sus conocimientos y especialmente al Ing. José Manuel Calderón, al Tecnólogo Alfredo Pinargote y a la Ing. Flor María Cárdenas Guillén por tener siempre la predisposición para servir en todo momento como amigos y maestros.

A mi pareja de tesis Karla Trujillo con quien he disfrutado realizar este trabajo y con quien pretendo tener una amistad sana y duradera.

**Lucía I. Loor Ganchozo**

## AGRADECIMIENTO

Ahora al culminar mi carrera profesional dejó constancia de lealtad y gratitud, a la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria De Manabí, institución que por su insigne valor de superación se ha constituido en fortaleza de la Educación Superior en la provincia de Manabí y por su intermedio a la carrera de Ingeniería Ambiental, lugar donde me fui forjando día a día, para mi formación profesional.

A Dios, por ser el pilar fundamental en mi vida; por brindarme sabiduría, salud y fuerza para lograr esta meta; Por iluminarme y proveerme los recursos necesarios para realizar este trabajo.

Agradezco a mis padres Xavier Trujillo y Martha Pionce; por ayudarme y apoyarme en cada una de las decisiones tomadas en mi vida, en especial en esta gran decisión que fue la de realizar mis estudios superiores, por enseñarme valores, por confiar y creer en mis expectativas, por ayudarme a cumplir mis sueños, por sus consejos y palabras de aliento, por sus sacrificios para ser de mí una profesional.

A mi hermano Kevin Trujillo por creer en mí y ver un ejemplo a seguir, a mi familia Trujillo Pionce por apoyarme y estar pendiente de cada paso de mi vida, a mi pareja Stalin por creer en mí, a mis amigas Ingrid, Michelle y Andrea por hacer mi carrera universitaria más divertida y a cada una de las personas que, durante mi estadía en esta hermosa ciudad, me han brindado su apoyo de manera incondicional. A todos los docentes y compañeros de mi carrera que sin duda alguna me escatimaron esfuerzo alguno para dar todo de sí, en especial a los miembros del tribunal de tesis; Bióloga María Fernanda Pincay, el Ing. Jonathan Chicaiza y el Ing. Lizardo Reyna, maestros que nunca dejaron de orientar y asesorar debidamente al trabajo de titulación, mi lealtad será el homenaje a su sacrificio. Además, quiero expresar mi agradecimiento de manera especial al Ingeniero José Manuel Calderón que colaboró desde el principio en la tesis aportando tiempo y conocimiento, al personal administrativo, empleados, trabajadores que laboran en mi querida carrera.

A mi compañera de tesis Isabel Loor por la confianza y todo el apoyo brindado durante la realización de la tesis. Quiero expresar mi más grande y sincero agradecimiento al Tecnólogo Alfredo Pinargote y a la Ing. Flor María Cárdenas principales colaboradores durante todo este proceso, quienes con su dirección, conocimiento, enseñanza y colaboración permitieron el desarrollo de este trabajo.

**Karla S. Trujillo Ponce**

## **DEDICATORIA**

Dedico este esfuerzo a Dios, por darme voluntad y amor para culminar esta meta.

A los cuatro pilares fundamentales en mi vida, que me han guiado por el camino correcto, y lleno de valores me enseñaron a ser una persona recta; a mi padre, que siempre con sus palabras me inspiraba y llenaba de autoestima. A mi madre que con coraje y amor corregía mis fallos con la firme convicción de que sería una mujer decidida y valiente. A el corazón de madre de mi hermana que me llevaba de la mano para enseñarme y ayudarme, y a mi hermano, porque me enseñó el significado de amistad, sin decir ni una sola palabra.

A los agricultores ecuatorianos, que aún con el insuficiente apoyo agrícola y ambiental dedican largas jornadas a la producción.

**Lucía I. Loor Ganchozo**



## DEDICATORIA

El presente trabajo de grado va dedicado a Dios, quien como guía estuvo presente en el caminar de mi vida, bendiciéndome y dándome fuerzas para continuar con mis metas trazadas sin desfallecer.

A mis padres Xavier Trujillo y Martha Pionce que, con apoyo incondicional, amor y confianza permitieron que logre culminar mi carrera profesional, personas que sacrificaron su tiempo, su dinero y sus vidas para que yo sea una profesional y hoy les dedico mi trabajo final de cinco años de estudio, como una forma de agradecimiento por todo el apoyo brindado, dejando en claro que no será el único de mis logros dedicados para ellos.

A mi hermano, por estar conmigo en las buenas y en las malas por ser mi confidente y ver en mi un ejemplo a seguir. A mis primas y tías de la familia Pionce por ser las personas que me apoyaron y abrieron las puertas de sus hogares para que pueda cumplir con mi meta.

Quiero dedicar mi trabajo a mi abuelita Cota que siempre me apoyó y me dio amor y aunque ahora no esté a mi lado, quiero decirle que cumplí con la meta prometida.

Finalmente quiero dedicarme el esfuerzo invertido en este trabajo para recordarme que siempre que me proponga algo lo voy a cumplir, que pude, puedo y podré.

**Karla S. Trujillo Ponce**

## TABLA DE CONTENIDO

|   |      |
|---|------|
| DERECHOS DE AUTORÍA .....                           | ii   |
| CERTIFICACIÓN DE TUTORA.....                        | iii  |
| APROBACIÓN DEL TRIBUNAL.....                        | iv   |
| AGRADECIMIENTO .....                                | v    |
| AGRADECIMIENTO .....                                | vi   |
| DEDICATORIA .....                                   | viii |
| DEDICATORIA .....                                   | ix   |
| TABLA DE CONTENIDO .....                            | x    |
| CONTENIDO DE CUADROS, GRÁFICOS Y FIGURAS .....      | xiii |
| CONTENIDO DE CUADROS.....                           | xiii |
| CONTENIDO DE GRÁFICOS.....                          | xiii |
| CONTENIDO DE FIGURAS.....                           | xiv  |
| RESUMEN.....  | xv   |
| ABSTRACT.....                                       | xvi  |
| 1  CAPÍTULO I. ANTECEDENTES.....                    | 1    |
| 1.1.  PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA..... | 1    |
| 1.2.  JUSTIFICACIÓN.....                            | 2    |
| 1.3.  OBJETIVOS.....                                | 3    |
| 1.3.1.  OBJETIVO GENERAL.....                       | 3    |
| 1.3.2.  OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....                  | 4    |
| 1.4.  HIPÓTESIS.....                                | 4    |
| CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO.....                     | 5    |
| 2.1.  DEFINICIÓN DE SUELO .....                     | 5    |
| 2.1.1.  CALIDAD DEI SUELO .....                     | 5    |

|  |   |    |
|--|---|----|
| 2.1.2.                                     | PROPIEDADES DEL SUELO .....                           | 5  |
| 2.1.3.                                     | MACRONUTRIENTES .....                                 | 11 |
| 2.2.                                       | ADICIÓN DE MATERIA ORGÁNICA EN EL SUELO .....         | 12 |
| 2.3.                                       | ABONO ORGÁNICO .....                                  | 13 |
| 2.3.1.                                     | COMPOST .....   | 13 |
| 2.3.2.                                     | FASE DE ELABORACIÓN DE COMPOST .....                  | 14 |
| 2.3.3.                                     | PROPORCIÓN DE ABONO .....                             | 15 |
| 2.4.                                       | SOCA DE MAÍZ .....                                    | 15 |
| 2.4.1.                                     | ELABORACIÓN DE ABONO DE SOCA DE MAÍZ.....             | 15 |
| 2.5.                                       | TOMA DE MUESTRA PARA SUELO.....                       | 17 |
| 2.5.1.                                     | MATERIALES Y HERRAMIENTAS PARA MUESTREO DE SUELO..... | 18 |
| 2.5.2.                                     | ANÁLISIS DE SUELO Y SU INTERPRETACIÓN.....            | 19 |
| CAPÍTULO III. DESARROLLO METODOLÓGICO..... |   | 21 |
| 3.1.                                       | UBICACIÓN.....  | 21 |
| 3.2.                                       | DURACIÓN DEL TRABAJO .....                            | 22 |
| 3.3.                                       | MÉTODOS Y TÉCNICAS .....                              | 22 |
| 3.3.1.                                     | MÉTODOS .....   | 22 |
| 3.3.2.                                     | TÉCNICAS .....  | 23 |
| 3.4.                                       | FACTOR DE ESTUDIO .....                               | 23 |
| 3.5.                                       | TRATAMIENTOS.....                                     | 24 |
| 3.6.                                       | DISEÑO EXPERIMENTAL.....                              | 24 |
| 3.7.                                       | UNIDAD EXPERIMENTAL.....                              | 25 |
| 3.8.                                       | VARIABLES A MEDIR .....                               | 25 |
| 3.8.1.                                     | VARIABLE INDEPENDIENTE .....                          | 25 |
| 3.8.2.                                     | VARIABLE DEPENDIENTE.....                             | 25 |

|  |    |
|--|----|
| 3.9. MANEJO DEL EXPERIMENTO .....  | 25 |
| 3.9.1. FASE I. DIAGNOSTICO DE LA CONDICIÓN FÍSICO-QUÍMICA ACTUAL DEL SUELO EN LA COMUNIDAD LOS AMARILLOS-TOSAGUA.....  | 25 |
| 3.9.2. FASE II. DETERMINACIÓN DE LA PROPORCIÓN DEL ABONO DE RESIDUOS DE SOCA DE MAÍZ ( <i>Zea mays L.</i> ) QUE MEJORE LAS PROPIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS DEL SUELO. .... | 31 |
| CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....   | 35 |
| 4.1. DIAGNÓSTICO DE LA CONDICIÓN FÍSICO-QUÍMICA ACTUAL DEL SUELO EN LA COMUNIDAD LOS AMARILLOS-TOSAGUA.....  | 35 |
| 4.1.1. ENTREVISTAS A ACTORES DEL PROCESO PRODUCTIVO DE MAÍZ.....   | 35 |
| 4.1.2. DATOS DE REFERENCIA .....   | 41 |
| 4.1.3. TOMA DE MUESTRAS .....  | 43 |
| 4.1.4. ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICOS .....  | 46 |
| 4.1.5. DETERMINACIÓN DE LA PROPORCIÓN DEL ABONO QUE MEJORE LAS PROPIEDADES DEL SUELO .....   | 47 |
| 4.1.6. ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....   | 53 |
| 4.1.7. COMPROBACIÓN DE HIPÓTESIS.....  | 58 |
| CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....  | 59 |
| 5.1. CONCLUSIONES .....  | 59 |
| 5.2. RECOMENDACIONES .....   | 61 |
| BIBLIOGRAFÍA .....   | 62 |
| ANEXOS.....  | 76 |

## CONTENIDO DE CUADROS, GRÁFICOS Y FIGURAS

### CONTENIDO DE CUADROS

|  |    |
|--|----|
| Cuadro 2. 1. Guía general para la interpretación de análisis de suelos. ....   | 20 |
| Cuadro 3. 1. Descripción de experimento. ....  | 24 |
| Cuadro 3. 2. Diseño experimental y número de repeticiones. ....  | 24 |
| Cuadro 3. 3. Parámetros físico-químicas con sus respectivas unidades. ....   | 31 |
| Cuadro 3. 4. Tratamientos de abono de soca de maíz. ....   | 33 |
| Cuadro 4. 1. Coordenadas de la propiedad. ....   | 45 |
| Cuadro 4. 2. Dimensiones de la propiedad de estudio. ....  | 45 |
| Cuadro 4. 3. Resultados iniciales de las muestras de suelo. ....   | 46 |
| Cuadro 4. 4. Análisis de varianza no paramétrica (Kruskall- Wallis) de los parámetros sin diferencias significativas. .... | 54 |
| Cuadro 4. 5. Análisis de varianza no paramétrica (Kruskall- Wallis) de los parámetros con diferencias significativas. .... | 55 |
| Cuadro 4. 6. Niveles de pH. ....   | 56 |
| Cuadro 4. 7. Niveles de Porosidad. ....  | 56 |
| Cuadro 4. 8. Niveles de Color/húmedo. ....   | 57 |
| Cuadro 4. 9. Niveles de materia orgánica. ....   | 57 |
| Cuadro 4. 10. Niveles de P, K y Fe. ....   | 58 |
| Cuadro 4. 11. Niveles de relación Ca/K, Mg/K y Ca+Mg/K. ....   | 58 |

### CONTENIDO DE GRÁFICOS

|  |    |
|--|----|
| Gráfico 4. 1. Conocimiento de la condición físico-química actual. .... | 36 |
| Gráfico 4. 2. Tipo de cultivo aplicado en Los Amarillos. ....          | 37 |
| Gráfico 4. 3. Tipo de abono utilizado en Los Amarillos. ....           | 37 |
| Gráfico 4. 4. Tipo de cultivo predominante en Los Amarillos. ....      | 38 |
| Gráfico 4. 5. Aprovechamiento de Residuos de soca de maíz. ....        | 39 |
| Gráfico 4. 6. Destino del residuo de soca de maíz. ....                | 40 |

|   |    |
|---|----|
| Gráfico 4. 7. Precio del rastrojo de maíz. ....   | 41 |
| Gráfico 4. 8. Valores de pH por tratamiento. ....   | 47 |
| Gráfico 4. 9. Valores de densidad aparente por tratamiento.....                           | 48 |
| Gráfico 4. 10. Valores de Materia orgánica, textura y porosidad por tratamiento.<br>..... | 49 |
| Gráfico 4. 11. Valores de color por tratamiento. ....                                     | 49 |
| Gráfico 4. 12. Valores de cationes por tratamiento.....                                   | 50 |
| Gráfico 4. 13. Valores de microelementos metálicos por tratamiento. ....                  | 51 |
| Gráfico 4. 14. Valores de amonio por tratamiento. ....                                    | 52 |
| Gráfico 4. 15. Valores de fósforo por tratamiento. ....                                   | 52 |
| Gráfico 4. 16. Valores de relaciones catiónicas por tratamiento. ....                     | 53 |

## **CONTENIDO DE FIGURAS**

|   |    |
|---|----|
| Figura 2. 1. Triángulo de textura del suelo. ....                   | 7  |
| Figura 2. 2. Cartas de color estándar de Munsell. ....              | 9  |
| Figura 2. 3. Flujograma de proceso de compostaje.....               | 17 |
| Figura 2. 4. Método de muestreo en Zig-Zag. ....                    | 18 |
| Figura 2. 5. Materiales y herramientas para muestreo de suelo. .... | 19 |
| Figura 3. 1. Mapa de la zona de estudio.....                        | 21 |
| Figura 3. 2. Esquema de la disposición de los tratamientos. ....    | 33 |
| Figura 4. 1. Mapa de uso de suelo.....                              | 42 |
| Figura 4. 2. Mapa de uso de suelo. ....                             | 43 |
| Figura 4. 3. Mapa de Zona de muestreo. ....                         | 44 |

## RESUMEN

Actualmente, la agricultura convencional a base de prácticas inadecuadas, ocasiona efectos negativos en la calidad del suelo y sus propiedades, lo que repercute en la salud del ser humano y del medio ambiente. Con base en lo expuesto, la presente investigación tiene como objetivo evaluar la proporción de abono de soca de maíz (*Zea mays L.*) en la mejora de la calidad físico-química del suelo, en la comunidad los Amarillos, cantón Tosagua, provincia de Manabí. Para su efecto, se diagnosticó las condiciones físico-químicas del suelo, realizando el reconocimiento del área de estudio mediante un mapeo de la zona, con el cual se pudo evidenciar que se cultiva maíz duro a una escala del 60% en comparación a otros cultivos; además, de determinarse que no se reutiliza la soca de maíz. Los parámetros evaluados fueron: porosidad, textura, color, materia orgánica, pH, P, K, Fe, relación Ca/K, Mg/K y Ca+Mg/K; obteniendo como resultados iniciales valores altos en los parámetros de: pH (7,8), potasio (38 ppm) y la relación Ca/Mg (5,2 meq/100ml). Mediante la aplicación del abono, se pudo determinar que, a mayor cantidad de este, mayor diferencia significativa entre los tratamientos; especialmente, el T<sub>4</sub> de 5 kg de abono se soca de maíz, el cual presentó mejoras notables en las condiciones de: pH (7,2), materia orgánica (25,87 %), P (239,33 ppm), K (7,98 meq/100ml), Fe (45,33 ppm), relación Ca/K (1,71 meq/100ml), Mg/K (0,38 meq/100ml) y Ca+Mg/K (2,1 meq/100ml); seguido por el T<sub>3</sub>, que fue el que presentó mayor variación en las condiciones de color (8,59) y porosidad (59,67).

**Palabras clave:** Materia prima, reciclaje, compost, soca de maíz.

## ABSTRACT

Currently, conventional agriculture based on inappropriate practices, causes negative effects on the quality of the soil and its properties, which has repercussions on the human's health and the environment. Based on the above, the objective of this research is to evaluate the proportion of corn (*Zea mays L.*) waste fertilizer in the improvement of the physical-chemical quality of the soil, in Los Amarillos community, Tosagua canton, Manabi province. For its effect, the physical-chemical conditions of the soil were diagnosed, carrying out the recognition of the study area through a mapping of the area, with which it was possible to show that hard corn is grown at a scale of 60% compared to other crops; in addition, it is determined that the corn waste is not reused. The evaluated parameters were: porosity, texture, color, organic matter, pH, P, K, Fe, Ca/K ratio, Mg/K and Ca + Mg/K; obtaining as initial results high values in the parameters of: pH (7.8), potassium (38 ppm) and the Ca/Mg ratio (5.2 meq/100ml). By applying the fertilizer, it was possible to determine that, the greater the amount of it, the greater the significant difference between the treatments; especially, the T4 of 5 kg of fertilizer is undermined from corn, which presented notable improvements in the conditions of: pH (7.2), organic matter (25.87 %), P (239.33 ppm), K ( 7.98 meq/100ml), Fe (45.33 ppm), Ca/K ratio (1.71 meq/100ml), Mg/K (0.38 meq/100ml) and Ca + Mg / K (2.1 meq/100ml); followed by T3, which was the one that presented the greatest variation in the conditions of color (8.59) and porosity (59.67).

**Keywords:** Raw material, recycling, compost, corn waste.



# CAPÍTULO I. ANTECEDENTES

## 1.1. PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

En el mundo la agricultura convencional, genera impactos en el suelo reduciendo su existencia útil por causa de las malas prácticas, generando consecuencias negativas en la comunidad y en el ambiente; como consecuencias de métodos relacionados al incorrecto manejo de cultivos y el excedido uso de fertilizantes (Escobar *et al.*, 2013). Demostrando tener efectos nocivos en la estructura física química del suelo y su salud (Hawes *et al.*, 2003).

Para Mosier (2015), la agricultura convencional provoca la extinción de plantas e intensifica el cambio climático. Fernández (2014), afirma que el aumento de esta actividad ha afectado el suelo donde la consecuencia más grave y frecuente es la degradación físico-química. El inconveniente más grave, es que los resultados de la degradación del suelo tienen carácter prácticamente irreversible (Angoa, 2014).

Tituaña (2019), asevera que en Ecuador incrementa el deterioro del suelo, por el incorrecto uso de la tierra generando que el suelo del país presente inconvenientes como degradación y salinización en un 50 %. Vélez (2010), señala la expansión agrícola de zonas bajas aumentó 105 % en aproximadamente 50 años, generando una inminente amenaza en la persistencia tanto de la biodiversidad como la calidad del suelo.

Estudios realizados por Daza *et al.* (2018) determinan que en la provincia de Manabí-Tosagua el suelo es pobre en materia orgánica (1,7 %) y nitrógeno (15 ppm). Tiene un pH (6,58) prácticamente neutro, y el potasio (1,12 meq/100ml), calcio (17,5 meq/100ml) y magnesio (7 meq/100ml) se presentan con valores elevados. Los indicadores determinaron calidad físico-química alta en etapa de pre cosecha, mientras que en la etapa de cosecha una calidad físico-química moderada, según la escala de transformación de clases de suelo. Esto se debe al deterioro del suelo por el monocultivo y el manejo bajo sistemas

convencionales provocando disminución de fertilidad del suelo, aumento de sales, liberación de gases como el CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, NO<sub>x</sub>.

Por lo anteriormente mencionado se plantea la siguiente interrogante ¿Cómo la proporción de abono de soca de maíz (*Zea mays L.*) mejora la calidad física y química del suelo, de la comunidad los Amarillos- cantón-Tosagua-Manabí?

## **1.2. JUSTIFICACIÓN**

De acuerdo con Soto, (2016) la agricultura orgánica es una forma sostenible de producción agrícola, disminuyendo el uso de fertilizantes y plaguicidas, mientras Botero, (2017) argumenta que el compostaje es una práctica aceptada en los sistemas agrícolas, que ofrece potencial para las extensiones de cultivos y sistemas agroecológicos, además de combinar una producción agrícola sostenible con la protección del medio ambiente.

La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO], (2015) afirma que uno de los problemas ambientales de las explotaciones agrícolas es que generan residuos como despojos de cosecha, de post-cosecha, fruta caída, de poda entre otros. Tradicionalmente con dichos residuos se practica la quema, el abandono del material a la intemperie hasta su descomposición o el enterramiento. La FAO añade que cada año un tercio de los alimentos producidos se desperdicia y esto no solo conduce a importantes pérdidas económicas, por tal razón se recomienda implementar medidas de mitigación, como el compostaje.

La Organización de las Naciones Unidas [ONU], (2015) aprobó La Agenda 2030 sobre el Desarrollo Sostenible, en el objetivo 12 donde se refiere a la producción y consumo responsable, afirma que es importante mitigar la huella ecológica mediante un cambio en las técnicas de recursos, consumo de bienes y producción.

Según El Instituto Ecuatoriano de Estadística y Censos [INEC], (2019) en el país han sido sembradas 274.465 ha de maíz duro, de las cuales 96.320 ha se encuentran ubicadas de la provincia de Los Ríos, 94.203 ha en la provincia de Manabí, 41.364 ha en la provincia del Guayas. A pesar de que el INEC obtiene cifras especialmente de indicadores económicos, sobre el tema ambiental no existe mayor información; sin embargo, Buschiazzo (2019) destaca la importancia del compost ya que puede contribuir a la recuperación de suelos degradados o contribuir a la producción agrícola, como la del maíz duro.

El uso del compost como enmienda orgánica es sustancial para la preparación del suelo, ya que al tener presencia de materia orgánica en el suelo en las proporciones adecuadas se logrará adquirir una mayor fertilidad y evitará problemas de erosión y desertización. Briongos, (2013). La FAO (2013) recomienda en su manual de compostaje del agricultor que el porcentaje adecuado de compost debe ser mezclado de entre 20 %-50 % con tierra para obtener los nutrientes necesarios.

El presente proyecto se justifica dada la importancia biomásica, y el valor que tiene el suelo para los agricultores de la comunidad de Los Amarillos, donde se cultiva maíz a gran escala, como monocultivo, especialmente en laderas, con labranza mínima, lo cual es un indicador para justificar este proyecto, que pretende brindar las proporciones adecuadas de abono en el suelo, que aporte los nutrientes necesarios en la calidad físico-química del suelo de los Amarillos.

### **1.3. OBJETIVOS**

#### **1.3.1. OBJETIVO GENERAL**

Evaluar la proporción de abono de soca de maíz (*Zea mays L.*) que mejore la calidad del suelo en la comunidad los Amarillos- cantón-Tosagua-Manabí.

### 1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Diagnosticar la condición físico-química actual del suelo en la comunidad Los Amarillos-Tosagua.
- Determinar la proporción del abono de residuos de soca de maíz (*Zea mays L.*) que mejore las propiedades físico-químicas del suelo.

### 1.4. HIPÓTESIS

La aplicación de 5 kg de abono de residuos de soca de maíz (*Zea mays L.*) mejorará la calidad físico- química del suelo en la comunidad de Los Amarillos-Tosagua.

## **CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO**

### **2.1. DEFINICIÓN DE SUELO**

Es una capa fina formada lentamente con el tiempo, por la disgregación de piedras superficiales, por variaciones de temperatura, la acción del agua, y el viento. Además, se compone por; MO (materia orgánica), minerales, organismos animales y vegetales, aire y agua. Alvarado (2001), menciona que una buena calidad de suelo tiene como propósito el uso del mismo a largo plazo, es decir que las propiedades que contenga sirvan de soporte para producciones futuras y para determinar esto, es necesario estudiar sus propiedades físicas y químicas (Flores, 2017).

