



COLEGIO DE POSTGRADUADOS

**INSTITUCION DE ENSEÑANZA E INVESTIGACION EN CIENCIAS
AGRÍCOLAS**

CAMPUS MONTECILLO

POSTGRADO DE EDAFOLOGIA

**MEJORAMIENTO DE LA FERTILIDAD DE LOS SUELOS EN EL
AGROSISTEMA ROSA (*Rosa spp.*) EN LA LADERA ESTE DEL
IZTACCIHUATL.**

STEINGER CORTÉS JIMÉNEZ

TESIS

**PRESENTADO COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OBTENER EL GRADO DE:**

MAESTRO EN CIENCIAS

MONTECILLO, TEXCOCO, EDO. DE MEXICO

2016

La presente tesis titulada: MEJORAMIENTO DE LA FERTILIDAD DE LOS SUELOS EN EL GROSISTEMA ROSA (*Rosa spp.*) EN LA LADERA ESTE DEL IZTACCIHUATL. Realizada por el alumno: Steinger Cortés Jiménez bajo la dirección del Consejo Particular indicado, ha sido aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

MAESTRO EN CIENCIAS

EDAFOLOGIA

CONSEJO PARTICULAR

CONSEJERO



DR. JORGE D. ETCHEVERS BARRA

ASESOR



DRA. CLAUDIA MARIA ISABEL HIDALGO MORENO

ASESOR



DR. HERMILIO NAVARRO GARZA

Montecillo, Texcoco, Estado de México, Junio de 2016

MEJORAMIENTO DE LA FERTILIDAD DE LOS SUELOS EN EL AGROSISTEMA ROSA (*Rosa spp.*) EN LA LADERA ESTE DEL IZTACCIHUATL.

Steinger Cortés Jiménez
Colegio de Postgraduados, 2016

RESUMEN

Los suelos dedicados al cultivo de rosa en la ladera este del Iztaccíhuatl presentan indicadores químicos generales de la fertilidad de suelos y, en particular de disponibilidad nutrimental alejados de los considerados como ideales. La pérdida de la fertilidad de los suelos locales tendría su origen en algún tipo de desequilibrio en las condiciones químicas del suelo, provocado por el uso irracional de productos químicos y la disminución de la fracción orgánica de los mismos. La zona de estudio comprende la región de san Martín Texmelucan. Con base en cartas edafológicas (1:50000) e información climática de INEGI 2014, se cruzó información para definir las diferentes unidades edafoclimáticas existentes en la región: (Re+Be/1 (S1)), Fluvisol eutrico (Je/1) (S2), (Bd+Bh (S3)), (Re+l/1) (S4) y dos climas diferentes de C1:C(w2)(w) y C2: (C(E)(w2)(w)). De un total de 668 invernaderos empadronados en la región se obtuvo muestras de 112 (Daena, 2011) en los meses de febrero y marzo de 2014. En cada invernadero seleccionado se tomaron muestras 15 muestras individuales de suelo en la base del surco de plantación de las rosas a una profundidad de 0-15 cm, siguiendo el método de zig-zag (Castellanos *et al.*, 2000). Con el objetivo de verificar el efecto de la aplicación de materia orgánica de diversas clases sobre la fertilidad química y física de los suelos en el agrosistema rosa para corte se estableció un experimento el día 21 y 22 de febrero de 2014: compost comercial (T1); estiércol de bovino (T2); y gallinaza (T3), que fueron aplicados en tres variedades de rosa (Anastasia, Selena y Latín) (DCA). Las muestras foliares se analizaron para determinar, N, P, K, Ca, Mg, Fe, Zn, Cu, Mn y las muestras de suelo se determinó: pH, materia orgánica, N, P, K, Ca, Mg, Fe, Zn, Cu, B y Mn. También se tomaron muestras para la determinación de estabilidad de agregados hasta una profundidad de 0-5 cm antes y después de la aplicación de los tratamientos el 23 de febrero, y el 5 de diciembre de 2014.

El agrosistema rosa (*Rosa spp*) en la ladera este del Iztaccíhuatl es edafoclimáticamente heterogéneo, en los que se identifica un desequilibrio en la fertilidad de los suelos. La adición de gallinaza presentó diferencias significativas con respecto al compost y al estiércol de bovino en el rendimiento y la calidad de la producción en las variedades estudiadas. La aplicación de compost en las variedades evaluadas presento mejor agregación del suelo en comparación con el estiércol de bovino y gallinaza.

Palabras clave; Ornamentales, flor de corte, salud del suelo

IMPROVING SOIL FERTILITY IN AGROSYSTEM ROSA (*ROSA SPP.*) IN THE EASTERN SLOPE IZTACCIHUALT

Steinger Cortés Jiménez
Colegio de Postgraduados, 2016

ABSTRACT

Soil dedicated to the cultivation rose on the eastern slope of Iztaccihuatl present general chemical indicators of soil fertility and nutrient availability in particular away from those considered ideal. The loss of fertility of local soils have originated in some kind of chemical imbalance in soil conditions, caused by the irrational use of chemicals and the reduction of the organic fraction thereof. The study area includes the region of San Martín Texmelucan. Based on soil maps (1: 50000) and climate information INEGI 2014, information was passed to define the different existing soil and climatic units in the region: (Re + Be / 1 (S1)), Fluvisol eutric (Je / 1) (S2), (Bd + Bh (S3)), (Re + 1 / 1) (S4) and two different climates C1: C (w2) (w) and C2 (C (E) (w2) (w)). Out of a total of 668 registered voters in the region greenhouses muestreas 112 (Daena, 2011) was obtained in the months of February and March 2014. In each selected gases sampled 15 individual samples of soil at the base of the furrow planting roses at a depth of 0-15 cm, following the method of zigzag (Castellanos et al., 2000). In order to verify the effect of the application of organic matter of different kinds on the chemical and physical soil fertility in pink agrosistema cutting an experiment was established on 21 and 22 February 2014: commercial compost (T1) ; bovine manure (T2); and chicken manure (T3), which were applied in three varieties of rose (Anastasia, Selena and Latin) (DCA). Leaf samples were analyzed for N, P, K, Ca, Mg, Fe, Zn, Cu, Mn and soil samples was determined: pH, organic matter, N, P, K, Ca, Mg, Fe, Zn, Cu, B and Mn. samples for determining aggregate stability were also taken to a depth of 0-5 cm before and after application of treatments on February 23, and December 5, 2014.

