



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
INSTITUTO DE POSTGRADO



Instituto de
Posgrado

MAESTRÍA EN GESTIÓN SUSTENTABLE DE RECURSOS NATURALES

TEMA:

“EFECTO DE *ZEOLITA Y VERMI COMPOST* EN EL MEJORAMIENTO DEL SUELO PARA LA PRODUCCIÓN DE ROSAS (*ROSA SP.*), VARIEDAD “MONDIAL” EN LA PLANTACIÓN FLORÍCOLA “MARY ROSES” TABACUNDO, CANTÓN PEDRO MONCAYO, PICHINCHA”

Trabajo de Investigación previo a la obtención del Título de Magíster en Gestión
Sustentable de Recursos Naturales

AUTOR: Luis Manuel Farinango Cuzco

DIRECTOR: Dr. Wilfredo Ramiro Franco PhD.

IBARRA - ECUADOR

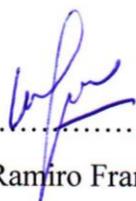
2020

CONSTANCIA DE APROBACIÓN DEL DIRECTOR DE TESIS

En calidad de Director de la tesis de grado titulada **“EFECTO DE ZEOLITA Y VERMI COMPOST EN EL MEJORAMIENTO DEL SUELO PARA LA PRODUCCIÓN DE ROSAS (ROSA SP.), VARIEDAD “MONDIAL” EN LA PLANTACIÓN FLORÍCOLA “MARY ROSES” TABACUNDO, CANTÓN PEDRO MONCAYO, PICHINCHA** presentado por: **Luis Manuel Farinango Cuzco** para optar por el grado de Magister en Gestión Sustentable de Recursos Naturales, doy fe de que dicho trabajo reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a presentación privada y evaluación por parte del jurado examinador que se designe.

En la ciudad de Ibarra, a los 25 días del mes de enero de 2020

Lo certifico

(Firma).....

Dr. Wilfredo Ramiro Franco PhD.

C.C.: 175735943-3

DIRECTOR DE TESIS



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
BIBLIOTECA UNIVERSITARIA



Instituto de
Posgrado

AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR DE LA
UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

En cumplimiento del Art. 144 de la Ley de Educación Superior, hago la entrega del presente trabajo a la Universidad Técnica del Norte para que sea publicado en el Repositorio Digital Institucional, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

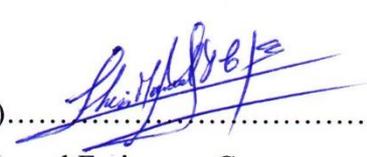
DATOS DE CONTACTO			
CÉDULA DE IDENTIDAD:	1712871605		
APELLIDOS Y NOMBRES:	Farinango Cuzco Luis Manuel		
DIRECCIÓN:	Calle Isidro Ayora Barrio la Cruz		
EMAIL:	manuelfari74@hotmail.com		
TELÉFONO FIJO:	022366535	TELÉFONO MÓVIL:	0985994061
DATOS DE LA OBRA			
TÍTULO:	“EFECTO DE <i>ZEOLITA Y VERMI COMPOST</i> EN EL MEJORAMIENTO DEL SUELO PARA LA PRODUCCIÓN DE ROSAS (<i>ROSA SP.</i>), VARIEDAD “MONDIAL” EN LA PLANTACIÓN FLORÍCOLA “MARY ROSES” TABACUNDO, CANTÓN PEDRO MONCAYO, PICHINCHA”		
AUTOR (ES):	Luis Manuel Farinango Cuzco		
FECHA:	2020/01/25		
SOLO PARA TRAB/AJOS DE GRADO			
PROGRAMA:	<input type="checkbox"/> PREGRADO <input checked="" type="checkbox"/> POSGRADO		
TITULO POR EL QUE OPTA:	Magister en Gestión Sustentable de Recursos Naturales		
ASESOR /DIRECTOR:	Dr. Wilfredo Ramiro Franco PhD.		

2. CONSTANCIAS

El autor manifiesta que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto, la obra es original y que es la titular de los derechos patrimoniales, por lo que asume la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

En la ciudad de Ibarra, a los 25 días del mes de enero de 2020

EL AUTOR

(Firma).....

Luis Manuel Farinango Cuzco

C.C.: 1712871605

REGISTRO BIBLIOGRAFICO

Guía: POSGRADO – UTN

Fecha: Ibarra, 25 de enero de 2020

Luis Manuel Farinango Cuzco “EFECTO DE *ZEOLITA Y VERMI COMPOST* EN EL MEJORAMIENTO DEL SUELO PARA LA PRODUCCIÓN DE ROSAS (*ROSA SP.*), VARIEDAD “MONDIAL” EN LA PLANTACIÓN FLORÍCOLA “MARY ROSES” TABACUNDO, CANTÓN PEDRO MONCAYO, PICHINCHA”, /Trabajo de grado. Magister en Gestión Sustentable de Recursos Naturales. Universidad Técnica del Norte Ibarra.

DIRECTOR: Dr. Wilfredo Ramiro Franco PhD.

El principal objetivo de la presente investigación fue: Evaluar el efecto de zeolita y vermicompost en el mejoramiento del suelo y la respuesta en la producción de rosas (*Rosae sp.*), variedad “mondial”. Entre los objetivos específicos tenemos: Determinar la incidencia de la aplicación de zeolita y vermicompost en las propiedades químicas y física del suelo. Analizar el efecto de uso de zeolita y vermicompost en el comportamiento agronómico del cultivo de rosas (variedad mundial). Analizar la relación costo beneficio de la aplicación de los tratamientos en el cultivo de rosas (variedad mundial).

Fecha: Ibarra, 25 de enero de 2020



.....
Dr. Wilfredo Ramiro Franco PhD.

Director



.....
Luis Manuel Farinango Cuzco

Autor

DEDICATORIA

A mis padres: José e Isabel

A mi esposa: María Quilumbaquin Bonilla

A mis Hijos: Danny y Luis

A mis hermanos: Janeth, María y Santiago

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por brindarme salud y fuerza para alcanzar todas las metas que me trazado en la vida.

Quiero agradecer a mis padres, esposa, hijos y hermanos que, con su amor, apoyo supieron encaminar mis anhelos y aspiraciones.

También agradezco a la plantación Mary Roses por haber permitido realizar mi investigación y finalmente mi gratitud a todo el cuerpo de catedráticos de la Maestría en Gestión Sustentable de Recursos Naturales de la Universidad Técnica del Norte, de manera especial a mi Tutor Dr. Wilfredo Ramiro Franco, Magister Mairett Rodríguez y al asesor de tesis al MSc. Miguel Gómez que aportaron sus conocimientos para la culminación de esta investigación.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CONSTANCIA DE APROBACIÓN DEL DIRECTOR DE TESIS	ii
AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE	iii
REGISTRO BIBLIOGRAFICO	v
DEDICATORIA	ivi
AGRADECIMIENTO	vii
ÍNDICE DE CONTENIDOS	viii
ÍNDICES DE TABLAS	xi
INDICE DE FIGURAS	xiii
LISTA DE ABREVIATURAS	xiv
RESUMEN.....	xv
ABSTRACT.....	xvii
CAPÍTULO I.....	1
1. Problema.....	1
1.1. Problema de investigación.....	1
1.2. Hipótesis	2
1.3. Objetivos de la investigación.....	3
1.3.1. Objetivo general.....	3
1.3.2. Objetivos específicos	3
1.4. Justificación	4
CAPÍTULO II	7
2.2. Marco teórico.....	8
2.2.1. Importancia del cultivo de rosas en el Ecuador	8
2.2.2. Manejo del suelo para el cultivo de rosas	9
2.3. Marco legal	20
CAPÍTULO III.....	21
3. Marco metodológico	21
3.1. Descripción del área de estudio	21
3.2. Enfoque y tipo de investigación	22

3.3. Procedimiento de investigación.....	22
3.3.1. Métodos	22
3.3.2. Manejo general del experimento.....	30
3.4. Consideraciones bioéticas	38
CAPÍTULO IV	39
4. Resultados y discusión	39
4.1. Incidencia de la aplicación de zeolita y vermicompost en las propiedades químicas y física del suelo.....	39
4.1.1. El suelo en condición previa al experimento (tratamiento testigo)	39
4.1.2 Variables químicas al inicio y final de la investigación	40
4.1.3. Variables químicas y física al final de la investigación.....	43
4.1.4. Comparación del contenido total de nutrientes dispuestos para el cultivo (suelo mejorado + fertirriego) y el contenido remanente en el suelo al final del ciclo.....	46
4.2. Efecto de uso de zeolita y vermicompost en el comportamiento agronómico del cultivo de rosas (variedad mundial).....	52
4.2.1. Cálculo de flores de exportación	53
4.3. Relación costo beneficio de la aplicación de los tratamientos en el cultivo de rosas (variedad mundial).	54
4.4. Discusión de resultados	57
4.4.1. Variables químicas al inicio y final de la investigación	57
4.4.2. Variables agronómicas.....	67
CAPÍTULO V	71
5. Conclusiones y recomendaciones.....	71
5.1. Conclusiones.....	71
5.2. Recomendaciones	73
Referencias bibliográficas	74
ANEXOS	79
Anexo 1. Resultados de análisis de M.O. INIAP.....	79
Anexo 2. Resultados de análisis de suelo INIAP al inicio de la Investigación.....	79
Anexo 3. Resultados de análisis de suelo INIAP al final de la Investigación.....	82
Anexo 4. Resultados de análisis de da UPS al final de la Investigación.....	83

Anexo 5. Panorámica del contenido de nutrientes de diversos cultivos (kg/ha)....	85
Anexo 6. Panorámica de la visita del tutor Dr. Wilfredo Franco.	85
Anexo 7. Panorámica de recepción de flor de la postcosecha.....	86
Anexo 8. Panorámica del procesamiento de flor.....	86
Anexo 9. Panorámica de bonches de la variedad Mondial	87
Anexo 10. Panorámica de cajas empacadas de flor lista para exportar.....	87

ÍNDICES DE TABLAS

Tabla 1. Aporte de materia orgánica al suelo y su relación C/N.....	12
Tabla 2. Composición del humus de lombriz.....	13
Tabla 3. Dosis del humus de lombriz en los cultivos de flores, frutales, hortalizas y pastos.....	13
Tabla 4. Dosis de zeolita en varios cultivos flores, pastos, hortalizas y leguminosas.	16
Tabla 5. Rangos de concentración de nutrientes en ppm para el cultivo de rosas.	18
Tabla 6. Porcentajes de fuentes de fertilizantes para la fertirrigación en el cultivo de rosas.	19
Tabla 7. Tratamientos del experimento.....	23
Tabla 8. Esquema para el análisis de varianza.	25
Tabla 9. Cantidad de sales disueltas en kg en el tanque A de 250l para la fertirrigación.	34
Tabla 10. Cantidad de sales disueltas en kg en el tanque B de 250l para la fertirrigación.	35
Tabla 11. Concentración de nutrientes utilizados en fertirrigación (ppm/l) para el cultivo de rosas.....	35
Tabla 12. Propiedades físicas y químicas del suelo original empleado en el experimento, antes de ser mejorado con vermicompost y zeolita.....	40
Tabla 13. Promedios de las variables químicas al inicio y final de la investigación por tratamiento en las unidades del laboratorio de suelos.....	41
Tabla 14. Análisis de la varianza para variables químicas al inicio de la investigación	42
Tabla 15. Prueba de significación de Scheffé al 5% sobre diferencias en las variables químicas del suelo entre tratamientos al inicio de la investigación.	42
Tabla 16. Análisis de varianza para las variables químicas al final de la investigación.	44
Tabla 17. Prueba de Scheffe al 5% sobre diferencias en las variables químicas del suelo entre tratamientos, al final de la investigación.....	44

Tabla 18. Análisis de la varianza de los valores de densidad aparente del suelo al final del ciclo productivo.....	45
Tabla 19. Prueba de significación de Scheffé al 5% sobre diferencias en la densidad del suelo al final del ciclo productivo.	46
Tabla 20. Cantidad total de nutrientes en kg/ha (0.2m profundidad del suelo), de los tratamientos, sumatoria de nutrientes en el suelo mejorado con tratamientos más aportes de fertirriego y nutrientes remanentes en el suelo al final del ciclo productivo.	47
Tabla 21. Salida de nutrientes durante el cultivo de rosas en el ciclo productivo de 68 días, por tratamiento(calculado como diferencia entre los aporte totales y el remanente al final del experimento), en kg/ha, a 0,2m de profundidad del suelo y en %	49
Tabla 22. Extracción de nutrientes de varios cultivos (parte cosechable de la planta kg/ha).....	51
Tabla 23. Promedios para las variables agronómicas.	52
Tabla 24. Análisis de la varianza para variables agronómicas.....	53
Tabla 25. Promedio y pruebas de significación de Scheffé al 5% para las variables agronómicas.	53
Tabla 26. % de flores para la exportación según el testigo vs resto de tratamientos.	54
Tabla 27. Costos fijos por tratamiento.	54
Tabla 28. Costos variables de vermicompost por tratamiento.	55
Tabla 29. Costos variables de zeolita por tratamiento.	55
Tabla 30. Costos totales por tratamiento.....	55
Tabla 31. Ingresos por tratamiento.....	56
Tabla 32. Utilidad por tratamiento	56

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Estructura de una zeolita típica.....	15
Figura 2. Variedad de rosa mundial	17
Figura 3. Ubicación de la plantación Mary Roses	21
Figura 4. Esquema de distribución de tratamientos al azar en campo	24
Figura 5. Toma de muestras de suelo con el barreno	26
Figura 6. Muestras de suelo con el cilindro	26
Figura 7. Medición de la variable longitud del tallo	27
Figura 8. Medición de variable diámetro del tallo	27
Figura 9. Medición del pedúnculo floral.....	28
Figura 10. Medición de la longitud del botón floral	28
Figura 11. Medición del diámetro del botón floral.	29
Figura 12. Preparación del suelo con el motocultor.....	30
Figura 13. Pinch a mesa de los tallos de rosas	30
Figura 14. Delimitación de los tratamientos	31
Figura 15. Identificación de los tratamientos	31
Figura 16. Bajo de hombreras de las camas	32
Figura 17. Colocación de vermicompost	32
Figura 18. Colocación de zeolita.....	33
Figura 19. Alzado de suelo en las hombreras	33
Figura 20. Etiquetación de tallos de rosas.....	34
Figura 21. Vista general para la cosecha de rosas.....	36
Figura 22. Cosecha de rosas variedad mundial	37
Figura 23. Enmallado de las rosas	37
Figura 24. Hidratación de las rosas.	37

LISTA DE ABREVIATURAS

INIAP	Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias
Da	Densidad aparente
M.O.	Materia orgánica

RESUMEN

EFFECTO DE ZEOLITA Y VERMI COMPOST EN EL MEJORAMIENTO DEL SUELO PARA LA PRODUCCIÓN DE ROSAS (*Rosa sp.*), VARIEDAD “MONDIAL” EN LA PLANTACIÓN FLORÍCOLA MARY ROSES, TABACUNDO, CANTÓN PEDRO MONCAYO, PICHINCHA.

Autor: Luis Manuel Farinango Cuzco

Correo: manuefari74@hotmail.com

La presente investigación se efectuó en la parroquia de Tabacundo, en el Cantón Pedro Moncayo, Provincia de Pichincha-Ecuador, plantación florícola Mary Roses, localizada a una altitud de 2850 msnm, correspondiendo al clima de bosque húmedo montano (Holdridge), caracterizado por 12.5°C y 920mm de precipitación. Para el efecto de la investigación se utilizó un diseño completamente al azar, con cuatro tratamientos y cinco repeticiones: Tratamiento 1 = Testigo, Tratamiento 2 = Vermicompost 10t/ha + Zeolita 1 tn/ha, Tratamiento 3 = Vermicompost 20t/ha + Zeolita 1t/ha, Tratamiento 4 = Vermicompost 30t/ha + Zeolita 1t/ha. El experimento incluyó un total de veinte unidades de medición con un área de 1.68m² cada una, separadas con sarán de 1.50m de alto, para un área total de medición de 33.60m², en condiciones de invernadero con fertirriego, y plantación de rosas variedad mundial, color blanco. La secuencia de técnicas de manejo del experimento fueron las siguientes: a) Realización del Pinch de los tallos despuntados, b) Aplicación de la mezcla de vermicompost y zeolita luego de rebajar las hombreras de las camas, y toma de muestras del sustrato ya conformado para análisis en el laboratorio de suelos, c) Realización de labores de rutina durante el tiempo de crecimiento de las rosas: control de malezas, desyemado, podas sanitarias, “basureo”, fertirrigación, y control de plagas y enfermedades. El suelo se caracterizó a través de las variables químicas y físicas siguientes: NH₄⁺, P, K, S, Ca, Mg, Mn, Fe, Zn, Cu, B, CIC, pH, M.O. y densidad aparente. Los tratamientos aplicados, más el fertirriego 5 días a la semana, generaron la acumulación en el suelo, al final del ciclo productivo, de casi el 90% en promedio

del P incorporado al sistema, el 81% del Fe, el 77% del Ca y más del 60% del Mg, NH_4^+ , el Cu y el Zn. Por el contrario, la extracción de nutrientes del sistema más importante fue la del S con 80.2% en promedio, para un valor entre 111 y 213kg/ha durante el ciclo productivo de 68 días, seguido por K con el 63.2% para un valor entre 151 y 163kg/ha. La respuesta de las rosas a los tratamientos se evaluó mediante los siguientes parámetros vegetativos: diámetro de tallos, longitud del pedúnculo floral, longitud del botón floral, diámetro del botón floral y número o rendimiento de flores por superficie por tratamiento. El análisis estadístico (análisis de varianza y prueba de Scheffer) evidencia que con el tratamiento 3 (dosis de 3.38kg vermicompost + 0.17kg de zeolita por unidad de estudio, equivalentes a 20t/ha de vermicompost y 1t/ha de zeolita) se alcanzaron los mayores valores en diámetro de tallos, longitud del pedúnculo floral, longitud del botón floral y diámetro del botón floral y, asimismo, el mejor rendimiento de flores por superficie, demostrando la mejor eficacia agronómica. Similarmente, el tratamiento 3 resultó el más rentable con un 98.00 % de rendimiento económico. Los resultados permiten recomendar el uso de estos productos naturales en la preparación del suelo de las camas de la plantación de rosas, en la búsqueda de mejorar la producción en la industria de las rosas.

Palabras clave: cultivo de rosas, mejoramiento del suelo, nutrientes y producción de rosas

ABSTRACT

EFEECTO DE ZEOLITA Y VERMI COMPOST EN EL MEJORAMIENTO DEL SUELO PARA LA PRODUCCIÓN DE ROSAS (*Rosa sp.*), VARIEDAD “MONDIAL” EN LA PLANTACIÓN FLORÍCOLA “MARY ROSES” TABACUNDO, CANTÓN PEDRO MONCAYO, PICHINCHA.

Author: Luis Manuel Farinango Cuzco

Email: manuefari74@hotmail.com

The present research took effect in the Tabacundo parrish, Pedro Moncayo county, Pichincha province of Ecuador, at the roses plantation Mary Roses, located at 2850msnm altitude, corresponding to a Montane Humid Forest climate (Holdridge) with 12.5°C average temperature and 920mm annual rainfall. The experimental design included 4 treatments (T) and 5 repetitions completely random: T1=witness, T2= Vermicompost 10t/ha + Zeolita 1t/ha, T3= Vermicompost 20t/ha + Zeolita 1t/ha, T4= Vermicompost 30t/ha + Zeolita 1t/ha. The experiment included a total of 20 measurements units 1.68m² each, separated by a curtain 1.5m high, totalizing 33.60m², under greenhouse conditions with irrigation and fertilization in a roses plantation variety “mondial” and white color. The experiment follow the usual rose’s production management technics: a) Pinch of stems, b) Adding of the vermicompost and zeolite mix after reducing beds, and substrate sampling for soil laboratory analysis, c) Routine labor during producing cycle: weeds control, buds removal, sanitary pruning, garbage removal, fertilization & irrigation, and pest & diseases control. Substrate characterization based on chemicals and physicals variables: NH₄⁺, P, K, S, Ca, Mg, Mn, Fe, Zn, Cu, B, CIC, pH & M.O. and apparent density. The applied treatments, plus the fertigation 5 days a week, generated the accumulation in the soil, at the end of the productive cycle, of almost 90% in average of the P incorporated to the system, 81% of the Fe, 77% of the Ca and more than 60% of Mg, NH₄⁺, Cu and Zn. On the contrary, the most significative extraction of nutrients from the system was that of S with 80.2% on average, for a value between 111 and 213kg/ha during the productive

111 and 213kg/ha during the productive cycle of 68 days, followed by K with 63.2% for a value between 151 and 163kg/ha. The response of rose plants to treatments was evaluated following vegetative parameters: stem diameter, peduncle length, floral button length, and number of flowers by surface. The statistical analysis (ANOVA and Scheffer test) show that the T3 treatment (3.38kg vermicompost + 0.17kg zeolite by surface unit, equivalent to 20t/ha vermicompost and 1t/ha zeolite) generated the best values in stem diameter, peduncle length, length and diameter of floral buttons, and similarly, the best production by surface, which demonstrated the best agronomic efficiency. Similarly, T3 turned out to be the most profitable treatment, reaching a return rate of 98.00%. The results allow to recommend add these natural products in order to improve bed soils looking for a better performance at the rose production industry.

Key words: rose cultivation, soil amelioration, nutrients and rose production



CAPÍTULO I

1. Problema

1.1. Problema de investigación

El cultivo de rosas ha tenido una creciente y significativa incidencia desde el año 85 en la economía ecuatoriana, llevando al país al segundo puesto como productor a nivel mundial. Son 204 empresas productoras de flores a nivel nacional, que generan cerca de 30.000 puestos de trabajo e impulsan el desarrollo rural (CFN, 2017).