#### **2.1.1. CALIDAD DEL SUELO**

Es la capacidad que tiene el suelo para funcionar en el ecosistema y mantener la producción de vegetaciones y animales, controlando la salida del aire y del agua, además de ser primordial en la agricultura ya que un suelo sano y fértil dará a las plantas los nutrimentos esenciales para crecer y desarrollarse (Muro, 2017). Para Gomiero *et al.* (2011) la calidad de suelo es asociada con la productividad agrícola; es decir una buena calidad física y química en el suelo se interpreta con atributos de fertilidad, productividad, sostenibilidad y calidad ambiental.

#### **2.1.2. PROPIEDADES DEL SUELO**

##### **2.1.2.1. PROPIEDADES FÍSICAS**

Las propiedades físicas del suelo son el resultado de la actividad que se da entre las fases del mismo, es decir entre aire, agua y suelo, mientras que la condición física determina la potencia de sostenimiento para la penetración de raíces, aireación, capacidad de drenaje y de almacenamiento. Es preciso comprender

cómo influye en el crecimiento de las plantas, y cómo mantener las mejores condiciones físicas del suelo posible (Dexer, 2011).

- **TEXTURA**

Para Rucks *et al.* (2004) la textura del suelo es un parámetro físico que define el tamaño y forma de suelo, clasificándolos como arenosos, limosos, o arcillosos. Esta propiedad física juega un papel importante ya que influye netamente en la fertilidad y habilidad de un suelo para retener agua.

Existen varios métodos de sedimentación para el cálculo de textura del suelo, para Pellegrini, (2019) el método de la pipeta de Robinson es uno de los métodos más eficaces ya que tiene varios pretratamientos que ayudan a eliminar materia orgánica, uniones de carbonato de calcio, y sales, esto gracias a la ayuda de la dispersión química y mecánica, para lograr esto primero se debe tener una extracción de alícuotas a profundidades y tiempos preestablecidos.

De acuerdo a Rodríguez, (2010) el triángulo de texturas es utilizado para clasificar el tipo de textura de suelo el mismo que se basa en el sistema que aplica el USDA (Departamento de Agricultura de los Estados Unidos) según el tamaño de las partículas, en el que se emplea la clasificación siguiente:

- **Arcilla:** Es aquel suelo en el que predomina la arcilla sus partículas deben ser de menos de 0,002 mm.
- **Limo:** Generalmente abunda en un suelo con textura franca. No es ni es arcilloso, ni es arenoso. Son suelos francos típicos los de las vegas de los ríos donde tamaño varía de 0,002 a 0,05 mm;
- **Arena:** El suelo de textura arenosa tiene sobre todo arena. Un ejemplo claro sería la playa.

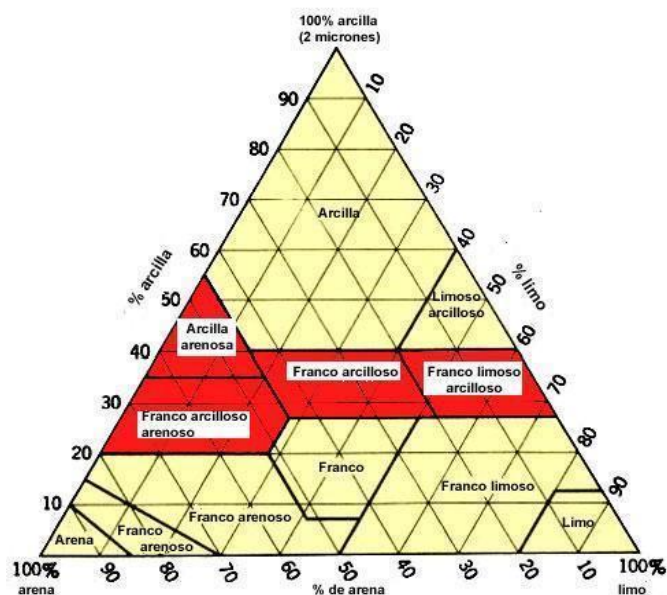


Figura 2. 1. Triángulo de textura del suelo.

Fuente: Rodríguez, (2010).

## • DENSIDAD DEL SUELO

Preexisten dos tipos de densidad la real y la aparente. La densidad real es la masa seca de partículas de suelo por unidad de volumen. Además, que en la densidad real las partículas densas del suelo cambian con la proporción de elementos. (Pullido, 2005). La densidad aparente evalúa la resistencia del suelo a la elongación de las raíces y varía con la textura, contenido de materia orgánica y por efecto de labranzas (Taboada y Álvarez, 2008).

Rojas y Peña (2012) mencionan que el método de la probeta es uno de los más utilizados para calcular densidad y consiste en utilizar el suelo seco, molido y tamizado con una malla de 2 mm, seguidamente de esto se coloca la masa de suelo conocido en una probeta de 100 ml, luego se realizan una serie de golpes para posteriormente volver a pesar, fijarse que todas esas determinaciones corrijan la masa del suelo según la humedad de la muestra.

- **POROSIDAD**

FAO, (2015) argumenta que el volumen del suelo está constituido por 50 % materiales sólidos y 50 % de espacio poroso este último, se describe como el porcentaje del volumen del suelo no ocupado por sólidos; dentro del espacio poroso se distinguen los macroporos y microporos donde nutrientes, agua, aire y gases pueden circular o retenerse. Los macro poros no retienen agua frente a la fuerza de la gravedad, además, son responsables de la aireación del suelo, drenaje y constituyen el espacio donde se forman las raíces, mientras que los microporos retienen agua y parte de la ella está disponible para las plantas.

De acuerdo con González *et al.* (2014) es importante medir la porosidad porque al disminuir la porosidad del suelo disminuye la calidad física del suelo, ya que esta propiedad tiene funciones potenciales como las de asegurar el almacenamiento y transporte de agua, los mismos autores añaden que una manera estimada de saber el porcentaje de esta propiedad es la ecuación obtenida a partir de la densidad aparente y real (Ecuación 3.2).

- **COLOR**

La coloración del suelo se determina por la cantidad y estado de los minerales de manganeso y hierro, así como de la materia orgánica, y de procesos de reducción u oxidación; a través de su efecto de energía radiante afecta a la temperatura y humedad Alcalá y Flores (2010), mencionan que

Acevedo *et al.* (2012), argumenta que el color del suelo puede ser definido por comparación con las tablas o cartas estándar de color como las de Munsell (Fig. 2.2) las que contienen tres características y un nombre para cada color.



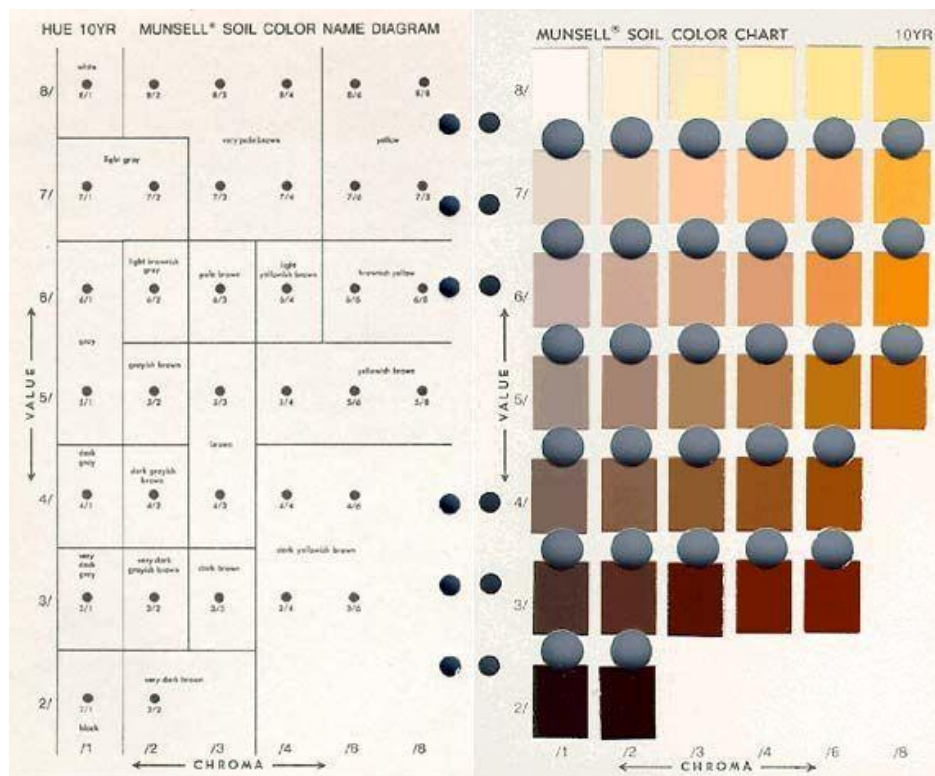


Figura 2. 2. Cartas de color estándar de Munsell.  
Fuente: Acevedo et al., (2012).

### 2.1.2.2. PROPIEDADES QUÍMICAS

Entre las propiedades químicas del suelo están la siguiente:

- **MATERIA ORGÁNICA**

La materia orgánica está compuesta de carbohidratos, ligninas y proteínas. Es descompuesta en dióxido de carbono por microorganismos. Es capaz de almacenar muchos nutrientes del suelo, mejora la estructura y sueltan los suelos de arcilla mejorando la capacidad de retención de nutrientes y agua, además de prevenir la erosión. La cantidad de materia orgánica del suelo depende de la textura del suelo, su vegetación, el clima, el drenaje del mismo y de su laboreo (Pascual, 2018).

El uso de materia orgánica se ha convertido en parte fundamental para el desarrollo de agricultura orgánica pues representa del 95 al 99 % del total del

peso seco de los seres vivos, sin embargo, su presencia en el suelo es escasa (Otiniano *et al.*, 2009).

De acuerdo con Gilmer (2018), el método de pérdida de ignición es ideal para comprobar el material orgánico fácilmente oxidable para proporcionar información referente con la adecuabilidad de un suelo para cultivo, usando los siguientes equipos para su determinación:

- Horno (de temperatura de  $110 \pm 5^{\circ}\text{C}$ ).
- Balanza (de 1200 g de capacidad y 0.01 g de sensibilidad).
- Mufla (de temperatura perenne de  $445 \pm 10^{\circ}\text{C}$ ).
- Crisoles o platos de evaporación.
- Desecadores.
- Pinzas y espátula.

- **pH**

El pH en los suelos campesinos, afecta directamente a la impregnación de nutrientes por las plantas, las cuales pueden absorber los minerales disueltos en el agua; mientras que la variación del pH y todos los procesamientos químicos que se producen modifica el grado de solubilidad de los minerales (Guerrero, 2013).

Rosado (2013), menciona que la acidez total del suelo es la suma de la acción de hidrógenos independientes en la solución del sustrato y de los hidrógenos adheridos en el complejo de cambio, ya que cuando es producida la neutralización de los  $\text{H}^+$  libres se van liberando  $\text{H}^+$  retenidos, que van atravesando la solución del suelo.

El pH varía en un rango 0 a 14 y se clasifican en:

- Suelo ácido, pH menor a 6,5.
- Suelo neutro, pH entre 6,6 y 7,5.
- Suelo básico, pH mayor a 7,5.

El mismo autor afirma que el pH del suelo se determina con el logaritmo negativo de la concentración de iones de hidrógeno que se hallan en el suelo, por lo general creando una solución con el mismo.

$$pH = - \log [H^+] \quad (2.1)$$

El método para medir pH es el de extracción dictado por Barreta (2015), que consiste en pesar 10 gramos de la muestra para después diluirla en un vaso de precipitación con 100 ml de agua destilada. Posterior a la dilución, se lo coloca en un termo agitador durante 10 minutos, con la ayuda de un papel filtro y embudo se realiza la filtración de la muestra; para consecuentemente con un potenciómetro tomar la lectura del pH. En las muestras que contengan elevado contenido de MO puede ocurrir el efecto de suspensión. Por ejemplo, los suelos calcáreos pueden absorber dióxido de carbono por la suspensión haciendo difícil alcanzar un pH de equilibrio.

### 2.1.3. MACRONUTRIENTES

Según Velásquez, (2003) después de realizar análisis químicos del suelo se debe tomar en cuenta los principales elementos que consume en mayor proporción las plantas como son:

- **Nitrógeno (N):** Es constructor de proteínas, por el cual las plantas crecen, se absorbe de forma amoniacal y de nitratos. Paneque, (2010) menciona que uno de los métodos más utilizados y eficientes para medir el nitrógeno es el método de colorimetría, así mismo el método colorimétrico es eficiente para determinar pequeñas cantidades de P.

- **Fósforo (P):** No se puede sustituir por otro nutriente, a diferencia del N es poco móvil cuando se aplica en el suelo, mejora la calidad en verduras, frutas y cereales, actúa en la fotosíntesis, además, que permite la fuerza para que la planta soporte inviernos rigurosos.
- **Potasio (K):** Es de vital importancia para el desarrollo de las plantas, ya que ayuda a la planta a usar de forma más eficiente el agua, sus funciones son muy conocidas por estar ligado al metabolismo de la planta.
- **Calcio (Ca):** Es un macronutriente secundario que convierte un suelo estéril en fértil, es de suma importancia para cultivos ya que es el responsable de crear y conservar la estructura de suelos agrícolas, también favorece el crecimiento y desarrollo de las raíces, aportando con la absorción de nutrientes y agua presentes en el suelo. Su contenido en el suelo es muy variable, siendo la media estimada de 1,37 % y la carencia del mismo puede provocar un problema de deficiencia en la distribución de la planta (Ginebra, 2020).
- **Magnesio (Mg):** Quezada *et al.* (2011) mencionan que es un nutriente esencial para el proceso de la fotosíntesis, siendo componente básico de la clorofila, y la deficiencia del mismo puede limitar la producción de cultivos. Los mismos autores recomiendan que el método espectrométrico de absorción atómica constituye un medio preciso para determinar calcio y magnesio el cual consiste en medir especificaciones de un material en una composición y establecer una gran variedad de elementos. Es muy utilizada en química analítica cuantificable que se basa en la atomización del analito en matriz líquido.

## 2.2. ADICIÓN DE MATERIA ORGÁNICA EN EL SUELO

La materia orgánica es significativa porque delimita el daño físico, mejora la disponibilidad de nutrientes y la actividad biológica en el suelo. Varios estudios

realizados se centran en la medición del contenido de carbón orgánico. Los suelos con escasa materia orgánica y con poca actividad microbiana determinan baja fertilidad edáfica y calidad, obstaculizando la instauración de una cubierta vegetal. Para suelos degradados, lo más eficaz para su recuperación es la mejora de su calidad mediante la incorporación de una enmienda orgánica (Figuroa, 2004). Generalmente, el procedimiento para la adición de la materia orgánica en el suelo, se inicia con la excavación de un hoyo en donde se produce y se mezcla el compost y la materia orgánica; acción que debe realizarse antes de iniciar el proceso de plantación de los cultivos.

## **2.3. ABONO ORGÁNICO**

De acuerdo con el Instituto Nacional de investigación Agropecuaria de Ecuador [INIAP], (2012) los abonos orgánicos son productos naturales que se logran de la descomposición de los desechos de las fincas y que aprovechados correctamente al suelo optimizan las condiciones físico, químicas y microbiológicas, además Vásquez, (2008) establece que las ventajas de los abonos orgánicos son:

- Permite la retención de humedad en los suelos.
- Incorporación al suelo de complejos orgánicos con los nutrientes necesarios para las plantas.
- Evita la erosión del suelo.
- Aumento de la capacidad de intercambio catiónico del suelo, protegiendo a los nutrientes de la lixiviación.
- Almacena carbono orgánico al suelo, como fuente de energía para los microorganismos que se encuentran en la superficie.

### **2.3.1. COMPOST**

Es producto de la degradación de residuos orgánicos por la labor de los microorganismos, transformando la estructura molecular de los compuestos

orgánicos, dependiendo del tiempo de descomposición, se da el grado de madurez al ejecutar biotransformación o degradación parcial y mineralización o degradación completa, que se estima como la descomposición total de las moléculas orgánicas en dióxido de carbono, residuos inorgánicos inertes o minerales que se concentran en la estructura del suelo, de los microorganismos y de las plantas (Puerta, 2018).

### 2.3.2. FASE DE ELABORACIÓN DE COMPOST

Cabrera y Rossi, (2016) mencionan que existen cuatro fases durante el proceso del compostaje que son:

- **Mesófila:** es la fase que inicia el proceso de degradación de la materia orgánica donde existe la presencia de bacterias y hongos, estos organismos se alimentan de carbohidratos produciendo un aumento en la temperatura de más o menos 40°C.
- **Termófila:** en esta fase desaparecen muchos organismos mesófilos, mueren malas hierbas e inician la degradación de organismos termófilos, la temperatura se incrementa ondeando entre 40 a 60°C, en esta fase también se degradan las proteínas, hemicelulosas, lignina y la celulosa.
- **Enfriamiento:** la temperatura se reduce durante este proceso hasta llegar a temperatura ambiente, en esta fase desaparecen los hongos termófilos pero el proceso continuo por los organismos esporulados y actinomicetos.
- **Maduración:** es la última fase de compostaje donde se puede considerar que la actividad metabólica de los microorganismos disminuye, y el compost permanece 20 días en esta fase.

### 2.3.3. PROPORCIÓN DE ABONO

La FAO, (2013) en el manual de compostaje del agricultor menciona que la aplicación adecuada para compost semimaduro es de 4-5 kg/m<sup>2</sup> en la propiedad preliminarmente labrado y en cultivos extensivos, la aplicación es de 7–10 T/ha de compost. Además, añade que el compost maduro se utiliza en gran disposición para plántulas, jardineras y macetas. Se suele mezclar (20 % - 50 %) con tierra y otros materiales como turba y cascarilla de arroz como elaboración de sustrato.

## 2.4. SOCA DE MAÍZ

Ruíz, (2016) define que la soca de maíz es el residuo que queda en el campo como resultado de la separación del grano, alto en fibra generalmente utilizado como alimento para ganado o quemada por el agricultor. Reyes, (2018) propone que añadir soca de maíz al suelo aporta materia orgánica y aprovecha el nitrógeno presente en la paja, lo que a largo plazo permite bajar la dosis de fertilización nitrogenada.

### 2.4.1. ELABORACIÓN DE ABONO DE SOCA DE MAÍZ

Hidalgo, (2019) propone el mejor tratamiento para un compost óptimo (figura 2.2) el cual viene dado con el siguiente procedimiento:

- **Recolección de materia prima:** Se realiza principalmente fincas en el caso productoras de maíz y ganaderas, en el caso del residuo del cultivo de maíz se usa una cortadora mecánica para el picado del residuo de vegetal con un tamaño aproximado de 1 cm.
- **Pesado de los sustratos:** Utilizando una balanza eléctrica se pesa 34 kg de soca de maíz y 11 kg de estiércol.

- **Montaje de compost:** En primera instancia se limpia el área para eliminar cualquier elemento que afecte el proceso de compostaje, luego se hace la pila de compost teniendo una medida adecuada para realizar los respectivos volteos; seguidamente se aplica microorganismos eficientes (bacterias, fotosintéticas, bacterias ácido lácticas y levaduras) para acelerar el proceso de compostaje, con una bomba manual en dosis de 1000cc/5 L de agua y se cubre la pila con plástico negro para incrementar la capacidad de calor.
- **Ejecución de volteo:** Se realiza una vez a la semana durante tres meses manualmente, para ayudar a que el metabolismo aerobio cumpla con el proceso de homogeneizar la materia orgánica.
- **Control físico del compost:** Se controla la temperatura y el pH durante 5 días a la semana durante todo el proceso, en la mañana (8h30) y en la tarde (17h00), utilizando la técnica electro analítica con el instrumento electrónico Ksruee 4 in 1 Soil Analyzer, haciendo un orificio de 6 cm en la pila para introducir el Ksruee durante un minuto. También se analiza la conductividad eléctrica, esta se toma formando una suspensión 1:1 suelo/agua, pesando 150 g de abono y 150 ml de agua, agitando por una hora para luego reposar por 24 horas y filtrando en una centrifuga de 4000 rpm por 20 min y finalmente realizar la medición de conductividad a la solución transparente.



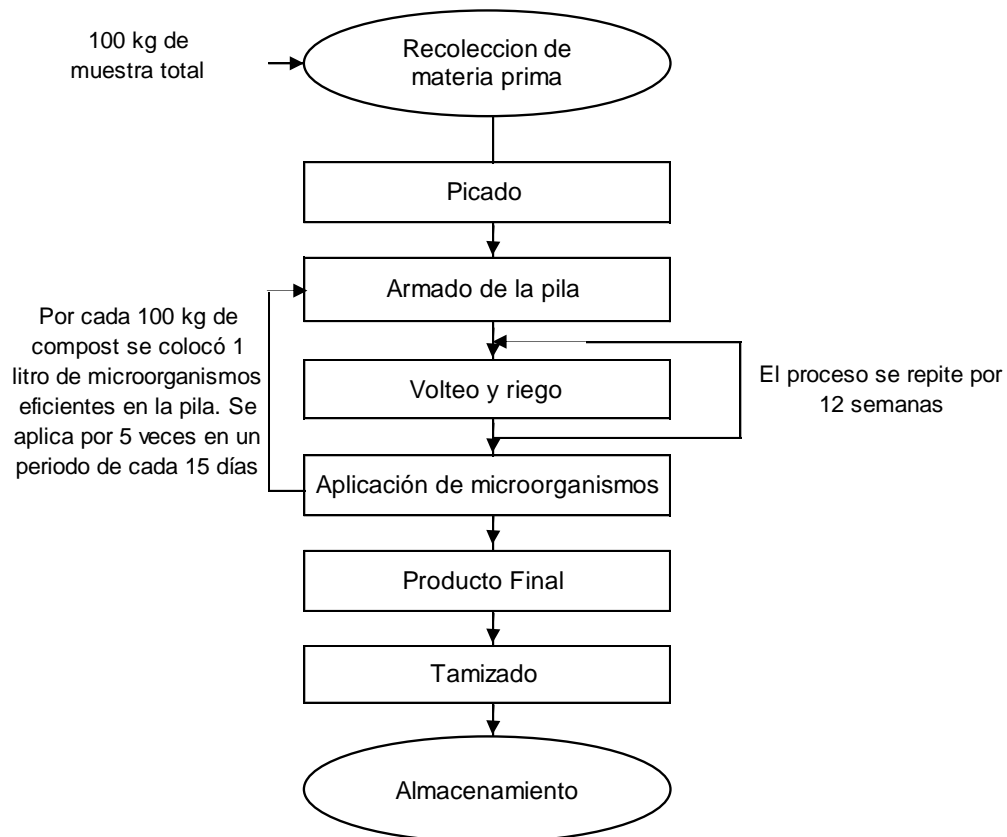


Figura 2. 3. Flujograma de proceso de compostaje.

Fuente. Hidalgo, (2019)

## 2.5. TOMA DE MUESTRA PARA SUELO

El Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias [INIAP], (2012) recomienda que para el muestreo de suelo es importante realizar un croquis o mapa del terreno o finca, para identificar los lotes de características similares como pendiente, vegetación, cultivo, fertilización, manejo, color, riego, profundidad del suelo y drenaje.

INIAP añade que para tomar una muestra representativa el área no debe ser mayor a 5 ha; así mismo indica que se deben recolectar de 20-25 sub muestras recorriendo el lote en zigzag para obtener una muestra simple (figura 2.4) esta práctica, para hasta obtener 1 kg de muestra homogénea previamente

recolectada en un balde de plástico limpio. Para el procedimiento de muestreo es recomendado seguir los siguientes pasos:

- Limpiar la superficie del lugar a muestrear.
- Cavar un hoyo de 20 cm de profundidad con un corte en “V” teniendo en cuenta que la profundidad de muestreo corresponde a la profundidad a la que se halle mayor cantidad de raíces absorbentes del cultivo.
- De una de las paredes del corte en “V” sacar una tajada de suelo de 5cm de grosor.



Figura 2. 4. Método de muestreo en Zig-Zag.

Fuente. INIAP, (2012)

### 2.5.1. MATERIALES Y HERRAMIENTAS PARA MUESTREO DE SUELO

Los materiales y herramientas son recomendados para el muestreo en zig-zag de acuerdo con (INIAP,2012) son:

1. Barreno
2. Balde o recipiente
3. Cuchillo

4. Pala
5. Funda plástica
6. Etiqueta



Figura 2. 5. Materiales y herramientas para muestreo de suelo.

Fuente: INIAP, (2012).

## 2.5.2. ANÁLISIS DE SUELO Y SU INTERPRETACIÓN

El análisis de suelo sirve como instrumento para diagnosticar problemas nutricionales y para dar recomendaciones de fertilización, procura determinar el grado de deficiencia o suficiencia de los nutrientes que tiene el suelo, así como los ambientes adversos que pueden perjudicar a los cultivos, como, por ejemplo; la acidez excesiva, la toxicidad y la salinidad, de algunos elementos (Molina y Meléndez, 2002).