Pink agrosistema (*Rosa spp*) on the eastern slope of Iztaccihuatl is edafoclimáticamente heterogeneous, in which an imbalance is identified in soil fertility. The addition of chicken manure showed significant differences compost and cattle manure on yield and quality of production in the varieties studied. The application of compost in the varieties evaluated presented better soil aggregation compared with bovine manure and chicken manure.

Key words; Ornamentals, cut flower, soil health.

AGRADECIMIENTOS

A Dios; por darme el más sublime y frágil de los regalos: LA VIDA.

A mi alma mater colegio de postgraduados campus Montecillo y al Área de edafología; por el cobijo y sustento en estos dos años de educación y formación impartida, brindándome la oportunidad de realizar una maestría de calidad, y a la cual estaré agradecido eternamente.

A todos los profesores que de forma directa o indirecta participaron en mi formación profesional al compartir sus conocimientos y experiencias.

Al Doctor emérito Jorge D. Etchevers Barra, por la dirección y apoyo en esta investigación.

Al Dr. Hermilio Navarro Garza y la doctora Claudia I Moreno por el asesoramiento, consejos y apoyo brindado en la elaboración de esta tesis.

A M Juliana Padilla por la ayuda en la realización de los análisis químicos y por los agradables momentos de convivencia compartidos durante esta investigación.

Por último a todas aquellas personas que me han ayudado a ser un mejor ser humano, a mis amigos y amigas por todas las alegrías y tristezas que compartimos y que me han formado..... GRACIAS

DEDICATORIAS

A DEVANY

Que siempre serás mi razón de ser y espero ser un buen ejemplo en tu vida.

A TI KARLA

Por tu amor, comprensión y compañía en esta etapa de mi vida. TE AMO.

Con mucho amor para mis padres Angelina y Garibaldi, porque inculcaron en mí ese espíritu de lucha y sacrificio en la vida, por su apoyo incondicional. Gracias por creer en mí y darme la oportunidad de salir de casa a buscar un mejor futuro. De todo corazón gracias papas, lo prometido esta cumplido.

A mis hermanos y hermanas que a pesar de la distancia en todo momento estuvieron pendientes de mí, confiando y apoyándome en lo que necesitara, por su comprensión, al no poder pasar más tiempo como hermanos, y que a pesar de ello siempre hemos estado unidos, sobre todo por saber ser también mis amigos.

A mis compañeros de clases y amigos por aconsejarme, motivarme y estar conmigo en momentos difíciles y de caídas en estos dos años de alegrías y disgustos. A todos ellos, no cabe más palabra que decirles gracias por ayudarme a lograr mi objetivo.

CONTENIDO

RESUMEN	iii
ABSTRACT	iv
INTRODUCCIÓN	1
REVISION DE LITERATURA	3
Diagnóstico del sistema producto ornamentales en el estado de Puebla	4
Contexto regional	4
Canales de comercialización	4
Valor y precios de la producción	5
Agrosistema	6
Fertilidad de suelos	8
Generalidades del cultivo de la rosa	10
Nutrición del cultivo de la rosa	11
Morfología del cultivo	13
Requerimientos climáticos	14
Propagación del rosal	15
OBJETIVO GENERAL	17
OBJETIVO ESPECIFICOS	17
HIPÓTESIS GENERAL	17
HIPÓTESIS ESPECÍFICAS	17
MATERIALES Y MÉTODOS	18
Caracterización edafoclimática del agrosistema	19
Evaluación de diferentes fuentes de materia orgánica	22
Evaluaciones	25
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	25
Análisis de suelo. Primera evaluación-mayo 2014	25
Segunda evaluación, Diciembre 2014	32
CONCLUSIONES	51
LITERATURA CITADA	52

INDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Superficie y valores de producción de rosa para flor de corte SIAP (2013).	5
Cuadro 2. Precio de la rosa en la central de abasto del D.F.....	6
Cuadro 3. Características de los agrosistemas	8
Cuadro 4. Valores críticos para análisis foliar, cuando el botón está mostrando color.	11
Cuadro 5. Niveles nutrimentales en hojas pentafoliadas de rosal, cuando el botón está mostrando color.	12
Cuadro 6. Niveles nutrimentales en hojas pentafoliadas de rosal, cuando el botón está mostrando color.	12
Cuadro 7. Demanda total de nutrientes de la planta en un año de producción.	13
Cuadro 8. Metodologías empleadas en la caracterización para planta y material vegetal. ...	22
Cuadro 9. Características del material utilizado.	24
Cuadro 10. Niveles nutrimentales en hojas pentafoliadas de rosal, cuando el botón está mostrando color propuestos por Jones <i>et al.</i> , (1991).	31
Cuadro 11. Calificación del análisis foliar de las variedades de interés evaluadas antes de la aplicación de los tratamientos.	31
Cuadro 12. Probabilidad obtenida en los Análisis de Varianza individuales para las variables de concentración nutrimental en la variedad Anastasia.	37
Cuadro 13. Probabilidad obtenida en los Análisis de Varianza individuales para las variables de concentración nutrimental en la variedad Selena.	37
Cuadro 14. Probabilidad obtenida en los Análisis de Varianza individuales para las variables de concentración nutrimental en la variedad Latin.	38
Cuadro 15. Distribución de micro, meso, y macroagregados de los agregados del suelo de 0-5 cm de profundidad antes de la aplicación de los tratamientos.	45
Cuadro 16. Distribución de micro, meso, y macroagregados de los agregados del suelo de 0-5 cm de profundidad después de la aplicación de los tratamientos.	46