Según Ártica (2008), el uso indiscriminado de fertilizantes químicos colocados al suelo en la producción de rosas, ha generado elevados contenidos de sales produciendo suelos salinos y baja productividad. Además, los suelos salinos tienen efecto negativo sobre la microbiota del suelo, su equilibrio ecológico y su potencial productivo (Mosquera, 2010). Por otra parte, se debe destacar que el cultivo de rosas a partir del segundo año de producción comienza a disminuir, generando una problemática de rendimiento.

El uso intensivo de fertilizantes químicos en las 5.126ha de cultivo de rosas en invernadero bajo la producción, ocasionando una gran concentración de sales en el suelo que con lleva a fijarse o lixiviarse. Además, el costo de los fertilizantes químicos afecta negativamente la rentabilidad del cultivo de rosas. Ello obliga al desarrollo de alternativas de fertilización.

Desde años recientes, ha venido incrementando el llamado de los países compradores de rosas a desarrollar alternativas de producción que permitan disminuir la utilización de agroquímicos, utilizando técnicas basadas en la agricultura orgánica, con lo cual se reduciría el impacto negativo al ambiente, y se abriría el criterio de sostenibilidad en la producción de rosas, como componente del deseado desarrollo sustentable (Fainstein, 2005). En este contexto, es procedente y necesario experimentar métodos

alternativos de cultivo a partir del tratamiento zeolita y vermicompost, que contribuyan a satisfacer las necesidades nutricionales de las rosas con menos uso de fertilizantes químicos y permita mantener su producción sostenible.

La meta, a mediano plazo, es lograr que las microempresas productoras de rosas en la Parroquia Tabacundo logren implantar sistemas agroecológicos de producción, que permitan satisfacer las demandas del mercado y de la sociedad en términos de sostenibilidad.

1.2. Hipótesis

El tratamiento con zeolita y vermicompost mejora las propiedades físicas y químicas del suelo, y el comportamiento agronómico del cultivo de rosas variedad (mondial).

1.3. Objetivos de la investigación

1.3.1. Objetivo general

Evaluar el efecto de zeolita y vermicompost en el mejoramiento del suelo y la respuesta en la producción de rosas (*Rosae sp.*), variedad “mondial”.

1.3.2. Objetivos específicos

- Determinar la incidencia de la aplicación de zeolita y vermicompost en las propiedades químicas y física del suelo.
- Analizar el efecto de uso de zeolita y vermicompost en el comportamiento agronómico del cultivo de rosas (variedad mundial).
- Analizar la relación costo beneficio de la aplicación de los tratamientos en el cultivo de rosas (variedad mundial).

1.4. Justificación

Los requerimientos de alta producción y calidad exigidos por el mercado internacional de rosas han ido deteriorando en el país en los últimos años; debido a un mal manejo del suelo, fertilizantes y agua en la práctica de fertirrigación, lo que ha llevado a la salinidad del suelo y contaminación de aguas subterráneas (Lanchimba, 2013).

El impulsar la floricultura de los pequeños microempresarios con la utilización de sistemas alternos de mejoramiento de los suelos con la aplicación de abonos orgánicos y zeolita, brindará mejores condiciones edáficas de productividad. Estas medidas pueden contribuir con mayor capacidad de intercambio catiónico, mayor disponibilidad de N, P y S y demás elementos nutritivos, y mejor estructura, porosidad y aireación del suelo. Además, contribuirá a reducir el uso de insumos externos, proteger la salud del ser humano y conservar el ambiente y la biodiversidad (Rodríguez, Ríos, & Chávez, 2007).

La necesidad de disminuir la dependencia de fertilizantes químicos artificiales en los distintos cultivos obliga a buscar alternativas fiables y sostenibles. En la agricultura y floricultura intensiva el manejo del suelo es trascendental y exige el mejoramiento continuo de sus características físicas, químicas y biológicas; en este sentido, los abonos orgánicos que incrementa la calidad y durabilidad de la materia orgánica del suelo (Mosquera, 2010). Otro efecto de gran importancia del uso de abonos orgánicos es el mejoramiento de la vida microbiana del suelo, además los abonos orgánicos y la zeolita posibilitan la degradación de la materia orgánica y la liberación de nutrientes en el suelo para la nutrición vegetal ayudando a un óptimo desarrollo de los cultivos (*op.cit.*)

Los abonos orgánicos no sólo aumentan las condiciones nutritivas de la tierra, sino que mejoran su condición física (estructura), incrementan la absorción del agua y mantienen la humedad del suelo, su acción es prolongada, duradera y pueden ser utilizados con frecuencia sin dejar secuelas en el suelo y con un gran ahorro económico.

Los abonos orgánicos y la zeolita aplicados en climas fríos calientan el suelo y favorecen el desarrollo de las raíces, principal vía de nutrición de plantas; su uso es recomendable para toda clase de suelos, especialmente, para aquellos de bajo contenido en materia orgánica, desgastados por efectos de erosión y su utilización contribuye a regenerar suelos aptos para la agricultura y floricultura (*op.cit.*)

La investigación responde al plan nacional de desarrollo 2017-2021 toda una vida en el objetivo tres donde manifiesta garantizar los derechos de la naturaleza para las actuales y futuras generaciones, también señala actuar en una economía amigable con la naturaleza implica acoger el conjunto de saberes, conocimientos y aplicaciones tanto tradicionales como científicas, para marcar una nueva era de bioeconomía basada en el aprovechamiento sustentable de los recursos biológicos renovables para la producción de alimentos, energía y bienes industriales, obtenidos a través de transformaciones de material orgánico.

CAPÍTULO II

2. Marco referencial

2.1. Antecedentes

El manejo agronómico del cultivo de rosas, pretende lograr tener la máxima expresión genética en vegetales, con el uso de fertilizantes; sin embargo, la eficiencia de la fertilización no sólo se refleja en altas producciones de los cultivos, ambientalmente también puede ser analizada respecto al grado de contaminación que produzca y la obstrucción de nutrientes que sea aprovechable por la planta; esta actividad de suministrar sales a la planta a través del suelo, sobre todo en la zona andina, conlleva a que los lixiviados edáficos estén altamente cargados de iones, convirtiéndose en factor contaminante de las aguas subterráneas (Chica, Londoño, & Alvarez, 2006). Con el planteamiento de optimizar los recursos utilizados e incrementar la producción en cultivos y de manera amigable con el ambiente, se encontró investigaciones con la utilización de la zeolita y vermicompost. Torres (2015), realizó una investigación en el uso de zeolita y humus en el cultivo de zanahoria amarilla (*Daucus carota*) donde combinó las dosis de zeolita más humus, los resultados en cuanto al rendimiento se concluye como el mejor tratamiento a Z3 (Zeolita 3000kg/ha) el cual obtuvo 40.67t/ha.

De otra parte, evaluaron efecto de la adición de zeolita (clinoptilolita e mordenita) en un andosol sobre el ambiente químico edáfico y el crecimiento de avena, se mezcló cinco diferentes concentraciones de zeolita, la aplicación de zeolita sódica (45% clinoptilolita y 55% mordenita) empleada en este estudio tuvo un efecto positivo sobre la producción de la biomasa aérea, de raíces y total de la avena (Macias, Spinola, & Hernández, 2007).

Asimismo, se evaluó la germinación y producción de plántula de lisianthus (*eustoma grandiflorum* (raf.) shinners.) var. mariachi blue, en mezclas de peat-moss y zeolita,

se mesclo sustratos con la adición de Peat-mos:zeolita teniendo como resultado que las plántulas cultivadas en un sustrato peat-moos:zeolita cargada con potasio en una relación 70:30 se tiene un mayor peso seco (Díaz, 2017).

También se investigó el origen, importancia y aplicación de vermicomposta para el desarrollo de especies hortícolas y ornamentales, encontrando como resultado que hoy en día existen diversas evidencias de que las lombrices de tierra provocan diferentes efectos benéficos, en las propiedades físicas, químicas y biológicas, sobre los suelos demostrado que estos efectos pueden incrementar el desarrollo de la planta y el rendimiento de los cultivos tanto en ecosistemas naturales como en los ecosistemas manejados (Reséndez, 2015).

Finalmente se evaluó el uso de tres mejoradores de retención de nutrientes en el suelo encontrándose que la variable de longitud de tallo el Producto 1 (Silicio) y el 3 (Cal agrícola) siguen predominando a los 30 días pero a los 60 días el Producto 1 es remplazado por el 2 (Zeolita) que junto a la Cal agrícola son los mejores (Palacios, 2012).

2.2. Marco teórico

2.2.1. Importancia del cultivo de rosas en el Ecuador

La localización geográfica de Ecuador, la calidad de la tierra, la luz en forma perpendicular que ilumina sus campos, la altura frente al nivel del mar, la humedad y otras características propias de Ecuador son las que hacen que esta tierra pueda cosechar flores en cualquier época del año, lo que ha posicionado a este país como el segundo exportador de flores del mundo, considerando las características de la rosa por su tamaño y variedad (Clúster flor, 2017).

2.2.2. Manejo del suelo para el cultivo de rosas

2.2.2.1. Componentes del suelo

Un suelo ideal para la producción de rosas tiene los componentes de un 45% de materia mineral, 5% de materia orgánica, 25% de aire y el 25% de agua, la materia orgánica es una de las más importantes dentro del suelo con la finalidad de proteger la degradación del suelo y por ende a preservar el agro ecosistema (Marconi, 2011).

2.2.2.2. Sustratos utilizados en el suelo

Los suelos para el cultivo de rosas deben estar bien preparados. Según Esmeral, Gonzáles, & Victor(2011), los sustratos más utilizados en mezcla con el suelo son: cascarilla de arroz, escoria de carbón y turba. También se utilizan mezclas de sustratos como escoria de carbón, fibra de coco y en menos proporción compost y cascarilla de arroz.

Las rosas necesitan macronutrientes y micronutrientes esenciales para la producción, que son 16 elementos químicos necesarios para el desarrollo del rosal, 13 son los elementos derivados del suelo y son absorbidos por las raíces, aunque pueden ser absorbidos en pequeñas dosis por las hojas. La escasez de sólo uno de ellos puede mermar seriamente los rendimientos y la salud del rosal. Se dividen en tres grupos: nutrientes primarios N, P y K, nutrientes secundarios Ca, Mg y S y los micronutriente B, Cu, Fe, Mn, Zn, Cl y Mo (Fainstein, 2005).

Según Lopez, Estrada & Valdez (2001), los abonos orgánicos se han recomendado en aquellas tierras sometidas a cultivo intenso para mejorar la estructura del suelo; con ello, se aumentan la capacidad de retención de agua y la disponibilidad de nutrimentos para la planta.

Una vez descompuesto el abono orgánico se da lugar a la materia orgánica del suelo que es una mezcla heterogénea de residuos de plantas y animales en varios estados de

descomposición de sustancias sintetizadas microbiológicamente y/o químicamente a partir de los productos de degradación, de los cuerpos de microorganismos vivos y muertos, pequeños animales y sus restos, los niveles adecuados de MO en el suelo promueven la formación de los macro poros y consecuentemente, mejoran la tasa de infiltración, además de facilitar la labranza y permite aireación del suelo (Seguel, Cortázar, & Casanova, 2003).

Por su parte Díaz, Sánchez & Llerena (2009), las zeolitas mejoran las propiedades químicas y físicas del suelo, es uno de los caminos más efectivos para incrementar la capacidad de intercambio catiónico (CIC) en la zona de las raíces y disminuir las aplicaciones de fertilizantes reduciendo las pérdidas por volatilización y lixiviación de los de los mismos.

2.2.2.3. Relación de la materia orgánica con propiedades del suelo

Las propiedades físicas del suelo se mejoran con la incorporación de la materia orgánica, en general entre 1 y 6% del horizonte A1 y decrece en profundidad, la MO está compuesta por sustancias carbonadas orgánicas, desde materiales vegetales frescos sin descomponer hasta cadenas carbonadas muy transformadas y estables como los ácidos húmicos. Estas sustancias carbonadas provienen de restos vegetales, raíces de plantas, restos animales (macro, meso y microfauna), bacterias y hongos (Ghisolfi, 2011).

Se ha encontrado que las aplicaciones de materia orgánica (MO) en grandes volúmenes al suelo provocan a corto plazo una disminución de la densidad aparente y, consecuentemente, aumentó la porosidad total, especialmente los poros gruesos. La densidad aparente es una de las propiedades más determinantes de las características de permeabilidad y aireación del suelo, y su persistencia en el tiempo es reflejo de la estabilidad de los agregados (Seguel, Cortázar, & Casanova, 2003).

Asimismo, las propiedades químicas del suelo también mejoran según Rodríguez, Cano & Figueroa (2009), los abonos orgánicos aumentan el poder de absorción del

suelo y reducen las oscilaciones de pH de éste, lo que permite mejorar la capacidad de intercambio catiónico del suelo, con lo que se aumenta la fertilidad. La CIC, es una propiedad química del suelo estrechamente vinculada a su fertilidad, depende de los coloides inorgánicos (arcillas cristalinas, geles amorfos, óxidos y sesquióxidos de hierro y aluminio) y del contenido de MO.

Los suelos tienen una carga permanente y otra carga que varía con el pH. Se considera que la CIC permanente proviene de la fracción de arcilla, mientras que la CIC variable depende de las sustancias húmicas (Martínez, Fuentes, & Acevedo, 2008).

Igualmente, las propiedades biológicas del suelo también mejoran, los abonos orgánicos favorecen la aireación y oxigenación del suelo, por lo que hay mayor actividad radicular y mayor actividad de los microorganismos aerobios. También producen sustancias inhibitoras y activadoras de crecimiento, incrementan considerablemente el desarrollo de microorganismos benéficos, tanto para degradar la materia orgánica del suelo como para favorecer el desarrollo del cultivo (Restrepo & Bejarano, 2002).

2.2.2.4. Incorporación de materia orgánica

La materia orgánica se aplica al suelo principalmente en forma de composta, que favorece la estructura del suelo, la disponibilidad de nutrientes para la planta, amortigua el pH, fomentando el buen desarrollo de las plantas, la fertilización orgánica mejora la fertilidad y la productividad en el suelo, además ayuda a restablecer la biodiversidad y la actividad microbiana en suelos degradados (Hernandez, Ojeda, López, & Arras, 2010).

La producción de rosas debe tener la materia orgánica una relación de carbono/nitrógeno. Según Sánchez (2011), indica los rangos C/N más adecuados de la MO para la producción de cultivos de rosas en la (Tabla 1).

Tabla 1.

Aporte de materia orgánica al suelo y su relación C/N

C/N	Condición en la materia orgánica
<10	Buena
10-14	Aceptable
>14	No aceptable

Nota: Tomado de Sánchez (2011).

2.2.2.5. Humus de lombriz

El humus es simplemente la materia orgánica en estado avanzado de descomposición la cual adquiere la consistencia de una masa amorfa, homogénea y de color oscuro. La lombriz de tierra, es utilizada para la transformación de residuos sólidos orgánicos, se obtiene el humus de lombriz, que es uno de los abonos de mejor calidad debido a su efecto en las propiedades del suelo (Masgloiris & Raúl, 2005).

La vermicomposta o humus de lombriz se utiliza como mejorador de suelo en cultivos, además contiene sustancias activas que actúan como reguladoras de crecimiento, posee gran CIC, así como un alto contenido de ácidos húmicos, además de gran capacidad de retención de humedad, porosidad elevada que facilita la aireación y drenaje del suelo y de los medios de crecimiento (Dimas, Ríos, & Favela, 2007).

Según Sánchez (2011), indica en la Tabla dos, se pueden observar la composición del humus de lombriz con los nutrientes que aporta a los cultivos.

Tabla 2.

Composición del humus de lombriz

Composición	
Humedad	30-60%
PH	6.8-7.2
N	1-2.6%
P	2-2.8%
K	1-2.5%
Ca	2-8%
Mg	1-2.5%
M.O	30-70%
Carbono orgánico	14-30%
Acido fúlvico	2.8- 5.8%
Acido húmico - fúlvico	1.5-3%
Na	0.02%
Cu	0.05%
Fe	0.02%
Mn	0.006%
relación C/N	10-11%

Nota: Tomado de Sánchez (2011).

En (Tabla 3), se puede observar la dosis de empleo humus de lombriz de varios cultivos.

Tabla 3.*Dosis del humus de lombriz en los cultivos de flores, frutales, hortalizas y pastos.*

Tipo de planta	Cantidad
Praderas	800 gr/m ²
Frutales	2 kg/árbol
Hortalizas	1 kg/m ²
Césped	0.5-1 kg/m ²
Ornamentales	150g/planta
Semilleros	20% del sustrato
Abonado de fondo	8-10 kg/m ²
Transplante	0.5-2 kg/árbol
Recuperación de terrenos	4000 kg/ha
Setos	100-200 g/planta
Rosales y leñosas	0.5-1 kg/m ²

Nota: Tomado de lombricultura S.A (2003)

2.2.2.6. Zeolita

Las zeolitas naturales son cristales minerales de aluminio-silicatos hidratados, que poseen cationes alcalinos o alcalino-térreos y tienen alta capacidad de intercambio catiónico y de hidratación y deshidratación sin modificar su estructura porosa, tridimensional, gracias a canales internos de 0.8 a 1.0nm de diámetro; ello hace que su superficie específica interna sea considerable (cerca de 10^5 m² kg⁻¹) obteniendo una gran capacidad de almacenar agua y cationes; por estas características las zeolitas son minerales con la más amplia diversidad de usos (Anicua, Gutiérrez, & Sánchez, 2009). Además de la capacidad interna de almacenamiento del mineral, encontraron que la zeolita entre 0,250 y 1,0mm de tamaño de partícula alcanza una porosidad interpartícula entre 82 y 96%, respectivamente, teniendo entre 33 y 50% de los poros de diámetro variable entre 50 y 100 micras. Con ello, la porosidad creada por la zeolita, granulada en esas dimensiones, contribuye a aumentar significativamente en el sustrato la capacidad de retención de humedad fácilmente accesible a las raicillas de las plantas (*op.cit.*).

La estructura de las zeolitas está integrada por una red tridimensional surcada por una rama interna de poros y cavidades, y consiste de un tetraedro de cuatro iones de oxígeno que rodean un ion central de sílice (Si) o de aluminio (Al). La unidad primaria se enlaza entre sí para formar una estructura tridimensional a través de los iones de oxígeno que están en los vértices del tetraedro, los que se comparten con otro tetraedro. Esta disposición reduce la proporción oxígeno: sílice de 4:1 en la unidad primaria, a 2:1 en la unidad tridimensional cuando en el centro del tetraedro se ubica un ion de sílice; resulta así una estructura neutral, es decir, sin carga eléctrica (*op.cit.*).

Sin embargo, en la estructura de la zeolita algunos iones de sílice son remplazados por cationes trivalentes, lo que causa un desbalance resultando cargas negativas en la estructura, las cuales son balanceadas por otros cationes monovalentes y divalentes como sodio (Na⁺), Potasio (K⁺), Calcio (Ca⁺⁺) y magnesio (Mg⁺⁺), que se ubican en la superficie externa del tetraedro y en las cavidades y canales internos. Las dimensiones de las cavidades de la zeolita varían de 0.000003 a 0.000010mm dentro de las que

contiene iones de Na^+ , K^+ y Ca^{++} , entre otros, y moléculas de agua con libertad de movimiento, lo que favorece su capacidad de intercambio iónico con el medio circundante. (Inifap, 2013).

2.2.2.7. Beneficios en la agricultura al aplicar la zeolita

La zeolita incrementa la capacidad de intercambio de cationes del suelo, lo que favorece la retención de los fertilizantes nitrogenados, ello hace que se reduzca la contaminación de aguas superficiales y subterráneas. Además, por la cantidad de agua que retiene en su estructura porosa, la zeolita se convierte en un depósito que asegura una mejor condición de humedad en el suelo, lo que favorece al cultivo aún en época de sequía. A diferencia de otros mejoradores de suelo, la zeolita tiene una estructura resistente y estable que se mantiene activa en el suelo, permitiendo retener el nitrógeno, potasio, calcio, magnesio y micronutrientes en la rizósfera para ser absorbidos por plantas cuando estas lo requieran; también la zeolita tienen la propiedad en las que se fundamenta su potencial de uso agronómico: alta capacidad de intercambio catiónico (CIC) de 200 a $300\text{cmol}^+\text{kg}^{-1}$ debido a la sustitución de Al^{+3} y de Si^{+4} durante su formación, igualmente contribuye a reducir en 25% la dosis de fertilización convencional en cereales, hortalizas y frutales, lo que da como resultado un incremento en el rendimiento (Inifap, 2013).

En la figura uno, se puede observar la estructura de una zeolita típica; nótese los iones de oxígeno, sílice, aluminio y los cationes intercambiables (*op.cit.*)

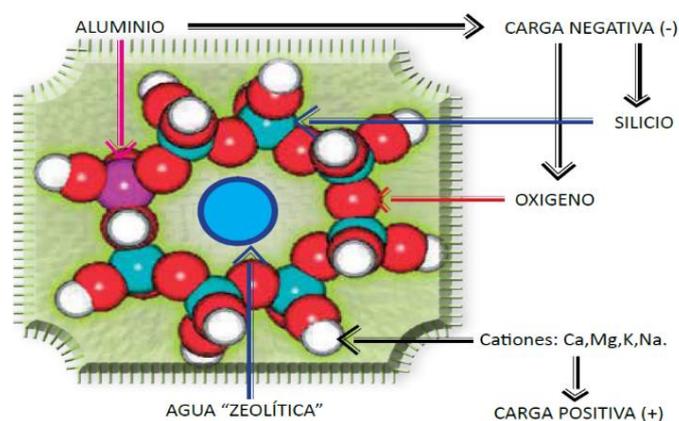


Figura 1. Estructura de una zeolita típica
Nota: Tomado de Inifap (2013).