El cuadro 2.1 contiene valores referentes de los nutrientes basados en el concepto del nivel crítico y fue desarrollada por investigadores con experiencia y especialistas en el tema, clasificándolos en cuatro categorías: bajo o deficiente, medio o suficiente, alto o excesivo y óptimo o adecuado (Molina y Meléndez, 2002).

**Cuadro 2. 1.** Guía general para la interpretación de análisis de suelos.

| Parámetro    | Unidad | Bajo  | Medio     | Óptimo    | Alto       |
|--------------|--------|-------|-----------|-----------|------------|
| pH           | cmol/L | < 5   | 5 – 6     | 6 – 7     | > 7        |
| Ca           | cmol/L | < 4   | 4 – 6     | 6 – 15    | > 15       |
| Mg           | cmol/L | < 2   | 1 – 3     | 3 – 6     | > 6        |
| K            | cmol/L | < 0.2 | 0.2 - 0.5 | 0.5 - 0.8 | > 0.8      |
| Acidez       | cmol/L | ---   | 0.3 – 1   | < 0.3     | > 1        |
| Sat. Acidez. | %      | ---   | 10 – 30   | < 10      | > 30       |
| P            | mg/L   | < 12  | 12 – 20   | 20 - 50   | > 50       |
| Fe           | mg/L   | < 5   | 5 – 10    | 10 - 50   | > 50       |
| Cu           | mg/L   | < 0.5 | 0.5 – 1   | 1 – 20    | > 20       |
| Zn           | mg/L   | < 0.2 | 2 – 3     | 3 – 10    | > 10       |
| Mn           | mg/L   | < 5   | 5 – 10    | 10 - 50   | > 50       |
| B            | mg/L   | < 0.2 | 0.2 - 0.5 | 0.5 - 1   | > 1        |
| S            | mg/L   | < 12  | 12 – 20   | 20 - 50   | > 50       |
| M.O          | %      | < 2   | 2 – 5     | 5 – 10    | > 10       |
| Relaciones   |        | Ca/Mg | Ca/K      | Mg/K      | (Ca+Mg) /K |
| Catiónicas   |        | 2 – 5 | 5 – 25    | 2.5 - 15  | 10 – 40    |

**Fuente:** Molina y Meléndez, (2002).

# CAPÍTULO III. DESARROLLO METODOLÓGICO

## 3.1. UBICACIÓN

La investigación se realizó en el sitio Los Amarillos cantón Tosagua ubicada al noroeste de la provincia de Manabí, a una altitud media de 18 msnm, entre la latitud  $0^{\circ} 47' 20.49''$  S y longitud  $80^{\circ} 14' 4.94''$  W. Se localiza al Norte entre los cantones Chone y Sucre, al Sur con el cantón Junín y Rocafuerte, se extrajo la muestra de suelo y se transportó a el vivero del área del Centro de Investigación, Innovación y Desarrollo Agropecuario (CIIDEA) de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí “Manuel Félix López” de Calceta.

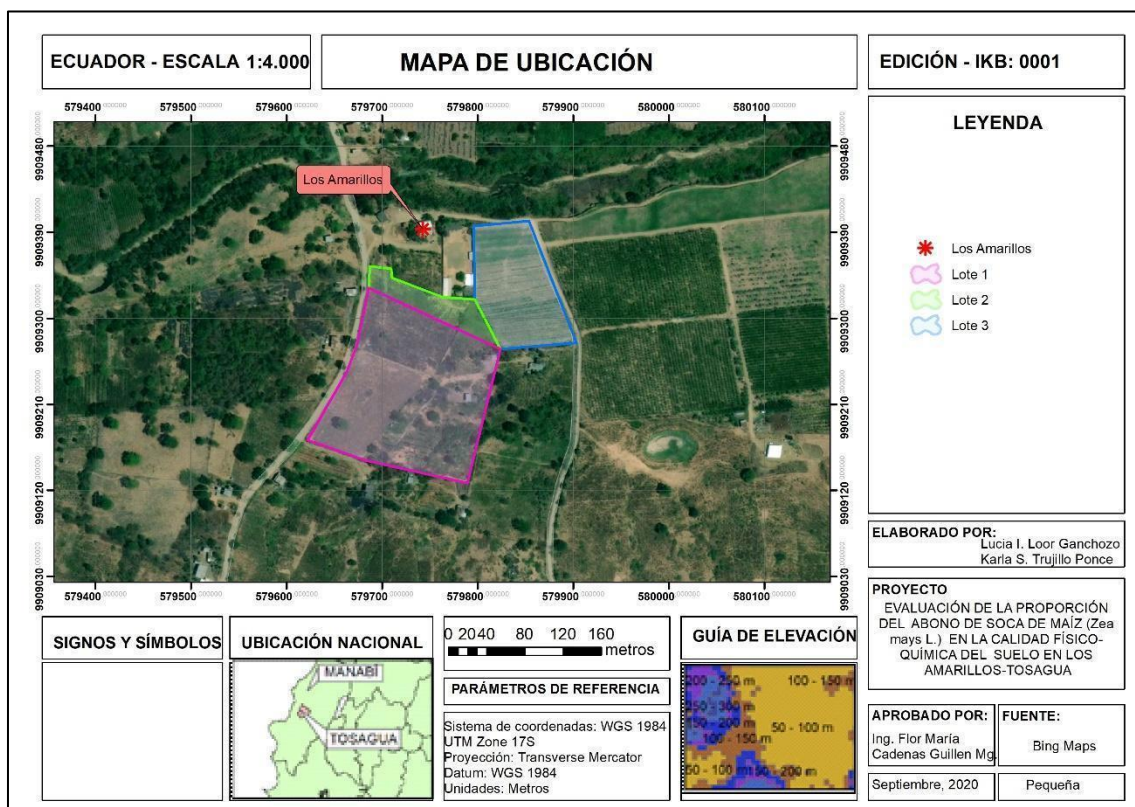


Figura 3. 1. Mapa de la zona de estudio.

Fuente: Google earth (2018).

## 3.2. DURACIÓN DEL TRABAJO

El trabajo tuvo una duración de ocho meses, una vez aprobado el proyecto, en el periodo desde febrero hasta septiembre del 2020.

## 3.3. MÉTODOS Y TÉCNICAS

### 3.3.1. MÉTODOS

**Método inductivo:** Permite realizar conclusiones de forma general a partir de la observación directa y de los resultados del experimento, este método científico es el más usado ya que necesita del investigador y de la valoración que este pueda tener.

**Método bibliográfico:** Tiene como base el razonamiento empleado por el investigador previa la examinación de los procesos o leyes que se aplicaron, los cuales permiten razonar de una forma lógica y obtener conclusiones claras que se ajusten a las leyes o parámetros previamente establecidos, las fuentes bibliográficas fueron tomadas de libros, revistas y artículos científicos, que permitirán hacer confiable el documento.

**Método estadístico:** Para Bojaká (2004), radica en una secuencia de operaciones para el manejo de los datos cuantitativos y cualitativos de la investigación, representando, simplificando, analizando, interpretando y proyectando las variables de un proyecto con finalidad de mejorar la agudeza de la realidad y una optimización en la toma de decisiones. Las pruebas estadísticas utilizadas fueron Shapiro-Wills, prueba de F igualdad de varianzas, Kruskall-Wallis y Tukey.

Métodos utilizados en la fase de laboratorio y de campo:

- Método de la probeta, para determinar la densidad del suelo, propuesto por (Rojas y Peña, 2010).
- Método en relación suelo: agua (1:2,5) recomendada por (SAMLA, 2004).
- Método de la pipeta de Robinson propuesto por (Hernández, 2018).
- Método de espectrometría para calcular calcio y magnesio (Quezada *et al.*, 2011).
- Método de colorimetría para calcular nitrógeno y fósforo por (Paneque, 2010).
- Método de pérdida de ignición para medir Materia Orgánica, recuperado de la norma AASHTO T 267.

### 3.3.2. TÉCNICAS

- **Geo-referenciación:** Se utilizó esta técnica para el posicionamiento espacial del terreno Los Amarillos cantón Tosagua.
- **Entrevista:** Esta técnica (Anexo 1) permitió la recolección de datos que involucra el cuestionamiento oral de los productores de maíz (6 entrevistados), a fin de conocer la situación ambiental actual de Los Amarillos, Tosagua; sobre todo, conocer las condiciones actuales del suelo en esta zona.
- **Muestreo:** Para la toma de muestras, se utilizó la metodología propuesta por el INIAP (2012), la cual permitió la selección de las parcelas para el muestreo (previa identificación y delimitación de las áreas agrícolas).

### 3.4. FACTOR DE ESTUDIO

- **Factor A:** Proporción de abono de soca de maíz en el suelo.

### 3.5. TRATAMIENTOS

**Cuadro 3. 1.** Descripción de experimento.

| Tratamiento    | Abono (kg/m <sup>2</sup> ) | Suelo (kg) | R1 | R2 | R3 |
|----------------|----------------------------|------------|----|----|----|
| T <sub>1</sub> | 0                          | 10         | -  | -  | -  |
| T <sub>2</sub> | 3                          | 10         | -  | -  | -  |
| T <sub>3</sub> | 4,5                        | 10         | -  | -  | -  |
| T <sub>4</sub> | 5                          | 10         | -  | -  | -  |

Fuente: Elaboración propia.

### 3.6. DISEÑO EXPERIMENTAL

Se utilizó un diseño completamente al azar DCA, debido a que las unidades experimentales fueron asignadas completamente al azar a los tratamientos sin ninguna otra restricción; además, de ser el mejor diseño cuando las unidades experimentales son homogéneas; es decir, que se utilizaron materiales homogeneizados y partículas con las mismas características, en un área con las condiciones óptimas para la obtención de resultados más eficientes.

El experimento cuenta con cuatro tratamientos y tres repeticiones medidas en el tiempo, con el cual se obtendrá un total de 12 unidades experimentales (Cuadro 3.2). También se utilizará la prueba múltiple de media puesto que ayudará a categorizar los tratamientos.

**Cuadro 3. 2.** Diseño experimental y número de repeticiones.

| Diseño experimental     | DCA |
|-------------------------|-----|
| Número de repeticiones  | 3   |
| Número de tratamientos  | 4   |
| Unidades experimentales | 12  |

Fuente: Elaboración propia.



### **3.7. UNIDAD EXPERIMENTAL**

Las doce unidades experimentales estuvieron conformadas por la mezcla de suelo con abono, en las que se utilizó 10 kg de suelo para las 3 repeticiones variando la cantidad de abono de 3-5 kg/m<sup>2</sup>; de esta forma, se logró conseguir una mezcla homogénea que permitió obtener resultados más eficientes.

### **3.8. VARIABLES A MEDIR**

#### **3.8.1. VARIABLE INDEPENDIENTE**

Proporción de abono de soca de maíz (*Zea mays L.*).

#### **3.8.2. VARIABLE DEPENDIENTE**

Calidad física – química del suelo.

### **3.9. MANEJO DEL EXPERIMENTO**

#### **3.9.1. FASE I. DIAGNOSTICO DE LA CONDICIÓN FÍSICO-QUÍMICA ACTUAL DEL SUELO EN LA COMUNIDAD LOS AMARILLOS-TOSAGUA.**

##### **3.9.1.1. ACTIVIDAD 1.1. RECONOCIMIENTO DEL ÁREA**

Inicialmente, se realizó una visita de campo al área de estudio, a fin de reconocer toda la zona considerada para esta investigación; posteriormente, con los datos recopilados de la visita de campo, se elaboró un mapa geo-referencial del área de estudio, junto a los puntos de muestreo. Para el efecto de esta actividad se hizo uso de herramientas como: un GPS, el programa Google Earth Pro y ArcGIS 10.5.

### **3.9.1.2. ACTIVIDAD 1.2. APLICACIÓN DE ENTREVISTAS**

Seguidamente, para cumplir con esta actividad, se realizó una entrevista a 6 trabajadores de la zona de estudio acerca de la actividad agrícola que se desarrolla en esta área; además, también se llevó a cabo la revisión de información secundaria para la obtención de datos de referencia sobre el uso de suelo y clima.

### **3.9.1.3. ACTIVIDAD 1.3. TOMA DE MUESTRAS**

Para la toma de muestras se utilizó la metodología dictada por el INIAP, (2012), donde se seleccionaron las parcelas de muestreo, anterior a la revisión del mapa de la zona para identificar y definir las zonas dedicadas a la agricultura. En esta actividad se comprobó las condiciones del suelo.

Para la toma de muestras, se realizó un recorrido en zig-zag por el terreno, tomando un total de 20 submuestras, las mismas que fueron tomadas a una profundidad de 20 cm en el suelo. Consecutivamente, se mezclaron para homogeneizarlas y obtener una muestra compuesta, la misma que se escogió por el método de cuarteo, que consiste en arrojar sobre una superficie plástica el suelo mezclado, luego fraccionar en cruz y eliminar las partes opuesta repitiendo el proceso hasta obtener 1kg de muestra (INIAP, 2012).

### **3.9.1.4. ACTIVIDAD 1.4. ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO**

Se realizaron los análisis físicos-químicas de las muestras suelo. Para las propiedades físicas se tomaron en cuenta la textura, densidad aparente, porosidad y color; así también como la propiedad química de materia orgánica realizadas en los laboratorios de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí "MFL" y los parámetros de N, P, K, pH, K, Ca, Mg se ejecutaron de acuerdo a los protocolos de interpretación de resultados del laboratorio de

suelos, tejidos vegetales y aguas de la Estación Experimental Tropical de Pichilingue del INIAP, cuyos resultados posibilitaron la evaluación de su calidad. A continuación, se describe el proceso para cada parámetro físico.

- **Textura**

Se tomó en cuenta la metodología de la pipeta de Robinson y el procedimiento propuesto por Hernández (2018), que consistió en pesar 50 g de Tierra Fina Seca al Aire (T.F.S.A), en la balanza analítica, introduciendo en un matraz Erlenmeyer, luego se agregó 20 cc de hidróxido de sodio al 10 %, y se dejó en maceración la muestra por 24 horas para dispersar las partículas del suelo.

Transcurrido el tiempo, se pasó el suelo del matraz al vaso de la licuadora de suelo con ayuda de agua destilada con el fin de no dejar partículas de suelo, para posteriormente licuar la muestra durante 15 minutos, con el fin de ultimar la separación de partículas, después se pasó la muestra a una probeta graduada de 1000 cc teniendo precaución de no dejar partículas de suelo en el recipiente de la licuadora, enrasando con agua destilada la probeta a 1000 cc, seguidamente sellamos la probeta con plástico y ligas para su agitación con el fin de no dejar partículas de suelo asentadas en el fondo de la probeta, seguidamente dejando pasar 40 segundos se toma la primera pipeta de 25 cc, colocándolo en una cápsula de porcelana (previamente pesada) para ser sometida a la estufa a 105 °C de temperatura. Esto 40 segundos que se dejan transcurrir, es el tiempo para que se asiente en el fondo de la probeta las partículas del suelo más pesadas, es decir, la arena quedando arriba la arcilla y el limo que son las partículas que se tomó en la primera pipeteada.

Seguidamente de esto se dejó reposar la probeta durante 4 horas, para recolectar la segunda pipeteada de 25 cc ya que en este tiempo se han asentado las partículas de limo que son las de más peso, después de la arena, quedando entonces la arcilla que es el grano recolectado en la segunda pipeteada, la cual

es recogida en una cápsula de porcelana previamente pesada para someterla a estufa para evaporar la humedad de la muestra.

Como precaución se tomó la muestra en el centro de la probeta introduciendo la punta de la pipeta a 10 cm adentro de la suspensión. Todas las muestras fueron sometidas a estufa, hasta obtener un peso constante, las muestras anteriormente pesadas fueron colocadas en el desecador. Seguidamente se procedió a realizar el cálculo de porcentajes de las clases texturales, utilizando la siguiente fórmula citada por (Maldona, 2016).

$$\% \text{ Arena} = (L1 \pm T1) \times 2 - 100$$

$$\% \text{ Arcilla} = (L2 \pm T2) \times 2 / 100 \quad (3.1)$$

$$\% \text{ Limo} = (\% \text{ Arena} + \% \text{ Arcilla}) - 100$$

**Donde:**

L1= Lectura del hidrómetro tomada a los 40 segundos

T1= Temperatura uno  $\pm$  1

L2= Lectura del hidrómetro tomada a las cuatro horas

T2= Temperatura dos  $\pm$  1

Luego de hacer los cálculos respectivos se procedió a su caracterización mediante el triángulo textural, (figura 2.1) donde se conoció exactamente el tipo de textura que tiene del suelo.

- **Densidad aparente**

Para calcular densidad aparente se utilizó el método de la probeta propuesto por Rojas y Peña, (2012), el cual consistió en pesar una probeta de 10 ml vacío en una balanza analítica, después se agregó 50 g de suelo en una probeta de 100 ml y se realizaron diez golpes ligeros, seguidamente se pesó la probeta con el

suelo, repitiendo este proceso cuatro veces, luego se procedió a restar el peso de la probeta y hacer los cálculos respectivos:

$$\rho = \frac{M}{V} \quad (3.2)$$

**Donde:**

$\rho$  =Densidad

M=Masa

V=Volumen

Porosidad

La porosidad del suelo se estableció a partir de los valores de densidad aparente, para el cálculo de la porosidad se utilizó la ecuación descrita por (Solís y Moreno, 2006).

$$n(\%) = 1 - \left( \frac{pd}{pr} \right) \quad (3.3)$$

**Donde:**

N= Porosidad total

Pd= Densidad Aparente

Pr= Densidad real (2,65 g/cm<sup>3</sup>)

- **Color**

Para determinar esta propiedad física se utilizaron las cartas de color estándar de Munsell, el cual consistió en tomar una ejemplar de suelo secada al aire y se colocó sobre una la placa de porcelana, y se comparó el color de la muestra con el de las tablas estándar para obtener las tres propiedades del color del suelo (matiz, brillo e intensidad cromática).

Consecutivamente se humedeció la muestra del suelo en la placa de porcelana y se comparó de nuevo, para luego realizar las comparaciones con las cartas de color bajo una intensa luz solar.

- **Materia orgánica**

Para la determinación de esta propiedad se utilizó el método de pérdida de ignición, recuperado de la norma AASHTO T 267 donde menciona el procedimiento adecuado:

En primer lugar, se tomó una muestra de 25 g, para colocarla en crisoles tarados y se pesó con aproximación a 0,01 g luego se colocó el crisol que contenía la muestra dentro de la mufla durante 6 horas a  $445^{\circ}\text{C} \pm 10^{\circ}\text{C}$ . Pasado el tiempo se sacó la muestra de la mufla y se colocó en el desecador para su enfriamiento, posteriormente se pesó con aproximación a 0,01 g.

Finalmente se realizaron los cálculos del contenido orgánico de cada muestra como porcentaje del peso del suelo secado en el horno con la siguiente ecuación:

$$\% \text{ de Materia Orgánica} = \frac{A-B}{A-C} \times 100 \quad (3.3)$$

**Donde:**

A= Peso del crisol y del suelo seco al horno antes de la ignición.

B= Peso del crisol y del suelo seco después de la ignición, y

C= Peso del crisol o plato de evaporación, con aproximación a 0,01 g

Para las propiedades químicas (Ca, Mg, N, P, K, pH) se realizaron los análisis tomando en cuenta los siguientes métodos:

- Método de Absorción Atómica K, Ca, Mg.

- Método de colorimetría para calcular N y P
- Método suelo: agua (1:2,5)

**Cuadro 3. 3.** Parámetros físico-químicas con sus respectivas unidades.

| Físicos/químicos  | Unidades           | Método de evaluación    |
|-------------------|--------------------|-------------------------|
| Textura           | %                  | Pipeta                  |
| Densidad aparente | gr/cm <sup>3</sup> | Probeta                 |
| Porosidad         | -                  | Porcentaje de porosidad |
| Color             | -                  | Cartas de Munsell       |
| <b>QUÍMICAS</b>   | -                  |                         |
| pH                | Unidades de pH     | -                       |
| Ca                | cmol/L             | Absorción Atómica       |
| Mg                | cmol/L             | Absorción Atómica       |
| N                 | cmol/L             | Colorimetría            |
| P                 | cmol/L             | Colorimetría            |
| K                 | cmol/L             | Absorción Atómica       |
| MO                | %                  | Ignición                |
| Relación Ca/Mg    | meq/100ml          | Titulación              |
| Relación Mg/K     | meq/100ml          | Titulación              |
| Relación Ca+Mg/K  | meq/100ml          | Titulación              |

Fuente: Elaboración propia

### **3.9.2. FASE II. DETERMINACIÓN DE LA PROPORCIÓN DEL ABONO DE RESIDUOS DE SOCA DE MAÍZ (*ZEA MAYS L.*) QUE MEJORE LAS PROPIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS DEL SUELO.**

#### **3.9.2.1. ACTIVIDAD 2.1. APLICACIÓN DE LA PROPORCIÓN DE ABONO DE ACUERDO A LOS TRATAMIENTOS**

Se elaboró el abono de acuerdo a lo propuesto por Hidalgo, (2019) que plantea el mejor tratamiento de abono, el cual es de 34 kg de soca de maíz y 11 kg de estiércol bovino, la autora propone el procedimiento para la elaboración de abono, descrito a continuación:

- Recolección de materia prima.
- Pesado de los sustratos
- Montaje de compost
- Ejecución de volteo y
- Control físico del compost

La fase de recolección se realizó en fincas ganaderas (11 kg estiércol) y productoras de maíz (34 kg soca de maíz), se preparó para pesaje cortando con ayuda de una picadora mecánica, para luego disponer a hacer el montaje de compost, limpiando el área para hacer una pila teniendo una medida adecuada (1 m) para realizar los volteos semanalmente durante 3 meses. Para acelerar el proceso de compostaje se aplicaron microorganismos eficientes M.E (bacterias fotosintéticas, bacterias ácido lácticas y levaduras) que, de acuerdo a lo sugerido por Naranjo, (2013) se aplica en dosis de 1000 cc/5 L de agua y se cubre la pila con plástico negro para incrementar la capacidad de calor.

Finalmente se realizó el control físico del compost donde se midió temperatura y pH, durante todo el proceso en la mañana (8h30) y en la tarde (17h00) cinco días a la semana y también conductividad eléctrica tomando en cuenta el procedimiento de Ruíz, (2016) que menciona que se debe formar una suspensión 1:1 suelo/agua, pesando 150 g de abono y 150 ml de agua, y agitando por una hora para reposar por 24 horas y filtrar en una centrífuga de 4000 rpm por 20 min.

Para determinar las proporciones de abono en el suelo se tomó en cuenta la metodología propuesta por el manual del agricultor FAO (2013), donde menciona que la aplicación de abono se da entre (4 – 5 kg/m<sup>2</sup>) con suelo.

El primer tratamiento está dado por el testigo que solo contiene 10 kg de suelo, el tratamiento número dos tiene 3 kg/m<sup>2</sup> de abono – 10 kg de suelo, el tercero tiene 4,5 kg/m<sup>2</sup> de abono y 10 kg de suelo, el último tratamiento tiene 5 kg/m<sup>2</sup> de abono y 10 kg de suelo.



**Cuadro 3. 4.** Tratamientos de abono de soca de maíz.

| Tratamiento    | Abono (kg/m <sup>2</sup> ) | Suelo (kg) |
|----------------|----------------------------|------------|
| T <sub>1</sub> | 0                          | 10         |
| T <sub>2</sub> | 3                          | 10         |
| T <sub>3</sub> | 4,5                        | 10         |
| T <sub>4</sub> | 5                          | 10         |

Fuente: Elaboración propia

Seguidamente se homogeneizó la muestra (suelo-abono) para cada tratamiento y se colocó en camas de 1 m<sup>2</sup> con profundidad de 0,40 m; para realizar las repeticiones se hizo un sorteo al azar de las camas con los diferentes tratamientos tal como se muestra en el croquis (Figura 3.1).

**Figura 3. 2.** Esquema de la disposición de los tratamientos.

### 3.9.2.2. ACTIVIDAD 2.2. ANÁLISIS FÍSICO- QUÍMICA

Previo a los análisis se esperó un tiempo de 15-25 días para que el suelo obtenga los nutrientes debidos, y para determinar el mejor tratamiento se realizó los análisis físico-químicos, seleccionando los indicadores más relevantes (pH, MO, N, P, K, Ca, Mg y Ca/K, Mg/K y Ca+Mg/K. Textura, densidad del suelo, porosidad y color.) en cada una de las repeticiones.