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Región de San Lorenzo Chiautzingo (1), San Salvador el Verde (2), San Martín Texmelucan (3) y San Felipe Teotlalzingo (4).....	18
Figura 2. Los municipios se ubican dentro de la zona de los climas templados del Valle de Puebla; se identifica cuatro unidades climáticas.	19
Figura 3. Unidades edafoclimáticas y ubicación de los invernaderos que conforman el agrosistema producción de rosa en la ladera este del Iztaccíhuatl.....	20
Figura 4. Muestreo de suelos en los invernaderos seleccionados por el método de zigzag.	20
Figura 5. Muestreo, secado y tamizado del suelo.	21
Figura 6. Diseño experimental de la evaluación de materia orgánica	23
Figura 7. Aplicación de los tratamientos en las unidades experimentales.	24
Figura 8. Cilindros de muestreo para la determinación de estabilidad de agregados.	25
Figura 9. Características químicas de los suelos muestreados	26
Figura 10. Características químicas.....	27
Figura 11. Rendimiento de la variedad Anastasia... ..	28
Figura 12. Rendimiento de la variedad Selena... ..	28
Figura 13. Rendimiento de la variedad Latin	29
Figura 14. Calidad de la variedad Anastasia.. ..	30
Figura 15. Calidad de la variedad Selena.	30
Figura 16. Calidad de la variedad Latin.....	31
Figura 17. Rendimiento de la variedad Anastasia.. ..	33
Figura 18. Rendimiento de la variedad Selena.. ..	33
Figura 19. Rendimiento de la variedad Latin.	34
Figura 20. Calidad (longitud de tallos florales) de la variedad Anastasia.	34
Figura 21. Calidad (longitud de tallos florales) de la variedad Selena.. ..	35
Figura 22. Calidad (longitud de tallos florales) de la variedad Latin.	36
Figura 23. Análisis del contenido nutrimental de la variedad Anastasia.	39
Figura 24. Análisis del contenido nutrimental de la variedad Anastasia.....	40
Figura 25. Análisis del contenido nutrimental de la variedad Selena.....	42
Figura 26. Análisis del contenido nutrimental de la variedad Anastasia	42

Figura 27. Análisis del contenido nutrimental de la variedad Latin.....	43
Figura 28. Análisis del contenido nutrimental de la variedad Anastasia.....	44
Figura 29. Teoría de la “jerarquía de los agregados” de Tisdal y Oades (1982)	46
Figura 30. Dendograma de agrupación de las características edafoclimáticas y fertilidad química de los suelos del agrosistema rosa	48
Figura 31. Resultados de entrevista a productores de rosa para saber si toman en cuenta el estado del suelo del suelo.	49
Figura 32. Porcentaje de productores que realizan el manejo de su cultivo con asesoría técnica.	49
Figura 33. . Presentación grafica de productores que aplican MO al suelo.....	50

INTRODUCCIÓN

El agrosistema rosa (*Rosa* spp) inicia en San Juan Tetla, perteneciente al municipio de San Lorenzo Chiautzingo ubicado en la ladera este del volcán Iztaccíhuatl, estado de Puebla, en la década de los 50's, según información recolectada por el autor, entre los habitantes de la región. Los suelos dedicados al cultivo de rosa en esta región presentan pH moderadamente ácido, contenido de materia orgánica muy pobre, concentración de nitrógeno inorgánico pobre, fósforo extraíble (Bray-1) extremadamente alto, potasio intercambiable moderadamente alto, calcio y magnesio intercambiables muy bajo y medio respectivamente, hierro muy alto, cobre y zinc moderadamente alto, bajo nivel de manganeso y boro nivel medio (Cortés, 2011). En general estos resultados no corresponden a un suelo fértil y sano. Se propuso como hipótesis que parte del problema habría sido provocado por uso de fertilizantes en forma empírica, pero particularmente el escaso o nulo aporte de fuentes de materia orgánica, lo cual repercute no sólo en los aspectos nutrimentales, sino también en las características físicas del suelo. Un diagnóstico preliminar realizado en la zona de estudio indicó que el desequilibrio de la fertilidad (química, física y biológica) de los suelos locales ha tenido repercusiones económicas, en el sector productivo y en lo social, ya que ha afectado negativamente la ocupación de la mano de obra que proviene principalmente de la Sierra Norte del estado de Puebla. La oferta de trabajo ha desaparecido en la medida que el desequilibrio de la fertilidad de los suelos se hacía cada vez mayor, y esto ha causado también el encarecimiento del proceso de producción.