La aplicación de la zeolita según H. Water Saber(2018), la aplicación de zeolita se realizará preferentemente en el momento de la siembra, junto con la materia orgánica o con la fertilización de base del cultivo. Se puede observar también la dosis de zeolita en varios cultivos especialmente para flores de producción (Tabla 4).

Tabla 4.

Dosis de zeolita en varios cultivos flores, pastos, hortalizas y leguminosas.

Cultivo	Dosis
Papa	40 - 60 (g/m ²)
Café (> 3 años)	30 - 40 (g/planta)
Tomate	20 - 40 (g/planta)
Banano	50 - 100 (g/planta)
Flores (enraizamiento)	15 - 20 % sustrato
Flores (producción)	50 - 100 (g/m ²)
Hortalizas	50 - 80 (g/m ²)
Frutales y Árboles	500 - 1000 (g /planta)
Pasto ó Césped	50 - 100 (g/m ²)
Caña de Azúcar	10 - 30 (g/m ²)
Leguminosas	20 - 40 (g/m ²)

Nota: Tomado de H. Water Saver (2018).

2.2.2.8. Rosa (*Rosa sp.*)

El rosal es un arbusto perenne, es una planta siempre verde, con floración continua. La floración es terminal, con inducción propia, o sea que el tallo acaba siempre en una flor y no necesita ningún estímulo exterior para pasar de su fase vegetativa a la reproductiva. La flor tiene cinco sépalos y cinco o más pétalos; el tallo generalmente tiene espinas, la planta tiene una renovación constante por medio de ramas que salen del punto de injerto o cerca de raíz y que se caracterizan por su vigor; estas ramas se llaman basales, tienen un crecimiento muy veloz y son la base de la producción. Asimismo la rosa híbrida, como su nombre lo indica, es el resultado de varios cruces

entre especies provenientes de China, Medio Oriente y las rosa del sur de Europa (Fainstein, 2005).

La flor de la rosa según Artica(2008), le clasifica de la siguiente manera:

División	Fanerógamas
Sub-División	Angiospermas
Clase	Dicotiledóneas
Grupo	Polypetalae
Familia	Rosaceae
Sub- familia	Rosoidae
Género	Rosa
Especie	sp.

2.2.2.9. Variedad de rosa mundial

La variedad de rosa mundial es demanda en el mercado nacional e internacional según Plantec S.A (2017), la variedad de rosa mundial es un híbrido de té, de follaje verde oscuro, color crema de alta producción (1.0-1.2f/p/mes), longitud de tallos de 60-80cm, tamaño del botón de 6.0 a 6.5cm, número de pétalos de 30 a 35 y la vida en el florero de 16 días.



Figura 2. Variedad de rosa mundial

Nota: Tomado de Plantec S.A (2017).

Las rosas se adaptan a condiciones agroclimáticas, prefieren los suelos profundos, drenados, fértiles y con un pH ligeramente ácido de entre 6 a 6.5. La temperatura óptima de cultivo se sitúa en 17 a 25°C durante el día y de 15°C a 16°C durante la noche. El crecimiento se ve seriamente retardado con temperaturas superiores a 28°C o inferiores a 10°C. Las que descienden por debajo de 12°C, en periodos de baja irradiación, mientras se forma el botón floral, incrementan la frecuencia de aparición de tallos ciegos (sin flores o con flores deformados). Siempre que se cuente con posibilidades de riego, resulta preferible una humedad relativa media-baja y pocas lluvias durante el periodo de floración (Pinenla, 2016).

2.2.2.10. Nutrición en el cultivo rosas

El rosal muestra una elevada exigencia en nutrientes sobre todo en nitrógeno y potasio, y resulta sensible a la salinidad. Las máximas necesidades nutritivas se producen durante la floración y cuando la planta recupera la actividad vegetativa tras el periodo de reposo, según Expoflores (2015), los nutrientes establecidos para el cultivo de rosas y ser utilizados mediante el fertirriego (Tabla 5).

Tabla 5.

Rangos de concentración de nutrientes en ppm para el cultivo de rosas.

Rangos de concentración de nutrientes	ppm
N	80-160
P	5-40
K	40-160
Ca	60-160
Mg	20-50
S	20-60
Fe	0.0-5
Mn	0.0-4
Cu	0.0-0.5
Zn	0.0-1
B	0.0-0.3
Mo	0.005-0.01

Nota: Tomado de Expoflores (2015).

También menciona que en (Tabla 6), se puede observar los porcentajes de fuentes de fertilizantes utilizados en la fertirrigación del cultivo de rosas (*op.cit.*)

Tabla 6.

Porcentajes de fuentes de fertilizantes para la fertirrigación en el cultivo de rosas.

Porcentajes de fuentes de fertilizante	Cantidad %	Elementos
	15.5	Nitrógeno
Nitrato de calcio	27	CaO
	19	Ca
Nitrato de potasio	13.5	N
	45.5	K ₂ O
Nitrato de amonio	34	N
Sulfato de magnesio	16.5	MgO
	12	S
Sulfato de potasio	52	K ₂ O
	18	S
Fosfato mono potásico	51.5	P ₂ O ₅
	34	K ₂ O
Fe EDDHA	6	Hierro
Mn EDTA	13	Manganeso
Zn EDTA	15	Zinc
Cu EDTA	15	Cobre
Borax	11.3	Boro
Ácido fosfórico	85	fosforo

Nota: Tomado de Expoflores (2015).

La rosa necesita para su óptimo desarrollo y asimilación de nutrientes un pH ácido entre 5.5 a 6.5. El pH influye considerablemente en la fertilidad del suelo y la vida de microflora y microfauna. Las bacterias se desarrollan mejor en pH ácidos, y son esenciales en el proceso de nitrificación. Además, el pH influye también en la

asimilación de los microelementos y macroelementos. Cada elemento tiene su banda óptima o grado de disponibilidad; por encima o debajo de éste la planta puede sufrir toxicidad o carencia (Fainstein, 2005).

2.3. Marco legal

En el Art.71 señala. - La naturaleza o Pacha Mama, donde se reproduce y realiza la vida, tiene derecho a que se respete integralmente su existencia y el mantenimiento y regeneración de sus ciclos vitales, estructura, funciones y procesos evolutivos. Además, la constitución del Ecuador, aprobada en Montecristi en el 2008, en el Art.14 señala. - “Se reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir, el sumak kawsay. Se declara de interés público la preservación del ambiente, la conservación de los ecosistemas la biodiversidad y la integridad del patrimonio genético del país, la prevención del daño ambiental y la recuperación de los espacios naturales degradados”. En consonancia con el Art.14 de la constitución del Ecuador, se pretende con esta investigación hacer un aporte en los esfuerzos por mejorar las cualidades físicas, químicas y biológicas del suelo en el cultivo de rosas, utilizando humus de lombriz y zeolita para, además de mejorar la producción de rosas, contribuir a reducir su efecto al ambiente y al hombre.

CAPÍTULO III

3. Marco metodológico

3.1. Descripción del área de estudio

La investigación se realizó en la plantación florícola Mary Roses, localizada en la provincia de Pichincha, Cantón Pedro Moncayo, parroquia Tabacundo, Barrio la Cruz, en las coordenadas latitud 807911.2296046349 y longitud 5132.4869001194 y a 2.850msnm. Según PDOT(2015), indica la ubicación de la plantación Mary roses (Figura 3).

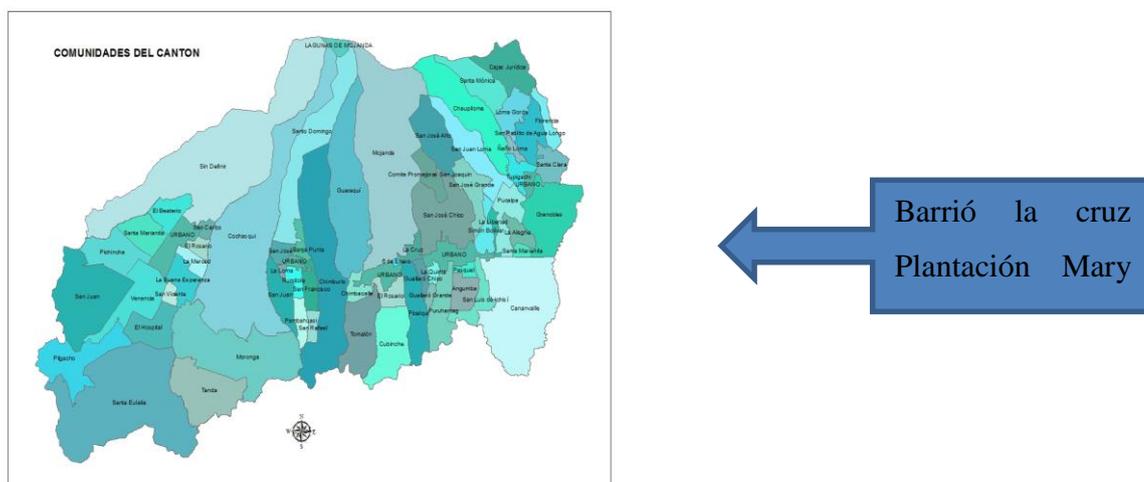


Figura 3. Ubicación de la plantación Mary Roses

Nota: Tomado de PDOT cantón Pedro Moncayo (2015).

Las condiciones climáticas de la zona corresponden a la zona de vida bosque húmedo montano, según (Holdridge, 2000). La temperatura media anual es de 12.5°C, y la precipitación anual de 920mm.

El microclima del invernadero utilizado en el experimento se caracteriza por una temperatura media de 24°C, con una mínima media de 10°C y máxima media de 38°C.

y una humedad relativa entre 78% según la radiación solar y la temperatura. Ambos parámetros se equilibran con las condiciones externas a través de cortinas laterales y abertura en el tope.

3.2. Enfoque y tipo de investigación

La investigación se basó en un enfoque cuantitativo, con modalidad de investigación de campo y con diseño experimental, a su vez se obtuvo sustentos bibliográficos documentales, así mismo fue de tipo exploratorio y explicativo.

3.3. Procedimiento de investigación

3.3.1. Métodos

3.3.1.1. Diseño Experimental

En la selección y diseño final de los tratamientos hubo que considerar la logística y los costos (invernaderos disponibles, camas con plantas de rosas establecidas y disponibilidad de los insumos a emplear, mano de obra, costos de los análisis de suelos, entre otros.). Se utilizó un diseño completamente al azar (DCA) con cinco repeticiones de acuerdo a las indicaciones (Barragán, 2012).

3.3.1.2. Factores en estudio

Testigo

T1= 0

Dosis de Zeolita (t/ha)

T2= 1

T3= 1

T4= 1

Dosis de Vermicompost (t/ha)

T2= 10

T3= 20

T4= 30

3.3.1.3. Tratamientos

La fijación de las dosis de vermicompost en la investigación tomó como punto de partida la dosis recomendada en la Tabla tres, donde se indica para rosales y leñosas 1kg/m^2 . La dosis de zeolita consideró lo indicado en la Tabla cuatro para flores en producción (100g/m^2).

El experimento conto con tres tratamientos y un testigo que constan en la (Tabla 7).

Tabla 7.

Tratamientos del experimento.

Numero	Símbolo	Dosis (t/ha)	
		Zeolita	Vermicompost
1	T1	0	0
2	T2	1	10
3	T3	1	20
4	T4	1	30

Nota: Autoría propia, 2019

En el esquema de distribución de tratamientos al azar en el campo en camas de 14m de largo por 0.60m de ancho. Cada unidad tuvo una dimensión de 2.80m de largo y 0.60m de ancho con un área de 1.68m^2 . El experimento conto con veinte unidades experimentales dando un área total de 33.60m^2 . (Figura 4).

3.3.1.4. Diseño o esquema de campo

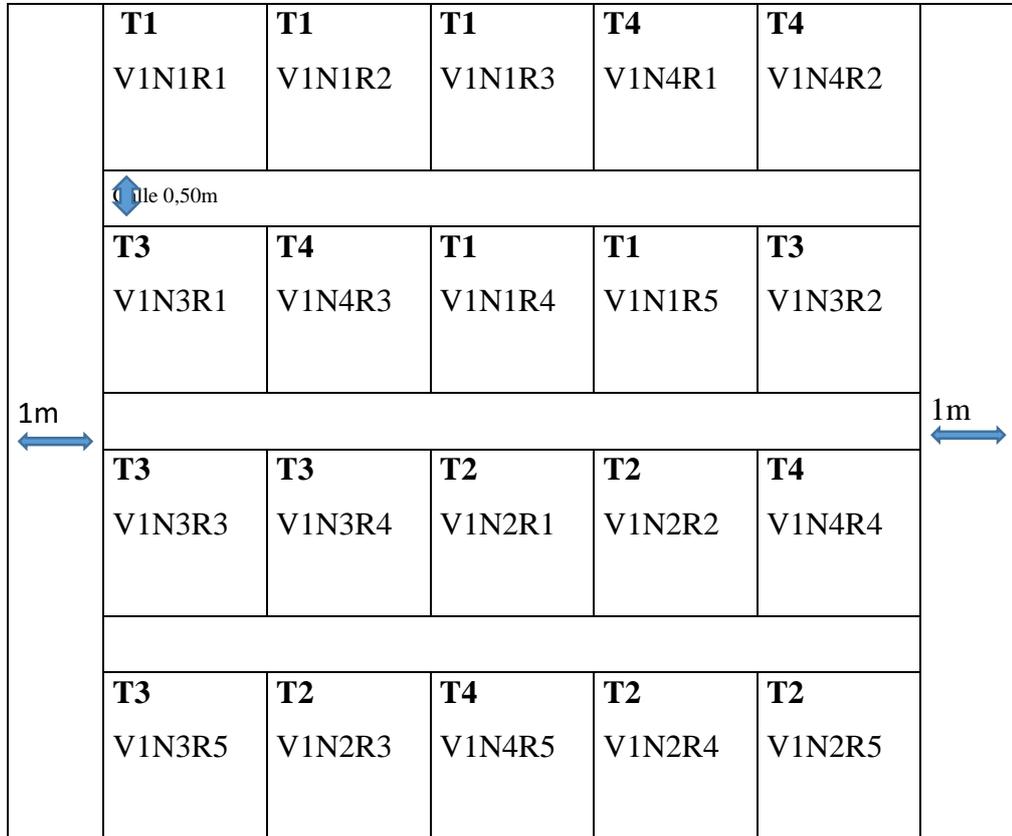


Figura 4. Esquema de distribución de tratamientos al azar en campo

Nota: Tomado de este estudio, 2017

3.3.1.5. Análisis estadístico

En la Tabla ocho se presenta el esquema del análisis de varianza aplicado a las variables químicas y física del suelo e igualmente a las variables vegetativas registradas en las plantas de rosa durante el experimento.

Tabla 8.

Esquema para el análisis de varianza.

Factor de Variación	Grados de libertad
Total	19
Tratamientos	3
Error	16

Nota: Autoría propia, 2019

Por razones de costos, para los análisis de laboratorio de las variables químicas del suelo, al inicio se tomaron cinco repeticiones y al final de la investigación tres repeticiones. Para la determinación de las variables agronómicas se tomaron cinco repeticiones al inicio y final de la investigación.

3.3.1.6. Análisis funcional

Los resultados del laboratorio de suelos al inicio y al final del ciclo fueron procesados y se realizó la prueba de Scheffé, también se aplicó para las variables agronómicas para comparación entre tratamientos (Barragán, 2012).

3.3.1.7. Variables de laboratorio

La población estuvo constituida por 20 unidades experimentales de 1.68m², con 37 plantas cada una de rosas variedad mundial de una edad de 48 meses. El muestreo de suelos y métodos para la caracterización física y química en estudio se hizo de acuerdo al protocolo del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (Iniap, 2006). El área total del invernadero 600m².

3.3.1.7.1. Caracterización química y física del suelo en el cultivo de rosas.

Para medir estas variables se procedió a realizar el análisis de suelo, para la caracterización química se tomaron muestras de 1kg de cada unidad experimental utilizando un barreno y se enviaron al laboratorio de suelos INIAP de la ciudad de

Quito, las variables para la caracterización química que se consideraron en esta investigación fueron: NH_4^+ , P, S, Mn, Fe, Zn, Cu, B, K, Ca, y Mg C.I.C, pH, materia orgánica (M.O), para la variable física, densidad aparente se procedió a tomar muestras de suelo utilizando el método del cilindro según Rojas (2012), consiste introducir un cilindro de volumen conocido de suelo enrasando el suelo con los bordes, secar la muestra en estufa a 105°C y obtener su valor, ver (Figura 5 y 6).



Figura 5. Toma de muestras de suelo con el barreno

Nota: Tomado de este estudio (2017).



Figura 6. Muestras de suelo con el cilindro

Nota: Tomado de este estudio (2017).

3.3.1.7.2. Variables vegetativas registradas durante el ciclo productivo

Las variables del comportamiento agronómico de cada tratamiento fueron las siguientes:

3.3.1.7.2.1. Longitud y diámetro del tallo

Esta variable se midió después del pinch, usando cinta métrica para la longitud desde la base hasta la inserción del cáliz y un calibrador para el diámetro en el centro del tallo. La medición se realizó a los 68 días y se tomó cinco datos por tratamiento (Figuras 7 y 8).



Figura 7. Medición de la variable longitud del tallo

Nota: Tomado de este estudio (2017).



Figura 8. Medición de variable diámetro del tallo

Nota: Tomado de este estudio (2017).

3.3.1.7.2.2. Longitud del pedúnculo floral

Se midió con cinta métrica desde el nudo terminal hasta la inserción del cáliz (Figura9).



Figura 9. Medición del pedúnculo floral

Nota: Tomado de este estudio (2017).

3.3.1.7.2.3. Longitud y diámetro del botón floral

La longitud se midió desde la inserción del cáliz hasta el ápice floral mediante cinta métrica y el diámetro se midió con un calibrador en la parte media del botón floral (Figuras 10 y 11).



Figura 10. Medición de la longitud del botón floral

Nota: Tomado de este estudio (2017).



Figura 11. Medición del diámetro del botón floral.

Nota: Tomado de este estudio (2017).

3.3.1.8. Rendimiento

El rendimiento de flores por hectárea y porcentaje de calidad de exportación: se registró el número de tallos cosechados en cada unidad de medición y se calculó el número de tallos por hectárea. A partir de allí se calculó el porcentaje (%) de flor para exportación en base al número de tallos que cumplían con las condiciones para el mercado internacional, Según Sánchez(2011), calcular el % de flor mediante la fórmula:

$$\% \text{ de flor} = \frac{\text{Tallos para exportación}}{\text{Tallos cosechados}} \times 100\%$$

3.3.1.9. Análisis Costo/Beneficio

Para analizar la relación costo beneficio de la aplicación de los tratamientos en el cultivo de rosas variedad Mondial se llevó un registro de costos y se calcularon los beneficios con base en la productividad de las plantas por tratamiento y trasladadas para una ha.

3.3.2. Manejo general del experimento

3.3.2.1. Instalación del ensayo

Se procedió a obtener el vermicompost y la zeolita, se prepararon las camas de las unidades a ser utilizadas con el motocultor (Figura 12). Cada unidad experimental midió 2.80m de largo y 0.60m de ancho considerando el efecto borde.



Figura 12. Preparación del suelo con el motocultor.

Nota: Tomado de este estudio (2017).

Se inicia con el pincho extracción de todos los tallos descabezados, tallos de grosor menor a un esferográfico, tallos torcidos y enfermos, lo que se realiza mediante una tijera como se muestra en la (Figura 13).



Figura 13. Pinch a mesa de los tallos de rosas

Nota: Tomado de este estudio (2017).

3.3.2.2. Identificación de los tratamientos

Para la distribución del ensayo en campo se delimitó el área total y las unidades experimentales fueron separadas con sarán como se indica en la (Figura 14), además se hizo el sorteo de los tratamientos identificándolos con letreros en cada unidad experimental, como se observa en la (Figura15).



Figura 14. Delimitación de los tratamientos

Nota: Tomado de este estudio (2017).



Figura 15. Identificación de los tratamientos

Nota: Tomado de este estudio (2017).

3.3.2.3. Incorporación de zeolita y vermicompost

La incorporación de la zeolita y vermicompost al suelo se aplicó una vez bajado las hombreras de las camas (Figura 16) y se removió el suelo con el motocultor y se colocó la mezcla de zeolita más vermicompost de acuerdo a la dosis establecida (Figura 17 y 18), luego se cubrió y se formó nuevamente las camas con la utilización de azadón (Figura 19).



Figura 16. Bajo de hombreras de las camas

Nota: Tomado de este estudio (2017).



Figura 17. Colocación de vermicompost

Nota: Tomado de este estudio (2017).



Figura 18. Colocación de zeolita

Nota: Tomado de este estudio (2017).



Figura 19. Alzado de suelo en las hombreras

Nota: Tomado de este estudio (2017).

3.3.2.4. Elección e identificación de tallos

Para medir las variables agronómicas se procedió a seleccionar 20 tallos al azar por tratamiento luego se etiquetó para hacer el seguimiento durante el ciclo de producción (Figura 20).



Figura 20. Etiquetación de tallos de rosas

Nota: Tomado de este estudio (2017).

3.3.2.5. Riego y fertilización

El riego que se aplicó durante el experimento mediante el sistema de goteo, cinco días a la semana con un volumen de agua de 1.2m³ de agua por día. Las soluciones madres se prepararon según Expoflores(2015), en dos tanques: un primer tanque (tanque A) 250 litros y un segundo (tanque B) 250 litros, en base a los fertilizantes y dosis indicados en las Tablas 9 y 10. Además en la (Tabla 11) se presentan las concentraciones de nutrientes que se entregan al cultivo de rosas en ppm por litro de solución, es muy importante para el cálculo de la solución madre del tanque A y tanque B (*op.cit.*).