Una vez finalizado el tiempo de actuación se realizaron los análisis finales y se realizó la comparación entre los análisis iniciales y finales, acompañado de aportes de diferentes autores para verificar los cambios positivos o negativos producidos.

### **3.9.2.3. ACTIVIDAD 2.3. ANÁLISIS ESTADÍSTICO**

Finalmente, los datos se representaron mediante gráficos, para continuar con el uso del software estadístico InfoStat con el fin de establecer diferencias significativas entre los diferentes tratamientos, así como se representa a continuación:

- Los datos obtenidos fueron sometidos a la comprobación de los supuestos del ANOVA y analizados mediante la prueba de Shapiro-Wills para determinar la distribución normal de los datos y la prueba de F igualdad de varianzas para comprobar los supuestos del ANOVA y determinar el tipo de análisis estadístico (paramétrico o no paramétrico) a realizarse.
- Se procedió a ejecutar un análisis estadístico comparativo de Tukey al 5 % de significancia para determinar diferencias significativas entre los diferentes tratamientos. De acuerdo a la eficiencia de cada tratamiento reflejada en los análisis de laboratorio, y en base el costo de la aplicación de cada uno, se estableció el tratamiento más factible para su aplicación en campo.

## **CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

### **4.1. DIAGNÓSTICO DE LA CONDICIÓN FÍSICO-QUÍMICA ACTUAL DEL SUELO EN LA COMUNIDAD LOS AMARILLOS-TOSAGUA.**

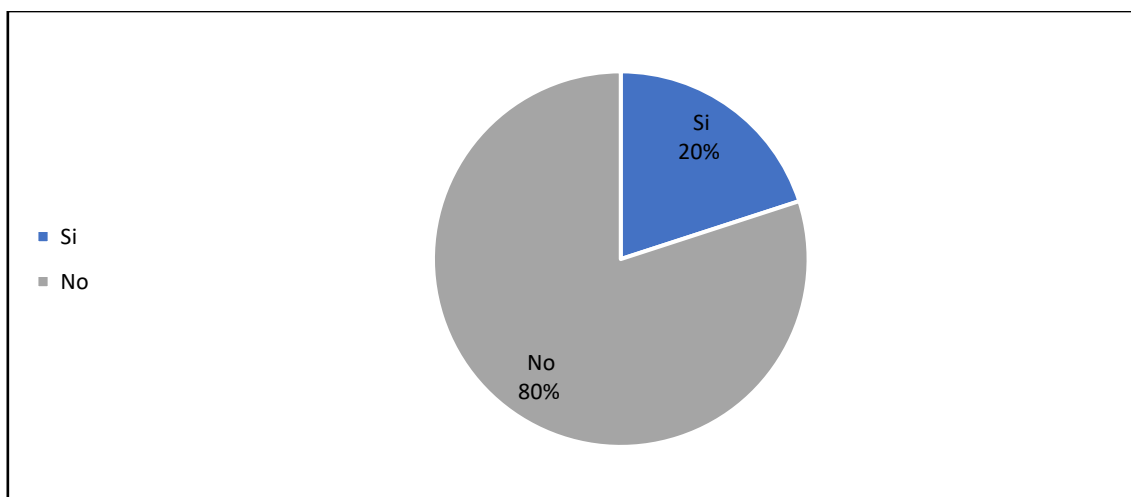
#### **4.1.1. ENTREVISTAS A ACTORES DEL PROCESO PRODUCTIVO DE MAÍZ.**

Se realizó la entrevista a seis trabajadores del lote seleccionado de la comunidad de Los Amarillos-Tosagua (Anexo 2) con la finalidad de identificar las actividades agrícolas en maíz y otras:

##### **a) ¿Conoce de la condición físico química actual del suelo en Los Amarillos?**

En el gráfico 4.1 se refleja que, dentro de la comunidad de Los Amarillos, los agricultores (todos de sexo masculino) no conocen la condición físico química actual del suelo con un resultado de 80 % y un 20 % dijo que si la conoce.

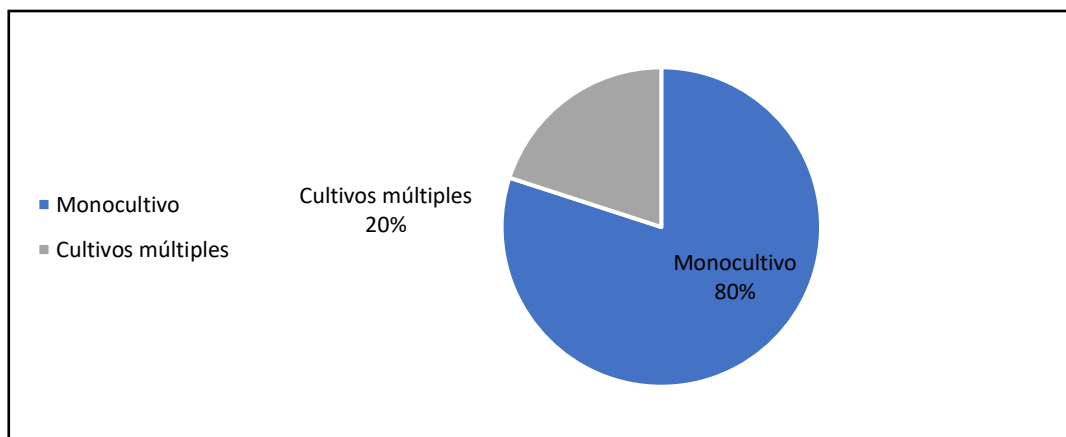
Los resultados permiten reconocer la aseveración de lo manifestado, por Pantoja, (2017), quien argumenta, que, para optimizar el manejo de fertilizantes, los análisis de suelo son una herramienta importante, ya que permite al agricultor conocer el estado nutricional de su suelo y mejorar el uso de abonos a la vez de evitar los impactos negativos en el ambiente. Asimismo, Perulan, (2019) argumenta que es importante conocer las carencias del suelo para evitar costos ocultos en fertilizaciones a ciegas; sin embargo, Verni, (2014) menciona que para los pequeños agricultores que presentan una cuota baja de producción, no pueden costear los gastos de los análisis de suelo, pero reconocen la importancia de realizarlos.



**Gráfico 4. 1.** Conocimiento de la condición físico-química actual.  
Elaborado por: Autoras

### **b) ¿Hace prácticas de cultivo múltiple o monocultivo?**

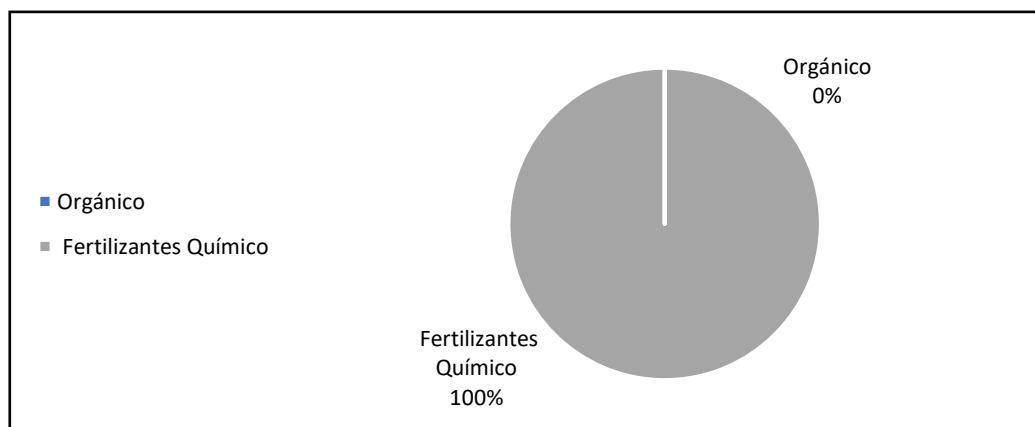
En el gráfico 4.2 se muestra la forma de cultivo (múltiple o monocultivo) aplicable en la comunidad Los Amarillos, teniendo como resultado el monocultivo con un 80 % y como minoritario los cultivos múltiples con un 20 %; coincidiendo con lo establecido por el Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca. [MAGAP] (2016) quien argumenta que, el método de cultivo más utilizado en la Zona 4 del Ecuador (Manabí y Santo Domingo de los Tsáchilas) es el monocultivo extensivo, aplicado en cultivos agrícolas como el maíz y arroz. Por su parte, Emanuelli, *et al.*, (2019) mencionan que, en la actualidad se han aumentado las inversiones en monocultivos, práctica que destruye la biodiversidad, agota fuentes y cursos de agua, desgasta el suelo, genera desplazamiento forzado, daños a la salud entre otros; a diferencia del policultivo o cultivo múltiple, que según Atieri y Koohafkan, (2012) estos se caracterizan por generar una regularización microclimática ingeniosa, esquemas de manejo de suelo y agua, entre otros beneficios; además, Castellanos *et al.*, (2015) sostienen que, dichos cultivos presentan mayor eficiencia productiva y económica que el monocultivo.



**Gráfico 4. 2.** Tipo de cultivo aplicado en Los Amarillos.  
Elaborado por: Autoras

### c) ¿Qué tipo de abonos utilizan?

En el gráfico 4.3 se refleja que, dentro de la comunidad de Los Amarillos el tipo de producto más utilizado en la fertilización de suelos, son los fertilizantes químicos, teniendo como resultado un 100 % del grupo encuestado, evidenciado en el anexo 3-C. Behrentz, (2018) menciona que existe una salida neta de nutrientes cuando se cosecha, lo cual puede dar como resultado un saldo negativo a la fertilización del suelo y esto puede conllevar el uso de fertilizantes químicos, por eso es importante la educación a los productores agrícolas para que puedan incorporar los nutrientes del suelo absorbido por la planta a través de la degradación de la materia orgánica.



**Gráfico 4. 3.** Tipo de abono utilizado en Los Amarillos.  
Elaborado por: Autoras

#### d) ¿Cuál es el cultivo que predomina en Los Amarillos?

En el gráfico 4.4 se puede evidenciar que el maíz duro es el cultivo predominante sembrado por los agricultores de la comunidad de Los Amarillos, resultado que destacó con un 60 % del grupo encuestado, lo que coincide con Daza y Chávez, (2018) que mencionan que en la comunidad hay un promedio de siembra del cultivo de maíz significativo y además cosechas productivas considerando la extensión.

El INEC, (2019) argumenta que el cultivo transitorio predominante en el territorio ecuatoriano es el maíz duro seco, además añade que Manabí tiene alrededor de 415 Tm/ha sembradas de maíz duro, es decir la provincia tiene el 29,60 % de superficie sembrada total de dicho cultivo, cifra que estadísticamente aumenta cada año.

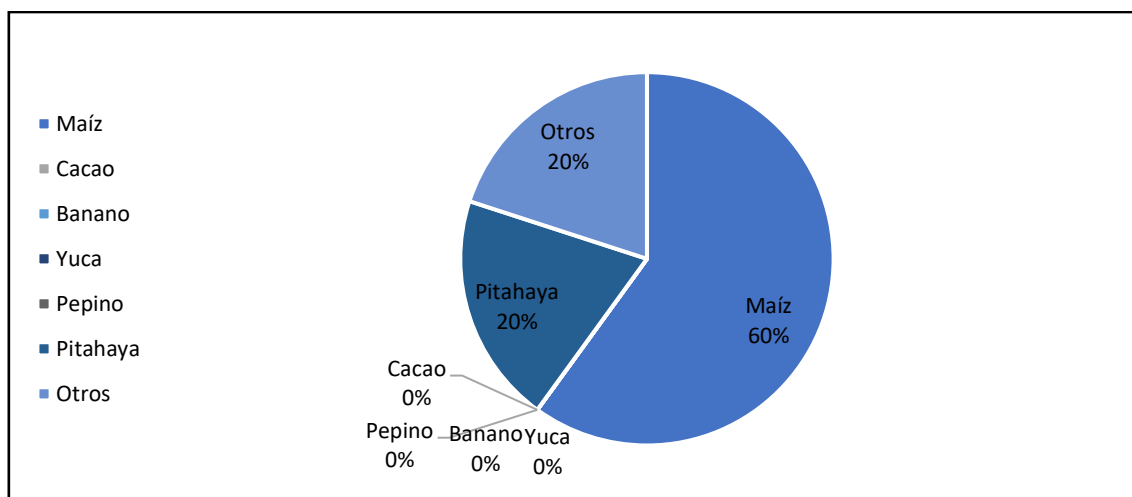


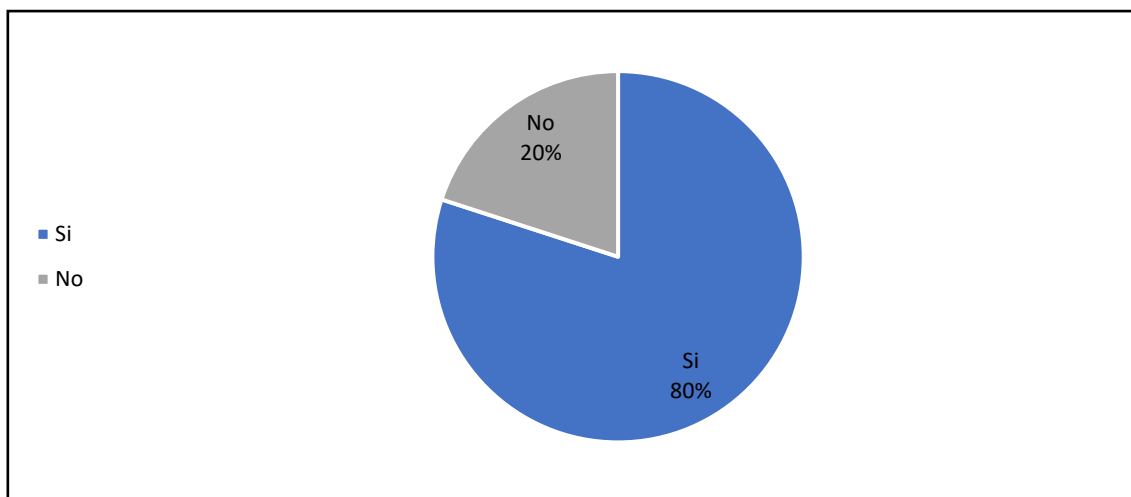
Gráfico 4. 4. Tipo de cultivo predominante en Los Amarillos.

Elaborado por: Autoras

#### e) ¿Aprovechan los residuos de soca de maíz?

En el gráfico 4.5 se muestran los resultados del aprovechamiento de los residuos de soca de maíz, de acuerdo a lo mencionado por el grupo entrevistado el rastreo de maíz si es aprovechado, esta respuesta teniendo un porcentaje del 80 % contra un 20 % del no.

La secretaría de energía, (2008) argumenta los residuos orgánicos es energía biomásica netamente aprovechable además Freire *et al.*, (2015) menciona que en el Ecuador hay un excelente potencial de biomasa vegetal que en la actualidad se vincula en el uso de fibras y otros compuestos que se emplean en el marco de arquitectura sustentable.



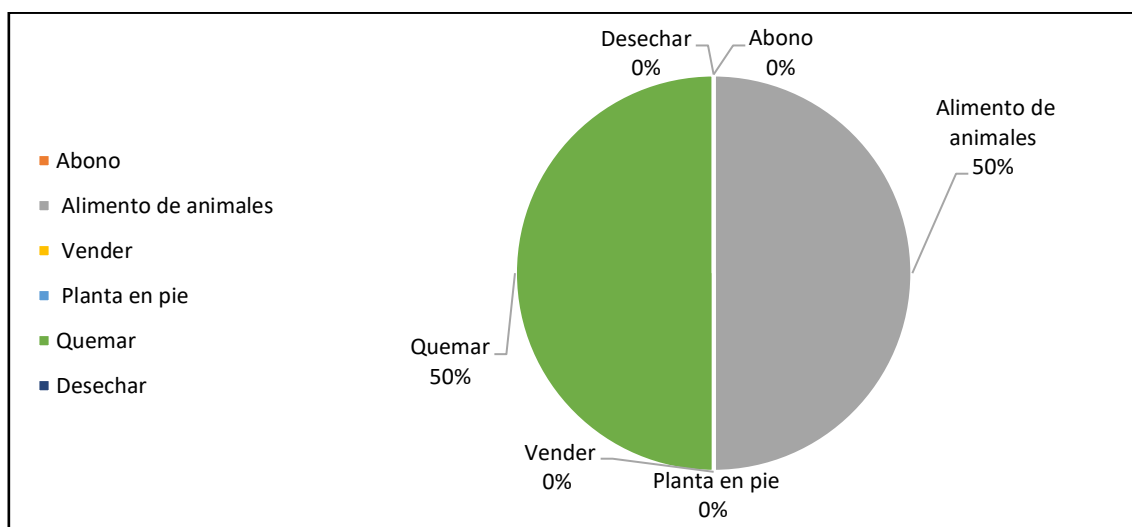
**Gráfico 4. 5.** Aprovechamiento de Residuos de soca de maíz.  
Elaborado por: Autoras

**f) Justifique la anterior respuesta sobre los residuos de soca de maíz**

En el gráfico 4.6 se aprecia el resultado sobre el destino del residuo de soca de maíz, se logra apreciar que la respuesta fue dividida, esto se justifica por lo mencionado por el grupo entrevistado, que hicieron referencia a que al final de la cosecha el rastrojo de maíz es dejado en el terreno que fue cultivado para alimento de ganado bovino hasta el inicio de la preparación del terreno, lo cual implica la quema tradicional del rastrojo. Por esta última práctica. Venegas, (2019) destaca la importancia de aprovechar los residuos de soca de maíz.

Por su parte, Cedeño (2019) fórmula que, los agricultores realizan la técnica tradicional de quema la cual ha sido utilizada desde tiempos inmemorables y además les resulta económico, pero Schwember y Talabriz, (2012) advierte que hay un sin número de desventajas por la aplicación de esta técnica con la soca de maíz, como la disminución de la población de agentes bióticos, aumento de

erosión, además se desaprovecha el nitrógeno y otras propiedades contenido en la soca de maíz, entre otras consecuencias.



**Gráfico 4. 6.** Destino del residuo de soca de maíz.  
Elaborado por: Autoras

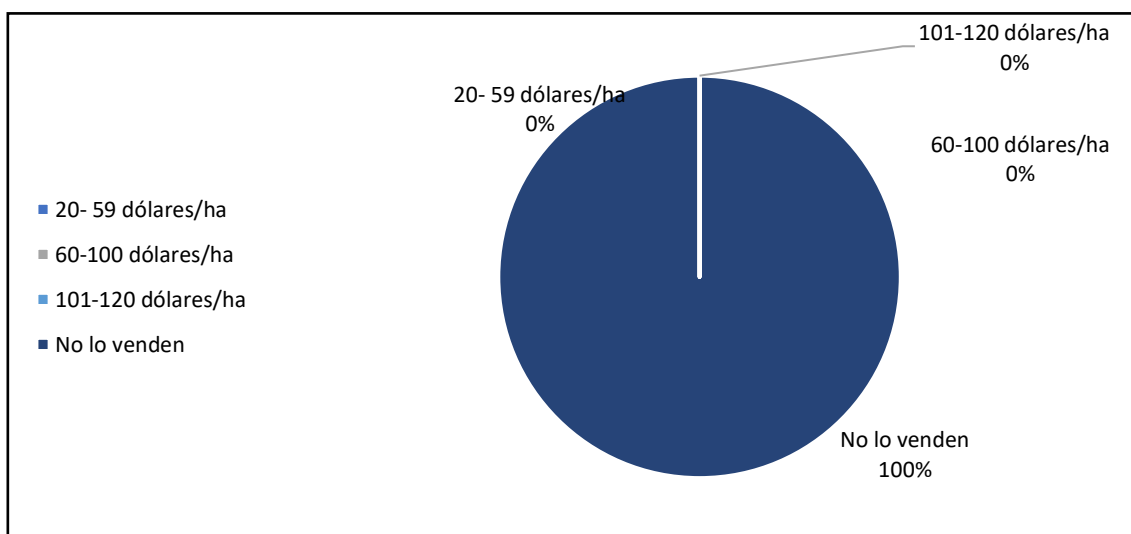
### g) ¿Cuál es el precio del rastrojo de maíz?

El gráfico 4.7 indica el precio de rastrojo de maíz al que vende los agricultores en la comunidad de Los Amarillos, donde se obtuvo un 100 % de desconocimiento del precio de la soca de maíz, a lo que acotaron, no acostumbrar a vender la soca por lo que la aprovechan para alimentar a su ganado y quemar el excedente para preparar el suelo en época de siembra, sin embargo, otros colaboradores de predios cercanos supieron acotar que el rastrojo de maíz se podía vender entre 100-120 dólares por hectárea.

En este caso, Heredia (2016) manifiesta que la soca de maíz por contener un elevado porcentaje de fibra, dificulta la degradación completa por los animales provocando un desaprovechamiento del mismo, añade que los agricultores, tienen grandes cantidades de soca y varias ocasiones no logran vender o hacer algo productivo con ella por lo que proceden a la quema y generan impactos negativos en el suelo y en el medio ambiente. Por su lado, Cerda (2016) estima que la elaboración de biomásas residuales que provoca el maíz en grano se



encuentra en un rango del 20 y 35 t ha, una cifra muy alta que no es aprovechada al 100 %.



**Gráfico 4. 7.** Precio del rastrojo de maíz.  
Elaborado por: Autoras

#### 4.1.2. DATOS DE REFERENCIA

Para el reconocimiento del área se realizaron mapas registrando el tipo de clima y usos que presenta la comunidad de Los Amarillos, además el mapa global de la zona donde se realizó el muestreo tomando como guía información georreferencial.

La figura 4.1 denota el tipo de clima perteneciente al área de estudio donde se puede apreciar un clima tropical mega térmico seco. Manabí está influenciado por la orografía de la zona determinándose de oriente a oriente con 3 tipos de climas y temperaturas sin mayor cambio manteniéndose constante, entre ellas destaca el clima tropical megatérmico seco y el clima semi húmedo el cual presenta una franja longitudinal donde la precipitación se encuentra entre los 500 mm a 1000 mm y la temperatura media es de 25 °C.

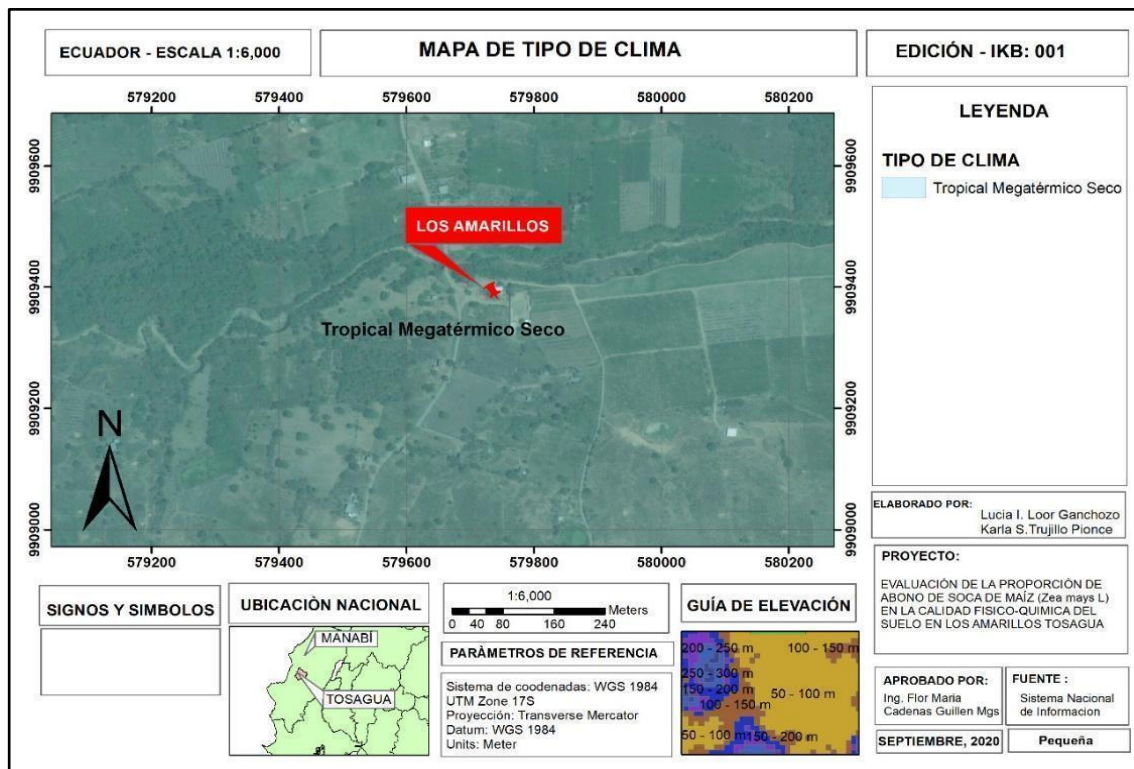


Figura 4. 1. Mapa de tipo de clima.