La mayoría de las áreas con régimen de temporal de la zona se cultivaban ancestralmente con maíz y frijol, tanto de mata como enredador empleando sistemas tradicionales. En contraste, en la zona de riego los principales cultivos eran maíz, frijol de mata, haba y trigo, y en menor proporción chícharo, alverjón, chile y algunas flores como: cempasúchil, panalón, nube, espuela, además de los frutales (tejocote, durazno, pera, manzana, chabacano). Las rosas no eran parte de los cultivos tradicionales. Sin embargo, la población de San Juan Tetla, se ha caracterizado por ser innovadora, le gusta explorar nuevas posibilidades de producción y en la década de los años 50's del siglo pasado inició de manera progresiva la explotación del cultivo del rosal a cielo abierto, siendo los ciudadanos Javier y Hermenegildo Cortés quienes introdujeron en la región el cultivo de rosa e instalaron la primera plantación de esa flor para

corte de la variedad Balmex, con planta procedente de San Pedro el Mártir, delegación Tlalpan, México D.F. (información recolectada por el autor en un estudio preliminar conducido en 2013). Desde entonces el cultivo de la rosa se ha extendido no sólo dentro de la comunidad, sino a nivel de la región, principalmente en los pueblos vecinos: San Agustín Atzompa, San Nicolás Zecalacoayan, San Felipe Teotlalzingo, San Matías Atzala, San Gregorio, entre otros, y constituyen una importante fuente de ingreso y de trabajo.

El primer invernadero en la comunidad de San Juan Tetla fue introducido por C. Almaquio Cortés Maca en 1983, siendo el pionero en trabajar el cultivo de la rosa en la región con esa modalidad. La producción bajo plástico permitió producir rosa durante todo el año.

Esta transformación del sistema hacia la modalidad de agricultura protegida, se aceleró desde 1995 hasta la fecha y actualmente se estima que existen unas 200 hectáreas de rosas y otro tanto se cultiva aún a la intemperie en esa comunidad. En total se tiene una superficie de aproximadamente 400 ha de rosales en la región que generan anualmente cerca de cuatro empleos fijos por hectárea y aproximadamente 150 jornales en esa unidad.

Sin embargo, la producción de rosas no está exenta de problemas, los hay: agronómicos, ambientales y ecológicos, que afectan principalmente las actividades agropecuarias, y merman la economía de los productores del sector primario en la región. Entre los problemas que destacan mayormente se determinó en el estudio exploratorio preliminar: a) degradación del suelo por sobreexplotación y exceso de aplicación de fertilizantes, b) cambio de uso de suelo de forestal a cultivo de rosa, c) afectación de cultivos por fenómenos meteorológicos. Por lo que el presente trabajo pretende generar información para contribuir a detener la degradación de los suelos y evitar la posible contaminación de los recursos naturales, que genera la aplicación inmoderada de fertilizantes, así como contribuir a reducir costos de producción y mantener la fuente de empleos en la región. El problema señalado será atendido con un enfoque sistémico, que incluya aspectos técnicos, sociales y edafoclimáticos, y aspira a sentar las bases para hacer recomendaciones puntuales de acuerdo a potencialidades y limitaciones del agrosistema.

REVISION DE LITERATURA

Según Cabrera (2003) la producción de rosa para flor de corte en invernaderos es uno de los sistemas de cultivo más intensivo de la floricultura, porque utiliza gran cantidad de agua e insumos de fertilización. Los nutrientes que se aplican a éste y otros cultivos en la región se hace de manera empírica sin prestan mucha atención a las necesidades reales de éstos y tienen escasa relación con el historial de manejo del suelo en se cultivan y las condiciones climáticas imperantes en la zona. Como un problema adicional se tiene que la fertirrigación pesada que se aplica causa acumulación de sales en el sustrato y en la solución del suelo (Cabrera y Perdomo, 2003), situación que afecta a la producción.

Ninguna flor ornamental ha sido y es tan estimada como la rosa. A partir de la década de los años 90 del siglo pasado, su liderazgo en el mercado se ha consolidado debido principalmente a una mejoría de las variedades, la ampliación de la oferta durante todo el año y a su creciente demanda (Linares, 2004).

Entre las prácticas agronómicas de la floricultura, la aplicación de fertilizantes es una de las principales actividades técnicas del cultivo. Además de ocupar un renglón importante en la estructura de costos, la fertilización cuando no se hace de una manera técnica, con sólidas bases científicas, puede causar impactos ambientales como físicos, microbiológicos y químicos, que pueden ser benéficos o adversos para el ambiente y para el desarrollo del cultivo (Castellanos, 2000)

La producción de rosa de corte producida en invernadero es uno de los sistemas agrícolas más intensivos. Por ejemplo la fertilización nitrogenada puede alcanzar aplicaciones anuales por encima de los 7,000 kg ha⁻¹, lo cual es obviamente un abuso y un contrasentido técnico (Cabrera, 2005). La excesiva cantidad de nitrógeno aplicado ha sido asociada a una alta pérdida por lixiviación de este elemento, hasta 3, 000 kg ha⁻¹ lo que afecta negativamente la calidad del agua, el medioambiente, la salud humana y contribuye al cambio climático. La sobre fertilización con nitrógeno podría causar problemas indirectos de salinidad y posibles desequilibrios nutricionales del cultivo, resultando en reducciones de productividad y calidad de la flor cortada (Cabrera, 2005).

En el estado de Puebla existe una superficie cultivable de flores de más de 3 mil 600 hectáreas, repartidas en 35 municipios, cuya producción anual alcanza un valor de 625 millones de pesos (Milenio, 2009), lo cual resalta la importancia de esta actividad económica en la entidad.

Diagnóstico del sistema producto ornamentales en el estado de Puebla

La producción de ornamentales en el estado de Puebla es una opción viable para los productores del campo, que ofrece mejores perspectivas que los cultivos tradicionales, debido a los márgenes de rentabilidad que se pueden obtener de ella. Esta actividad ofrece la oportunidad adicional de incorporar a la mujer a la económica nacional, teniendo en cuenta que la región en donde se desarrolla el estudio ha sido golpeada por la migración, dado como resultado en la estructura de género un incremento en la proporción de mujeres incorporadas a esta actividad (SAGARPA, 2013).