Tabla 9.

Cantidad de sales disueltas en kg en el tanque A de 250l para la fertirrigación.

Fertilizante	dosis (kg/250 L)
Nitrato de calcio	0.6
Nitrato de amonio 34.5% N	0.05
Hierro EDDHA 6%	0.027
Nitrato de potasio	0.21

Nota: Tomado de expoflores (2015).

Tabla 10.*Cantidad de sales disueltas en kg en el tanque B de 250l para la fertirrigación.*

Fertilizante	dosis (kg/250 L)
Nitrato de potasio	0.21
Kelato de Mn EDTA 13%	0.005
Kelato de Zn EDTA 15%	0.002
Sulfato de potasio	0.1
Kelato de Cu EDTA 15%	0.001
Nitrato de magnesio.	0.23
Sulfato de magnesio	0.22
Fosfato monopotasio	0.06
Borax 11.3%	0.002
Molibdato de amonio	0.001
Ácido nítrico 68%	0.04 cc

*Nota: Tomado de expoflores (2015).***Tabla 11.***Concentración de nutrientes utilizados en fertirrigación (ppm/l) para el cultivo de rosas.*

Elementos	Dosis (ppm/L)
NH ₄ ⁺	14.23
NO ₃	145.80
SO ₄	37
H ₃ PO ₄	14.11
K	182.3
Ca	36.39
Mg	35.58
Fe	1.35
Mn	0.54
Zn	0.25
Cu	0.13
B	0.19
Mo	0.005

Nota: Tomado de expoflores (2015).

3.3.2.6. Control de plagas y enfermedades

Se aplicó el manejo integrado de plagas y enfermedades rutinario, tomando en cuenta las disposiciones del (IRAC, 2017). Asimismo, se siguió el protocolo aprobado por agrocalidad que mensualmente visita la finca.

3.3.2.7. Labores culturales

Se realizó las siguientes labores en forma manual y cuidadosamente de acuerdo a un cronograma establecido semanalmente como: control de malezas, desyemado, podas sanitarias, basureo o extracción de tallos y hojas.

3.3.2.8. Cosecha

Esta labor se realizó a los sesenta y ocho días, donde entraron en producción (Figuras 21, 22,23 y 24).



Figura 21. Vista general para la cosecha de rosas

Nota: Tomado de este estudio (2017).



Figura 22. Cosecha de rosas variedad mundial

Nota: Tomado de este estudio (2017).



Figura 23. Enmallado de las rosas

Nota: Tomado de este estudio (2017).



Figura 24. Hidratación de las rosas.

Nota: Tomado de este estudio (2017).

3.4. Consideraciones bioéticas

La presente investigación tuvo lugar en el campo, tomando la información directa de la realidad previa autorización de la finca florícola Mary roses, además se enmarco cumpliendo normas de la finca y por ende siendo amigable con el ambiente, esta información será también útil para la asociación ASOPROAGRIPEDRO de los pequeños floricultores de la localidad con la finalidad de incrementar la producción tanto en cantidad y calidad.

CAPÍTULO IV

4. Resultados y discusión

4.1. Incidencia de la aplicación de zeolita y vermicompost en las propiedades químicas y física del suelo

4.1.1. El suelo en condición previa al experimento (tratamiento testigo)

El suelo original estuvo diez años bajo cobertura de pasto kikuyu (*Pennisetum clandestinum*), y desde hace cuatro años ha sido utilizado para la producción de rosas, teniendo 16 ciclos de producción de tres meses. Durante este tiempo se empleó fertirriego a partir de dos tanques con dos soluciones madre cuya composición se especificó en las (Tablas 10 y 11).

El área de cultivo de rosas tiene un suelo de textura gruesa, y alrededor del 60% en composición de arena fina y con tendencia al drenaje moderadamente rápido para favorecer la retención de agua, y reducir las pérdidas de nutrientes por lixiviado y percolación.

En un suelo de bajo contenido en arcilla y limo, es necesario mantener un adecuado nivel de materia orgánica. Sin embargo, el microclima dentro del invernadero favorece la rápida descomposición de las sustancias orgánicas, por lo que debe haber reposición previa a cada ciclo productivo, siendo la cantidad usual de 1kg de vermicompost por m² de cama (equivalente a 10t/ha). Pese a ello, el contenido de materia orgánica resultante de los 16 ciclos de producción resultó bajo (2,18%), al igual que la CIC (13meq/100gr suelo).

El pH fue de 6.87, lo que se considera adecuado para la producción de rosas bajo invernadero Estevez (2004). En cambio, los contenidos de NH₄⁺, P y S fueron altos y las bases (Ca, Mg y K) fueron suficientes para saturar las cargas negativas disponibles y mantener el pH de la solución del suelo casi neutro (Tabla 12).

Tabla 12.

Propiedades físicas y químicas del suelo original empleado en el experimento, antes de ser mejorado con vermicompost y zeolita.

Variable	¿promedio	Sd
Arena (%)	57	2
Limo (%)	26	1.7
Arcilla (%)	16	0.9
textura	Franco arenoso	
M.O. (%)	2.18	0.0
pH	6.87	0.08
CIC (meq/100gr)	13.14	0.19
NH ₄ ⁺ (ppm)	92.2	7.9
P (ppm)	251.80	9
K (meq/100gr)	1.18	0.03
Ca (meq/100gr)	10.0	0.4
S (ppm)	77.90	10.3
Mg (meq/100gr)	2.94	0.11
Mn (ppm)	5.38	0.33
Fe (ppm)	269.60	9.91
Zn (ppm)	18.22	0.59
Cu (ppm)	13.26	0.15
B (ppm)	2.64	1.42

Nota: Tomado de Iniap (2017)

4.1.2 Variables químicas al inicio y final de la investigación

Una vez mejorado el suelo con el vermicompost y la zeolita en las dosis indicadas para los tratamientos se obtuvieron los resultados de laboratorio mostrados en los Anexos 1, 2, 3 y 4, allí también se incluye el resultado del análisis del vermicompost. En la Tabla 13 presenta los promedios con cinco réplicas de las variables químicas por tratamiento al inicio, en cambio para final se realizó con tres replicas.

Tabla 13.

Promedios de las variables químicas al inicio y final de la investigación por tratamiento en las unidades del laboratorio de suelos.

Variable	Tratamientos (inicio)				Tratamientos (final)			
	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4
NH ₄ ⁺ (ppm)	92.20	91.00	103.20	104.60	66.67	65.00	77.00	77.67
P (ppm)	251.80	289.40	289.60	287.80	285.67	260.67	280.67	282.33
S (ppm)	77.90	59.80	89.20	93.00	14.67	22.67	13.33	15.00
Mn (ppm)	5.38	7.86	8.36	7.76	4.90	5.43	5.03	5.00
Fe (ppm)	269.60	402.00	343.00	319.40	270.00	341.67	292.00	264.00
Zn (ppm)	18.22	29.12	21.62	20.96	15.40	20.13	15.13	13.87
Cu (ppm)	13.26	12.88	14.06	14.34	10.83	9.37	10.17	10.60
B (ppm)	2.64	2.52	2.88	2.60	1.83	2.10	2.00	1.93
K (meq/100gr)	1.18	1.16	1.32	1.28	0.89	0.99	0.94	1.03
Ca (meq/100gr)	10.00	9.80	10.74	10.18	9.07	8.93	8.67	9.30
Mg (meq/100gr)	2.94	2.86	3.12	3.10	2.47	2.47	2.47	2.63
CIC(meq/100gr)	13.14	13.62	14.86	14.18	13.80	13.43	14.03	14.33
pH	6.87	6.88	6.87	6.95	6.90	6.94	6.88	6.96
M.O (%)	2.18	2.54	3.16	2.74	2.80	2.80	3.00	2.67

Nota: Tomado del Iniap (2017)

El análisis de varianza de los resultados de las variables químicas del suelo al inicio de la investigación arrojó diferencias altamente significativas en: NH₄⁺, P, S, Mn, Fe, Zn, Cu, B, K, Ca Mg, CIC, pH y M.O y no significativo para la variable Boro (Tabla 14).

Las pruebas Scheffe al 5% para las variables químicas al inicio de la investigación muestran diferencias significativas entre los tratamientos T2, T3 y T4 con el testigo (T1) en contenidos de P, Fe y Zn, y de los tratamientos T3 y T4 con el testigo (T1) en NH₄⁺, P, Cu, K y CIC. Hubo diferencias del T2 con el T1 en cuatro variables, del T3 con el T1 en siete variables y del T4 con el T1 en seis variables (Tabla 15).

Tabla 14.*Análisis de la varianza para variables químicas al inicio de la investigación*

F.Var	GL	NH₄⁺	P	S	Mn	Fe	Zn	Cu	B	K	Ca
Mg	CIC	pH	M.O								
Total	19										
Tratam	3	7.15**	22.5**	9.94**	32.7**	74.9**	104**	9.89**	2.21 ^{ns}	13.3**	9.91**
		8.33**	26.8**	3.32**	34.80**						
Error	16	35.68	76.62	111.77	0.27	201.70	1.04	0.23	0.05	0.002	0.08
		0.0095	0.05875	0.002	0.02						
CV (%)		6.11	3.13	13.22	7.10	4.26	4.54	3.55	8.76	3.84	2.82
		3.24	1.72	0.71	5.84						

** Altamente significativo
* Significativo
^{ns} no significativo

Tabla 15.*Prueba de significación de Scheffé al 5% sobre diferencias en las variables químicas del suelo entre tratamientos al inicio de la investigación.*

Tratam.	NH₄⁺	P	S	Mn	Fe	Zn	Cu	B	K
Ca	Mg	CIC	PH	M.O					
1	92.20bc	251.80b	77.80ab	2.94a	269.60c	18.22c	13.26bc	2.64	1.18b
	6.90b	2.94ab	13.74bc	6.87abc	2.18b				
2	91.00c	289.40a	59.80b	2.86b	402.00a	29.12a	12.88c	2.52	1.16b
	5.80b	2.86b	13.62c	6.88ab	2.54b				
3	103.20ab	289.60a	89.20a	3.12a	343.00b	21.62b	14.06ab	2.88	1.32a
	17.40a	3.12a	14.86a	6.87abc	3.16a				
4	104.60a	287.80a	93.00a	3.10a	319.40b	20.96a	14.34a	2.60	1.28a
	11.90ab	3.10a	14.18b	6.95a	2.00b				

4.1.3. Variables químicas y física al final de la investigación

Una vez terminado el ciclo de producción (68 días) que incluyó la aplicación al inicio del vermicompost y la zeolita en las dosis indicadas para los tratamientos, y luego la aplicación del fertirriego rutinario diario, los resultados de los análisis de laboratorio al sustrato, al final del experimento, arrojaron diferencias altamente significativas entre los tratamientos sólo en S y Fe, y significativas en NH_4^+ , Zn, K y pH ; por otra parte, se puede observar a las variables que no presentaron significancia P, Mn, Cu, B, Ca, Mg, CIC y MO (Tabla 16).

Las pruebas Scheffe al 5% para las variables químicas al final de la investigación sólo el T4 mostró diferencias con el T1 y solamente en Fe y K (Tabla 17).

La variable densidad aparente se procedió a determinar en cada unidad de medición. Los resultados fueron procesados, obteniéndose los resultados mostrados en las (Tablas 18 y 19). La densidad aparente promedio de 1,25 g/cm³, prácticamente sin diferencias entre tratamientos y con menos de 5% de coeficiente de variación, es indicativa de la homogeneización física del material luego del ciclo productivo, lo que puede relacionarse con el efecto del humedecimiento constante y el procesado de la materia orgánica compostada por los microorganismos; ello puede relacionarse igualmente con el posible efecto estabilizante de la zeolita en las propiedades físicas del sustrato. Tal como fue mencionado según Anicua, Gutiérrez & Sánchez (2009), que la zeolita granulada entre 0,25 y 1,0 mm incrementa la porosidad del sustrato reduciendo la densidad aparente y contribuyendo, al mismo tiempo, a aumentar significativamente la capacidad de retención de humedad fácilmente accesible a las raicillas de las plantas.

Esta capacidad es fortalecida por las moléculas de agua que, al ocupar la porosidad ultrafina interna de los gránulos de zeolita, por cohesión entre moléculas contribuyen con la fuerza de adhesión de las paredes de los poros al retener la lámina de agua accesible a las raicillas. Todo ello promueve más eficiencia en el flujo por goteo del fertirriego, al prolongarse la disponibilidad de agua y nutrientes después de finalizada

la aplicación y reduciendo las posibles pérdidas por percolación. El efecto de la zeolita se une al contenido de materia orgánica del sustrato y a la dosificación del riego por goteo para reducir la percolación.

Tabla 16.

Análisis de varianza para las variables químicas al final de la investigación.

F.Var	GL	NH₄⁺	P	S	Mn	Fe	Zn	Cu	B	K	Ca
Mg	CIC	PH	M.O								
Total	11										
Tratam	3	6.25*	1.96 ^{ns}	7.40**	1.96 ^{ns}	8.86**	7.08*	1.51 ^{ns}	1.11 ^{ns}	4.20*	
		0.66 ^{ns}	1.00 ^{ns}	3.85 ^{ns}	4.53*	0.27 ^{ns}					
Error	8	21.42	195.83	7.25	0.08	421.58	3.20	0.83	0.03	0.0027	
		0.32	0.02	0.11	0.001	0.21					
CV (%)		6.46	5.05	16.40	5.70	7.03	11.09	8.90	9.40	5.38	
		6.29	5.75	2.41	0.46	16.30					

** Altamente significativo
* Significativo
^{ns} no significativo

Tabla 17.

Prueba de Scheffe al 5% sobre diferencias en las variables químicas del suelo entre tratamientos, al final de la investigación.

Tratam.	NH₄⁺	P	S	Mn	Fe	Zn	Cu	B	K
Ca	Mg	CIC	pH	M.O					
1	66.67ab	285.67	14.67b	4.90	270.00a	15.40b	10.83	1.83	0.89b
	9.07	2.47	13.80	6.90ab	2.80				
2	65.00b	260.67	22.67a	5.43	341.67a	20.13a	9.37	2.10	0.99ab
	8.93	2.47	13.43	6.94ab	2.80				
3	77.00ab	280.67	13.33b	5.03	292.00ab	15.13b	10.17	2.00	0.94ab
	8.67	2.47	14.03	6.88b	3.00				
4	77.67a	282.33	15.00b	5.00	264.00b	13.87b	10.60	1.93	1.03a
	9.30	2.63	14.33	6.96a	2.67				

En general, se estima que un m³ de suelo de textura franco arenosa fina, posee una capacidad de retención de agua superior a los 200 litros (20% del volumen), resultado de restar el volumen a capacidad de campo del volumen a punto permanente de marchitez (FAO, 2019). El volumen total (materia sólida y porosidad) del sustrato en las camas del experimento (20 unidades de 2.80 largo x 0.6 ancho x 0.20 m de profundidad) alcanza a 6.72 m³ (6.72 litros), de los cuales el 20% corresponde a 1.34 litros. El fertirriego (10 litros diarios por m² durante 5 días a la semana) infiltra al suelo de las unidades de medición (20 x 1.68m² = 33.60m²) un total de 336.0 litros de agua diarios. Con una ETp de 3 mm/día en Tabacundo, la salida de agua diaria por este concepto en las unidades de medición es de 101.5 litros, por lo que el suelo debe poder retener 236.5 litros para evitar salidas por percolación. El balance de 5 días continuos de riego es de 1.184,5 litros (no hay riego sábado y domingo), aun inferior al volumen de capacidad de reserva de 1.354 litros. Ello garantiza el mantenimiento del humedecimiento del suelo ligeramente inferior a la capacidad de campo y, con ello, condiciones óptimas de desarrollo del cultivo, teóricamente sin pérdidas por percolación.

Tabla 18.

Análisis de la varianza de los valores de densidad aparente del suelo al final del ciclo productivo.

F.Var	GL	Densidad aparente (g/cm³)
Total	11	
Tratam	3	4.53*
Error	8	0.003
Promedio		1.25
CV (%)		4.93

Tabla 19.

Prueba de significación de Scheffé al 5% sobre diferencias en la densidad del suelo al final del ciclo productivo.

Tratam	Densidad aparente (g/cm³)
1	1.26ab
2	1.15b
3	1.27ab
4	1.33a

4.1.4. Comparación del contenido total de nutrientes dispuestos para el cultivo (suelo mejorado + fertirriego) y el contenido remanente en el suelo al final del ciclo.

La Tabla 20 presenta la cantidad total de nutrientes aportados durante el ciclo productivo por tratamiento (a), la cual está constituida por el contenido del nutriente en el suelo, luego de aplicado el tratamiento con vermicompost y zeolita, más el aporte del fertirriego a lo largo del ciclo; en b) se presenta la cantidad de nutriente remanente encontrada al final del ciclo productivo en kg/ha y en (%). El tratamiento cuatro aportó más bases (Ca, Mg y K) a las reservas del suelo al final del ciclo productivo y elevó ligeramente la CIC y el pH por sobre los otros tratamientos.

En cuanto a los nutrientes, Fe y P son los elementos incorporados al sistema en mayores cantidades en todos los tratamientos, seguidos de Ca y Zn. Por otra parte, al final del ciclo se observa reducción en los valores de todos los nutrientes, en proporciones variables, con la excepción del P en el tratamiento testigo (T1), que muestra un pequeño incremento al final del ciclo.

Los nutrientes pueden dividirse en tres grupos según el porcentaje remanente en el suelo. Un primer grupo con alta proporción remanente en el suelo: P con cerca del 90%, seguido por Fe (81%), Ca (76.9%) y Magnesio (69.2%); un segundo grupo con valores intermedios (entre 62 y 67%) integrado por NH₄⁺, Zn y Cu y un tercer grupo

con valores entre 51.7% y 34.7% integrado por B, Mn, K y, finalmente, S, cuyos valores oscilan entre 33.6 y 13.8%.

En cuanto a las propiedades del suelo, hubo incremento de la materia orgánica en 24%, mientras que el pH y la CIC sufrieron sólo ligeros incrementos.

Tabla 20.

Cantidad total de nutrientes en kg/ha (0.2m profundidad del suelo), de los tratamientos, sumatoria de nutrientes en el suelo mejorado con tratamientos más aportes de fertirriego y nutrientes remanentes en el suelo al final del ciclo productivo.

Variable	a) Tratamientos + fertirriego (kg/ha)				b) Tratamientos (remanente al final) (kg/ha)			
	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4
NH ₄ ⁺	242.6	239.6	269.9	273.4	165.7 (68.3)*	161.5 (67.4)*	191.4 (70.9)*	193.0 (70.6)*
P	635.7	729.1	729.6	742.9	709.9 (111.7)*	647.8 (88.8)*	697.5 (95.6)*	701.7 (94.5)*
S	212.5	167.6	240.6	250.1	36.4 (17.1)*	56.3 (33.6)*	33.1 (13.8)*	37.3 (14.9)*
Mn	202	264	276	262	122 (60.4)*	135 (51.1)*	125 (45.3)*	124 (47.3)*
Fe	686	1015.0	868.4	809.8	671.0 (97.8)*	849.1 (83.7)*	725.7 (83.6)*	656.0 (81.0)*
Zn	485	756	569	553	383 (79)*	500 (66.1)*	376 (66.1)*	345 (62.4)*
Cu	345	336	366	372	269 (78)*	233 (69.3)*	253 (69.1)*	263 (70.7)*
B	89	86	95	88	46 (51.7)*	52 (60.5)*	50 (52.6)*	48 (54.5)*
K	249	247	262.5	256.9	86.3 (34.7)*	96 (38.9)*	91.1 (34.7)*	99.8 (38.8)*
Ca	523.9	514.0	560.7	532.8	450.8 (86.0)*	443.8 (86.3)*	430.9 (76.9)*	462.2 (86.7)*
Mg	101.2	98.8	106.5	105.9	73.7 (72.8)*	73.7 (74.6)*	73.7 (69.2)*	78.5 (74.1)*
CIC(meq/100g)	13.14	13.62	14.86	14.18	13.80	13.43	14.03	14.33
pH	6.87	6.88	6.87	6.95	6.90	6.94	6.88	6.96
M.O (%)	2.18	2.54	3.16	2.74	2.80	2.80	3.00	2.67

Nota: Autoría propia (2019)

*valores en % del total aportado (a).

La diferencia entre los valores de nutrientes en el suelo por tratamiento, considerando la cantidad total aportada menos la cantidad remanente en el suelo al final del experimento, permite estimar la salida de nutrientes del sistema. Ello incluye la extracción de nutrientes por parte de las plantas de rosa, las pérdidas por percolación y las pérdidas en forma gaseosa (N y S) durante el ciclo productivo. En la Tabla 21 se presenta el cálculo de la salida de nutrientes del sistema de cultivo de rosas en los 68 días del ciclo productivo en cada tratamiento, según los valores de la Tabla 20 (kg/ha x 0.2 m profundidad del suelo). Destacan los altos valores de salida de S, que van de 111.3kg/ha (66.4%) en el tratamiento dos, hasta 212.8 kg/ha (85.1%) en el tratamiento cuatro, con promedio de 80.2%. Le sigue K como el segundo nutriente más móvil del sistema, con salidas entre 151kg/ha (61.1%) y 171.4kg/ha (65.3%) y Mn con salidas entre 80 y 151kg/ha (49% en promedio). Zn, NH_4^+ , Cu y Mg pierden entre un tercio y un cuarto de la cantidad incorporada al sistema. Ca y P son los nutrientes de menor movilidad, al perder el primero solo el 16% en promedio, variando entre 70.2 (testigo T1) y 129.8kg/ha (tratamiento 3), mientras que P solo pierde 5% en promedio, mostrando incluso acumulación de 11.7% en el testigo (T1) y un máximo de 113.4kg/ha de salida en el tratamiento tres. La CIC y el pH se incrementaron moderadamente en el sustrato, en consonancia con el aumento en MO.