Fuente: Google earth (2016).

Elaborado por: Autoras.

En la figura 4.2 se muestra la cobertura de uso de suelo en la comunidad de Los Amarillos, teniendo como fin conocer la distribución del paisaje vegetal y su uso; siendo este del 70% de pasto cultivado; cabe mencionar que, este cultivo predomina solo en temporadas en donde no se cultiva el maíz, ya que, en temporadas de siembras de maíz, es este el que prevalece con el 70% en el uso del suelo. Desde esta perspectiva, el INEC (2011) considera que, las áreas con pasto cultivado son destinadas para ganado y ocupan casi la mitad de todos los suelos; sin embargo, en el área reconocida como productora de maíz, es el resultado del pasto natural que forma parte de la cobertura vegetal en época seca. Mientras que el 30% restante corresponde a cultivos de ciclo corto. De acuerdo a lo mencionado por Anzola, (2015) los sistemas de ciclo corto son cultivos con períodos de tiempo de menos de 365 días, considerando que Manabí es una de las provincias especializadas en agricultura por su topografía de suelo apta para cultivos. Asimismo, Villacís (2013) señala que, la provincia

registra una alta especialización en productos de ciclo corto como el maíz, arroz, tomate, pimiento, limón, toronja, mandarina, maracuyá.

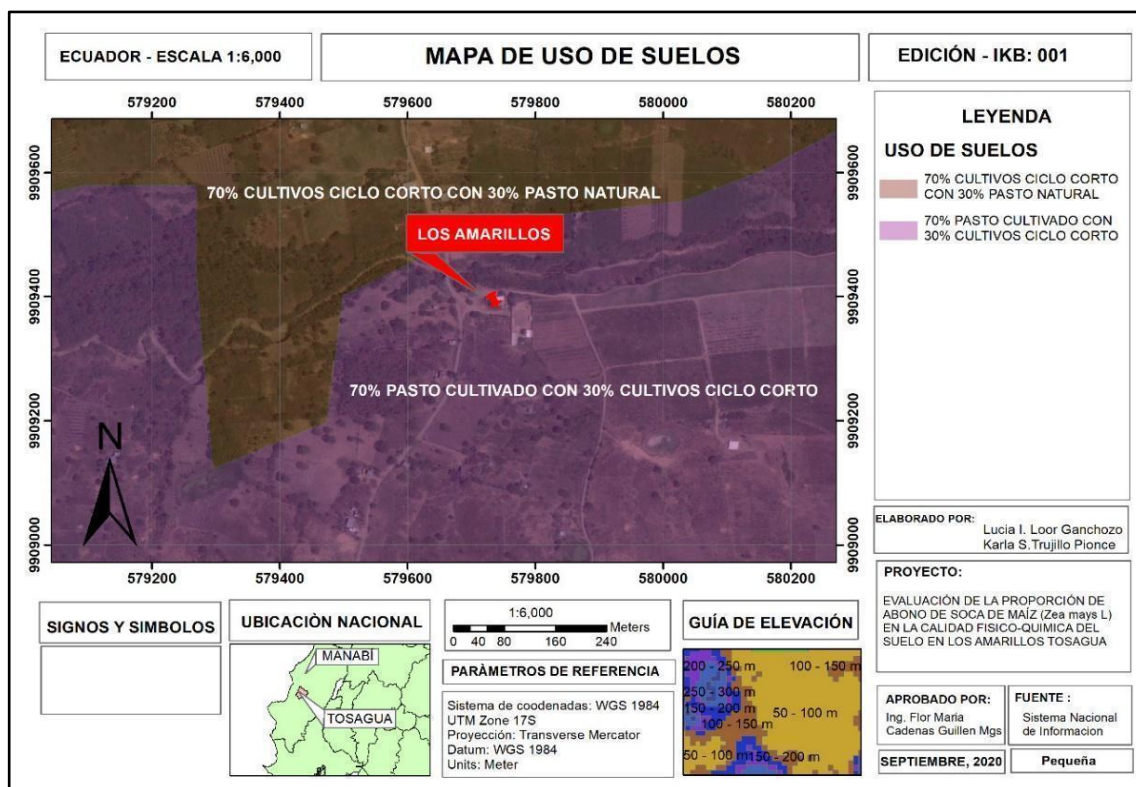


Figura 4. 2. Mapa de uso de suelo.

Fuente: Google earth (2016).

Elaborado por: Autoras.

#### 4.1.3. TOMA DE MUESTRAS

La figura 4.3 proporciona información sobre la propiedad donde se realizó el muestreo, el gráfico denota la división en tres lotes que se realizó para tener un orden al recopilar información (Cerdas, 2011), los puntos límites de la división y las coordenadas del muestreo en zig-zag registradas en el Cuadro 4.1 y Cuadro 4.2. Se tomaron un total de 20 submuestras en cada lote, completando un total de 60 submuestras.

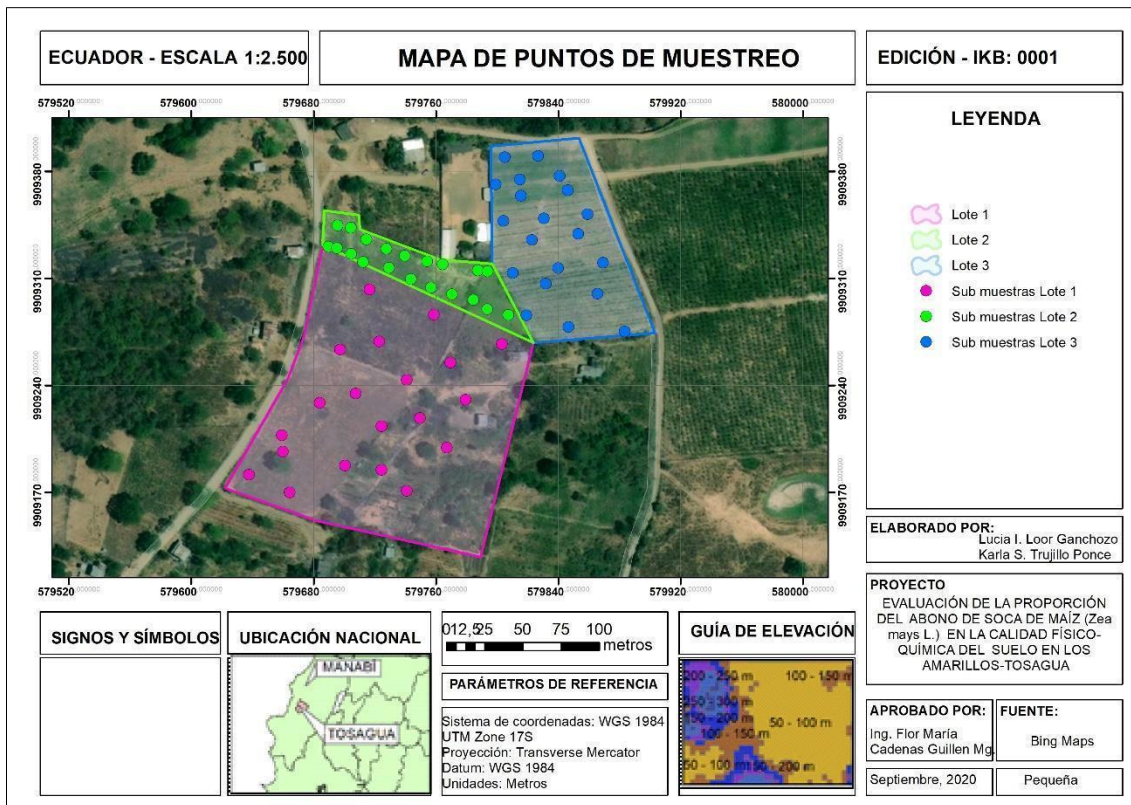


Figura 4. 3. Mapa de Zona de muestreo.

Fuente: Google earth (2016).

Elaborado por: Autoras.

En el área de influencia, se realizó una muestra compuesta para determinar las condiciones iniciales del suelo, previa la aplicación de los tratamientos seleccionados, mismas que fueron tomadas en las siguientes coordenadas:

**Cuadro 4. 1.** Coordenadas de la propiedad.

| Submuestras Lote 1 |             | Submuestras Lote 2 |             | Submuestras Lote 3 |             |
|--------------------|-------------|--------------------|-------------|--------------------|-------------|
| X                  | Y           | X                  | Y           | X                  | Y           |
| 579637,835         | 9909181,201 | 579689,73          | 9909330,461 | 579819,222         | 9909285,524 |
| 579659,914         | 9909196,271 | 579695,733         | 9909344,356 | 579831,914         | 9909306,277 |
| 579664,47          | 9909169,635 | 579695,219         | 9909329,603 | 579846,664         | 9909277,978 |
| 579700,568         | 9909187,159 | 579704,309         | 9909342,809 | 579865,702         | 9909299,76  |
| 579740,872         | 9909170,687 | 579704,652         | 9909325,83  | 579883,539         | 9909275,062 |
| 579659,213         | 9909207,135 | 579714,6           | 9909335,263 | 579810,303         | 9909313,309 |
| 579684,096         | 9909228,163 | 579712,37          | 9909320,513 | 579822,824         | 9909334,92  |
| 579724,4           | 9909213,093 | 579727,635         | 9909329,089 | 579839,975         | 9909316,397 |
| 579724,451         | 9909184,355 | 579729,35          | 9909316,74  | 579853,01          | 9909338,865 |
| 579767,156         | 9909199,074 | 579739,64          | 9909324,458 | 579869,475         | 9909319,998 |
| 579697,414         | 9909263,209 | 579743,757         | 9909309,365 | 579804,3           | 9909347,269 |
| 579707,577         | 9909234,471 | 579754,219         | 9909320,856 | 579815,62          | 9909363,905 |
| 579740,872         | 9909243,233 | 579756,792         | 9909303,876 | 579830,703         | 9909349,155 |
| 579749,633         | 9909218,35  | 579764,51          | 9909318,969 | 579846,321         | 9909367,507 |
| 579779,423         | 9909230,266 | 579770,684         | 9909299,245 | 579859,184         | 9909351,9   |
| 579803,254         | 9909266,714 | 579784,577         | 9909295,644 | 579799,155         | 9909371,28  |
| 579769,61          | 9909254,798 | 579787,492         | 9909315,025 | 579804,987         | 9909389,118 |
| 579758,743         | 9909285,99  | 579793,667         | 9909289,641 | 579815,106         | 9909374,368 |
| 579722,998         | 9909268,466 | 579793,838         | 9909314,338 | 579826,94          | 9909389,975 |
| 579716,689         | 9909302,462 | 579807,388         | 9909285,867 | 579841,004         | 9909376,769 |

Elaborado por: Autoras.

Al obtener las coordenadas del polígono se evidenció la dimensión de la propiedad, la cual fue dividida en tres lotes para facilitar el muestreo. En el Cuadro 4.2 se refleja que el área total de la propiedad es de un aproximado de 3,83 ha lo que coincidió con la descripción del propietario de la comunidad de los Amarillos.

**Cuadro 4. 2.** Dimensiones de la propiedad de estudio.

| Área de propiedad | m <sup>2</sup> | Ha   |
|-------------------|----------------|------|
| Lote 1            | 24807,19       | 2,48 |
| Lote 2            | 3536,84        | 0,35 |
| Lote 3            | 10006,24       | 1,00 |
| Área total        | 38350,27       | 3,83 |

Elaborado por: Autoras.

#### 4.1.4. ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICAS

Se realizó el análisis de los parámetros físico-químicas descritos en el cuadro 4.3 en los que se evidencia que los parámetros de pH, potasio y la relación Ca/Mg tienen valores excesivos/altos, Mg y Zn tiene valores medios/ suficientes, la relación Mg/K es baja/deficiente y los valores de materia orgánica, potasio, calcio, cobre, hierro, manganeso, la relación Ca/K y (Ca+Mg)/K es óptima.

**Cuadro 4. 3.** Resultados iniciales de las muestras de suelo.

| Parámetro                 | Unidades | Resultados | Interpretación   |
|---------------------------|----------|------------|------------------|
| pH                        | -        | 7,8        | Alto/Excesivo    |
| Densidad aparente         | g/L      | 1,1363636  |                  |
| Porosidad                 | %        | 57         |                  |
| Textura                   | %        | 91,4927    |                  |
| Color/seco                | -        | 10,44      |                  |
| Color/húmedo              | -        | 10,32      |                  |
| Materia orgánica          | %        | 10         | Óptimo           |
| Amonio (NH <sub>4</sub> ) | mg/L     | 11         |                  |
| Fósforo (P)               | mg/L     | 38         | Óptimo           |
| Potasio (K)               | cmol/L   | 1,18       | Alto/Excesivo    |
| Calcio (Ca)               | cmol/L   | 12         | Óptimo           |
| Magnesio (Mg)             | cmol/L   | 2,3        | Medio/Suficiente |
| Zinc (Zn)                 | mg/L     | 2,1        | Medio/Suficiente |
| Cobre (Cu)                | mg/L     | 4,6        | Óptimo           |
| Hierro (Fe)               | mg/L     | 30         | Óptimo           |
| Manganeso (Mn)            | mg/L     | 17,9       | Óptimo           |
| Ca/Mg                     | -        | 5,22       | Alto/Excesivo    |
| Ca/K                      | -        | 10,17      | Óptimo           |
| Mg/K                      | -        | 1,95       | Bajo/Deficiente  |
| <u>Ca+Mg</u><br>K         | -        | 12,12      | Óptimo           |

Fuente: Molina y Meléndez, (2002).

Elaborado por: Autoras.



#### 4.1.5. DETERMINACIÓN DE LA PROPORCIÓN DEL ABONO QUE MEJORE LAS PROPIEDADES DEL SUELO

##### 4.1.5.1. APLICACIÓN DE LA PROPORCIÓN DE ABONO

Se aplicaron las proporciones de abono descritas en el Cuadro 3,4 durante 21 días, luego de los cuales se analizaron las características del suelo, obteniendo los resultados descritos a continuación:

- pH

A continuación, se presentan los resultados de pH de los tratamientos aplicados, considerando que el T<sub>1</sub> refleja las condiciones iniciales del suelo, se comprueba que hubo una disminución del pH, siendo más evidente esta disminución en el T<sub>4</sub>, acercándose más a la neutralidad. Esto coincide con los resultados de aplicación de “Tierra y abono para pasto” realizado por Álvarez, et al. (2006), donde se produjo este cambio como consecuencia de la liberación de iones H<sup>+</sup> durante el proceso de nitrificación del amonio.

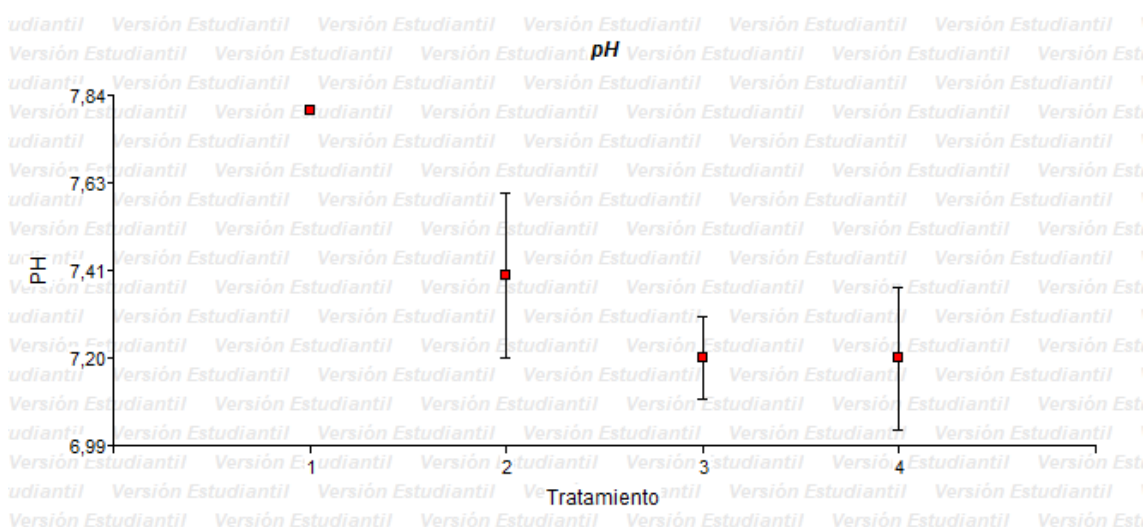
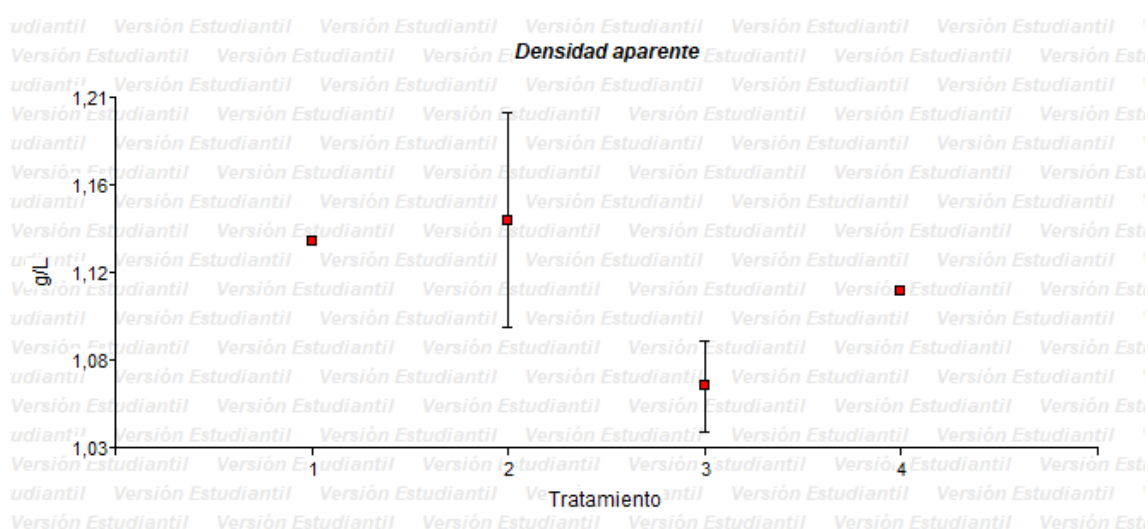


Gráfico 4. 8. Valores de pH por tratamiento.  
Elaborado por: Autoras.

- **Densidad aparente (g/L)**

La densidad aparente presentó disminución en el tratamiento 3, aumentando en el tratamiento 2 y disminuyendo en menor cantidad en el tratamiento 4, siendo en general constante. Según Ramírez et al. (2015) esto se debe a que está determinada por la composición química y mineralógica de la fase sólida. De acuerdo con García y Lana (2011) el uso de abonos orgánicos aumenta en mayor medida la mejora de la densidad aparente que los fertilizantes minerales y Mbagwu (1992) encontró que el uso de abonos orgánicos disminuyó de manera significativa la densidad aparente.



**Gráfico 4. 9.** Valores de densidad aparente por tratamiento.

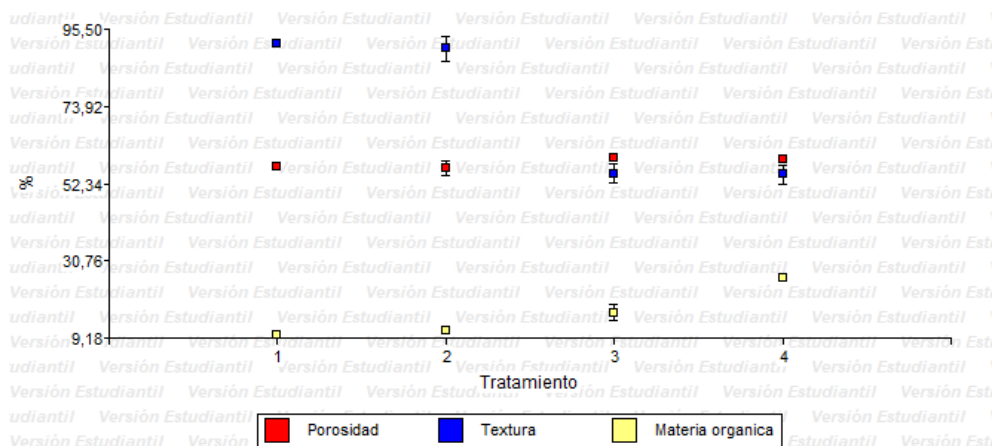
Elaborado por: Autoras.

- **Materia orgánica, textura y porosidad**

Los valores de porosidad se mantuvieron más o menos constantes, con un ligero aumento en los tratamientos 2, 3 y 4, al igual que el porcentaje de materia orgánica, la textura, por el contrario, tuvo una ligera disminución a medida que aumenta la cantidad de abono orgánico aplicado; esto coincide con lo reportado por Delgado (2017) y Knowles et al. (2011), quienes mencionan que las enmiendas orgánicas o minerales mejoran las condiciones del suelo, haciendo



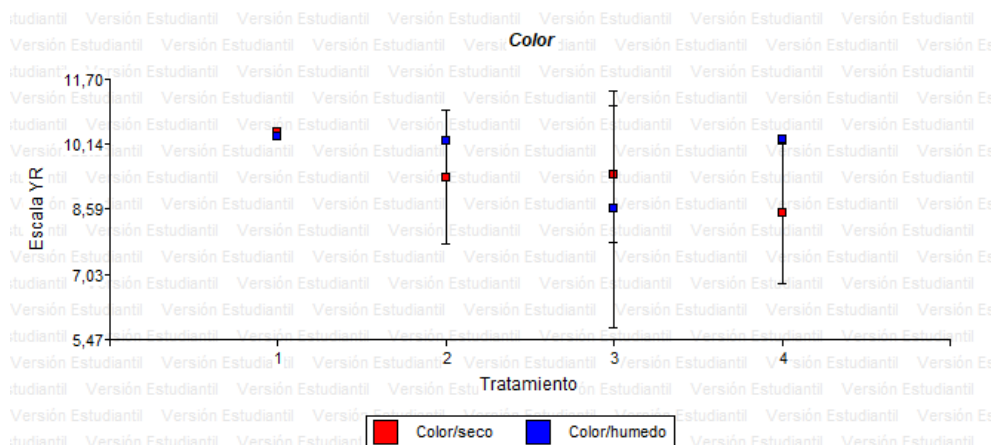
más ligero los suelos arcillosos y más compactos a los arenosos, mejorando su porosidad y textura y aumentando el porcentaje de materia orgánica disponible.



**Gráfico 4. 10.** Valores de Materia orgánica, textura y porosidad por tratamiento.  
Elaborado por: Autoras.

- **Color**

El color del suelo no tuvo variaciones marcadas en los tratamientos, siendo que se mantuvo entre valores de café oscuro a negro. Estos colores podrían ser atribuidos a la presencia de materia orgánica, disponible o no (Rodríguez, 2020) y en suelos con buen drenaje, está bien aireado y presenta condiciones redox-óxicas (Otero y Macías, 2011).



**Gráfico 4. 11.** Valores de color por tratamiento.  
Elaborado por: Autoras.

- **Cationes**

Los valores de Mg y Ca se mantuvieron más o menos constantes a medida que aumenta la cantidad de materia orgánica aplicada. No obstante, la cantidad de K aumentó en mayor medida. Las condiciones de Ca y Mg coinciden con lo reportado por Salinas et al. (2012) quienes coinciden en que los contenidos de estos nutrientes incrementaron con la incorporación de abonos orgánicos, pero no fue significativo y difiere en que sus valores de K disminuyeron.