Contexto regional

En ese estado esta actividad ha florecido, principalmente en los distritos de desarrollo rural (DDR) 01 Huauchinango, que se forma con parte de la Sierra Norte de Puebla y el DDR 05 Cholula ubicado en la parte centro sur del estado. En este último encontramos dos zonas de producción, siendo una San Martín Texmelucan y la otra en el valle de Atlixco (SAGARPA, 2013).

La producción de rosa en el DDR 05 de Cholula se lleva a cabo principalmente en los municipios: San Martín Texmelucan, Atlixco, San Salvador el Verde, Chiautzingo y San Felipe Teotlalzingo. Existen otros municipios del distrito que también producen rosa como flor de corte, pero en menor proporción como es el caso de los municipios de Santa Isabel Cholula, San Pedro Tlaltenango y Huaquechula, entre otros (SAGARPA 2013).

Canales de comercialización

La comercialización de la rosa se lleva a cabo principalmente en centrales de abasto, mercados y venta directa a florerías de diferentes localidades de la región. En el DDR 05 de Cholula los

puntos de venta más importantes son el mercado de San Martín Texmelucan y las centrales de abasto de Puebla y el D.F. (SAGARPA 2013).

Es importante señalar que la producción de rosas tiene fechas especiales que deben ser consideradas en la gestión de su producción. El 14 de febrero y el 10 de mayo representan dos días en los cuales se comercializa aproximadamente el 80% de la producción total anual. La falta de una calidad adecuada y de buenas prácticas de manejo postcosecha, es una característica que afecta a la comercialización y repercute directamente en la calidad y vida de anaquel del producto.

Valor y precios de la producción.

A continuación se presentan los valores y precios de la producción, de acuerdo a los datos generados en el SIAP 2011 para la cadena productiva de rosa de riego y temporal, por municipio en el DDR 05 Cholula del estado de Puebla (Cuadro 1).

Cuadro 1. Superficie y valores de producción de rosa para flor de corte SIAP (2013).

Municipio	Sup. Sembrada (Ha)	Sup. Cosechada (Ha)	Producción (Ton)	Rendimiento (Ton/Ha)	PMR (\$/Ton)	Valor Producción (Miles de Pesos)
ATLIXCO	138	138	99,383.60	720.17	299.08	29,723.44
CHIAUTZINGO	20	20	36,000.00	1,800.00	400	14,400.00
HUAQUECHULA	13	13	10,578.00	813.69	277.31	2,933.40
SAN MATIAS	32	32	16,070.40	502.2	400	6,428.16
TLALANCALECA						
SAN SALVADOR	44	44	21,419.20	486.8	400	8,567.68
EL VERDE						
	247	247	183,451.20	742.72	338.25	62,052.68

SIAP: Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera

En el Cuadro 2 se muestra el reporte semanal del precio de la rosa en la central de abasto del D.F. (semana 18 a 22 de febrero 2013) (SIAP 2013).

Cuadro 2. Precio de la rosa en la central de abasto del D.F. en la semana del 18 al 22-Feb-2013.

		Precio frecuente (\$)							
Producto	Origen	Unidad	L	M	M	J	V	Prom. sem.	
Rosa Criolla tallo corto	Puebla	Gruesa	270	200	170	160	150	190	
Rosa Criolla tallo largo	Puebla	Gruesa	600	450	400	370	350	434	

Fuente: http://www.infoaserca.gob.mx/flores/flr_nac.asp. \$: pesos (M.N)

Agrosistema

Según Nicholls (2001) el agrosistema es la unidad ambiental en la que se desarrolla la actividad agraria y alcanza su verdadero significado cuando aplicamos un enfoque sistémico para estudiar los procesos agronómicos, ecológicos, sociales y económicos que intervienen en los procedimientos productivos. Se origina por la intervención humana en el ecosistema presenta un equilibrio inestable y una estructura simplificada y frágil; además especializan sus comunidades y regulan de manera particular sus poblaciones, mantienen ciclos abiertos de materiales y dirigen su flujo energético hacia la obtención de productos cotizados. Al ser un sistema artificializado, requiere de una constante intervención externa para mantener su productividad y al mismo tiempo los procesos de producción agraria, dirigidos hacia la producción vegetal y animal con fines alimenticios y mercantiles —explotación—, modifican profundamente las propiedades de perdurabilidad de los ecosistemas sobre los que se organizan y apoyan.

La biodiversidad existente en este ámbito se refiere, según este último autor a todas las especies de plantas, animales y microorganismos que existen e interactúan recíprocamente dentro de un ecosistema.

En los agrosistemas, a causa de la pérdida de biodiversidad y la reducción de las interacciones tróficas. Las poblaciones son raramente autorregulables, y la gran simplificación que lleva

unida la pérdida de biodiversidad aumenta el problema de la aparición de determinadas plagas y enfermedades (Nicholls, 2001).

De hecho, en ninguna otra parte son más evidentes las consecuencias de la reducción de la biodiversidad que en el manejo de plagas agrícolas. La inestabilidad de los agroecosistemas se pone de manifiesto a través del empeoramiento de los problemas de insectos plaga. Ligados a la expansión de monocultivos a expensas de la vegetación natural, disminuyendo la diversidad del hábitat local (Altien y Letourneau, 1982; Flint y Roberts. 1988). Las comunidades de plantas que se modifican para satisfacer las necesidades especiales de los humanos quedan inevitablemente sujetas a daños por plagas y, generalmente, cuanto más intensamente se modifican tales comunidades más abundantes y serias es el problema de plagas (Nicholls. 2001).

Los animales y plantas que predominan en el agrosistema son poblaciones biológicas especializadas (razas ganaderas. variedades de plantas cultivadas) a diferencia de lo que ocurre en los ecosistemas naturales.