Tabla 21.

Salida de nutrientes durante el cultivo de rosas en el ciclo productivo de 68 días, por tratamiento (calculado como diferencia entre los aportes totales y el remanente al final del experimento), en kg/ha, a 0,2m de profundidad del suelo y en %.

Variable	Tratamientos (kg/ha)				Promedio %
	T1	T2	T3	T4	
NH ₄ ⁺	76.9 (31,7)*	78.1 (32,6)*	78,5 (29.1)*	80.4 (29.4)*	30.7
P	+74.2 (+11.7)*	81.3 (11.1)*	113.4 (15.5)*	41.2 (5.5)*	5.1
S	176.1 (82.9)*	111.3 (66.4)*	207.5 (86.2)*	212.8 (85.1)*	80.2
Mn	80 (39.6)*	129 (48.9)*	151 (54.7)*	138 (52.7)*	49.0
Fe	15 (2.2)*	165.9 (16.3)*	142.7 (16.4)*	153.8 (19)*	13.5
Zn	102 (21)*	256 (33.9)*	193 (33.9)*	208 (37.6)*	31.6
Cu	76 (22)*	103 (30.7)*	113 (30.9)*	109 (29.3)*	28.2
B	43 (48.3)*	34 (39.5)*	45 (47.4)*	40 (45.4)*	45.2
K	162.7 (65.3)*	151 (61.1)*	171.4 (65.3)*	157.1 (61.1)*	63.2
Ca	73.1 (14)*	70.2 (13.7)*	129.8 (23.1)*	70.6 (13.2)*	16.0
Mg	27.5 (27.2)*	25.1 (25.4)*	32.8 (30.8)*	27.4 (25.9)*	27.3
CIC(meq/100g)	13.14	13.62	14.86	14.18	
pH	6.87	6.88	6.87	6.95	
M.O. (%)	2.18	2.54	3.16	2.74	

*valores en %

Los valores de salida de nutrientes del sistema pueden asumirse en su mayor proporción como absorbidos por el cultivo de rosas, dadas las condiciones del fertirriego por goteo que minimizan las pérdidas por percolación, por lo que otras eventuales pérdidas de N y S no atribuibles a la absorción por parte de las rosas obedecería a las emisiones de formas gaseosas de estos nutrientes. Siendo un cultivo bien drenado, con aportes de fertilizantes químicos solubilizados y dispensados a través del riego por goteo, y habiendo una capacidad de retención de cationes y aniones en la materia orgánica del suelo y la zeolita incorporada, puede esperarse una

incidencia relativamente baja de desnitrificación (N, NO₂) y reducción del S (H₂S) a formas gaseosas.

La salida de nutrientes, como predominantemente incorporados al cultivo de rosas, pueden compararse estos valores con otros cultivos. El tomate y el pimiento, cultivos comunes, absorben entre 300 y 340kg/ha de K (Ramos & Pomares, 2018), aproximadamente el doble que el cultivo de rosas en este estudio, mientras que judías y guisantes verdes absorben cantidades similares. La absorción de N en tomates y pimientos está entre 200 y 280kg/ha, mientras que judías y guisantes entre 80 y 130kg/ha, superando duplicando y triplicando los valores de salida de NH₄⁺ encontrados en este estudio (*op.cit.*)

En la Tabla 22 se presentan, a título de comparación, valores de absorción de nutrientes de varios cultivos (FAO, 2002, pág. 24). En relación al S, llama la atención la enorme diferencia entre los valores de los cultivos citados y la cantidad de S resultante como salida del sistema suelo-riego-cultivo en este estudio. Las rosas duplican los valores de S en tomate en el tratamiento testigo (T1) y lo cuadriplican en el tratamiento cuatro. Lo mismo ocurre con el P y en menor cuantía con el Ca, mientras que N y K muestran valores comparables.

Tabla 22.*Extracción de nutrientes de varios cultivos (parte cosechable de la planta kg/ha)*

RUBRO	RENDIMI ENTO (Tn/ha)	N	P (P2O5)	P	K K2O	K	Ca	Mg	S
ROSAS* (Este estudio)	Flores /ha	76.9 – 80.4 (NH ₄ ⁺)		113.4		151 - 162,7	70,6 – 129,8	25,1 – 32,8	111,3 – 212,8
ARROZ	3000	50	26	11	80	66			
ARROZ	6000 (cáscara)	100	50	22	160	133	19	12	10
TRIGO	3000	72	27	12	65	54			
TRIGO	5000 (cáscara)	140	60	26	130	108	24	14	21
MAIZ	3000	72	36	16	54	45			5
MAIZ	6000	120	50	22	120	100	24	25	15
PAPAS	20.000	140	39	17	190	158	2	4	6
PAPAS	40.000	175	80	35	310	257		23	16
BATATAS	15.000	70	20	9	110	91			
BATATAS	40.000	190	75	33	390	324	28	9	
YUCA	25.000	161	39	17	136	113	44	16	
YUCA	40.000	210	70	31	350	291	57		
CAÑA DE AZUCAR	50.000	60	50	22	150	125			
CAÑA DE AZUCAR	100.000	110	90	39	340	282		50	38
CEBOLLAS	35.000	120	50	22	160	133			21
TOMATES	40.000	110	30	13	150	125		17	54
PEPINO	35.000	60	45	20	100	83		36	
FRIJOLES	2.400	155	50	22	120	100			
SOJA	1.000	160	35	15	80	66			
SOJA	2.400	224	44	19	97	81		18	

Nota: Tomado de la FAO (2002).

4.2. Efecto de uso de zeolita y vermicompost en el comportamiento agronómico del cultivo de rosas (variedad mundial)

La respuesta de las plantas de rosa a los diferentes tratamientos se registró mediante mediciones a los parámetros vegetativos más conspicuos de la planta y asociados a la producción de las flores, tal como se describió en la metodología. La respuesta de las variables vegetativas de las rosas ante los tratamientos fue no significativa en longitud del tallo a los 68 días al final del ciclo productivo, y en el diámetro del tallo fue significativa. Las dimensiones de la flor si mostraron un efecto significativo en longitud del pedúnculo y del botón floral, no así en diámetro del mismo ni en número de flores. En términos generales, el tratamiento tres (20t/ha de vermicompost y 1t/ha de zeolita por ha) arrojó los valores más altos en longitud del pedúnculo y del botón floral (Tablas 23 y 24).

Tabla 23.

Promedios para las variables agronómicas.

Variable	68 días
Largo del tallo (cm)	69.70
Diámetro del tallo (mm)	5.92
Longitud del pedúnculo floral (cm)	7.38
Longitud del botón floral (cm)	5.25
Diámetro del botón floral (mm)	35.39
Numero de flores	103.00

Tabla 24.*Análisis de la varianza para variables agronómicas.*

F.Var	GL	Longitud	Diámetro	Longitud	Longitud	Diámetro
Número		tallo	tallo	pedúnculo	botón	botón
flores						
Total	19					
Tratam	3	2.44 ^{ns}	3.70*	5.90**	6.93**	0.19 ^{ns}
0.81 ^{ns}						
Error	16	7.23	0.08	0.04	0.01	2.46
185.75						
CV (%)		3.86	4.69	2.58	1.88	4.43
13.23						

** Altamente significativo * Significativo ^{ns} no significativo

Tabla 25.*Promedio y pruebas de significación de Scheffé al 5% para las variables agronómicas.*

Tratam	Largo	Diámetro	Longitud	Longitud	Diámetro	
Número	tallo	tallo	pedúnculo	botón	botón	flores
1	67.45	5.58b	7.07b	5.10b	35.00	95.20
2	69.32	5.95ab	7.46a	5.23ab	35.31	103.40
3	72.00	6.15a	7.51a	5.36a	35.69	107.60
4	70.01	5.99ab	7.49a	5.32a	35.56	105.80

4.2.1. Cálculo de flores de exportación

Siendo la finalidad de la plantación objeto de estudio la producción de rosas para la exportación, se consideró esencial calcular el efecto de los tratamientos aplicados sobre la calidad del producto y el % apto para exportación. La plantación mantiene un alto nivel de calidad para exportación, observándose un incremento en los tres tratamientos al comparar con el testigo, sin embargo, el tratamiento tres arrojó los mejores resultados (Tabla 26).

Tabla 26. % de*% de flores para la exportación según el testigo vs resto de tratamientos.*

Tratam	Tallos totales cosechados	Tallos flor nacional	%
3	538	15	97.21
4	529	18	96.60
2	517	22	95.75
1	476	48	89.92

4.3. Relación costo beneficio de la aplicación de los tratamientos en el cultivo de rosas (variedad mundial).

El análisis económico se realizó según el método de (Perrin, 1974). En la Tabla 27, se presentan los cálculos realizados por tratamiento en dólares en un área de 8.40m² incluyendo los costos directos. Estos se mantuvieron aproximadamente iguales para los diferentes tratamientos. Los insumos, materiales y equipos en cada uno de los tratamientos fueron los mismos, salvo las cantidades de vermicompost.

Tabla 27.*Costos fijos por tratamiento.*

Concepto	Unidad	Cantidad	V/unitario	V/total
A. Costos directos				
Sistema de riego por goteo	m	112	0,18	20.16
Pinch,desyeme,basureo y cosecha	jornal	3	12.50	37.50
Plantas de rosa	planta	740	1.12	828.8
Bomba de fumigar	alquiler/por hora	12	5	60
Motocultor	alquiler/por hora	3	5	15
Mallas	malla	7	2	14
Divisores con sarán	divisor	16	2	32
Tijera de podar	tijera	1	20	20
Azadón	azadón	1	5	5
Rastrillo	rastrillo	1	3	3
Tutores	pambil	16	1	16
Balanza	balanza	1	20	20
Barreno	barreno	1	70	70
Calibrador	calibrador	1	12	12
Material de oficina				20
Otros				100
Total			US\$	1273.46
Total/tratamientos			US\$	63.67

Los costos variables del vermicompost difieren según la dosis aplicada (Tabla 28).

Tabla 28.

Costos variables de vermicompost por tratamiento.

Tratam	Cantidad en kg	Costo unitario	Costo total
3	16.90	0.13	2.20
4	25.35	0.13	3.30
2	8.45	0.13	1.10
1	0	0	0

Los costos variables de la zeolita no difieren porque se aplica la misma dosis en los diferentes tratamientos (Tabla 29).

Tabla 29.

Costos variables de zeolita por tratamiento.

Tratam	Cantidad en kg	Costo unitario	costo total
3	0.85	0.20	0.17
4	0.85	0.20	0.17
2	0.85	0.20	0.17
1	0	0	0

Los costos totales es la suma de los costos fijos más los costos variables (Tabla 30).

Tabla 30.

Costos totales por tratamiento.

Tratam	Costo fijo	Costo Variable		Costo total
		Vermicompost/ Zeolita		
3	63.67	2.20	0.17	66.04
4	63.67	3.30	0.17	67.14
2	63.67	1.10	0.17	64.94
1	63.67	0	0	63.67

Para los ingresos por tratamiento (Tabla 31). Se calcularon la cantidad de tallos cosechados por tratamiento y multiplicados por el precio vendido en la procesadora.

Tabla 31.

Ingresos por tratamiento

Tratam	Cantidad (tallos)	Ingreso Unitario	Ingreso total (\$)
3	523	0.25	130.75
4	511	0.25	127.75
2	495	0.25	123.75
1	428	0.25	107.00

El balance económico se basa en el cálculo del ingreso versus egreso (costos), obteniéndose por diferencia el beneficio (o pérdida). La fracción beneficio/costo se expresa en %, y es la que expresa el margen de utilidad neta por tratamiento (Tabla 32). El máximo beneficio correspondió al tratamiento tres con una utilidad del 98%.

Tabla 32.

Utilidad por tratamiento

Tratam	Ingreso	gasto	Beneficio	B/C	%Utilidad
3	130.75	66.04	64.71	0.98	98.00
4	127.75	67.14	60.61	0.90	90.00
2	123.75	64.94	58.81	0.91	91.00
1	107.00	63.67	43.33	0.68	68.00

4.4. Discusión de resultados

4.4.1. Variables químicas al inicio y final de la investigación

4.4.1.1. Efecto del aporte de vermicompost y zeolita al suelo

La textura franco arenosa, el bajo contenido de MO (2.18%), el pH (6.87) neutro y la CIC (13.14meq/100gr) baja a media son propiedades comunes en los suelos de origen volcánico de la zona de estudio. La diferencia radica en los altos valores en NH_4^+ (92.2ppm), P (251.80ppm) y S (77.90ppm), aun en el tratamiento uno, que deben relacionarse con los 16 ciclos de fertirriego bajo cultivo de rosas a que estuvo sometido el suelo en los últimos cuatro años. El contenido de materia orgánica inicial de 2.18% antes de colocar la zeolita y el vermicompost aumentó en el tratamiento dos a 2.54%, en el tratamiento tres a 3.16% y en el tratamiento cuatro a 2.74%, generando un valor promedio de todos los tratamientos de 2.66%, al final de la investigación en el tratamiento tres (1t/ha de zeolita y 20t/ha de vermicompost) se evidencio el mayor contenido de materia orgánica (3.00%), con un promedio general al final del ensayo de 2.82% (Tabla13). Ello demuestra un efecto mejorador inmediato con el avance del proceso de humificación y de la estabilidad de la fracción húmica en el suelo. El pH se mantuvo relativamente estable a lo largo del experimento; el valor promedio previo de 6.87 al añadirse zeolita y vermicompost ascendió en el tratamiento dos a 6.88, en el tratamiento tres se mantuvo en 6.87 y en el tratamiento cuatro subió a 6.95, generándose un promedio general de 6.89, que al final del experimento fue de 6.92. El pH está en el rango buffer del Ca^{2+} por lo que posee una gran estabilidad. La CIC, al estar asociada al contenido y tipo de arcilla, y en menor grado al contenido de materia orgánica humificada, mostró poca variación a lo largo del experimento. El valor previo al experimento de 13.14meq/100gr se incrementó ligeramente con la adicción del vermicompost y la zeolita, en el tratamiento dos a 13.62meq/100gr, en el tratamiento tres a 14.86 meq/100gr y en el tratamiento cuatro a 14.18meq/100gr, con un promedio general de 14.10 meq/100gr, ligeramente superior al valor de inicio de la investigación, para finalizar con un valor promedio de los cuatro tratamientos de 13.9meq/100gr al término del ciclo productivo. Al final del ensayo el tratamiento cuatro (1t/ha de zeolita

y 30t/ha de vermicompost) tuvo una CIC de 14,33meq/100gr (Tabla13). Según Fainstein (2005), los valores menores a 5meq./100g indican que el suelo es bajo en fertilidad, mientras que valores mayores de 30meq./100g corresponden a texturas muy arcillosas, no aptos para rosas. De allí puede afirmarse que los tratamientos aplicados no ejercieron mayor influencia en esta propiedad edáfica. En todo caso, el valor de la CIC juega un rol relativamente secundario en estas condiciones productivas debido a la nutrición de las plantas vía fertirrigación diaria por goteo.

Por su parte, la densidad aparente del suelo al final del experimento presentó diferencias significativas con un valor promedio de 1.25gr/cm³, con valores medios mínimo de 1.15 gr/cm³ y máximo de 1.33gr/cm³ (Tabla 19). Estos valores se consideran normales y correspondientes a la textura franco arenosa del suelo y a su bajo contenido en materia orgánica, pero debe considerarse el manejo del suelo que al ser sometido diariamente a fertirrigación puede tender a sufrir una ligera compactación (Rucks, Garcia, & Kaplan, 2004).

Asimismo la zeolita mejora las propiedades químicas y físicas del suelo, siendo más efectivos para incrementar la capacidad de intercambio catiónico (CIC) en la zona de las raíces y disminuir las aplicaciones de fertilizantes reduciendo las pérdidas por volatilización y lixiviación de los mismos (Díaz, Sánchez, & Llerena, 2009). La zeolita contribuye ostensiblemente a mejorar la humedad de la capa arable, facilita la fluidez del agua y reduce la densidad aparente del suelo, contribuyendo con la productividad y la reducción del impacto ecológico.

En lo que respecta a las propiedades: textura, pH, MO, CIC y densidad aparente presentan valores adecuados al proceso de producción de rosas y su estabilización podrá mantenerse y mejorarse a mediano plazo con la aplicación equivalente al tratamiento tres (20t/ha de vermicompost y 1t/ha de zeolita), el que ha resultado más favorable a la producción de rosas en términos de productividad y rendimiento económico en este ensayo.

4.1.1.2. Variaciones del contenido de N amoniacal durante el ciclo productivo de rosas (inicio y final)

El vermicompost aplicado contiene 16.8% de materia orgánica (fracciones solubles extraídas en el laboratorio) y 0.67% de NH_4^+ ; el suelo original de las camas presentó 92.20 ppm de NH_4^+ , y luego del aporte de vermicompost y zeolita al suelo y el aporte de la fertirrigación de 14.17ppm de NH_4^+ , el valor de este nutriente osciló (valores promedio) entre 91.00ppm (T2), 103.20ppm (T4) y 104.6 ppm (T4), para un promedio general de 97.75ppm (Tabla13). Se encontró diferencia altamente significativa en los contenidos de NH_4^+ entre los tratamientos uno y dos versus los tratamientos tres y cuatro (Tabla 15). El indicativo de la incidencia de los tratamientos de esta variable a partir de 20t/ha de vermicompost y 1t de zeolita. Al colocar el vermicompost en el suelo y durante el procesamiento los nutrientes son cambiados a formas más disponibles para la asimilación por parte de las plantas, tal es el caso del nitrógeno en forma nítrica o amoniacal, fósforo intercambiable, potasio, calcio y magnesio en formas catiónicas (Castañeda, Gomez, & Victor, 2011).

Luego de cumplirse el ciclo productivo, los valores de NH_4^+ se redujeron en el tratamiento uno a 66.67ppm, tratamiento dos a 65ppm, tratamiento tres a 77 ppm y tratamiento cuatro a 77.67ppm, con un valor promedio de 71.58ppm. Se evidenciaron diferencias significativas, entre los tratamientos dos y cuatro, mostrando una uniformización de los valores con el proceso de reducción de los contenidos (Tabla13). La reducción ocurrió pese a la continua fertirrigación con tres fuentes de nitrógeno: nitrato de amonio, nitrato de potasio, calcio y magnesio (Tablas 9 y 10). El aporte de nitrato de amonio al ensayo fue de 14.23ppm (Tabla 11). Su alta solubilidad, los nitratos incorporan las formas iónicas del N a la solución del suelo y de allí pueden ser absorbidas por las raíces o adsorbidas por las arcillas y ácidos húmicos o salir del sistema por lixiviación con los flujos de drenaje o en forma gaseosa a la atmósfera por desnitrificación (Padilla, 2018).

El valor alto de NH_4^+ en el cultivo de rosas se da por la fertirrigación diaria ya que aporta 14.23ppm NH_4^+ , más otro aporte importante en forma amoniacal y nitrato a

partir de la mineralización del compost. Pese a la aplicación de vermicompost y zeolita se observa una reducción de NH_4^+ en el suelo al final de la investigación, debido a la absorción del cultivo, que varió entre 76.9 y 80.4kg/ha (Tabla21). Díaz, Sánchez & Llerena (2009), la zeolita no actúa como fertilizante, sino como un aditivo que permite incrementar la eficiencia de los fertilizantes, permitiendo una disponibilidad controlada de los cationes que son utilizados por las plantas en su nutrición. Los resultados obtenidos evidencian una alta tasa de movilización del N por las vías antes mencionadas, Según Hann den Relab (2015), el nivel ideal para rosas es de 23 ppm de NH_4^+ y el amonio en cantidades altas en el suelo compite con otros cationes, de manera especial con el calcio, lo cual puede provocar deformación en el botón de la variedad mundial. Al no observarse deficiencias de Ca ni de otros cationes en las plantas de rosa del experimento, se evidencia que las cantidades disponibles de NH_4^+ en la solución del suelo están en equilibrio con las de otros cationes.

La cantidad de nitrógeno en forma amoniacal es casi imperceptible ya que se oxida en nitratos y es muy difícil ponerlo en evidencia en cantidades apreciables, es conveniente tener una reserva de amonio ya que las formas de nitrógeno en forma de nitratos se lixivian con facilidad (Navarro & Simón, 2013). En este experimento, la nitrificación puede cumplirse sin restricciones, dadas las condiciones generales de aireación, riego y la disponibilidad equilibrada de nutrientes.

4.1.1.3. Variaciones del contenido de P durante el ciclo productivo de rosas (inicio y final)

El P al inicio tuvo un nivel de 251.80ppm, se incrementó ligeramente de 251.80 a 289.60ppm, en promedio, con la aplicación de vermicompost y zeolita. El vermicompost aplicado contenía 0.19% de P (0.19gr/100ml, ver anexo 1) y con el tratamiento dos aumentó a 289.40 ppm, con el tratamiento tres a 289.60 ppm y con el tratamiento cuatro a 287.80ppm; el promedio de todas las muestras fue de 279.65ppm. Los contenidos de P al final de la investigación bajaron pese al aporte del fertirriego de H_2P_0_4 (fosfato mono potásico) de 14.11ppm (Tabla11). No se encontró diferencias estadísticas en los contenidos de P. entre los tratamientos dos, tres y cuatro, pero si

entre éstos y el tratamiento uno (Tabla 17). Lo que es indicativo del efecto de los tratamientos en esta variable a partir de 10t/ha de vermicompost.