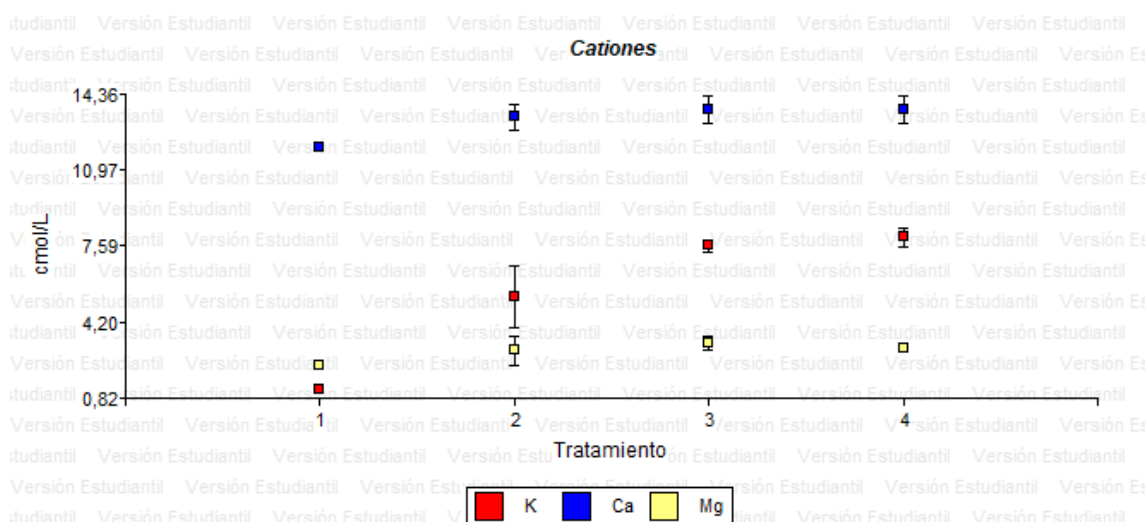
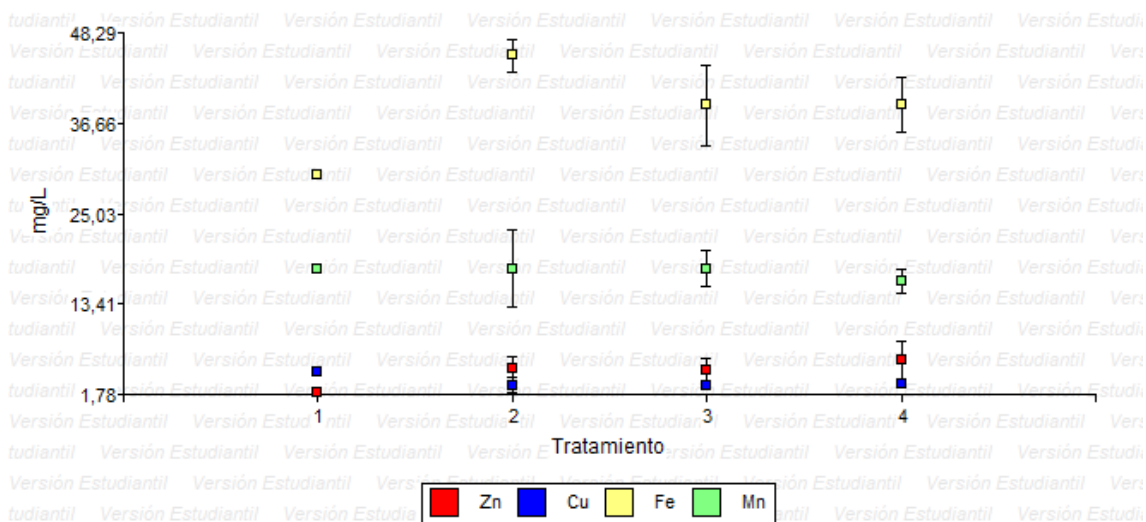


Gráfico 4. 12. Valores de cationes por tratamiento.  
Elaborado por: Autoras.

- **Microelementos metálicos**

La cantidad de microelementos metálicos disponibles en el suelo es considerada como óptima desde los análisis iniciales de suelo; puesto que, se mantuvo constante con la adición del abono orgánico. Considerando la disminución del pH que se produjo, Ramos y Terry (2017) mencionan que, los microelementos se movilizan de una mejor manera en microambientes con Ph de biología propicia hacia la absorción radicular de pH 6.5 a 7 cuya variación podría deberse a que el pH se encuentra con un valor cerca de la neutralidad. Por otro lado, también se considera a la textura como un factor determinante en la presencia

de microelementos en el suelo; ya que, el valor del cociente entre los microelementos solubles y los microelementos totales, se reducen a medida que incrementa el contenido de compuestos en la textura del suelo (InfoAgro, 2017).



**Gráfico 4. 13.** Valores de microelementos metálicos por tratamiento.  
Elaborado por: Autoras.

- **Amonio**

El amonio presentó variaciones en función de la cantidad de abono suministrado. El tratamiento 3 presentó una menor cantidad de amonio, seguido del tratamiento 4. Álvarez et al. (2006) menciona que algunos materiales orgánicos no favorecen el aporte de N disponible, pues algunos pueden disminuirlo en un proceso conocido como inmovilización. De acuerdo con Garzón y Cárdenas (2013) una cantidad de nitrógeno que supera lo que las plantas pueden aprovechar, se puede lixiviar por aguas subterráneas y terminar en pozos de agua, lo cual genera eutrofización.

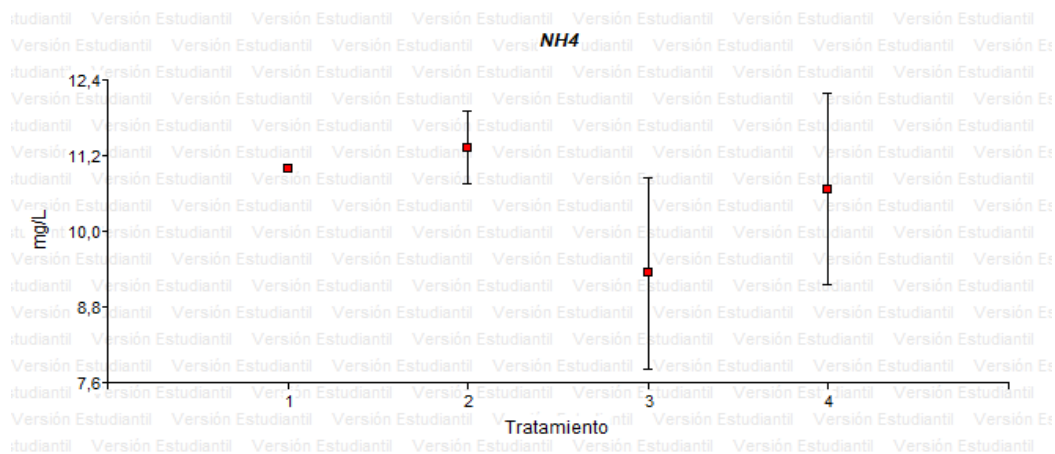


Gráfico 4. 14. Valores de amonio por tratamiento.  
Elaborado por: Autoras.

- **Fósforo**

El fósforo sufrió un aumento significativo con la aplicación de los abonos orgánicos, siendo más alto el aumento con la mayor aplicación de abono orgánico. De acuerdo con Aguirre et al. (2007) la aplicación de abonos orgánicos disminuye los requerimientos de fertilizantes químicos de origen sintético y según Muñoz *et al.*, (2009) un alto contenido de P ocasiona disminución de hifas, vesículas y arbusculos.

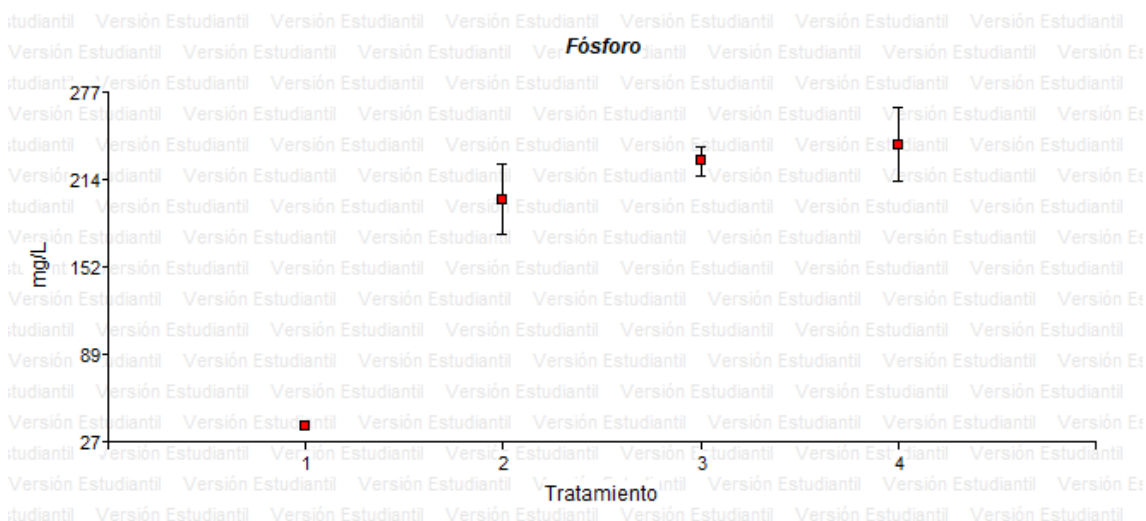
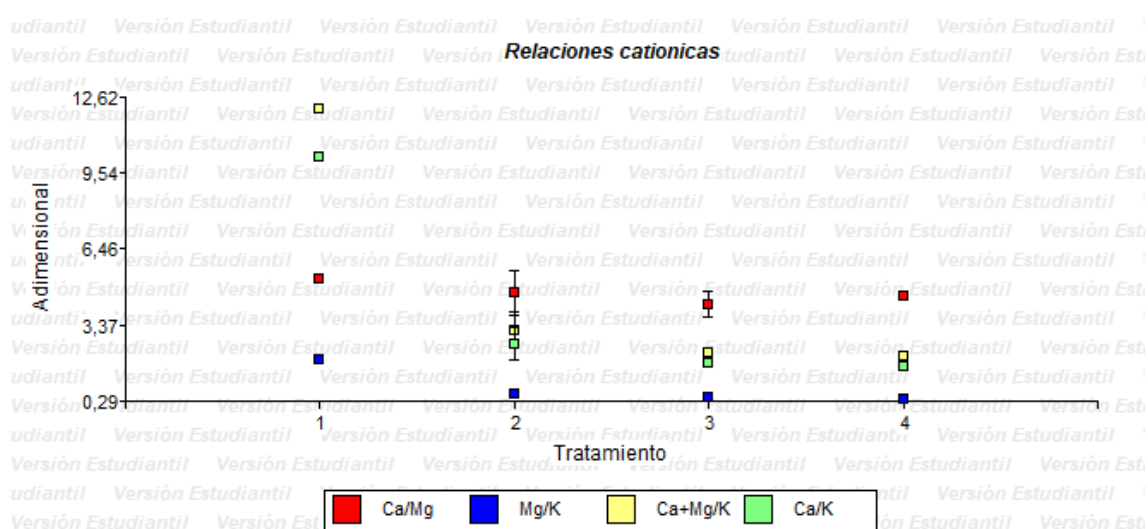


Gráfico 4. 15. Valores de fósforo por tratamiento.  
Elaborado por: Autoras.

- **Relaciones catiónicas**

Las relaciones catiónicas disminuyeron a medida que aumentó la cantidad de abono orgánico aplicado. Para Bertsch (1987) el Ca, Mg y K son contenidos de cationes mayores del suelo y suelen estar en cantidades altamente notorias y brindar una baja posibilidad de absorber nutrientes a las plantas por encontrarse en proporciones desequilibradas. González et al. (2006) sugiere valores de Ca / Mg de 6, Mg / K de 1,6 Ca / K de 10 y (Ca + Mg) / K de 11,6 pero similares a las finales. A la vez Bolaños et al. (2002) reportan valores óptimos para Ca / Mg de 4,5 Mg / K con 0,6 Ca / K de 2,56 y Ca + Mg / K con 3,14 más cercanas a los resultados al final de los tratamientos.



**Gráfico 4.16.** Valores de relaciones catiónicas por tratamiento.  
Elaborado por: Autoras.

#### 4.1.6. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Una vez realizada la comprobación de los supuestos del ANOVA se estableció la distribución no normal de los datos, por lo que se realizó su análisis estadístico con el análisis de varianza no paramétrica Kruskal-Wallis.

Considerado el Cuadro 4.5, de acuerdo al análisis de varianza no paramétrico Kruskal-Wallis no existen diferencias significativas entre los valores de densidad aparente, color/seco,  $\text{NH}_4$ , Ca, Mg, Zn, Cu, Mn y relación Ca/Mg para los

diferentes tratamientos aplicados por lo que se asume que la cantidad de abono no influye significativamente en estos parámetros.

**Cuadro 4. 4.** Análisis de varianza no paramétrica (Kruskall- Wallis) de los parámetros sin diferencias significativas.

| Variable          | Tratamiento | N | Medias | D.E.     | Medianas | H    | p      |
|-------------------|-------------|---|--------|----------|----------|------|--------|
| Densidad aparente | 1           | 3 | 1,14   | 0        | 1,14     | 7,09 | 0,0646 |
|                   | 2           | 3 | 1,15   | 0,05     | 1,16     |      |        |
|                   | 3           | 3 | 1,06   | 0,02     | 1,06     |      |        |
|                   | 4           | 3 | 1,11   | 5,80E-06 | 1,11     |      |        |
| Color/seco        | 1           | 3 | 10,44  | 0        | 10,44    | 6,63 | 0,0762 |
|                   | 2           | 3 | 9,36   | 1,59     | 10,22    |      |        |
|                   | 3           | 3 | 9,43   | 1,64     | 10,33    |      |        |
|                   | 4           | 3 | 8,49   | 1,67     | 7,53     |      |        |
| NH4               | 1           | 3 | 11     | 0        | 11       | 3,12 | 0,2716 |
|                   | 2           | 3 | 11,33  | 0,58     | 11       |      |        |
|                   | 3           | 3 | 9,33   | 1,53     | 9        |      |        |
|                   | 4           | 3 | 10,67  | 1,53     | 11       |      |        |
| Ca                | 1           | 3 | 12     | 0        | 12       | 6,58 | 0,0585 |
|                   | 2           | 3 | 13,33  | 0,58     | 13       |      |        |
|                   | 3           | 3 | 13,67  | 0,58     | 14       |      |        |
|                   | 4           | 3 | 13,67  | 0,58     | 14       |      |        |
| Mg                | 1           | 3 | 2,3    | 0        | 2,3      | 6    | 0,0985 |
|                   | 2           | 3 | 2,93   | 0,65     | 2,9      |      |        |
|                   | 3           | 3 | 3,27   | 0,31     | 3,2      |      |        |
|                   | 4           | 3 | 3,03   | 0,12     | 3,1      |      |        |
| Zn                | 1           | 3 | 2,1    | 0        | 2,1      | 6,78 | 0,0751 |
|                   | 2           | 3 | 5      | 1,66     | 5,7      |      |        |
|                   | 3           | 3 | 4,87   | 1,61     | 4,2      |      |        |
|                   | 4           | 3 | 6,17   | 2,35     | 6,7      |      |        |
| Cu                | 1           | 3 | 4,6    | 0        | 4,6      | 6,69 | 0,0757 |
|                   | 2           | 3 | 2,97   | 1        | 2,6      |      |        |
|                   | 3           | 3 | 2,93   | 0,21     | 3        |      |        |
|                   | 4           | 3 | 3      | 0,17     | 3,1      |      |        |
| Mn                | 1           | 3 | 17,9   | 0        | 17,9     | 1,05 | 0,7852 |
|                   | 2           | 3 | 17,9   | 4,98     | 15,7     |      |        |
|                   | 3           | 3 | 17,93  | 2,35     | 18,7     |      |        |
|                   | 4           | 3 | 16,4   | 1,57     | 16,1     |      |        |
| Ca/Mg             | 1           | 3 | 5,22   | 0        | 5,22     | 4,4  | 0,213  |
|                   | 2           | 3 | 4,67   | 0,9      | 4,48     |      |        |
|                   | 3           | 3 | 4,22   | 0,55     | 4,38     |      |        |
|                   | 4           | 3 | 4,51   | 0,02     | 4,52     |      |        |

Elaborado por: Autoras.

De acuerdo al análisis de varianza no paramétrico Kruskall-Wallis existen diferencias significativas entre los valores de pH, porosidad, textura, color/húmedo, materia orgánica, P, K, Fe, relación Ca/K, Mg/K, Ca+Mg/K y la

suma de bases (Cuadro 4.5), por lo que se asume que la cantidad de abono si afecta estos parámetros.

**Cuadro 4. 5.** Análisis de varianza no paramétrica (Kruskall- Wallis) de los parámetros con diferencias significativas.

| Variable         | Tratamiento | N | Medias | D.E.  | H     | P      |
|------------------|-------------|---|--------|-------|-------|--------|
| pH               | 1           | 3 | 7,8    | 0     | 7,63  | 0,048  |
|                  | 2           | 3 | 7,4    | 0,2   |       |        |
|                  | 3           | 3 | 7,2    | 0,1   |       |        |
|                  | 4           | 3 | 7,2    | 0,17  |       |        |
| Porosidad        | 1           | 3 | 57     | 0     | 7,21  | 0,0482 |
|                  | 2           | 3 | 56,67  | 2,08  |       |        |
|                  | 3           | 3 | 59,67  | 0,58  |       |        |
|                  | 4           | 3 | 59     | 0     |       |        |
| Textura          | 1           | 3 | 91,49  | 0     | 8,54  | 0,0342 |
|                  | 2           | 3 | 90,01  | 3,42  |       |        |
|                  | 3           | 3 | 55,11  | 2,77  |       |        |
|                  | 4           | 3 | 54,82  | 2,71  |       |        |
| Color/húmedo     | 1           | 3 | 10,32  | 0     | 7,21  | 0,0394 |
|                  | 2           | 3 | 10,22  | 0,01  |       |        |
|                  | 3           | 3 | 8,59   | 2,83  |       |        |
|                  | 4           | 3 | 10,25  | 0,05  |       |        |
| Materia orgánica | 1           | 3 | 10     | 0     | 10,38 | 0,0145 |
|                  | 2           | 3 | 11,3   | 0,45  |       |        |
|                  | 3           | 3 | 16,27  | 2,28  |       |        |
|                  | 4           | 3 | 25,87  | 0,6   |       |        |
| P                | 1           | 3 | 38     | 0     | 8,13  | 0,0412 |
|                  | 2           | 3 | 200,33 | 25,54 |       |        |
|                  | 3           | 3 | 227,67 | 10,6  |       |        |
|                  | 4           | 3 | 239,33 | 26,41 |       |        |
| K                | 1           | 3 | 1,18   | 0     | 9,67  | 0,0203 |
|                  | 2           | 3 | 5,34   | 1,41  |       |        |
|                  | 3           | 3 | 7,61   | 0,27  |       |        |
|                  | 4           | 3 | 7,98   | 0,39  |       |        |
| Fe               | 1           | 3 | 30     | 0     | 9,04  | 0,026  |
|                  | 2           | 3 | 45,33  | 2,08  |       |        |
|                  | 3           | 3 | 39     | 5,2   |       |        |
|                  | 4           | 3 | 39     | 3,46  |       |        |
| Ca/K             | 1           | 3 | 10,17  | 0     | 9,67  | 0,0203 |
|                  | 2           | 3 | 2,61   | 0,68  |       |        |
|                  | 3           | 3 | 1,8    | 0,08  |       |        |
|                  | 4           | 3 | 1,71   | 0,06  |       |        |
| Mg/K             | 1           | 3 | 1,95   | 0     | 10,38 | 0,0145 |
|                  | 2           | 3 | 0,55   | 0,04  |       |        |
|                  | 3           | 3 | 0,43   | 0,04  |       |        |
|                  | 4           | 3 | 0,38   | 0,01  |       |        |

|         |   |   |       |      |      |        |
|---------|---|---|-------|------|------|--------|
| Ca+Mg/K | 1 | 3 | 12,12 | 0    | 9,97 | 0,0176 |
|         | 2 | 3 | 3,17  | 0,72 |      |        |
|         | 3 | 3 | 2,23  | 0,06 |      |        |
|         | 4 | 3 | 2,1   | 0,08 |      |        |

Elaborado por: Autoras.

En el análisis del pH y textura (Cuadro 4.6) se aprecia que, T<sub>1</sub> es el que presenta mayores valores y el T<sub>4</sub> el de menor valor. Por lo que, el T<sub>4</sub> fue el que más se acercó a la neutralidad del suelo, lo que podría indicar la liberación de iones H<sup>+</sup> durante el proceso de nitrificación del amonio (Álvarez *et al.*, 2006).

**Cuadro 4. 6.** Niveles de pH.

| Tratamientos | pH     |       |     | Textura |       |     |
|--------------|--------|-------|-----|---------|-------|-----|
|              | Medias | Ranks |     | Medias  | Ranks |     |
| 4            | 7,2    | 3,83  | A   | 54,82   | 3     | A   |
| 3            | 7,2    | 4,17  | A   | 55,11   | 4     | A B |
| 2            | 7,4    | 7     | A B | 90,01   | 9     | B C |
| 1            | 7,8    | 11    | B   | 91,49   | 10    | C   |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

Elaborado por: Autoras.

De acuerdo con el análisis estadístico de los niveles de porosidad (Cuadro 4.7), se evidencia que el tratamiento 2 (T<sub>2</sub>) presenta los menores valores de porosidad y el tratamiento 3 (T<sub>3</sub>) el de mayor valor. Al ser esta característica una indicadora de la capacidad de almacenamiento de agua en el suelo y su aireación pues un mayor valor representa una mayor acumulación de agua y nutrientes (González *et al.*, 2011) el T<sub>3</sub> fue el que mejoró mayormente este parámetro, seguido del T<sub>4</sub>.

**Cuadro 4. 7.** Niveles de Porosidad.

| Tratamiento | Medias | Ranks |     |
|-------------|--------|-------|-----|
| 2           | 56,67  | 3,67  | A   |
| 1           | 57     | 4     | A   |
| 4           | 59     | 8     | A B |
| 3           | 59,67  | 10,33 | B   |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ ).

Elaborado por: Autoras.

Considerando la información descrita en el Cuadro 4.8. Los tratamientos que presentaron los mayores valores de Color/húmedo fueron el T<sub>3</sub> y T<sub>2</sub>, seguido del



T<sub>4</sub>. El que presentó el mayor valor fue T<sub>1</sub>. El T<sub>3</sub> fue el que tuvo una mayor variación en su color, presentando un tono menos amarillento, pudiendo esto presentar una variación en sus condiciones redox-óxicas.

**Cuadro 4. 8.** Niveles de Color/húmedo.

| Tratamiento | Medias | Ranks |   |   |
|-------------|--------|-------|---|---|
| 3           | 8,59   | 4     | A |   |
| 2           | 10,22  | 4,33  | A |   |
| 4           | 10,25  | 6,67  | A | B |
| 1           | 10,32  | 11    |   | B |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

Elaborado por: Autoras.

Según el análisis estadístico presentado en el Cuadro 4.9. El T<sub>1</sub> presenta los menores valores de materia orgánica y el T<sub>4</sub> los mayores valores, por lo que se puede definir que la cantidad de abono influye significativamente en la presencia de materia orgánica en el suelo, siendo que el T<sub>4</sub> fue el que presentó un mayor aumento en la cantidad de materia orgánica disponible en el suelo.

**Cuadro 4. 9.** Niveles de materia orgánica.

| Tratamiento | Medias | Ranks |   |   |   |
|-------------|--------|-------|---|---|---|
| 1           | 10     | 2     | A |   |   |
| 2           | 11,3   | 5     | A | B |   |
| 3           | 16,27  | 8     |   | B | C |
| 4           | 25,87  | 11    |   |   | C |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ ).

Elaborado por: Autoras.

Según el análisis estadístico realizado, el T<sub>1</sub> presenta los menores valores de P, K y Fe y el T<sub>4</sub> los mayores valores, es decir que, a mayor cantidad de abono, mayor presencia de estos elementos, siendo el T<sub>4</sub> el que mejoró en mayor medida la disponibilidad de estos elementos.

**Cuadro 4. 10.** Niveles de P, K y Fe.

| Tratamiento | P      |       |     | K      |       |     | Fe     |       |     |
|-------------|--------|-------|-----|--------|-------|-----|--------|-------|-----|
|             | Medias | Ranks |     | Medias | Ranks |     | Medias | Ranks |     |
| 1           | 38     | 2     | A   | 1,18   | 2     | A   | 30     | 2     | A   |
| 2           | 200,33 | 5,67  | A B | 5,34   | 5     | A B | 39     | 6,33  | A B |
| 3           | 227,67 | 9     | B   | 7,61   | 8,67  | B   | 39     | 6,83  | A B |
| 4           | 239,33 | 9,33  | B   | 7,98   | 10,33 | B   | 45,33  | 10,83 | B   |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ ).

Elaborado por: Autoras.