Odum (1972) se refiere a los agrosistemas como ecosistemas domesticados cuya fuente de energía, al igual que los ecosistemas naturales, es el sol. Sin embargo, difieren de los primeros, en que las fuentes auxiliares de energía para aumentar la productividad son combustibles fósiles, además de la fuerza de trabajo humana, animal y de maquinaria. En tales circunstancias, la biodiversidad es reducida para maximizar la producción de bienes específicos. El control del sistema es externo y orientado a objetivos particulares, en contraste con el control interno de retroalimentación de los ecosistemas naturales.

Un agrosistema se entiende como un cultivo en el que los factores de diagnóstico (aquellos que son inmodificables), fluctúan dentro de un ámbito establecido por conveniencia (Turrent, 1980).

Factores incontrolables por su variación: se dividen en primarios, binarios y terciarios. Los primarios son los que presentan variación de tipo geográfico (horizontal), pendiente, y profundidad del suelo. Los binarios: son sistemas que muestran variación conjunta en dos direcciones: a) geográfica y vertical (textura, estructura, MO., CIC; y b) geográfica y a lo largo del tiempo (regímenes de lluvia, granizo y viento). Y, finalmente, los terciarios: son sistemas que muestran variación conjunta de tres direcciones: geográfica -vertical- tiempo (contenido

de humedad y la concentración de nitrato en el perfil del suelo, y el daño causado por heladas (Turrent, 1980).

En el cuadro 3 se presentan algunas características de los agrosistemas

Cuadro 3. Características de los agrosistemas (*Adaptado de Laird, 1966; Turrent, 1980*)

Clasificación de los factores de la producción	Ejemplo
Factores controlables	Nutrición (dosis, oportunidad, fuente de fertilizantes y método de fertilización. Sanidad (sistema de control de plagas y malezas. Disponibilidad de agua (mejoramiento de la porosidad del suelo, captura de agua de lluvia, et.)
Factores incontrolables	Régimen de N en el suelo. Textura y estructura del suelo, régimen de lluvias, exposición al sol, etc.
a) Modificables	
b) Inmodificables	

Adaptado de Laird, 1966; Turrent, 1980.

En la definición de un agrosistema, solamente figuran los factores inmodificables, ya que los modificables se pueden aproximar a niveles óptimos (Turrent, 1980). Sin embargo, esto es una limitante del concepto, puesto que el factor manejo (factores modificables) son dejados fuera del modo de clasificar y muchas veces son de gran importancia en el establecimiento de estas unidades relativamente homogéneas que constituyen la base de las recomendaciones de gran visión. Por ello hoy se aspira a hacer recomendaciones centradas en unidades específicas (sitio específico), con el propósito de hacer más eficiente el uso de todos los insumos y evitar, en especial contaminación de agua y del suelo.

Fertilidad de suelos

El suelo es uno de los tres componentes fundamentales de los ecosistemas terrestres, sustento no solamente de las coberturas vegetales que hacen posible la vida sobre el planeta, sino base fundamental de la producción de alimentos en el mundo. Desde épocas antiguas, el suelo comenzó a considerarse como recurso productivo y a su valor como base de los ecosistemas se le adicionó el de la producción agraria (Chirinos *et al.*, 2005).

La conservación o deterioro del suelo puede constituirse en sí mismo como un indicador de la manera en que las sociedades manejan sus agroecosistemas, tanto a nivel tecnológico como también considerando factores sociales y económicos (Estrada *et al.* 2004). Hoy día definimos al suelo con un carácter multifuncional que incluye muchos otros factores como en la producción de alimentos, el almacenamiento del agua y la preservación de la biodiversidad, entre otros.

La tierra laborable contiene sustancias minerales disueltas o no disueltas, agua, materia orgánica segregada de plantas vivas (y también de fauna de diversos tamaños), y materia orgánica e inorgánica proveniente de la descomposición de la raíces o de vegetales enteros. Además está llena de seres vivos, tales como bacterias, lombrices y larvas de insectos; igualmente se encuentran en ella ocasionalmente animales más evolucionados, cuyo trabajo contribuye a transformar el suelo, por ejemplo aflojándolo, y cuyos cuerpos en descomposición producen modificaciones químicas. El conjunto de todos estos factores, a los que debe añadirse el clima, los fenómenos atmosféricos anuales y diarios, así como la labranza del hombre, determina la fertilidad del suelo (Pfeiffer, 2007).

La fertilidad del suelo es un concepto amplio. La versión moderna más aceptada incluye tres tipos de fertilidad: la química, la física y la biológica. El diagnóstico del estado de los componentes químicos de la fertilidad se ocupa de recabar información del potencial que posee el suelo para abastecer en tiempo y forma los nutrimentos que requiere un cultivo, en tanto que el diagnóstico del estado de los componentes físicos y biológicos se refiere a la indagación de aspectos de esa naturaleza que se asocian estrechamente con las condiciones que exhibe un suelo para abastecer los nutrientes y las circunstancias que se deben dar para que esto ocurra (Etchevers *et al.*, 2007).

Entre los principales indicadores del avance de la degradación de un suelo se pueden mencionar: cambios en el pH del suelo, disminución del contenido de nutrimentos, pérdida de materia orgánica, incremento en la acidificación, aumento en la conductividad eléctrica, disminución en la capacidad de retención de humedad, vulnerabilidad a la erosión, formación de costras en la superficie del suelo, compactación, pérdida de la estructura, etc. (Sicard, 2001).

La degradación química puede incluir el uso de biocidas que afectan la biota edáfica, uso excesivo de fertilizantes inorgánicos con su residuo ácido, riego con aguas salinas, entre muchas otras (Navarro, 2003).