Al final del ciclo productivo, los valores de P variaron entre 260.67ppm para el tratamiento dos y 285.67 ppm para el tratamiento uno y con un valor promedio de las muestras de 277.33ppm, sin diferencias significativas entre los tratamientos. Los resultados indican la uniformización de los contenidos de P soluble en el suelo de los cuatro tratamientos a lo largo del ciclo de producción, resultando contenidos al final del ciclo similares a los contenidos iniciales. El fertirriego aporta P soluble con una concentración de 14.11ppm H_2PO_4 (fosfato mono potásico) diario y, en forma similar ocurrió la liberación del P a partir del vermicompost en su proceso de mineralización. El balance final arrojó una tendencia a la acumulación del P en el suelo, cercana al 95% del total integrado al sistema por vermicompost y fertirriego, presumiblemente por fijación en formas no solubles. El P resulto el macronutriente menos móvil, variando entre 0 y 113.4kg/ha el nivel de salida del sistema por absorción del cultivo. Expoflores (2015), la rosa extrae 9 a 12 kg/ha de P del suelo, y Edgar (1999), las necesidades de fertilización de P en la rosa son suplidas por el fertirriego y la mineralización del compost manteniéndose constante la fracción de P soluble en el suelo a lo largo del ciclo productivo. El equilibrio entre las formas aniónicas de P (PO_4^- y HPO_4^-) liberadas por las fuentes en la solución del suelo (aportes), por una parte, y el resto de las fracciones: a) las que son fijadas en el suelo volcánico de pH neutro por el catión Ca^{2+} , la arcilla alófana y las sustancias húmicas; b) la fracción que es absorbida por las plantas, y c) la fracción que eventualmente abandona el sistema a través del agua percolada.

Los niveles ideales para el cultivo de rosas en suelo arenoso están entre 30 y 40ppm, en suelo de textura media entre 40 y 50ppm y en suelo pesado entre 50 y 60ppm (Fainstein, 2005). La disponibilidad de P en la plantación de rosas en estudio se mantiene excesivamente alta, por lo que sería recomendable experimentar la reducción de P en el fertirriego y observar la respuesta de las rosas.

4.1.1.4. Variaciones del contenido de S durante el ciclo productivo de rosas (inicio y final)

El contenido de S previo a la investigación fue de 77.90ppm y, luego del aporte de vermicompost y zeolita, el tratamiento tres subió a 89.20 y el tratamiento 4 a 93ppm, con un promedio de todas las muestras de 79.95ppm (Tabla 13). Las concentraciones de S al final de la investigación bajaron pese al aporte del fertirriego de 37ppm debido a la salida de entre 111.3 y 212.8kg/ha, valor muy alto que permite suponer que, además de la absorción por el cultivo, pudiera haber volatilización (H_2S) y/o pérdida por percolación. La incidencia de los aportes de vermicompost ejercen un significativo efecto en el contenido de S a partir de 20t/ha de vermicompost + 1t/ha de zeolita (T3). Castañeda, Gomez & Victor (2011), el vermicompost, aun cuando el proceso de fermentación haya sido avanzado, se requiere un cierto periodo de tiempo para que ocurra la mineralización parcial del material orgánico en el suelo y ocurra la progresiva liberación del S en forma asimilable.

La rosa necesita de 20-60ppm de azufre y extrae entre 44 y 49kg/ha de S del suelo, el S, al igual que el N y el P, sufre transformaciones en el suelo pasando por la fase H_2S (gas que se escapa a la atmosfera) y aniónica (SO_2^-) que puede ser absorbida o ser lixiviada (Expoflores, 2015). Sería recomendable investigar las proporciones de las fracciones de salida de S del cultivo de rosas, pues pudiera ser una cantidad muy apreciable

4.1.1.5. Variaciones del contenido de las bases (K, Ca y Mg) durante el ciclo productivo de rosas (inicio y final)

El K, originalmente en 1.18meq/100 g suelo (Tabla12). Luego del aporte del vermicompost y zeolita, se incrementó en el tratamiento tres a 1.32meq/100g suelo y en el tratamiento cuatro a 1.28meq/100g suelo y con un promedio general de las muestras de 1.24meq/100g al inicio de la investigación (Tabla 13). Las concentraciones de K al final del ciclo productivo se redujeron sensiblemente pese al aporte del fertirriego, que aporta con una concentración de 0.09meq/100g de suelo.

Ello responde a la salida del sistema de entre 151 y 171.4kg/ha (Tabla 21). La mayor proporción corresponde a la absorción del K por las rosas a partir de la solución del suelo, pues el lixiviado debe ser mínimo. Según Fainstein (2005), el nivel ideal de K para el cultivo de rosas en un suelo arenoso es de 0.5-0.8meq/100ml, en un suelo de textura media es de 0.6-1meq/100ml y en un suelo pesado es de 0.7-1.1meq/100ml. Según ello, el valor de K en las condiciones de producción de este estudio es ligeramente superior al óptimo.

El Ca, originalmente en 10meq/100 gr suelo (Tabla 12). Al mejorarse el suelo con vermicompost y zeolita, se incrementó en el tratamiento 3 a 10.74meq/100 gr suelo y en el tratamiento 4 a 10.18 meq/100 gr suelo, llegando a tener un promedio general de las muestras de 10.18meq/100 gr suelo (Tabla 13). Las concentraciones de Ca al final de la investigación bajaron pese al aporte del fertirriego de Ca en una concentración 0.18meq/100 gr suelo, debido a la extracción, mayormente del cultivo de rosas de entre 70.2 y 129.80kg/ha en el ciclo de producción de 68 días (Tabla 21). Según Fainstein (2005), los niveles ideales de Ca en cultivo de rosas son de 5 a 10meq/100 ml, por lo tanto, el cultivo realizado está dentro de los niveles deseables.

El Mg, originalmente en 2.94meq/100 gr suelo (Tabla12). Al colocar el suelo con vermicompost y zeolita se incrementó, en donde el tratamiento dos a 2.86meq/100 gr suelo, tratamiento tres a 3.12meq/100 gr suelo, tratamiento cuatro a 3.10meq/100 gr suelo y con un promedio de las muestras de 3.00meq/100 gr suelo (Tabla13). Las concentraciones de Mg al final de la investigación bajaron pese al aporte del fertirriego en nitrato de magnesio en una concentración de 0.29meq/100 gr suelo, debido a la extracción mayormente del cultivo de rosas de entre 25.1 y 32.8 kg/ha en el ciclo de producción de 68 días (Tabla 21). Según Fainstein (2005), el suministro ideal de Mg es de 3.70meq/100 gr suelo; ello es indicativo de la absorción del Mg por las rosas a partir de la solución del suelo, y también de las pérdidas por lixiviado hacia las aguas subterráneas. Además, en el Mg al inicio se encontró diferencias estadísticas (Tabla 14). Los tratamientos incidieron en esta variable, en cambio en el final no se encontró diferencia estadística por lo tanto actuaron independiente (Tabla 16).

La aplicación de zeolita, favorece a la adsorción de fósforo, magnesio, potasio, mejora la CIC y ocasiona cambios en el pH, es decir la zeolita tiene incidencia en mejorar el aprovechamiento de nutrientes para la plantas (Portocarrero, 2016).

4.1.1.6. de. Variaciones del contenido micronutrientes durante el ciclo productivo de rosas (inicio y final)

Los microelementos destaca el Fe con valores relativamente altos y estables a lo largo de las diferentes fases: 269.60ppm en el suelo previo (Tabla12). Al añadirse el vermicompost y zeolita el tratamiento dos se incrementó a 402.00ppm, tratamiento tres 343.00ppm y tratamiento cuatro a 319.40ppm y un promedio general de las muestras de 333.50ppm (Tabla13). Las concentraciones de Fe al final de la investigación bajaron pese al fertirriego que aporta en 1.35ppm, debido a la extracción, del cultivo de rosas de entre 15 y 153.80kg/ha en el ciclo de producción de 68 días (Tabla 21). Según Expoflores (2015), el Fe ideal para la nutrición de rosas es de 5ppm.

La estabilidad del contenido de Fe a lo largo de las diferentes fases del experimento sugiere un equilibrio entre las entradas y salidas del micronutriente en el sistema, es decir, que la absorción por las plantas de rosa, el lixiviado y la fijación en el suelo son equivalentes al aporte por fertirriego, la mineralización del compost y la liberación de Fe de los minerales del suelo. En el análisis de varianza del Fe se muestra diferencia significativa entre los tratamientos, tanto al inicio como al final del experimento (Tablas14 y 16). Asimismo, Espinosa, Slaton & Mozaffari (2011), que los niveles de hierro superiores a 200 ppm (400 lb/acre) no resultan tóxicos para las plantas en la mayoría de los casos.

El Mn con valores relativamente altos y estables a lo largo de las diferentes fases: 5.38ppm en el suelo previo (Tabla12). Al añadirse el vermicompost y zeolita se incrementa en el tratamiento dos a 7.86ppm, tratamiento tres 8.36ppm y tratamiento cuatro a 7.76ppm y un promedio general de muestras 7.34 ppm (Tabla13). Las concentraciones de Mn al final de la investigación bajaron pese al fertirriego que aporta Mn al suelo en una concentración 0.54ppm debido a la extracción, del cultivo

de rosas de entre 80 y 151kg/ha en el ciclo de producción de 68 días (Tabla 21). La estabilidad del contenido de Mn a lo largo de las diferentes fases del experimento sugiere un equilibrio entre las entradas y salidas del micronutriente en el sistema, es decir, que la absorción por las plantas de rosa, el lixiviado y la fijación en el suelo son equivalentes al aporte por fertirriego, la mineralización del compost y la liberación de Mn de los minerales del suelo. En el análisis de varianza del contenido de Mn en el suelo al inicio se encontró diferencias estadísticas, donde los tratamientos incidieron en esta variable, en cambio en el final no se encontró diferencia estadística (Tablas 14 y 16). Según Fainstein (2005), el Mn en un nivel ideal para el cultivo de rosas es de 5-9ppm, más de 9ppm puede ser ya tóxico para las plantas.

El Zn con valores relativamente altos y estables con 18.22ppm en el suelo previo (Tabla12). Al añadirse el vermicompost y zeolita se incrementó en el tratamiento dos a 29.12ppm, tratamiento tres a 21.62ppm, tratamiento cuatro a 20.96ppm y un promedio general de las muestras de 22.48ppm (Tabla 13). Las concentraciones de Zn al final de la investigación bajaron pese al fertirriego que aporta de Zn al suelo en una concentración 0.25ppm. Debido a la adsorción, mayormente del cultivo de rosas de entre 102 y 256kg/ha en el ciclo de producción de 68 días (Tabla 21). La estabilidad del contenido de Zn a lo largo de las diferentes fases del experimento sugiere un equilibrio entre las entradas y salidas del micronutriente en el sistema, es decir, que la absorción por las plantas de rosa, el lixiviado y la fijación en el suelo son equivalentes al aporte por fertirriego, la mineralización del compost y la liberación de Zn de los minerales del suelo. En el análisis de varianza para el contenido de Zn al inicio de la investigación presentó significancia estadística, mientras que al final también presentaron significancia estadística (Tabla 14 y 16), se puede observar que los tratamientos incidieron en esta variable, Además indicar que la flor variedad mundial no presentó deformación es un elemento básico dentro de su nutrición. Según Fainstein (2005), el Zn el nivel ideal para la producción de rosas es de 1-7.5ppm. Los suelos con niveles de zinc arriba de 40 ppm (80 lb/acre) son algunas veces observados, pero dichos niveles no son tóxicos para una planta en la mayoría de los casos igualmente el Zn es necesario para la producción normal de la clorofila y el crecimiento; entra en la

composición de diferentes enzimas y participa en la síntesis de hormonas del crecimiento (Espinosa, Slaton, & Mozaffari, 2011).

El Cu con valores relativamente altos y estables con 13.26 ppm en el suelo previo (Tabla12). Al colocarse el vermicompost y zeolita, aumento el tratamiento tres 14.06ppm, tratamiento cuatro a 14.34ppm y un promedio general de las muestras de 13.64ppm (Tabla13). Las concentraciones de Cu al final de la investigación bajaron pese al fertirriego que apporto Cu con 0.13ppm debido a la absorción, mayormente del cultivo de rosas de entre 76 y 113kg/ha en el ciclo de producción de 68 días (Tabla 21). La estabilidad del contenido de Cu a lo largo de las diferentes fases del experimento sugiere un equilibrio entre las entradas y salidas del micronutriente en el sistema, es decir, que la absorción por las plantas de rosa, el lixiviado y la fijación en el suelo son equivalentes al aporte por fertirriego, la mineralización del compost y la liberación de Cu de los minerales del suelo. En el contenido de Cu en el suelo y al inicio se encontró diferencias estadísticas, donde los tratamientos incidieron en esta variable, en cambio en el final no se encontró diferencia estadística (Tablas 14 y 16). Según Fainstein (2005), el nivel deseado de Cu para el cultivo de rosas 0.2ppm; más de 3.9 es tóxico.

La aplicación de materia orgánica humificada aporta nutrientes y funciona como base para la formación de múltiples compuestos como las sustancias húmicas (ácidos húmicos, fúlvicos, y huminas), que mantienen la actividad microbiana y al incorporarlas mejoran la estructura del suelo, facilitando la formación de agregados estables, con lo que mejora la permeabilidad. Su acción quelante contribuye a disminuir los riesgos de carencias y favorece la disponibilidad de algunos micronutrientes (Fe, Cu y Zn) para la planta (Castañeda, Gomez, & Victor, 2011).

El B con valores relativamente altos y estables en el suelo previo con 2.64ppm (Tabla 12). Al añadirse el vermicompost y zeolita se incrementó en el tratamiento tres con 2.88 ppm, tratamiento cuatro a 2.60ppm y un promedio general de las muestras de 2.66ppm (Tabla 13). Las concentraciones de B al final de la investigación bajaron pese al fertirriego que apporto de B al suelo en una concentración de 0.19ppm, debido a la

extracción, mayormente del cultivo de rosas de entre 34 y 45 kg/ha en el ciclo de producción de 68 días (Tabla 21). La estabilidad del contenido de B a lo largo de las diferentes fases del experimento sugiere un equilibrio entre las entradas y salidas del micronutriente en el sistema, es decir, que la absorción por las plantas de rosa, el lixiviado y la fijación en el suelo son equivalentes al aporte por fertirriego, la mineralización del compost y la liberación de B de los minerales del suelo. En el análisis de varianza del B al inicio y al final de la investigación no se encontró diferencias estadísticas los tratamientos no incidieron en esta variable (Tablas 14 y 16). Según Fainstein (2005), los niveles ideales de B son de 0.1-0.6ppm, si hay exceso se puede neutralizar subiendo el pH a más de 6.7 y trabajar con concentraciones altas de calcio y nitratos.

4.4.2. Variables agronómicas

4.4.2.1. Longitud de tallos después del pinch

La variable longitud del tallo a los 68 días después del pinch, no se encontró diferencias significativas entre los tratamientos (Tabla 24). Los tratamientos no tuvieron efecto en el crecimiento de los tallos., para lo cual Taipe (2018), el largo de los tallos puede ser explicado en términos de la intercepción lumínica y, en consecuencia, en el área foliar; en las rosas un mega julio luz genera 2,5 gramos de materia seca. Al no haber significancia estadística, pero desde el punto de vista agronómico comercial se constató que los valores de tallo obtenidos con el tratamiento tres fueron los más altos a los 68 días con un promedio de 72 cm con respecto al testigo (Tabla 25). Se corrobora con lo mencionado por Plantec S.A (2017), el máximo crecimiento del tallo en rosas variedad mundial está entre 70 y 100cm, y requiere de 60 a 70 días, los valores alcanzados en este estudio de 70 y 72cm a los 68 días con los tratamientos 3 y 4 están en el rango esperado.

4.4.2.2. Diámetro de tallos después del pinch

Los valores del diámetro de tallo a los 68 días después del pinch se observa diferencias significativas (Tabla 24). El tratamiento tres tiene el mayor diámetro y se diferencia

del tratamiento uno, los tratamientos dos y cuatro no se diferencia del tratamiento uno y tres en este caso el que tiene el mejor diámetro es el tratamiento tres (20t /ha de vermicompost y 1t/ha de zeolita) 6.15 mm, a los 68 días (Tabla 25). El máximo crecimiento del diámetro del tallo de la rosa está entre 5mm y 7mm, entre los 60 y 70 días de desarrollo (Plantec S.A, 2017). Además, corrobora con Taipe (2018), el diámetro de tallos está influenciado por una buena nutrición de planta y manejo en la formación de la planta.

4.4.2.3. Longitud del pedúnculo floral después del pinch

La variable longitud del pedúnculo floral al momento de la cosecha muestra diferencias altamente significativas (Tabla 24). El tratamiento dos, tres y cuatro estadísticamente no se diferencia, pero los tres tratamientos se diferencian del tratamiento uno (testigo); Se observa que en el tratamiento tres genera una mejor longitud de pedúnculo floral con un promedio de 7.51cm con respecto al testigo 7.07cm (Tabla 25). Desde el punto de vista agronómico comercial es muy importante., este valor concuerda con el reportado por Plantec S.A (2017), la longitud del pedúnculo floral está entre los 7 y 8cm. Los valores alcanzados en este estudio especialmente el tratamiento tres está en el rango esperado.

4.4.2.4. Longitud del botón floral después del pinch

La variable longitud del botón floral a la cosecha muestra diferencias altamente significativas (Tabla 24). El tratamiento dos, tres y cuatro estadísticamente no se diferencia, pero el tratamiento tres y cuatro se diferencia del tratamiento uno en este caso el que tiene la mejor longitud botón floral es el tratamiento tres (20t/ha de vermicompost y 1t/ha de zeolita por ha) con un valor promedio de 5.36cm (Tabla 25). La sustitución de un porcentaje de la fertilización química en el cultivo de rosas con el vermicompost; reportan haberse mantenido las buenas características de una flor de calidad en las variables longitud de tallo y del botón floral reduciendo la fertilización química (Castañeda, Gomez, & Victor, 2011).

4.4.2.5. Diámetro del botón floral después del pinch

La variable diámetro del botón floral a la cosecha no evidencia diferencias significativas entre los tratamientos (Tabla 24). Se constató que el botón floral fue mayor en los tratamientos dos, tres y cuatro que el testigo y el tratamiento tres es el que presentó el mejor diámetro del botón floral con 35.69mm (Tabla 25). Desde el punto de vista agronómico comercial es muy importante., según Plantec S.A (2017), el máximo crecimiento esperado del diámetro del botón floral de la variedad mundial es de 6-6,5cm, entre los 60 y 70 días.

4.4.2.6. Número de flores después del pinch

La variable número de flores después del pinch no arroja diferencias significativas entre los tratamientos, los tratamientos no influenciaron en esta variable. Sin embargo, desde el punto de vista agronómico comercial el número de flores fue mayor en todos los tratamientos dos, tres y cuatro que el testigo (T1) en cambio el tratamiento tres es el que presentó mayor número de flores con un promedio de 108 y el testigo de 95 flores (Tabla 25). Se corrobora con lo mencionado por Plantec S.A (2017), la máxima productividad flor/planta/mes es de 1 a 1.2 entre los 60 y 70 días.

4.4.2.7. Cálculo de flores de exportación

Al realizar el cálculo del porcentaje de flor para exportación, restando las flores nacionales (Tabla 26). Se puede observar un mejor efecto en esta variable de los tratamientos tres y cuatro que el testigo, acotándose como el mejor al tratamiento tres con 97.21% de generación de flor de exportación.

CAPÍTULO V

5. Conclusiones y recomendaciones

5.1. Conclusiones

- Las propiedades del suelo textura, pH, MO, CIC y densidad aparente no sufrieron modificaciones significativas con la aplicación de las dosis de vermicompost y zeolita correspondientes a los tratamientos. Sin embargo, mantuvieron valores adecuados al proceso de producción de rosas y todas ellas podrían mejorarse, a mediano plazo, con la aplicación continua del tratamiento tres (0.17kg + 3.38kg por unidad de 1.68 m²), equivalente a 1t/ha de zeolita y 20 t/ha de vermicompost, el cual ha resultado el más favorable a la producción de rosas en términos de productividad y rendimiento económico.
- Los tratamientos aplicados, más el fertirriego 5 días a la semana, generaron la acumulación en el suelo, al final del ciclo productivo, de casi el 90% en promedio del P incorporado al sistema, el 81% del Fe, el 77% del Ca y más del 60% del Mg, NH₄⁺, el Cu y el Zn.
- La extracción de nutrientes del sistema más importante fue la del S con 80.2% en promedio, para un valor entre 111.31 y 212.8kg/ha durante el ciclo productivo de 68 días, seguido por K con el 63.2% para un valor entre 151 y 162.7kg/ha.
- La aplicación del tratamiento tres (T3) de 1t/ha zeolita y 20 t/ha vermicompost, la variedad mundial de rosa mostró una mejor respuesta que el testigo y, también mejor que los otros tratamientos. Aunque solo hubo diferencias significativas en tres de las variables vegetativas medidas, con el tratamiento tres se alcanzó mayor altura de tallos, diámetro de tallos, longitud del

pedúnculo floral, longitud del botón floral, diámetro del botón floral y el mejor rendimiento de flores por tratamiento, demostrando con ello una mejor eficacia agronómica el resultó ser el más rentable con el 98% más rendimiento que el testigo.

- En atención a ello, puede considerarse cierta la hipótesis planteada, es decir, la utilización de zeolita y vermicompost promueve el mejoramiento de las condiciones agroproductivas y, por ende, promueve un comportamiento agronómico superior del cultivo de rosas variedad mundial.
- En términos generales, la aplicación de zeolita y vermicompost ofrece una alternativa que podría considerarse en futuros experimentos, en donde se reduzca la aplicación de fertilizantes industriales (sintéticos), y se evalúe la respuesta y los beneficios en el cultivo de rosa variedad mundial.