Según el análisis estadístico de relación Ca/K, Mg/K y Ca+Mg/K descrito en el Cuadro 4.11. Los valores mayores se presentan en el T1 y los menores en el T<sub>4</sub>. Considerando que varios autores mencionan que los valores menores son los óptimos, el T<sub>4</sub> es el mejor en mayor medida con respecto a las condiciones de relación Ca/K, Mg/K y Ca+Mg/K.

**Cuadro 4. 11.** Niveles de relación Ca/K, Mg/K y Ca+Mg/K.

| Tratamiento | Ca/K   |       |     | Mg/K   |       |     | Ca+Mg/K |       |     |
|-------------|--------|-------|-----|--------|-------|-----|---------|-------|-----|
|             | Medias | Ranks |     | Medias | Ranks |     | Medias  | Ranks |     |
| 4           | 1,71   | 2,67  | A   | 0,38   | 2     | A   | 2,1     | 2,33  | A   |
| 3           | 1,8    | 4,33  | A   | 0,43   | 5     | A B | 2,23    | 4,67  | A   |
| 2           | 2,61   | 8     | A B | 0,55   | 8     | B C | 3,17    | 8     | A B |
| 1           | 10,17  | 11    | B   | 1,95   | 11    | C   | 12,12   | 11    | B   |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ ).

Elaborado por: Autoras.

#### 4.1.7. COMPROBACIÓN DE HIPÓTESIS

Una vez obtenido todos los resultados y pruebas estadísticas, se puede aceptar la hipótesis establecida; puesto que, el T<sub>4</sub> de 5 kg de abono de residuos de soca de maíz (*Zea mays L.*), sí presenta diferencias significativas en la calidad físico-química del suelo de la comunidad Los Amarillos, Tosagua; especialmente, en los parámetros de pH, materia orgánica, P, K, Fe, relación Ca/K, Mg/K y Ca+Mg/K. Esta situación se le atribuye al hecho de que, a mayor abono orgánico, mayor será la presencia de estos elementos en el suelo.

# CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

## 5.1. CONCLUSIONES

- Al obtener las coordenadas del polígono, se evidenció la dimensión de la propiedad, el cual es de un aproximado de 3,83 ha, lo que coincidió con la descripción del propietario de la comunidad de los Amarillos. Por otro lado, se determinó que, los parámetros de pH (7,8), potasio (38 ppm) y la relación Ca/Mg (5,2 meq/100ml) tienen valores excesivos/altos; esto puede deberse a la presencia de carbonado de sodio y sales minerales en altas cantidades retenidas en el suelo, por efecto de la escasez de lluvias en la zona; o, por el contrario, debido al cultivo prolongado de una misma especie. En el caso del Mg (2,3 meq/100ml) y Zn (2,1 ppm) se evidenció que, tienen valores medios/suficientes; mientras que, la relación Mg/K (1,95 meq/100ml) es baja/deficiente; lo cual se le otorga al hecho de la falta de humedad del suelo y a los inadecuados procesos de labranza en el área de estudio. Finalmente, los valores de MO, K (1,18 meq/100ml), Ca (12 meq/100ml), Cu (4,6 ppm), Fe (30 ppm), Mn (17,9 ppm), la relación Ca/Mg (5,2 meq/100ml) y Ca+Mg/K (12,12 meq/100ml) son óptimos; debido a que el suelo presenta buenas condiciones de temperatura y aireación, favoreciendo la presencia de MO y, por tanto, de los elementos que la constituyen.
- No existen diferencias significativas entre los valores de densidad aparente, color/seco, NH<sub>4</sub>, Ca, Mg, Zn, Cu, Mn y relación Ca/Mg para los tratamientos 1, 2 y 3; por lo que, se asume que la cantidad de abono aplicada en dichos tratamientos, no influye significativamente en estos parámetros. Por otra parte, sí existen diferencias significativas entre los valores de pH, porosidad, textura, color/húmedo, materia orgánica, P, K, Fe, relación Ca/K, Mg/K, Ca+Mg/K y la suma de bases en el T<sub>4</sub>, se debe a la cantidad de abono (5kg) aplicado a este tratamiento; y, por ende, al efecto favorable de este sobre estos parámetros.

- Por otro lado, se acepta la hipótesis establecida; puesto que, se pudo comprobar que sí se presentan diferencias significativas en el T<sub>4</sub> de 5 kg de abono de soca de maíz, el cual mostró mejores valores en las condiciones de pH, materia orgánica, P, K, Fe, relación Ca/K, Mg/K y Ca+Mg/K; dando a entender que, a mayor cantidad de abono orgánico, mejores serán los valores que presenten estos parámetros.

## 5.2. RECOMENDACIONES

- Al ser el compost un proceso no estacionario, se recomienda tomar en cuenta el control de los parámetros físicos; ya que, de eso dependerá el buen manejo del proceso y la calidad del producto final.
- Se recomienda continuar con la realización de estudios a base del abono de soca de maíz (*Zea mays L.*) en suelos agrícolas deteriorados; de forma que, se logren establecer nuevas cantidades de este abono, que puedan ofrecer parámetros aún más favorables que los obtenidos en este estudio.
- De acuerdo a los resultados obtenidos de esta investigación, se recomienda el uso del T<sub>4</sub> con 5 kg de abono de soca de maíz, para la recuperación de la calidad de suelos agrícolas degradados.
- Para los moradores de la comunidad Los Amarillo- Tosagua se recomienda evitar la aplicación de fertilizantes químicos y la quema de residuos de soca de maíz. En su lugar realizar el abono a partir de residuos de soca de maíz.

## BIBLIOGRAFÍA

- Acevedo, O; Domínguez, J; Prieto y Román, A. (2012). Sistema de Notación Munsell. (En línea). Disponible en <file:///C:/Users/Usuario/Downloads/263123192010.pdf>
- Aguirre, J., Mendoza, A., Cadena, J., & Avendaño, C. (2007). Efecto de la fertilización en vivero del cacao (*Theobroma cacao*) con *Azospirillum brasilense* Tarrand Krieg et Döbereiner y *Glomus intraradices* Schenk et S. *Interciencia* (32), 541-546.
- Albuquerque, J; Bernal, M y Moral, R. (2009). Compostaje de abonos animales y criterios químicos para la evaluación de la madurez del abono. Recuperado el 27 de agosto de 2020. Disponible en <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19119002/>
- Alcalá, J y Flores, L. (2010). Manual de procedimientos analíticos. (En línea). Consultado el 25 de octubre de 2020. Disponible en <file:///C:/Users/Usuario/Downloads/MANUAL%20DEL%20LABORATORIO%20DE%20FISICA%20DE%20SUELOS1.pdf>
- Alcubilla, L. (2015). Economía lineal a la economía circular. Recuperado el 26 de agosto de 2020. disponible en [https://elpais.com/elpais/2015/10/30/alterconsumismo/1446190260\\_144619.html](https://elpais.com/elpais/2015/10/30/alterconsumismo/1446190260_144619.html)
- Altieri, M y Koohafkan, P. (2012). Sistemas ingeniosos del patrimonio agrícola mundial. (en línea). Consultado el 13 de octubre del 2020. Disponible en <file:///c:/users/usuario/downloads/a-i2232s.pdf>
- Alvarado, A. (2001). Manejo de suelos derivados de cenizas volcánicas. In G. Meléndez y E. Molina (eds.). Fertilidad de suelos y manejo de la nutrición de cultivos en Costa Rica, 2001, Laboratorio de Suelos y Foliaves, CIA/UCR, San José, Costa Rica. p. 11-26.

- Álvarez, E., Vázquez, A., Castellanos, J. Z., & Cueto, J. (2006). Efectividad biológica de abonos orgánicos en el crecimiento de trigo. *Terra Latinoamericana*, 24(2), 261-268.
- Angoa, MV. 2012. Microorganismos nativos y sus beneficios en la producción agrícola. In VII Congreso Nacional de Suelos, 2012, San José, Costa Rica. 4 p.
- Badii, M. J., Castillo, M., Rodríguez, Villalpando, P., & Wong, A. (2007). Diseños experimentales e investigación científica. *Innovaciones de Negocios*, 4(2), 283 – 330.
- Bareta, K. (2015). Medición de Ph. NIA La Estanzuela. Laboratorio de Suelos, Plantas y Aguas. Ruta 50, km 11, 70.000 Colonia, Uruguay Facultad de Agronomía, Universidad de la República. *Agrociencia Uruguay - Volumen 19 2:68-74*
- Behrentz, E y Giraldo, E. (2018). Modelación a escala del proceso de compostaje aerobio, en pila estática y con aireación forzada desarrollo teórico e implementación de laboratorio. *Revista colombiana de biotecnología*. pp. 51- 59
- Belmonte, S; Delgado, O; Green, H; Herrera, J; Ladrón, M y Shevnin, V. (2010). Estimación de la conductividad hidráulica y contenido de finos a partir de leyes experimentales que relacionan parámetros hidráulicos y eléctricos. México. Vol. 6. *Ra-Ximhai*. p 469-478
- Bending, G; Turnera, M; Raynsb, F; Marxc, M; Wood, M. (2012). Microbial and biochemical soil quality indicators and their potential for differentiating areas under contrasting agricultural management regimes. *Soil Biology & Biochemistry* 36:1785-1792.
- Bertsch, F, (1986). Manual para interpretar la fertilidad de los suelos de Costa Rica, San José, Universidad de Costa Rica, 86p,

- Bertsch, F. (1987). Manual para interpretar la fertilidad de los suelos en Costa Rica. San José, Costa Rica: Editorial Universidad de Costa Rica.
- Birbe, B; Bravo, C; Hernández, R; Herrera, P; Lozano, Z; Morales, J; Morros, M y Ojada, A. (2011). La integración del conocimiento local y científico en el manejo sostenible de suelos en agroecosistemas de sabana. *Rev. Interciencia*. Vol. 36. Pág. 17
- Bojaká, K. (2004). Métodos de investigación. Recuperado el 02 de febrero de 2020, Disponible en [http://soda.ustadistancia.edu.co/enlinea/Segunda%20unidad%20Cuanti/el\\_mtodo\\_estadstico.html](http://soda.ustadistancia.edu.co/enlinea/Segunda%20unidad%20Cuanti/el_mtodo_estadstico.html)
- Bolaños, M., Morales, H., & y Celis, L. (2002). Fertilización y residualidad de nutrimentos en el cultivo de plátano (Musa AAB) en un Andisol del Quindío Colombia. Acrobat. Memoria. XV Reunión.
- Botero, J. (2017). Transformación de residuos agrícolas y pecuarios en compost en los municipios de San Vicente de Caguán (En línea). Formato PDF. Obtenido de [http://ridum.umanizales.edu.co:8080/jspui/bitstream/6789/3209/2/Tesis\\_David\\_Bola%C3%B1os%20y%20Juan\\_Botero.pdf](http://ridum.umanizales.edu.co:8080/jspui/bitstream/6789/3209/2/Tesis_David_Bola%C3%B1os%20y%20Juan_Botero.pdf).
- Buschiazzo, M. (2019). Importancia de producir compost. Disponible en <https://inta.gob.ar/noticias/la-importancia-de-producir-compost>
- Briongos, R. (2013). Características de compost. Disponible en [https://www.etsii.upm.es/estudios/doctorados/ingenieria\\_ambiental.es.htm](https://www.etsii.upm.es/estudios/doctorados/ingenieria_ambiental.es.htm)
- Brucela, A. (2016). Economía Circular: nuevo reglamento para impulsar la utilización de abonos orgánicos y obtenidos de los residuos. recuperado el 27 de agosto de 2020. disponible <http://tradired.com/economia-circular/>



- Cabrera, V., & Rossi, M. (2016). Recuperado en enero de 2020, de <http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/2251/Q70-C32-T.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Cantú, MP; Becker, AR; Bedano, JC; Schiviano, HF; Parra, BJ. 2009. Evaluation of the impact of land use and management change by means of soil quality indicators, Córdoba, Argentina. *Cadernos Lab. Xeoloxico de Laxe. Coruna* 34:203-214.
- Castellanos, L; García, M y Rojas, J. (2015). Empleo de policultivos para el manejo de plagas en el maíz. Consultado el 13 de octubre del 2020. Disponible en <file:///c:/users/usuario/downloads/referattesisdemarcostulio.pdf>
- Cedeño, D. (2019). Usos tradicionales del fuego por los productores rurales del Cantón Santa Ana, provincia de Manabí, Ecuador. Disponible en <file:///C:/Users/Usuario/Downloads/UNESUM-ECU-FORESTAL-2019-03.pdf>
- Cerda, D; Manterola, H y Mira, J. (2016). Los residuos agrícolas y su uso en la alimentación a los rumiantes. Ed. Fundación para la Innovación Agraria. Pag 96-125.
- Cerdas, R. (2011). Programa de fertilización de forrajes. Desarrollo de un módulo práctico para técnicos y estudiantes de ganadería de Guanacaste, Costa Rica. InterSedes: *Revista de las Sedes Regionales*, 12(24), 109-128.
- Claret, M; Ruiz, C y Wolf, M. (2015). Rastrojos de cultivos anuales y residuos forestales. Programa de transferencia de prácticas alternativas al uso del fuego en la región de Biobío. Boletín INIA. Pág. 196.
- Clavijo, N. (2013). Entre la agricultura convencional y la agroecología. Recuperado el 24 de agosto de 2020, de <https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/12482/CaldasMejiaRobertoFelipe2013.pdf?sequence=1#:~:text=El%20modelo%20agr>

%C3%ADcola%20convencional%20tiene,1998%2C%20Altieri%2C%201999).

Corzo, L. (2014). Cómo realizar una toma de muestras guía básica. Recuperado el 24 de agosto de 2020, de <https://es.slideshare.net/luismiguelcorzoleal/evidencia-guia-3-manual-de-toma-de-muestras>

Daza G, (2018). Influencia del cultivo de maíz (*Zea mays*) en la calidad de suelo en el sitio los amarillos Cantón Tosagua. Recuperado el 12 de enero de 2020, de <http://repositorio.esпам.edu.ec/xmlui/handle/42000/741>

Delgado, D. M. (2017). Aplicación de enmiendas orgánicas para la recuperación de propiedades físicas del suelo asociadas a la erosión hídrica. *Lámpsakos* (17), 77-83.

Departamento de asuntos Económicos y Sociales de las Naciones Unidas, (2014). *World Urbanization Prospects 2014*. Recuperado el 27 de agosto de 2020. disponible en <https://www.un.org/en/development/desa/publications/2014-revision-world-urbanization-prospects.html>

Dexter, A. R. 2004. Soil physical quality part I. Theory, effect of soil texture, density and organic matter, and effect on root growth. Article in press. *Geoderma* 120:201-214

Efectos de la gestión de residuos de cultivos en la productividad del trigo duro de invierno en un experimento a largo plazo en el sur de Italia. *Rev. European Journal of Agronomy*. Pag. 77-188

Emanuelli, M; Jonsén, J y Monsalve, s. (2019). Azúcar roja desiertos verdes. primera edición. *Revista aquel arrediseño*. pág. 15-16

- Escobar N., Mora, J., & Romero Jola, N. (2013). Agronomic response of *Zea mays* L. And *Phaseolus vulgaris* L. To compost fertilization. *Luna Azul*, (37), 18-29
- FAO, (2015) Portal de Suelos de la FAO. (En línea). Disponible en <http://www.fao.org/soils-portal/soil-survey/propiedades-del-suelo/propiedades-fisicas/es/>
- FAO. (2013). Propiedades biológicas del suelo. Recuperado el 21 de enero de 2020, de <http://www.fao.org/soils-portal/soil-survey/propiedades-del-suelo/propiedades-biologicas/es/>
- Farhat, S. (2018). Los desechos un análisis actualizado del futuro de la gestión de los desechos sólidos. Recuperado el 27 de agosto de 2020. disponible en <https://www.bancomundial.org/es/news/immersive-story/2018/09/20/what-a-waste-an-updated-look-into-the-future-of-solid-waste-management>
- Figueroa, 2004. Improvement of rhizosphere aggregates stability of afforested semi-arid plant species subjected to mycorrhizal inoculation and compost addition. In: Faz, A., Ortiz, R. & Mermut, A.R. (eds.) Sustainable use and management of soils in arid and semiarid regions, Quaderna Editorial, Murcia, España. pp.537-538
- Flores, P. (2017). Concepto general de suelo. Recuperado el 21 de enero de 2020, de [https://www.um.es/sabio/docs-cmsweb/materias-may25-45/tema\\_6.pdf](https://www.um.es/sabio/docs-cmsweb/materias-may25-45/tema_6.pdf)
- Freire, L; Goyos, L; Ibarra, A y Velasco, L. (2015) Potencial de aprovechamiento de la biomasa vegetal como aislamiento en climas extremos del Ecuador. (En línea). Disponible en [http://scielo.senescyt.gob.ec/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1390-65422015000400023](http://scielo.senescyt.gob.ec/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1390-65422015000400023)

- Fuentes, E. (2017). Los secretos de la vida del suelo y su manejo para una vida sostenible. Recuperado el 23 de agosto de 2020, de <http://www.fao.org/3/a-bl060s.pdf>
- Furuya, J y Kobayashi, S. (2009). Impacto del calentamiento global en la agricultura mercados de productos: análisis del modelo estocástico mundial de alimentos. *Rev. Sustentabilidad ciencias*. Pag. 71-79
- García, J., & Lana, N. (2011). Hidroligical and erosive consequences of farmland abandonment in Europe, with special reference to the mediterranean región. A review. *Agriculture, Ecosystems and environment*, 140, 317-338.
- Garzón, J. E., & Cárdenas, E. A. (2013). Emisiones antropogénicas de amoniaco, nitratos y óxido nitroso: compuestos nitrogenados que afectan el medio ambiente en el sector agropecuario colombiano. *Revista de la Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia*, 60(2), 121-138.
- Gilmer, W. (2018). Determination of organic in soils by loss on ignition. (En línea) disponible en [https://kupdf.net/download/aashto-t-267-86-08-determination-of-organic-content-in-soils-by-loss-on-ignitionpdf\\_5bd30ff5e2b6f520673d8c2c\\_pdf](https://kupdf.net/download/aashto-t-267-86-08-determination-of-organic-content-in-soils-by-loss-on-ignitionpdf_5bd30ff5e2b6f520673d8c2c_pdf)
- Ginebra, A. (2020). El calcio y su importancia en el crecimiento vegetal. Recuperado el 13 de noviembre de 2020, de <https://www.fertibox.net/single-post/calcio-agricultura>
- Gliessman, SR. (2012). Agroecología: procesos ecológicos en agricultura sostenible. CATIE, Turrialba, Costa Rica. 359 p.
- Gomiero, T; Plmentel, D; Paoletti, MG. 2011. Environmental impact of different agricultural management practices: conventional vs. organic agriculture. *Crit. Rev. Plant Sci.* 30:95-124.

- González, G; González, J; López, A; Sánchez, y Valenzuela, L. (2014). Caracterización de la porosidad edáfica como indicador de la calidad física de suelo. *Rev., Scielo*. Vol. 29. Pag. 20-25
- González, H., Luna, R., & y Quintero, F. (2006). Respuesta del plátano africano a la fertilización edáfica con nitrógeno y potasio. *Agronomía*, 14(1), 81-88.
- Guerrero, J. (2013). Potencial de hidrógeno en el suelo. Recuperado el 21 de enero de 2020, de <https://www.tecnicoagricola.es/ph-de-un-suelo/>
- Hawes, M. C., G. Bengough, G. Cassab, and G. Ponce. 2003. Root caps and rhizosphere. *J. Plant Growth Regul.* 21: 352-367. [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_nlinks&pid=S0187-5779201600040044100022&lng=en](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_nlinks&pid=S0187-5779201600040044100022&lng=en)
- Heredia, B y Vázquez, G. (2016). Soza de maíz, fuente potencial de antioxidantes. (En línea). Disponible en <https://www.ciad.mx/notas/item/1545-soca-del-maiz-fuente-potencial-de-antioxidantes>
- Hernández, J. (2018). Utilización de la pipeta de Robinson para el análisis textural de los suelos. Recuperado el 17 de enero de 2020, de [https://www.researchgate.net/publication/338168878\\_Utilizacion\\_de\\_la\\_Pipeta\\_de\\_Robinson\\_para\\_el\\_analisis\\_textural\\_en\\_suelos\\_de\\_la\\_Provincia\\_de\\_Entre\\_Rios](https://www.researchgate.net/publication/338168878_Utilizacion_de_la_Pipeta_de_Robinson_para_el_analisis_textural_en_suelos_de_la_Provincia_de_Entre_Rios)
- Hidalgo, K. (diciembre de 2019). Contenido nutricional del compost elaborado a partir de residuos de soca de maíz (*Zea mays* L.). Manabí.
- InfoAgro. (2017). Microelementos en el sistema suelo-planta. <https://mexico.infoagro.com/microelementos-en-el-sistema-suelo-planta/>
- INIAP. (2012) Toma de muestras para análisis de suelos. Recuperado en julio de 2020. Disponible en <http://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/3760>

- INIAP. (2012). VIDA SANA. Recuperado el enero de 2019, de <http://vidasana.org/noticias-vidasana/iniap-difunde-sobre-uso-y-elaboracion-abonos-organicos-para-el-cacao-en-manabi-ecu>
- Instituto Ecuatoriano de Estadística y Censos. INEC. (2019). Maíz duro. Recuperado el 21 de enero de 2020, Disponible en <http://sipa.agricultura.gob.ec/index.php/cifras-agroproductivas>
- INEC, (2018). Recuperado el 27 de agosto de 2020. disponible en <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/segun-la-ultima-estadistica-de-informacion-ambiental-cada-ecuatoriano-produce-058-kilogramos-de-residuos-solidos-al-dia/>
- INEC, (2019). Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria. Recuperado el 27 de octubre de 2020. Disponible en [file:///C:/Users/Usuario/Downloads/Boletin%20Tecnico%20ESPAC\\_2019.pdf](file:///C:/Users/Usuario/Downloads/Boletin%20Tecnico%20ESPAC_2019.pdf)
- Instituto Nacional de investigación agropecuaria, (2018). Plan estratégico de investigación y desarrollo tecnológico del INIAP. primera Ed. pág. 16
- Kibblewhite, M; Ritz, K; Swift, M. 2015. Soil health in agricultural systems. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences* 363(1492):685-701
- Knowles, O. A., Robinson, B. H., Conténgalo, A., & Clucas, L. (2011). Biochar for the mitigation of nitrate leaching from soil amended with biosolids. *Science of the total Environment*, 409(17), 3206-3210.
- Marsden, P. y. (2002). Agricultura orgánica y desertización. Recuperado el 23 de agosto de 2020, de <http://www.fao.org/3/y4137s/y4137s08.htm>
- Maldona, P. (2016). Ecuación para cálculo de porcentaje de textura. Obtenido de <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/8135/1/T-UCE-0004-42.pdf>

- Mbagwu, S. C. (1992). Improving productivity of a degraded ultisol in Nigeria using organic and maize yield. *Bioresour. Tech*, 42(2), 149-154.
- Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación [MAPA], (1994). Interpretación de análisis de suelos. Recuperado el 24 de agosto de 2020, de [https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/hojas/hd\\_1993\\_05.pdf](https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/hojas/hd_1993_05.pdf)
- Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca. [MAGAP], (2016). La política agropecuaria ecuatoriana. (En línea). Consultado el 13 de octubre del 2020. Disponible en [www.agricultura.gob.ec](http://www.agricultura.gob.ec)
- Molina, E. y Meléndez, G. 2002. Cuadro de interpretación de análisis de suelos. Centro de Investigaciones Agronómicas, Universidad de Costa Rica. Mimeo. CR. p 30.
- Mosier, K. (2015). Efectos de la agricultura al suelo. Recuperado el 12 de enero de 2020, de <http://www.fao.org/3/y3557s/y3557s11.htm>
- Muñoz, E., Macías, C., Franco, A., Sánchez, E., Jiménez, J., & González, J. (2009). Identificación y colonización nativa de hongos micorrízicos arbusculares en nogal. *Terra Latinoamericana*, 27, 355-361.
- Muro, E. (2017). Utilización de la cartografía para el uso sustentable de las tierras. INTA. Recuperado el 24 de enero de 2020, de <https://www.mendoza.conicet.gov.ar/portal/enciclopedia/terminos/CalidS alSuelo.htm>
- Naranjo, E. (2013). Aplicación de microorganismos para acelerar la transformación de desechos orgánicos en compost. (En línea). EC. Formato PDF. Disponible en <http://repo.uta.edu.ec/bitstream/123456789/5310/1/Tesis52%20%20%20Ingenier%C3%ADa%20Agron%C3%B3mica%20-CD%20173.pdf>