Generalidades del cultivo de la rosa

En México, debido a la existencia de una amplia variedad de microclimas, principalmente en el Eje Neovolcánico, en donde están localizados los estados de Morelos, México, Puebla y Michoacán, se han logrado en los últimos 10 años avances importantes en el cultivo y comercialización de esta especie (SAGARPA, 2010).

FUNPROVER (2008) hizo hace unos años un buen diagnóstico de la situación de este cultivo. En la zona central de México, es donde se cultiva la mayor extensión de rosas, una parte del sistema de producción es a cielo abierto, en casas sombra o invernaderos. La mayoría de las unidades de producción corresponden a pequeñas superficies que van desde 200 m² hasta una hectárea o más, la mano de obra es principalmente familiar. Un aspecto importante de mencionar es que, los diferentes eslabones de la cadena productiva están desarticulados. El mayor costo de producción corresponde al pago de mano de obra; el material de propagación utilizado es de bajo potencial genético o en su caso son variedades viejas y el grado de tecnificación es mínimo.

La demanda mayor de flores de rosas en el país se presenta principalmente en fechas especiales como en fiestas religiosas, bodas, quince años y graduaciones, el día de muertos, día del amor y la amistad, día de las madres, de la Virgen de Guadalupe, en navidad y en menor proporción el día de la secretaria y del maestro. Los meses de mayor demanda son de Noviembre a Mayo, aunque también existe demanda durante el resto del año, principalmente en los fines de semana (Salvador, 2006).

La calidad de las flores producidas en México es, en general, baja debido a varios factores como la calidad del material vegetativo utilizado, escaso nivel tecnológico, desorganización en los diferentes eslabones de la cadena productiva y producción en pequeños volúmenes (FUNPROVER, 2008). Lo anterior, dificulta comercializar la producción en el país e impide exportar el producto al no cumplirse con los estándares de calidad demandados.

Nutrición del cultivo de la rosa

El manejo de la nutrición en los cultivos es importante para un óptimo crecimiento, la deficiencia o exceso de algún nutrimento causa síntomas que en ocasiones son visuales y en otras no se pueden percibir (Urbina, 2000). Estos últimos caen en el antiguo concepto del hambre oculta, que si bien no se manifiesta visualmente generan una disminución de la producción.

Para controlar la nutrición de este cultivo bajo un enfoque sustentable se requiere definir los niveles de nutrimentos a los cuales el cultivo del rosal presente su mayor potencial productivo de acuerdo a las condiciones de la zona y a la calidad y rendimiento requerido para el producto.

En los Cuadros 4, 5 y 6 se presentan niveles de referencia nutrimental de tejido vegetal de rosal, realizadas por varios autores.

Cuadro 4. Valores críticos para análisis foliar, cuando el botón está mostrando color.

ELEMENTO	RANGO DE DEFICIENCIA	RANGO NORMAL	RANGO DE EXCESO
(% peso seco)			
N	menos de 3	3 a 5	5.1 ó más
P	0.2	0.2 a 0.3	
K	1.8	1.8 a 3	
Ca	1.0	1 a 1.5	
Mg	0.25	0.25 a 0.35	
(mg*K ⁻¹)			
Mn	Menos de 30	30 a 250	800 ó más
Fe	50	50 a 150	
Cu	5	5 a 15	
B	30	30 a 60	400 ó más
Zn	15	15 a 50	
Na			6000 ó más

Fuente: Department of Horticulture. The Pennsylvania State University.

Cuadro 5. Niveles nutrimentales en hojas pentafoliadas de rosal, cuando el botón está mostrando color.

Nutrimiento	Deficiente	Bajo	Suficiente	Alto	Excesos
Nitrógeno (N) %	< 3.00	3.00 – 3.50	3.00 – 4.50	4.50 – 5.00	> 5.00
Fósforo (P) %	<0.10	0.10 – 0.20	0.20 – 0.30	0.30 – 0.35	> 0.35
Potasio (K) %	<1.80	1.80 – 2.00	2.00 – 2.50	2.50 – 3.00	> 3.00
Calcio (Ca) %	<0.90	0.90 – 1.00	1.00 – 1.50	1.50 – 1.60	> 1.60
Magnesio (Mg)%	<0.25	0.25 – 0.28	0.28 – 0.32	0.32 – 0.35	> 0.35
Azufre (S) %			0.15 – 0.30		
Sodio (Na) %					> 0.20
Hierro (Fe) ppm	<50	50 – 80	80 – 120	120 – 150	> 150
Boro (B) ppm	<30	30 – 40	40 – 60	60 – 400	> 400
Zinc (Zn) ppm	<15	15 – 20	20 – 40	40 – 50	> 50
Cobre (Cu) ppm	<5.00	5.00 – 7.00	7.00 – 15	15 – 17	> 17
Manganeso (Mn) ppm	<30	30 – 70	70 – 120	120 – 250	> 250

Fuente: Laboratory Perry, 1987 citado por Urbina, 2000.

Cuadro 6. Niveles nutrimentales en hojas pentafoliadas de rosal, cuando el botón está mostrando color.

Nutrimiento	Bajo	Suficiente	Alto
Nitrógeno (N) %	2.80 – 2.99	3.00 – 5.00	> 5.00
Fósforo (P) %	0.21 – 0.24	0.25 – 0.50	> 0.50
Potasio (K) %	1.10 – 1.49	1.50 – 3.00	> 3.00
Calcio (Ca) %	0.80 – 0.99	1.00 – 2.00	> 2.00
Magnesio (Mg)%	0.21 – 0.24	0.25 – 0.50	> 0.50
Azufre (S) %	0.20 – 0.24	0.25 – 0.70	> 0.70
Hierro (Fe) ppm	50 – 59	60 – 200	> 200
Boro (B) ppm	25 – 29	30 – 60	> 60
Zinc (Zn) ppm	15 – 17	18 – 100	> 100
Cobre (Cu) ppm	4.00 – 5.00	7.00 – 25	> 25
Manganeso (Mn) ppm	25 – 29	30 – 200	> 200
Molibdeno (Mo) ppm	0.06 – 0.90	0.10 – 0.90	> 0.90

Fuente: Jones et al., (1991)

La demanda total de nutrimentos de la planta de rosal (Cuadro 7) para siete variedades ha sido reportada por Suárez (2006) mediante estimación y análisis de la biomasa total extraída en los cortes durante un año de producción. Este autor considera peso seco de los tallos florales y de los brotes laterales de los tallos florales que son eliminados con una práctica cultural y por los residuos de las podas.