5.2. Recomendaciones

- Considerar en la planificación del cultivo de rosas la inclusión de la fertilización orgánica con la finalidad de reducir las dosis de los agroquímicos y mantener alta la producción de rosas, especialmente en la variedad mundial.
- Se recomienda aplicar el equivalente a 1t/ha de zeolita y 20t/ha de vermicompost, para optimizar el cultivo de rosas variedad mundial, en las condiciones de la parroquia Tabacundo, a una temperatura media anual de 12.5°C, precipitación anual de 920mm y una altitud de 2850msnm.
- Realizar estudios de vermicompost y zeolita en otras variedades de rosas con el fin de validar resultados y poder hacer comparaciones.

Referencias bibliográficas

- Anicua, R., Gutiérrez, M. d., & Sánchez, P. (2009). Tamaño de partícula y realción micromorfológica en propiedades físicas de perlita y zeolita. *Agricultura técnica*, 147-156.
- Artica, M. (2008). *Floricultura Manejo y Comercializacion*. Perú: Publicacion Macro EIRL.
- Bajaña, D., Miguel, Q., & Ayala, C. (2002). Uso de las zeolitas naturales bloque tecnologico experimental de las zeolitas (BTEZ) de la espol del cultivo de maíz. *Mexicana*, 1-11.
- Barragán, R. (2012). *Métodos estadísticos aplicados al diseño de experimentos*. Ibarra: Segunda edición.
- Carrasco, J. (2012). Retos florícolas. *La Flor*, 20-34.
- Castañeda, R., Gomez, J., & Victor, F. (2011). Evaluación del fertilizante orgánico líquido de lombriz san rafael en el cultivo de rosa cv. Classy. *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín*, 1-10.
- CFN. (1 de Octubre de 2017). *S. Cultivo de flores*. Obtenido de S. Agricultura ganaderia silvicultura y pesca: <https://www.cfn.fin.ec/wp-content/uploads/2017/10/FS-Cultivo-de-Flores-octubre-2017.pdf>
- Chica, F., Londoño, L., & Alvarez, M. (2006). La zeolita en la mitigación ambiental. *La sallista*, 3(1), 30-34.
- Clúster flor. (24 de mayo de 2017). *Expoflores*. Obtenido de Flores del Ecuador: <http://flor.ebizar.com/flores-de-ecuador-las-mejores-del-mundo/>
- Cortés, S., Etchevers, J., Claudia, H., & Hermilio, N. (2017). Estado nutrimental del agroecosistema rosa (*Rosa spp.*) en la ladera este de Iztaccíhuatl. *Terra latinoamericana*, 237-246.
- De Sanzo, R. (2000). *Como criar lombrices californianas*. Buenos Aires.
- Diáz, G. (2017). *Germinación y producción de plantula de lisianthus en mezclas de peatmoss y zeolita*. (Tesis de grado). Universidad Autónoma del estado de México, Tenancingo, Mexico.

- Díaz, G., Sánchez, F., & Llerena, L. (2009). Empleo de zeolitas naturales en la fertilización y producción de fréjol(*Phaseolus vulgaris* L.) en la zona de Quevedo. *Ciencia y Tecnología*, 1-6.
- Dimas, R., Ríos, C., & Favela, C. (2007). Vermicomposta como alternativa orgánica en la producción de tomate en invernadero. *Chapingo*, 13(2), 185-192.
- Edgar, A. (1999). Requerimientos de agua y nutrición de cultivo de flores. *Tercer congreso de suelos* (págs. 215-237). Cali: Ciat.
- Esmeral, Y., Gonzáles, A., & Victor, F. (2011). Evapotranspiración en plantas de rosas cv, charlotte en condiciones de invernadero. *Sustratos, manejo de clima automatización y control en sistemas de cultivo sin suelo*, 1-18.
- Espinosa, L., Slaton, N., & Mozaffari, M. (2011). Como interpretar los resultados de los analisis de suelo. *Agricultura y Recursos Naturales*, 1-12.
- Estevez, J. (2004). *Evaluación de los efectos y comportamientos fisiologicos de dos variedades de rosa bajo condiciones ambientales controladas*. Ibarra: Tesis de grado, Universidad Católica del Ecuador.
- Expoflores. (5 de Enero de 2015). *Escuela de floricultura*. Obtenido de Fertirriego: <http://www.escueladefloricultura.com/registro/>
- Fainstein, R. (2005). *Cultivo de rosas en latinoamerica*. Ecuador: Publicaciones Jafier.
- FAO. (8 de Febrero de 2002). *Los fertilizantes y su uso*. Obtenido de Los fertilizantes y su uso: <http://www.fao.org/3/a-x4781s.pdf>
- FAO. (5 de Enero de 2019). *Portal de suelos de la FAO*. Obtenido de Portal de suelos de la FAO: <http://www.fao.org/soils-portal/soil-survey/propiedades-del-suelo/propiedades-fisicas/es/>
- Flores, A., Galvis, A., & Hernández, T. (2015). Efecto de la adición de zeolita en un andosol sobre el ambiente químico edáfico y el crecimiento de avena. *Article*, 692-697.
- Flores, E. (2015). *Respuesta del cultivo de rosas a tres fuentes de fosfito en la aplicación del suelo y follaje como inductores de resistencia y calidad de flor*. Quito: Tesis de grado, Universidad Central del Ecuador.
- Gayosoo, S., Borges, I., Villanueva, E., Estrada, A., & Garruña, R. (2016). Sustratos para producción de flores. *Agrociencia*, 617-631.
- Ghisolfi, E. (2011). *Contenidos de materia orgánica*. Cordova: Eduvim.

- Gómez, I., Fernández, L., Olivera, Y., & Arias, R. (2007). Efecto de estiércol vacuno en el establecimiento y la producción de semillas de *Teramnus labialis*. *Pastos forrajes*, 1-4.
- González, J. (2006). *Agricultura y la Ganadería*. España: Publicación Oceano.
- H. Water Saver. (24 de mayo de 2018). *Zeolita*. Obtenido de Zeolita de uso agrícola: <https://hidrogelcolombia.es.tl/ZEOLITA.htm>
- Hann den Relab. (2015). *Análisis de suelo*. Cayambe: RVA.
- Hernández, O., Ojeda, D., López, J., & Arras, A. (2010). Abonos orgánicos y su efecto en las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo. *Tecnociencia*, IV, 1-6.
- Holdridge, L. (2000). *Ecología basada en zonas de vida*. San José: IICA.
- Iniap. (2006). *Muestreo de suelos para análisis químico con fines agrícolas*. Guayas: Publicación 272.
- Inifap. (2013). Zeolita natural. *Sagarpa*, 1-40.
- IRAC. (1 de Diciembre de 2017). *Comité de acción contra resistencia a insecticidas*. Obtenido de Clasificación del modo de acción de insecticidas y acaricidas: <http://www.iraconline.org/documents/folleto-modo-de-accion-insecticidas-y-acaricidas/>
- Lanchimba, L. (2013). *Respuesta de seis variedades de rosa (Rosa sp.). A tres relaciones nutricionales del Ca, Mg y K*. Cayambe: Tesis de grado, Universidad Central del Ecuador .
- Lopez, J., Estrada, A., & Valdez, R. (2001). Abonos orgánicos y su efecto en las propiedades físicas y químicas del suelo y rendimiento en Maíz. *Terra*, 7.
- Macías, A., Spinola, A., & Hernández, T. (2007). Efecto de la adición zeolita en un andosol sobre el ambiente químico edáfico y el crecimiento de la avena. *Interciencia*, 32(10), 691-696.
- Marconi, J. (2011). *Suelo*. México: McGraw-Hill.
- Martínez, E., Fuentes, J., & Acevedo, E. (2008). Carbono orgánico y propiedades del suelo. *R.C.Suelo Nutrición Vegetal*, 8(1), 68-96.
- Masgloiris, H., & Raúl, M. (2005). Efectos del compost vegetal y humus de lombriz en la producción sostenible de capítulos florales en *Calendula officinalis* L. y *Matricaria recutita* L. . *Cubana de plantas medicinales*, 1-5.

- Mosquera, B. (2010). *Manual para elaborar y aplicar abonos y plaguicidas orgánicos*. Estados Unidos de América: Fonag.
- Navarro, G., & Simón, N. (2013). *Química agrícola*. España: Mundi prensa.
- Padilla, W. (18 de Febrero de 2018). *Interpretación de analisis de suelo y foliar para generar un programa de fertilización*. Obtenido de Agrobiolab: <https://es.scribd.com/document/156246521/Interpretacion-de-Analisis-de-Suelos-y-Foliar>
- Palacios, N. (2012). *Uso de tres mejoradores de retención de nutrientes en el suelo*. Ambato: (Tesis de grado). Universidad Tecnica de Ambato, Cevallos, Ecuador.
- PDOT. (2015). *Plan de ordenamiento y desarrollo cantonal*. Tabacundo: GAD Pedro Moncayo.
- Perrin, R. (1974). *Analisis economico*. Carolina del Norte: Techical Bulletin.
- Pinenla, H. (2016). *Estudio fenológico y productivo de diez variedades de rosa en el primero y segundo ciclo de producción*. Cayambe: Tesis de grado, Universidad Central del Ecuador.
- Plantec S.A. (21 de Julio de 2017). *Varietad mundial*. Obtenido de Kortida: <http://www.plantecuador.com/Spanish/varfiles/ibody.php?variety=Mundial>
- Portocarrero, O. (2016). Efecto de la aplicación de zeolita en la recuperación de nitrógeno y el rendimiento de maíz. *Acta agronomica*, 24-30.
- Ramos, C., & Pomares, F. (29 de Enero de 2018). *Portal fruticola*. Obtenido de Portal fruticola: <https://www.portalfruticola.com/noticias/2018/01/29/fertilizacion-y-necesidades-de-nutrientes-de-los-cultivos-hortícolas/>
- Reséndez, A. (2015). Origen, importancia y aplicación de vermicomposta para el desarrollo de especies hortícolas y ornamentales. *Article, 109(6)*, 1-16.
- Restrepo, J., & Bejarano, C. (2002). *Abonos organicos fermentados*. Cali: CVS.
- Rodríguez, D., Ríos, C., & Chávez, F. (2007). Vermicomposta como alternativa organica en la producción de tomate en invernadero. *Chapingo serie horticultura*, 185-192.
- Rodriguez, N., Cano, P., & Figueroa, U. (2009). Uso de abonos organicos en la produccion de tomate bajo invernadero. *Terra Latinoamericana*, 27(4), 319-327.

- Rojas, J. (2012). Densidad aparente comparación de métodos de determinación en ensayo de rotaciones en siembra directa. *Inta*, 1-3.
- Rubén, F. (2005). *Manual de cultivo de rosas*. Israel: Jafier.
- Rucks, L., Garcia, F., & Kaplan, A. (2004). *Propiedades físicas de suelo*. Montevideo: Departamento de suelos y aguas.
- Sánchez, M. (2011). *Evaluación de tres abonos orgánicos en diferentes dosis de aplicación en el rendimiento de cultivo rosa freedom*. Riobamba: Tesis Universidad politecnica de Chimborazo.
- Seguel, O., Cortázar, V., & Casanova, M. (2003). Variación en el tiempo de las propiedades físicas de un suelo con la adición de enmiendas orgánicas. *Agricultura Técnica*, 63(3), 1-11.
- Sosa, E., Trejo, H., López, J., Vásquez, C., Serrato, S., Castillo, I., & Flores, J. (2010). Efecto residual de estiércol bovino sobre el rendimiento de maíz forrajero y propiedades del suelo. *Terra latinoamericana*, 28, 381-390.
- Taipe, S. (2018). *Respuesta de dos variedades de rosa a la aplicación de dos fuentes de fertilización soluble convencional y tecnología microcarbón*. Sangolquí: Tesis de grado, Universidad de las fuerzas armadas.
- Torres, R. (2015). *Uso de zeolita y humus en el cultivo de zanahoria*. (Tesis de grado). Universidad Técnica de Ambato, Cevallos, Ecuador.
- Trejo, H., Sosa, E., López, J., & Vázquez, C. (2013). Impacto del estiércol bovino en el suelo y producción de forraje de maíz. *Mexicana de ciencias agrícolas*, 4(5), 727-738.
- Trinidad, A. (2014). Abonos orgánicos. *Sagarpa*, 1-7.
- Velasco, V., Sandoval, F., Cerrato, F., Santos, T., & Sanchez, G. (2004). CO₂ y dinámica de las poblaciones microbianas en composta de estiércol y paja con aireación. *Terra Latinoamericana*, 22(3), 307-316.

ANEXOS

Anexo 1. Resultados de análisis de M.O. INIAP



ESTACIÓN EXPERIMENTAL "SANTA CATALINA"
DEPARTAMENTO DE MANEJO DE SUELOS Y AGUAS
LABORATORIO DE ANÁLISIS DE SUELOS, PLANTAS Y AGUAS
 Panamericana sur Km. 1. Apartado 17-01-340
 Teléfono: 3007284. Email: laboratorio.dmsa@iniap.gob.ec
 Mejía -Ecuador



REPORTE DE ANÁLISIS DE ABONOS ORGÁNICOS

DATOS DEL PROPIETARIO				DATOS DE LA PROPIEDAD				PARA USO DEL LABORATORIO				
Nombre	: LUIS MANUEL FARINANGO			Nombre	: FINCA MARY ROSES			No. Muestra Lab.	: 118			
Dirección	: TABACUNDO			Provincia	: PINCHINCHA			Fecha de Muestreo	: 13/08/2017			
Ciudad	:			Cantón	: PEDRO MONCAYO			Fecha de Ingreso	: 14/08/2017			
Teléfono	:			Parroquia	: TABACUNDO			Fecha de Salida	: 25/08/2017			
Fax	:			Ubicación	:							

No. Muestra Lab.	Identificación de la muestra	g/100 ml							mg/l					%			
		N Total	P	K	Ca	Mg	S	M.O.	B	Zn	Cu	Fe	Mn	pH	C/N	D.A	H
1118	HUMUS	0.67	0.19	0.13	0.9	0.3	0.12	16.30	90.0	52.0	4.5	16165.5	281.4	7.23	14.12		

Unidades	Método
g/100 ml : gramos/100 mili litros = % : porcentaje	pH : Potenciométrico
mg/l : miligramos/litro = ppm : partes por millón.	C.E: Conductimétrico
dS/m : decisiemens/metro = mmhos/cm : milimhos/centimetro.	M.O.: Calcincación.


 RESPONSABLE DEL LABORATORIO


 LABORATORISTA

Anexo 2. Resultados de análisis de suelo INIAP al inicio de la Investigación.



ESTACION EXPERIMENTAL "SANTA CATALINA"
LABORATORIO DE MANEJO DE SUELOS Y AGUAS
 Km. 14 1/2 Panamericana Sur, Apdo. 17-01-340
 Quito- Ecuador Telf: 690-691/92/93 Fax: 690-693



REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS

DATOS DEL PROPIETARIO				DATOS DE LA PROPIEDAD				PARA USO DEL LABORATORIO				
Nombre	: Luis Manuel Farinango			Nombre	: Finca Mary Roses			Cultivo Actual	: Rosas			
Dirección	: Pedro Moncayo			Provincia	: Pichincha			Fecha de Muestreo	: 04/08/2017			
Ciudad	:			Cantón	: Pedro Moncayo			Fecha de Ingreso	: 10/08/2017			
Teléfono	:			Parroquia	: Tabacundo			Fecha de Salida	: 28/08/2017			
Fax	:			Ubicación	:							

N° Muest. Laborat.	Identificación del Lote	pH	ppm			meq/100ml			ppm					
			NH4	P	S	K	Ca	Mg	Zn	Cu	Fe	Mn	B	
107615	T1R1	6,78 PN	91,00 A	242,00 A	91,00 A	1,20 A	9,70 A	2,90 A	18,6 A	13,2 A	280,0 A	5,4 M	2,90 A	
107616	T1R2	6,84 PN	95,00 A	242,00 A	64,00 A	1,20 A	9,70 A	2,80 A	17,9 A	13,1 A	265,0 A	5,0 M	2,30 A	
107617	T1R3	6,81 PN	104,00 A	261,00 A	76,00 A	1,20 A	10,50 A	3,10 A	18,1 A	13,3 A	265,0 A	5,8 M	2,50 A	
107618	T1R4	6,94 PN	88,00 A	257,00 A	74,00 A	1,20 A	10,40 A	3,00 A	19,0 A	13,5 A	280,0 A	5,6 M	2,80 A	
107619	T1R5	6,96 PN	83,00 A	257,00 A	84,00 A	1,10 A	9,70 A	2,90 A	17,5 A	13,2 A	258,0 A	5,1 M	2,70 A	
107620	T2R1	6,93 PN	86,00 A	285,00 A	64,00 A	1,20 A	9,90 A	2,90 A	27,4 A	12,2 A	369,0 A	6,5 M	2,60 A	
107621	T2R2	6,85 PN	92,00 A	287,00 A	62,00 A	1,20 A	9,70 A	2,80 A	30,6 A	12,9 A	393,0 A	7,7 M	2,50 A	
107622	T2R3	6,84 PN	89,00 A	285,00 A	70,00 A	1,20 A	9,80 A	2,90 A	29,8 A	12,7 A	412,0 A	8,2 M	2,80 A	
107623	T2R4	6,83 PN	93,00 A	297,00 A	51,00 A	1,10 A	9,80 A	2,90 A	29,2 A	13,7 A	424,0 A	8,6 M	2,40 A	
107624	T2R5	6,93 PN	95,00 A	293,00 A	52,00 A	1,10 A	9,80 A	2,80 A	28,6 A	12,9 A	412,0 A	8,3 M	2,30 A	
107625	T3R1	6,85 PN	108,00 A	288,00 A	81,00 A	1,30 A	10,90 A	3,30 A	21,0 A	14,0 A	345,0 A	8,5 M	2,70 A	
107626	T3R2	6,88 PN	103,00 A	283,00 A	82,00 A	1,30 A	10,70 A	3,20 A	21,8 A	14,7 A	351,0 A	8,6 M	3,10 A	
107627	T3R3	6,89 PN	95,00 A	272,00 A	80,00 A	1,30 A	10,50 A	3,00 A	21,0 A	13,3 A	333,0 A	7,8 M	2,50 A	
107628	T3R4	6,85 PN	104,00 A	305,00 A	114,00 A	1,30 A	10,50 A	3,00 A	23,6 A	14,2 A	341,0 A	7,9 M	2,90 A	
107629	T3R5	6,86 PN	106,00 A	300,00 A	89,00 A	1,40 A	10,50 A	3,10 A	20,7 A	14,1 A	345,0 A	9,0 M	3,20 A	
107630	T4R1	6,96 PN	113,00 A	288,00 A	84,00 A	1,30 A	11,10 A	3,10 A	20,7 A	14,0 A	322,0 A	7,5 M	2,50 A	
107631	T4R2	6,96 PN	107,00 A	287,00 A	96,00 A	1,30 A	10,50 A	3,10 A	20,6 A	14,2 A	312,0 A	7,7 M	2,80 A	
107632	T4R3	6,93 PN	105,00 A	293,00 A	104,00 A	1,30 A	10,00 A	3,10 A	22,2 A	14,2 A	330,0 A	7,9 M	2,70 A	
107633	T4R4	6,96 PN	103,00 A	281,00 A	96,00 A	1,20 A	9,90 A	3,00 A	20,1 A	15,4 A	299,0 A	7,7 M	2,70 A	
107634	T4R5	6,93 PN	95,00 A	290,00 A	85,00 A	1,30 A	10,00 A	3,10 A	20,1 A	13,9 A	334,0 A	8,0 M	2,30 A	


 RESPONSABLE LABORATORIO


 LABORATORISTA



ESTACION EXPERIMENTAL "SANTA CATALINA"
LABORATORIO DE MANEJO DE SUELOS Y AGUAS
 Km. 14 1/2 Panamericana Sur, Apdo. 17-01-340
 Quito- Ecuador Telf.: 690-691/92/93 Fax: 690-693



REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS

DATOS DEL PROPIETARIO Nombre : Luis Manuel Farinango Dirección : Pedro Moncayo Ciudad : Teléfono : Fax :			DATOS DE LA PROPIEDAD Nombre : Finca Mary Roses Provincia : Pichincha Cantón : Pedro Moncayo Parroquia : Tabacundo Ubicación :			PARA USO DEL LABORATORIO Cultivo Actual : Rosas Fecha de Muestreo : 04/08/2017 Fecha de Ingreso : 10/08/2017 Fecha de Salida : 28/08/2017		
--	--	--	--	--	--	--	--	--

N° Muest. Laborat.	meq/100ml			dS/m C.E.	(%) M.O.	Ca	Mg	Ca+Mg	meq/100ml Σ Bases	%	ppm NTot	ppm CI	Textura (%)			Clase Textural
	Al+H	Al	Na			Mg	K	K					Arena	Limo	Arcilla	
107615					2,30 B	3,34	2,42	10,50	13,80				55	27	18	Franco-Arenoso
107616					2,10 B	3,46	2,33	10,42	13,70				55	29	16	Franco-Arenoso
107617					2,30 B	3,39	2,58	11,33	14,80				57	27	16	Franco-Arenoso
107618					2,10 B	3,47	2,50	11,17	14,60				59	25	16	Franco-Arenoso
107619					2,10 B	3,34	2,64	11,45	13,70				59	25	16	Franco-Arenoso
107620					2,50 B	3,41	2,42	10,67	14,00				59	27	14	Franco-Arenoso
107621					2,50 B	3,46	2,33	10,42	13,70				59	27	14	Franco-Arenoso
107622					2,60 B	3,38	2,42	10,58	13,90				61	27	14	Franco-Arenoso
107623					2,50 B	3,38	2,64	11,55	13,80				61	23	16	Franco-Arenoso
107624					2,60 B	3,50	2,55	11,45	13,70				63	23	14	Franco-Arenoso
107625					2,90 B	3,30	2,54	10,92	15,50				61	23	16	Franco-Arenoso
107626					3,20 M	3,34	2,46	10,69	15,20				59	27	14	Franco-Arenoso
107627					3,00 M	3,50	2,31	10,38	14,80				57	29	14	Franco-Arenoso
107628					3,50 M	3,50	2,31	10,38	14,80				59	27	14	Franco-Arenoso
107629					3,20 M	3,58	2,21	10,14	15,60				57	27	16	Franco-Arenoso
107630					2,90 B	3,28	2,46	10,54	15,00				55	29	16	Franco-Arenoso
107631					2,70 B	3,39	2,38	10,46	14,90				57	27	16	Franco-Arenoso
107632					2,70 B	3,23	2,38	10,08	14,40				57	27	16	Franco-Arenoso