- ONU. La Organización de las Naciones Unidas (2015). Obtenido de <https://www.undp.org/content/undp/es/home/sustainable-development-goals.html>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. FAO. (2015). Manual de compostaje de la agricultura. (En línea). Formato PDF. Recuperado el enero de 2020, de <http://www.fao.org/3/a-i3388s.pdf>
- Otero, X. L., & Macías, F. (2011). Caracterización y clasificación de suelos de las marismas de la ría de Ortigueira en relación con su posición fisiográfica y vegetación (Galicia-no de la península ibérica). *Edafología*, 8(3), 37-61.
- Otiniano, A; Meneses, F; Blas, R y Bello, S. (2009). La materia orgánica, importancia y experiencia de su uso en la agricultura. *Idesia (Arica)*, 24(1), 49-61. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-34292006000100009>
- Paneque, V. (2010). Manual de técnicas analíticas para análisis de suelo, foliar, abonos orgánicos y fertilizantes químicos. Disponible en [file:///C:/Users/Usuario/Downloads/folleto\\_suelos.pdf](file:///C:/Users/Usuario/Downloads/folleto_suelos.pdf)
- Pantoja, J. (2017). importancia del muestreo y análisis de suelo para optimizar la fertilización. Consultado el 13 de octubre del 2020. Disponible en <https://elproductor.com/importancia-del-muestreo-y-analisis-de-suelo-para-optimizar-la-fertilizacion/>
- Pascual, R. (2018). La materia orgánica en el suelo. Papel importante de los microorganismos. Recuperado el 24 de enero de 2020, de <https://www.ugr.es/~cjl/MO%20en%20suelos.pdf>
- Peinado, E. (2017). Más allá de reciclaje: Un modelo de economía circular para América Latina y el Caribe. Recuperado el 27 de agosto de 2020. Disponible en [https://www.fomin.org/es-es/PORTADA/Noticias/article-details\(es-ES\)/ArtMID/19154/ArticleID/12673/M225s-all225-del-reciclaje-un-modelo-de-econom237a-circular-para-Am233rica-Latina-y-el-Caribe.aspx](https://www.fomin.org/es-es/PORTADA/Noticias/article-details(es-ES)/ArtMID/19154/ArticleID/12673/M225s-all225-del-reciclaje-un-modelo-de-econom237a-circular-para-Am233rica-Latina-y-el-Caribe.aspx)



- Pellegrini, A. (2019). Departamento de ambiente y recursos naturales. Recuperado el 11 de enero de 2020, de "Textura y color del suelo": [https://aulavirtual.agro.unlp.edu.ar/pluginfile.php/42831/mod\\_resource/content/1/TEMA%203%20-%20TEXTURA%20Y%20COLOR.pdf](https://aulavirtual.agro.unlp.edu.ar/pluginfile.php/42831/mod_resource/content/1/TEMA%203%20-%20TEXTURA%20Y%20COLOR.pdf)
- Pinilla, Q; Hernán, H; Flory, L; Benavente I; & Sanhueza Roa, H. (2011). Efecto del magnesio en el rendimiento y contenido de gluten en trigo (*Triticum aestivum* L.) en un suelo andisol. *Idesia (Arica)*, 29(2), 53-57. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-34292011000200007>
- Puerta, S. (2004). Los residuos sólidos municipales como acondicionadores de suelos. Antioquia, CO. *Revista Lasallista de investigación*. Vol. 1. p 56-65.
- Pulido, M. (2014). Indicadores de calidad del suelo en áreas de pastoreo.
- Pullido, H. (2005). Densidad aparente y real del suelo. Recuperado el 21 de enero de 2020, de <https://www.eweb.unex.es/eweb/edafo/ECAP/ECAL5PFDensidad.html>
- Ramírez, J. F., Fernández, Y., González, P. J., Salazar, X., Iglesias, J. M., & Olivera, Y. (2015). Influencia de la fertilización en las propiedades físico-químicas de un suelo dedicado a la producción de semilla de *Megathyrus maximus*. *Pastos y Forrajes*, 38(4), 393-402.
- Ramos, D., & Terry, E. (2017). Generalidades de los abonos orgánicos: importancia del bocashi como alternativa nutricional para suelos y plantas. *Cultivos Tropicales*, 35(4), 52-59.
- Rojas, J.M.; Guevara, G.S. 2012. Efecto de rotaciones con algodón como cultivo principal en propiedades del suelo. XIX Congreso Latinoamericano y XXIII Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo- Mar del Plata- 16 al 20 de abril de 2012.
- Rosado, M. (2013). Soil quality. Determination of pH. United States Department of Agriculture. 1996. Soil survey laboratory methods manual. Soil Survey

Investigations Report N 42. Version 3.0. Washington DC, USA, 693p.  
Disponibile en: <http://www.tecnicoagricola.es/ph-de-un-suelo/>

Rucks. L, García. F, Kaplán. L, Ponce. J, Hill. M. (2004). Propiedades físicas del suelo. Universidad de la República de Uruguay.

Ruíz, D. (2016). Estudio fisicoquímico del suelo del sistema de andenería del centro poblado Caca, provincia de Yauyos, Lima. (En línea). Pe. Formato PDF. Obtenido en: <http://tesis.pucp.edu.pe>

Salinas, S. J., Vizcarra Arbiz, W., & Ulloa, W. L. (2012). Efecto de los abonos orgánicos en las propiedades físicas y químicas en suelos degradados con maíz amiláceo (*Zea mays* L.). *Investigación Valdizana*, 6(1), 43-50.

Schwember, A y Taladriz, A. (2012). Fertilidad y extracción de nutrientes en la asociación maíz-pastos en suelos ácidos del piedemonte. *Rev. Agronomía Colombiana*. Vol.26. pág. 25-29

Secretaría de energía, (2008). Energía biomasa. (En línea). Recuperado el 30 de septiembre de 2020. Disponible en [file:///C:/Users/Usuario/Downloads/libro\\_energia\\_biomasa.pdf](file:///C:/Users/Usuario/Downloads/libro_energia_biomasa.pdf)

Sóto, M. (2016). Bananos procesos de postcosecha y comercialización. Cartago, Costa Rica: 1 ed.

Solís R, Carcaño, y Moreno, Eric I. (2006). Análisis de la porosidad del concreto con agregado calizo. *Revista de la Facultad de Ingeniería Universidad Central de Venezuela*, 21(3), 57-68. Recuperado en 30 de junio de 2021, de [http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0798-40652006000300004&lng=es&tlng=es](http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0798-40652006000300004&lng=es&tlng=es).

Taboada, M y Álvarez, C. (2008). Fertilidad física de los suelos. Buenos Aires-AR. 2da Ed. Editorial Facultad de Agronomía. Universidad de Buenos Aires.

- Tituaña, A. (2019). Evaluación de efectividad de sedimentos de la laguna de Colta, como abono orgánico en cultivos transitorios de la provincia de Imbabura. En D. López, V. Salgado, S. Ulloa, & G. Puerta, Congreso iberoamericano sobre ambiente (Vol. 5, pág. 27). Ecuador, Imbabura.
- Vásquez, D. (2008). Producción y evaluación de cuatro tipos de bioabonos como alternativa biotecnológica de uso de residuos orgánicos para fertilizante. (En línea). Formato PDF. Recuperado el enero de 2020, Obtenido de <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/1503/1/17T0873.pdf>
- Vélez, 2010. Aproximación a la dinámica espacial de la frontera agrícola en el Ecuador. (En línea). Consultado 12 de enero de 2020. Formato PDF. Disponible en: <http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/10267/TESIS%20PUCE%20V%C3%A9lez%20Proa%C3%B1o%20Carla.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Venegas, A. (2014). Manejo de rastrojos de cultivo de maíz. <https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKEwjY5uKOqLfrAhXFslkKHYkjDjAQFjAAegQIARAB&url=http%3A%2F%2Fbiblioteca.inia.cl%2Fmedios%2Fbiblioteca%2Fboletines%2FNR41430.pdf&usg=AOvVaw2HN55am9Q4lr00vvrJe0cN>
- Verni, f. (2014). productores piden ayuda para análisis de suelo. (En línea). Consultado el 13 de octubre del 2020. Disponible en <https://elproductor.com/importancia-del-muestreo-y-analisis-de-suelo-para-optimizar-la-fertilizacion/>
- Villaseñor, D. (2016) Fundamentos y procedimientos para análisis físico morfológicos de suelos. 1e ed. Ecuador. UTMACH. p 38-43

# **ANEXOS**

## ANEXO 1. ENTREVISTA A TRABAJADORES DEL LOTE



### ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA AGROPECUARIA DE MANABÍ MANUEL FÉLIX LÓPEZ CARRERA DE INGENIERÍA AMBIENTAL ENTREVISTA

**TEMA DE TITULACION:** EVALUACIÓN DE LA PROPORCIÓN DEL ABONO DE SOCA DE MAÍZ (*Zea mays L.*) EN LA CALIDAD FÍSICO-QUÍMICA DEL SUELO EN LOS AMARILLOS-TOSAGUA

1. **¿Conoce de la condición físico química actual del suelo en Los Amarillos?**
  - a) Si
  - b) No
2. **¿Qué tipo de cultivo se aplica?**
  - a) Monocultivo
  - b) Cultivos múltiples
3. **¿Qué tipo de abono utilizan?**
  - a) Orgánico
  - b) Fertilizantes Químico
4. **¿Cuál es el cultivo que predomina en Los Amarillos?**
  - a) Maíz
  - b) Cacao
  - c) Banano
  - d) yuca
  - e) Otros .....
5. **¿Aprovechan los residuos de soca de maíz?**
  - a) Si
  - b) No

Justifique la respuesta sobre los residuos de soca de maíz

- a) Abono
  - b) Alimento de animales
  - c) Venden
  - d) Planta en pie
  - a) Quemar
  - b) Desechar
6. **¿Cuál es el precio del rastrojo de maíz?**
    - a) 20- 59 dólares/ha
    - b) 60-100 dólares/ha
    - c) 101-120 dólares/ha
    - d) No venden

## ANEXO 2. REGISTRO FOTOGRÁFICO

### 2.1. RECONOCIMIENTO DEL ÁREA



2-A Entrevista a propietario y trabajadores del lote



2-B toma de puntos georreferenciados en lote



2-C Evidencia de uso de fertilizantes químicos



### ANEXO 3. REGISTRO FOTOGRÁFICO

#### 3.1. TOMA DE MUESTRA



3-A Materiales de muestreo



3-B Limpieza del terreno



3-C Recolección de muestra

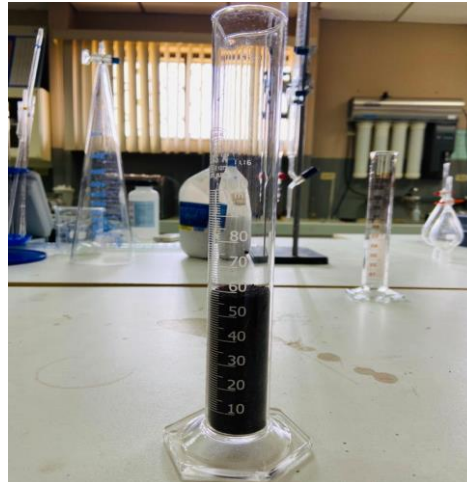


3-D Homogenización de muestra

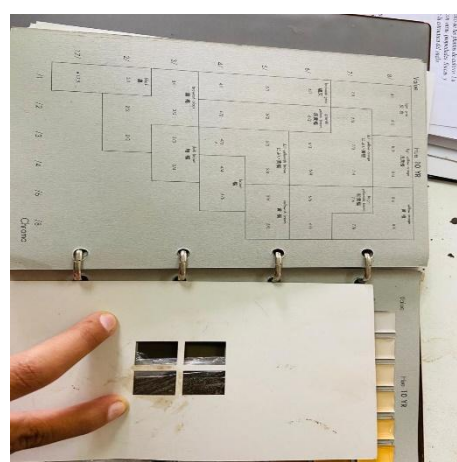
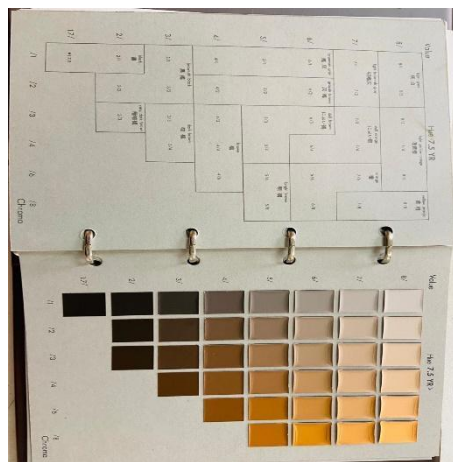
#### 3.2. ANALISIS FÍSICO-QUÍMICOS



3-E Análisis de textura en el laboratorio de la ESPAM



**3-F** Análisis de densidad aparente en el laboratorio de la ESPAM



**3-G** Determinación de color en el laboratorio de la ESPAM



**3-H** Determinación de materia orgánica



## ANEXO 4. ANÁLISIS QUÍMICOS REALIZADOS EN LA ESTACIÓN PICHILINGUE LABORATORIO DE SUELOS Y AGUAS



### ESTACION EXPERIMENTAL TROPICAL "PICHILINGUE"

LABORATORIO DE SUELOS, TEJIDOS VEGETALES Y AGUAS

Km. 5 Carretera Quevedo - El Empalme; Apartado 24

Quevedo - Ecuador Teléf: 052 783044 suelos.eetp@iniap.gob.ec

### REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS

| DATOS DEL PROPIETARIO |                              | DATOS DE LA PROPIEDAD |           | PARA USO DEL LABORATORIO |              |
|-----------------------|------------------------------|-----------------------|-----------|--------------------------|--------------|
| Nombre                | : LOOR GANCHOZO LUCIA ISABEL | Nombre                | : S/N     | Cultivo Actual           | :            |
| Dirección             | : CHONE / MANABI             | Provincia             | : Manabi  | N° Reporte               | : 7555       |
| Ciudad                | : CHONE                      | Cantón                | : Calceta | Fecha de Muestreo        | : 11/10/2020 |
| Teléfono              | : 0980546433                 | Parroquia             | :         | Fecha de Ingreso         | : 21/10/2020 |
| Fax                   | : isaloor2408@hotmail.com    | Ubicación             | :         | Fecha de Salida          | : 09/11/2020 |

| N° Muest.<br>Laborat. | Datos del Lote |      | pH      | ppm             |       | meq/100ml |      |       | ppm |       |       |      |        |   |
|-----------------------|----------------|------|---------|-----------------|-------|-----------|------|-------|-----|-------|-------|------|--------|---|
|                       | Identificación | Area |         | NH <sub>4</sub> | P     | K         | Ca   | Mg    | S   | Zn    | Cu    | Fe   | Mn     | B |
| 101092                | T1 R1-R2-R3    |      | 7,8 LAI | 11 B            | 38 A  | 1,18 A    | 12 A | 2,3 A |     | 2,1 M | 4,6 A | 30 M | 17,9 A |   |
| 101093                | T2 R1          |      | 7,4 PN  | 12 B            | 174 A | 5,58 A    | 13 A | 2,9 A |     | 3,1 M | 4,1 A | 43 A | 23,6 A |   |
| 101094                | T2 R2          |      | 7,6 LAI | 11 B            | 202 A | 3,83 A    | 13 A | 2,3 A |     | 6,2 M | 2,6 M | 47 A | 14,4 M |   |
| 101095                | T2 R3          |      | 7,2 PN  | 11 B            | 225 A | 6,61 A    | 14 A | 3,6 A |     | 5,7 M | 2,2 M | 46 A | 15,7 A |   |
| 101096                | T3 R1          |      | 7,2 PN  | 9 B             | 218 A | 7,42 A    | 14 A | 3,0 A |     | 3,7 M | 3,1 M | 42 A | 18,7 A |   |
| 101097                | T3 R2          |      | 7,1 PN  | 11 B            | 226 A | 7,91 A    | 14 A | 3,2 A |     | 4,2 M | 2,7 M | 33 M | 19,8 A |   |
| 101098                | T3 R3          |      | 7,3 PN  | 8 B             | 239 A | 7,49 A    | 13 A | 3,6 A |     | 6,7 M | 3,0 M | 42 A | 15,3 A |   |
| 101099                | T4 R1          |      | 7,4 PN  | 12 B            | 268 A | 8,42 A    | 14 A | 3,1 A |     | 6,7 M | 2,8 M | 43 A | 16,1 A |   |
| 101100                | T4 R2          |      | 7,1 PN  | 11 B            | 234 A | 7,84 A    | 14 A | 3,1 A |     | 3,6 M | 3,1 M | 37 M | 18,1 A |   |
| 101101                | T4 R3          |      | 7,1 PN  | 9 B             | 216 A | 7,67 A    | 13 A | 2,9 A |     | 8,2 A | 3,1 M | 37 M | 15,0 M |   |

## ANEXO 5. REGISTRO FOTOGRÁFICO

### 5.1. ELABORACIÓN DE ABONO



**5-A** Recolección de materia prima y montaje de compost



**5-B** Ejecución de volteo



**5-C** Control físico de la pila



## 5.2. DETERMINACIÓN DE PROPORCIÓN DE ABONO



5-D Pesaje de las proporciones de abono-suelo



5-E Instalación de tratamientos



5-F Recolección de muestras de tratamiento para laboratorio.

## ANEXO 6. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

### 6.1. PRUEBA SHAPIRO-WILLS DE LOS PARÁMETROS EN ESTUDIO

| Variable          | n  | Media  | D.E.  | W*   | p (Unilateral D) |
|-------------------|----|--------|-------|------|------------------|
| pH                | 12 | 7,4    | 0,28  | 0,81 | 0,0133           |
| Densidad aparente | 12 | 1,11   | 0,04  | 0,97 | 0,9325           |
| Porosidad         | 12 | 58,08  | 1,62  | 0,86 | 0,0801           |
| Textura           | 12 | 72,86  | 18,83 | 0,7  | <0,0001          |
| Materia orgánica  | 12 | 15,86  | 6,59  | 0,77 | 0,0022           |
| Color/seco        | 12 | 9,43   | 1,4   | 0,6  | <0,0001          |
| Color/húmedo      | 12 | 9,84   | 1,43  | 0,39 | <0,0001          |
| NH <sub>4</sub>   | 12 | 10,58  | 1,24  | 0,79 | 0,0054           |
| P                 | 12 | 176,33 | 86,27 | 0,73 | 0,0008           |
| K                 | 12 | 5,53   | 2,89  | 0,76 | 0,002            |
| Ca                | 12 | 13,17  | 0,83  | 0,76 | 0,002            |
| Mg                | 12 | 2,88   | 0,49  | 0,83 | 0,0344           |
| Zn                | 12 | 4,53   | 2,1   | 0,88 | 0,1616           |
| Cu                | 12 | 3,38   | 0,86  | 0,82 | 0,0256           |
| Fe                | 12 | 38,33  | 6,36  | 0,85 | 0,0619           |
| Mn                | 12 | 17,53  | 2,53  | 0,9  | 0,307            |
| Ca/Mg             | 12 | 4,65   | 0,59  | 0,93 | 0,5802           |
| Ca/K              | 12 | 4,07   | 3,71  | 0,61 | <0,0001          |
| Mg/K              | 12 | 0,83   | 0,68  | 0,61 | <0,0001          |
| Ca+Mg/K           | 12 | 4,9    | 4,38  | 0,61 | <0,0001          |

## 6.2. PRUEBA DE FISHER DE IGUALDAD DE VARIANZAS

| Variable          | Grupo (1) | Grupo (2) | n (1) | n (2) | Var (1)  | Var (2)  | F           | p       | prueba    |
|-------------------|-----------|-----------|-------|-------|----------|----------|-------------|---------|-----------|
| Densidad aparente | {1}       | {2}       | 3     | 3     | 0        | 2,90E-03 | 0           | <0,0001 | Bilateral |
| Densidad aparente | {1}       | {3}       | 3     | 3     | 0        | 5,10E-04 | 0           | <0,0001 | Bilateral |
| Densidad aparente | {1}       | {4}       | 3     | 3     | 0        | 3,30E-11 | 0           | <0,0001 | Bilateral |
| Densidad aparente | {2}       | {3}       | 3     | 3     | 2,90E-03 | 5,10E-04 | 5,6         | 0,303   | Bilateral |
| Densidad aparente | {2}       | {4}       | 3     | 3     | 2,90E-03 | 3,30E-11 | 86160630,76 | <0,0001 | Bilateral |
| Densidad aparente | {3}       | {4}       | 3     | 3     | 5,10E-04 | 3,30E-11 | 15386203,99 | <0,0001 | Bilateral |
| Porosidad         | {1}       | {2}       | 3     | 3     | 0        | 4,33     | 0           | <0,0001 | Bilateral |
| Porosidad         | {1}       | {3}       | 3     | 3     | 0        | 0,33     | 0           | <0,0001 | Bilateral |
| Porosidad         | {2}       | {3}       | 3     | 3     | 4,33     | 0,33     | 13          | 0,1429  | Bilateral |
| Porosidad         | {2}       | {4}       | 3     | 3     | 4,33     | 0        | sd          | <0,0001 | Bilateral |
| Porosidad         | {3}       | {4}       | 3     | 3     | 0,33     | 0        | sd          | <0,0001 | Bilateral |
| Zn                | {1}       | {2}       | 3     | 3     | 0        | 2,77     | 0           | <0,0001 | Bilateral |
| Zn                | {1}       | {3}       | 3     | 3     | 0        | 2,58     | 0           | <0,0001 | Bilateral |
| Zn                | {1}       | {4}       | 3     | 3     | 0        | 5,5      | 0           | <0,0001 | Bilateral |
| Zn                | {2}       | {3}       | 3     | 3     | 2,77     | 2,58     | 1,07        | 0,9651  | Bilateral |
| Zn                | {2}       | {4}       | 3     | 3     | 2,77     | 5,5      | 0,5         | 0,6696  | Bilateral |
| Zn                | {3}       | {4}       | 3     | 3     | 2,58     | 5,5      | 0,47        | 0,6389  | Bilateral |
| Fe                | {1}       | {2}       | 3     | 3     | 0        | 4,33     | 0           | <0,0001 | Bilateral |
| Fe                | {1}       | {3}       | 3     | 3     | 0        | 27       | 0           | <0,0001 | Bilateral |
| Fe                | {1}       | {4}       | 3     | 3     | 0        | 12       | 0           | <0,0001 | Bilateral |
| Fe                | {2}       | {3}       | 3     | 3     | 4,33     | 27       | 0,16        | 0,2766  | Bilateral |
| Fe                | {2}       | {4}       | 3     | 3     | 4,33     | 12       | 0,36        | 0,5306  | Bilateral |
| Fe                | {3}       | {4}       | 3     | 3     | 27       | 12       | 2,25        | 0,6154  | Bilateral |
| Mn                | {1}       | {2}       | 3     | 3     | 0        | 24,79    | 0           | <0,0001 | Bilateral |
| Mn                | {1}       | {3}       | 3     | 3     | 0        | 5,5      | 0           | <0,0001 | Bilateral |
| Mn                | {1}       | {4}       | 3     | 3     | 0        | 2,47     | 0           | <0,0001 | Bilateral |
| Mn                | {2}       | {3}       | 3     | 3     | 24,79    | 5,5      | 4,5         | 0,3633  | Bilateral |
| Mn                | {2}       | {4}       | 3     | 3     | 24,79    | 2,47     | 10,04       | 0,1812  | Bilateral |
| Mn                | {3}       | {4}       | 3     | 3     | 5,5      | 2,47     | 2,23        | 0,6196  | Bilateral |
| Ca/Mg             | {1}       | {2}       | 3     | 3     | 0        | 0,8      | 0           | <0,0001 | Bilateral |
| Ca/Mg             | {1}       | {3}       | 3     | 3     | 0        | 0,3      | 0           | <0,0001 | Bilateral |
| Ca/Mg             | {1}       | {4}       | 3     | 3     | 0        | 3,70E-04 | 0           | <0,0001 | Bilateral |
| Ca/Mg             | {2}       | {3}       | 3     | 3     | 0,8      | 0,3      | 2,71        | 0,5392  | Bilateral |
| Ca/Mg             | {2}       | {4}       | 3     | 3     | 0,8      | 3,70E-04 | 2168,4      | 0,0009  | Bilateral |
| Ca/Mg             | {3}       | {4}       | 3     | 3     | 0,3      | 3,70E-04 | 800,48      | 0,0025  | Bilateral |