Juan Montenegro
 RESPONSABLE LABORATORIO

Juan Montenegro
 LABORATORISTA

DATOS DEL PROPIETARIO Nombre : Luis Manuel Farinango Dirección : Pedro Moncayo Ciudad : Teléfono : Fax :			DATOS DE LA PROPIEDAD Nombre : Finca Mary Roses Provincia : Pichincha Cantón : Pedro Moncayo Parroquia : Tabacundo Ubicación :			PARA USO DEL LABORATORIO Cultivo Actual : Rosas Fecha de Muestreo : 04/08/2017 Fecha de Ingreso : 10/08/2017 Fecha de Salida : 28/08/2017		
--	--	--	--	--	--	--	--	--

N° Muest. Laborat.	meq/100ml			dS/m C.E.	(%) M.O.	Ca	Mg	Ca+Mg	meq/100ml Σ Bases	%	ppm NTot	ppm CI	Textura (%)			Clase Textural
	Al+H	Al	Na			Mg	K	K					Arena	Limo	Arcilla	
107633					2,50 B	3,30	2,50	10,75	14,10				57	27	16	Franco-Arenoso
107634					2,90 B	3,23	2,38	10,08	14,40				57	27	16	Franco-Arenoso

INTERPRETACION					
Al+H, Al y Na		C.E.		M.O. y CI	
B	= Bajo	NS	= No Salino	S	= Salino
M	= Medio	LS	= Lig. Salino	MS	= Muy Salino
T	= Tóxico			B	= Bajo
				M	= Medio
				A	= Alto

ABREVIATURAS		
C.E.	=	Conductividad Eléctrica
M.O.	=	Materia Orgánica
RAS	=	Relación de Adsorción de Sodio

METODOLOGIA USADA			
C.E.	=	Pasta Saturada	
M.O.	=	Dicromato de Potasio	
Al+H	=	Titulación NaOH	

Juan Montenegro
 RESPONSABLE LABORATORIO

Juan Montenegro
 LABORATORISTA



ESTACIÓN EXPERIMENTAL "SANTA CATALINA"
DEPARTAMENTO DE MANEJO DE SUELOS Y AGUAS
LABORATORIO DE ANÁLISIS DE SUELOS, PLANTAS Y AGUAS
Panamericana sur Km. 1. Apartado 17-01-340
Teléfono: 3007284. Email: laboratorio.dmsa@iniap.gob.ec
Mejía -Ecuador



REPORTE DE ANÁLISIS DE CAPACIDAD DE INTERCAMBIO CATIONICO

DATOS DEL PROPIETARIO		DATOS DE LA PROPIEDAD		PARA USO DEL LABORATORIO	
Nombre :	LUIS MANUEL FARINANGO	Nombre :	FINCA MARY ROSES	No. Muestra Lab. :	107615-107634
Dirección :	PEDRO MONCAYO	Provincia :	PICHINCHA	Fecha de Muestreo :	04/08/2017
Ciudad :		Cantón :	PEDRO MONCAYO	Fecha de Ingreso :	10/08/2017
Teléfono :		Parroquia :	TABACUNDO	Fecha de Salida :	28/08/2017
Fax :		Ubicación :			

No. Muestra Lab.	Identificación de la muestra	meq/100 g suelo					Suma de bases	%	meq/100 g suelo
		K	Ca	Mg	Na	Saturación de bases			
107615	T1R1	1.17	9.8	3.0	0.26	14.2	SATURADO	13.8	
107616	T1R2	1.13	9.8	2.9	0.25	14.1	SATURADO	13.5	
107617	T1R3	1.22	10.7	3.2	0.26	15.4	SATURADO	14.0	
107618	T1R4	1.19	10.4	3.1	0.24	14.9	SATURADO	13.8	
107619	T1R5	1.15	9.8	3.0	0.26	14.2	SATURADO	13.6	
107620	T2R1	1.17	10.0	3.0	0.24	14.4	SATURADO	13.8	
107621	T2R2	1.14	9.8	2.9	0.25	14.1	SATURADO	13.5	
107622	T2R3	1.14	9.9	3.0	0.25	14.3	SATURADO	13.7	
107623	T2R4	1.09	9.9	3.0	0.24	14.2	SATURADO	13.5	
107624	T2R5	1.04	9.9	2.9	0.25	13.3	SATURADO	13.6	

Unidades	Método
meq/100 g suelo : miliequivalentes/100 gramos de suelo.	Cloruro de bario.
% : porcentaje	

RESPONSABLE DEL LABORATORIO

LABORATORISTA



ESTACIÓN EXPERIMENTAL "SANTA CATALINA"
DEPARTAMENTO DE MANEJO DE SUELOS Y AGUAS
LABORATORIO DE ANÁLISIS DE SUELOS, PLANTAS Y AGUAS
Panamericana sur Km. 1. Apartado 17-01-340
Teléfono: 3007284. Email: laboratorio.dmsa@iniap.gob.ec
Mejía -Ecuador



REPORTE DE ANÁLISIS DE CAPACIDAD DE INTERCAMBIO CATIONICO

DATOS DEL PROPIETARIO		DATOS DE LA PROPIEDAD		PARA USO DEL LABORATORIO	
Nombre :	LUIS MANUEL FARINANGO	Nombre :	FINCA MARY ROSES	No. Muestra Lab. :	107615-107634
Dirección :	PEDRO MONCAYO	Provincia :	PICHINCHA	Fecha de Muestreo :	04/08/2017
Ciudad :		Cantón :	PEDRO MONCAYO	Fecha de Ingreso :	10/08/2017
Teléfono :		Parroquia :	TABACUNDO	Fecha de Salida :	28/08/2017
Fax :		Ubicación :			

No. Muestra Lab.	Identificación de la muestra	meq/100 g suelo					Suma de bases	%	meq/100 g suelo
		K	Ca	Mg	Na	Saturación de bases			
107625	T3R1	1.29	11.1	-3.3	0.27	15.0	SATURADO	14.6	
107626	T3R2	1.33	10.8	-3.2	0.27	15.6	SATURADO	14.7	
107627	T3R3	1.31	10.7	3.1	0.29	15.4	SATURADO	14.6	
107628	T3R4	1.33	10.7	3.1	0.26	15.4	SATURADO	14.5	
107629	T3R5	1.35	11.2	3.2	0.26	15.0	SATURADO	15.0	
107630	T4R1	1.25	10.6	3.3	0.28	15.4	SATURADO	14.5	
107631	T4R2	1.29	10.7	3.2	0.28	15.5	SATURADO	14.4	
107632	T4R3	1.30	10.2	3.2	0.24	14.9	SATURADO	14.0	
107633	T4R4	1.24	10.0	3.1	0.28	14.6	SATURADO	14.0	
107634	T4R5	1.26	10.2	3.2	0.26	14.9	SATURADO	14.0	

Unidades	Método
meq/100 g suelo : miliequivalentes/100 gramos de suelo.	Cloruro de bario.
% : porcentaje	

RESPONSABLE DEL LABORATORIO

LABORATORISTA

Anexo 3. Resultados de análisis de suelo INIAP al final de la Investigación

	ESTACION EXPERIMENTAL "SANTA CATALINA" LABORATORIO DE MANEJO DE SUELOS Y AGUAS Km. 14 1/2 Panamericana Sur, Apdo. 17-01-340 Quito- Ecuador Telf.: 690-691/92/93 Fax: 690-693	
---	---	---

REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS

DATOS DEL PROPIETARIO Nombre : Luis M. Farinango Dirección : Pedro Moncayo Ciudad : Teléfono : Fax :	DATOS DE LA PROPIEDAD Nombre : Mary Rosas Provincia : Pichincha Cantón : Pedro Moncayo Parroquia : Tabacundo Ubicación :	PARA USO DEL LABORATORIO Cultivo Actual : Rosas Fecha de Muestreo : 05/11/2017 Fecha de Ingreso : 06/11/2017 Fecha de Salida : 20/11/2017
--	--	--

N° Muestr. Laborat.	Identificación del Lote	pH	ppm			meq/100ml			ppm				
			NH4	P	S	K	Ca	Mg	Zn	Cu	Fe	Mn	B
108150	11 H3	6,93 PN	63,00 A	295,00 A	12,00 M	0,91 A	9,40 A	2,50 A	17,4 A	11,3 A	265,0 A	4,9 B	1,80 M
108151	11 H3	6,85 PN	68,00 A	286,00 A	16,00 M	0,86 A	8,70 A	2,40 A	13,9 A	10,0 A	289,0 A	4,9 B	2,00 M
108152	11 H5	6,91 PN	69,00 A	276,00 A	16,00 M	0,90 A	9,10 A	2,50 A	14,9 A	11,2 A	256,0 A	4,9 B	1,70 M
108153	12 R1	6,93 PN	67,00 A	282,00 A	20,00 M	0,99 A	9,70 A	2,40 A	20,8 A	9,2 A	352,0 A	4,9 B	1,90 M
108154	12 H3	6,92 PN	63,00 A	235,00 A	21,00 A	0,99 A	9,30 A	2,60 A	21,1 A	10,7 A	377,0 A	6,0 M	2,00 M
108155	12 R4	6,96 PN	65,00 A	265,00 A	27,00 A	1,00 A	7,80 M	2,40 A	18,5 A	8,2 A	316,0 A	5,4 M	2,40 A
108156	13 R1	6,86 PN	80,00 A	271,00 A	13,00 M	0,97 A	8,50 A	2,50 A	14,0 A	9,6 A	289,0 A	5,1 M	2,00 M
108157	13 R2	6,88 PN	80,00 A	293,00 A	15,00 M	0,85 A	9,00 A	2,40 A	18,1 A	11,4 A	305,0 A	4,9 B	1,80 M
108158	13 R4	6,89 PN	71,00 A	278,00 A	12,00 M	1,00 A	8,50 A	2,50 A	13,3 A	9,5 A	282,0 A	5,2 M	2,20 A
108159	14 R1	6,92 PN	70,00 A	282,00 A	13,00 M	0,99 A	9,10 A	2,60 A	14,8 A	10,8 A	280,0 A	4,9 B	1,50 M
108160	14 R2	6,97 PN	81,00 A	282,00 A	14,00 M	1,00 A	9,20 A	2,40 A	13,8 A	10,3 A	264,0 A	5,0 M	2,00 M
108161	14 R5	7,00 N	82,00 A	283,00 A	18,00 M	1,10 A	9,60 A	2,90 A	13,0 A	10,7 A	248,0 A	5,1 M	1,50 M

INTERPRETACION		
pH		Elementos
Ac = Acido	N = Neutro	B = Bajo
LAc = Liger. Acido	LAl = Liger. Alcalino	M = Medio
PN = Prec. Neutro	Al = Alcalino	A = Alto
RC = Requieren Cal	T = Tóxico (Boro)	

METODOLOGIA USADA			
pH = Suelo: agua (1:2,5)	P K Ca Mg = Olsen Modificado	Cu Fe Mn Zn = Olsen Modificado	B = Curcumina
S, B = Fosforo de Calcio			

Josely Berjano
RESPONSABLE LABORATORIO

Josely Berjano
LABORATORISTA

	ESTACION EXPERIMENTAL "SANTA CATALINA" LABORATORIO DE MANEJO DE SUELOS Y AGUAS Km. 14 1/2 Panamericana Sur, Apdo. 17-01-340 Quito- Ecuador Telf.: 690-691/92/93 Fax: 690-693	
---	---	---

REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS

DATOS DEL PROPIETARIO Nombre : Luis M. Farinango Dirección : Pedro Moncayo Ciudad : Teléfono : Fax :	DATOS DE LA PROPIEDAD Nombre : Mary Rosas Provincia : Pichincha Cantón : Pedro Moncayo Parroquia : Tabacundo Ubicación :	PARA USO DEL LABORATORIO Cultivo Actual : Rosas Fecha de Muestreo : 05/11/2017 Fecha de Ingreso : 06/11/2017 Fecha de Salida : 20/11/2017
--	--	--

N° Muestr. Laborat.	meq/100ml			dS/m C.E.	(%) M.O.	Ca Mg Ca+Mg meq/100ml			Σ Bases	NTot	ppm Cl	Textura (%)			Clase Textural
	Al+H	Al	Na			Mg	K	K				Arena	Limo	Arcilla	
108150				2,60 B	3,76	2,75	13,08	12,81							
108151				3,40 M	3,63	2,79	12,91	11,96							
108152				2,40 B	3,64	2,78	12,89	12,50							
108153				2,40 B	4,04	2,42	12,22	13,09							
108154				3,50 M	3,58	2,63	12,02	12,89							
108155				2,50 B	3,25	2,40	10,20	11,20							
108156				3,10 M	3,40	2,58	11,34	11,97							
108157				2,70 B	3,75	2,82	13,41	12,25							
108158				3,20 M	3,40	2,50	11,00	12,00							
108159				3,00 M	3,50	2,63	11,82	12,69							
108160				2,30 B	3,83	2,40	11,60	12,60							
108161				2,70 B	3,31	2,64	11,36	13,60							

INTERPRETACION			
Al+H, Al y Na	C.E.		M.O. y Cl
B = Bajo	NS = No Salino	S = Salino	B = Bajo
M = Medio	LS = Lig. Salino	MS = Muy Salino	M = Medio
T = Tóxico			A = Alto

ABREVIATURAS
C.E. = Conductividad Eléctrica
M.O. = Materia Orgánica
RAS = Relación de Adhesión de Sodio

METODOLOGIA USADA
C.E. = Pasta Saturada
M.O. = Dicromato de Potasio
Al+H = Titulación NaOH

Josely Berjano
RESPONSABLE LABORATORIO

Josely Berjano
LABORATORISTA

Anexo 4. Resultados de análisis de da UPS al final de la Investigación.




LABORATORIO DE SUELOS Y AGUA

Cliente: LUIS MANUEL FARINANGO CUZCO

Dirección: Pedro Moncayo **Tel/Cel.:** 098-399-4061

Contacto: ... **E-mail:** manuelfar174@hotmail.com

Número de Muestras: 6 **N° de Informe:** 17546

Fecha de ingreso: 20/11/2017 **Fecha Emisión:** 29/11/2017

Tipo de Muestra: Suelo agrícola **Total de pag.:** 1

INFORME DE RESULTADOS

Código de Laboratorio	Identificación del Cliente	Cap. Campo %	Punto muestreo %	Textura (%)			Método de Valoración
				Arena	Limo	Arcilla	
S417-759	T1R2	11,55	5,64	66	29	6	FASES EMBAUCADAS F200170: Ombudsmen Buzón
S417-760	T1R2	12,83	6,44	66	24	10	
S417-761	T1R3	13,10	6,61	64	26	10	
S417-762	T2R1	11,28	5,45	68	26	6	
S417-763	T2R2	13,10	6,61	64	26	10	
S417-764	T2R4	11,83	5,91	64	30	6	

DATOS ADICIONALES:
% : porcentaje

Nota Aclaratoria:
Los resultados corresponden únicamente a las muestras entregadas por el cliente.


Ing. Agr. Orlando Gualandri
 Técnico de Suelos y Agua


Quim. de Alimentos Paola Simbaña
 Responsable de los Laboratorios




LABORATORIO DE SUELOS Y AGUA

Cliente: LUIS MANUEL FARINANGO CUZCO

Dirección: Pedro Moncayo **Tel/Cel.:** 098-399-4061

Contacto: ... **E-mail:** manuelfar174@hotmail.com

Número de Muestras: 6 **N° de Informe:** 17547

Fecha de ingreso: 20/11/2017 **Fecha Emisión:** 29/11/2017

Tipo de Muestra: Suelo agrícola **Total de pag.:** 1

INFORME DE RESULTADOS

Código de Laboratorio	Identificación del Cliente	Cap. Campo %	Punto muestreo %	Textura (%)			Método de Valoración
				Arena	Limo	Arcilla	
S417-765	T3R1	11,63	5,91	64	30	6	FASES EMBAUCADAS F200170: Ombudsmen Buzón
S417-766	T3R2	10,64	5,06	68	28	4	
S417-767	T3R4	13,38	6,79	62	28	10	
S417-768	T4R1	12,33	6,17	63	27	8	
S417-769	T4R2	13,65	6,96	60	30	10	
S417-770	T4R3	14,30	7,35	60	28	12	

DATOS ADICIONALES:
% : porcentaje

Nota Aclaratoria:
Los resultados corresponden únicamente a las muestras entregadas por el cliente.


Ing. Agr. Orlando Gualandri
 Técnico de Suelos y Agua


Quim. de Alimentos Paola Simbaña
 Responsable de los Laboratorios

LABORATORIO DE SUELOS Y AGUA
Cliente: LUIS MANUEL FARINANGO CUZCO

Dirección: Pedro Moncayo

Contacto: ---

Número de Muestras: 6

Fecha de de Ingreso: 20/11/2017

Tipo de Muestra: Suelo agrícola

Tel/Cel: 098-599-4061

E-mail: manuelfar74@hotmail.com

Nº de Informe: 17548

Fecha Emisión: 20/11/2017

Total de pag. 1
INFORME DE RESULTADOS

Código de Laboratorio	Identificación del Cliente	da	dr	Porosidad	Humedad	Método de Valoración
		g/cm ³	g/cm ³	%	%	
S417-759	T1R2	1,24	2,22	44,27	22,56	PROCEDIMIENTOS FISICOS: Empleo 105°C. Picnómetro
S417-760	T1R3	1,20	2,26	46,70	23,13	
S417-761	T1R5	1,35	2,06	34,53	21,86	
S417-762	T2R1	1,16	2,15	45,79	25,03	
S417-763	T2R2	1,11	2,11	47,52	24,17	
S417-764	T2R4	1,17	2,13	45,24	22,42	

DATOS ADICIONALES:

 % = porcentaje
 g/cm³: gramo por centímetro cúbico

Nota Aclaratoria:

Los resultados corresponden únicamente a las muestras entregadas por el cliente.


 Ing. Asst. Delmiro Gualandier
 Técnico de Suelos y Agua


 Osvaldo Almey Paola Simbaña
 Responsable de los Laboratorios

LABORATORIO DE SUELOS Y AGUA
Cliente: LUIS MANUEL FARINANGO CUZCO

Dirección: Pedro Moncayo

Contacto: ---

Número de Muestras: 6

Fecha de de Ingreso: 20/11/2017

Tipo de Muestra: Suelo agrícola

Tel/Cel: 098-599-4061

E-mail: manuelfar74@hotmail.com

Nº de Informe: 17549

Fecha Emisión: 20/11/2017

Total de pag. 1
INFORME DE RESULTADOS

Código de Laboratorio	Identificación del Cliente	da	dr	Porosidad	Humedad	Método de Valoración
		g/cm ³	g/cm ³	%	%	
S417-765	T3R1	1,33	2,74	51,44	25,32	PROCEDIMIENTOS FISICOS: Empleo 105°C. Picnómetro
S417-766	T3R2	1,24	2,28	45,61	20,85	
S417-767	T3R4	1,25	2,18	42,90	20,63	
S417-768	T4R1	1,24	2,19	43,62	21,23	
S417-769	T4R2	1,38	2,03	32,34	25,54	
S417-770	T4R5	1,36	2,06	33,96	23,26	

DATOS ADICIONALES:

 % = porcentaje
 g/cm³: gramo por centímetro cúbico

Nota Aclaratoria:

Los resultados corresponden únicamente a las muestras entregadas por el cliente.


 Ing. Asst. Delmiro Gualandier
 Técnico de Suelos y Agua


 Osvaldo Almey Paola Simbaña
 Responsable de los Laboratorios

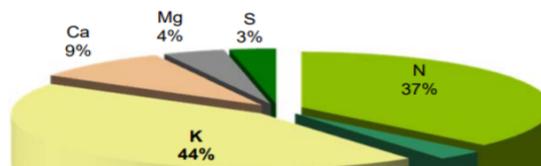
Anexo 5. Panorámica del contenido de nutrientes de diversos cultivos (kg/ha).

Tabla 2: Contenido de nutrientes en diversos cultivos (kg/ha):

Cultivo	Rendimiento (ton / ha)	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Maiz	6	120	50	120
Trigo	6	170	75	175
Papa	40	175	80	310
Tomate	50	140	65	190
Maní	2	170	30	110
Girasol	3	120	60	240
Manzana	25	100	45	180
Palta	15	40	25	80
Cítricos	30	270	60	350
Banana	40	320	60	1000

El contenido de potasio no es muy alto en la hoja de la planta de banana (Fig. 1), pero en los frutos sobrepasa el 50% de su peso seco (Fig. 2).

Figura 1: Contenidos relativos de nutrientes de plantas en hojas de bananos



Anexo 6. Panorámica de la visita del tutor Dr. Wilfredo Franco.



Anexo 7. Panorámica de recepción de flor de la postcosecha



Anexo 8. Panorámica del procesamiento de flor



Anexo 9. Panorámica de bonches de la variedad Mondial



Anexo 10. Panorámica de cajas empacadas de flor lista para exportar