Cuadro 7. Demanda total de nutrientes de la planta en un año de producción.

Variedad	N (kg/ha)	P ₂ O ₅ (kg/ha)	K ₂ O (kg/ha)
1 Tixca	319	114	514
2 Tixca	302	105	528
Virginia	305	122	580
Cherry	333	78	553
Vega	215	81	444
Classy	333	106	596
Vendela	351	106	749
PROMEDIO	302	100	551
OPTIMO	498	110	535

Fuente: Suarez (2006)

Morfología del cultivo

Raíz. La rosa posee raíz pivotante, vigorosa y profunda. En las plantas procedentes de estacas este carácter se pierde, puesto que el sistema radical del rosal se vuelve proporcionalmente pequeño (aproximadamente entre 5-10 % del peso total), lo que conlleva a una menor capacidad productiva. En las plantas injertadas, el sistema radical es bien desarrollado, lo que permite a estas plantas lograr una mayor producción y calidad de las flores (Yong, 2004).

Tallo. Los tallos semileñosos, casi siempre erectos (a veces rastreros o trepadores) provistos de espinas, algunos de textura rugosa y escamosa, con notables formaciones epidérmicas, persistentes y bien desarrolladas (Romero, 1996).

El tallo del rosal es leñoso y termina siempre en flor, en caso de que no ocurra un aborto. Además, en una rama que florece existe el dominio apical que no es igual para todas las yemas. El ápice vegetativo del tallo joven desarrolla un número de hojas y luego de forma

repentina empieza a desplegar los miembros de la flor y así termina su crecimiento. En la planta encontramos tallos sin flor o tallos ciegos (Yong, 2004).

Hoja. Las hojas imparipinadas, con los folíolos dentados o aserrados y estípulas bien desarrolladas, además las hojas están compuestas de cinco a siete folíolos (Bañón *et al.*, 1993).

Flores. En su tipo, las flores son completas, de cinco pétalos y múltiples, periginias, es decir, con el receptáculo de bordes más o menos elevados alrededor del gineceo, lo que le confiere formas de tasa o copa (Heitz, 1994), y lleva inserto en lo alto de los sépalos, pétalos y estambres (Yong, 2004).

Fruto. Está compuesto por múltiples frutos secos pequeños (poliaquenio) separados y encerrados en un receptáculo carnoso (hipantio) y de color vistoso cuando está maduro. En la madurez del fruto, el receptáculo se vuelve carnoso y de color rojo o amarillento (Romero, 1996).

Requerimientos climáticos

Temperatura. Debido a que el rosal obtiene un mayor crecimiento en la noche que durante el día, éste requiere como temperatura óptima nocturna 16 °C, de 20 a 21 °C en días nublados y de 24 a 28° C en días soleados, aunque en la formación del botón floral se requieren temperaturas elevadas (López, 1981). Las temperaturas menores de 8 °C durante la formación del botón floral provocan trastornos fisiológicos como brotes ciegos y flores chatas. A temperaturas bajas la producción se reduce pero se incrementa la calidad (por mayor acumulación de carbohidratos), mientras que a temperaturas elevadas el crecimiento se acelera y la producción es mayor, pero se disminuye la calidad (Larson, 1988). Por lo tanto, es conveniente regular la temperatura y de ser necesario utilizar calefacción, para incrementar, o disminuir, respectivamente (López, 1981).

Iluminación. El índice de crecimiento para la mayoría de los cultivares de rosa sigue la curva total de luz a lo largo del año. Así, en los meses de verano, cuando prevalecen elevadas intensidades luminosas y larga duración del día, la producción de flores es más alta que durante los meses de invierno (Cabo, 2006).

Una práctica muy utilizada en Holanda consiste en irradiar las plantas artificialmente durante 16 horas, con un nivel de iluminación de hasta 3,000 lux (lámparas de vapor de sodio), pues de este modo se mejora la producción invernal en calidad y cantidad (Cabo, 2006).

Ventilación y enriquecimiento en CO₂. Los niveles de CO₂ son limitativos para el crecimiento de la planta. En muchas zonas las temperaturas durante las primeras horas del día son demasiado bajas para ventilar los invernaderos. Bajo condiciones de invierno en climas fríos donde la ventilación diurna no es económicamente rentable, es necesario aportar CO₂ para el crecimiento óptimo de la planta, elevando los niveles a 1,000 ppm. Asimismo, si el cierre de la ventilación se efectúa antes del atardecer, a causa del descenso de la temperatura, los niveles de dióxido de carbono siguen reduciéndose debido a la actividad fotosintética de las plantas (iEspaña, 2006).

La aireación debe poder regularse, de forma manual o automática, abriendo las ventilaciones laterales y las cumbreiras, apoyándose en ocasiones con ventiladores interiores o incluso con extractores. Ya que así se produce una baja de la humedad relativa y el control de ciertas enfermedades (iEspaña, 2006).

Propagación del rosal

La propagación puede llevarse a cabo por semillas, estacas, injertos de varetas e injertos de yema, este último método es el más empleado a nivel comercial. Las variedades que se utilizan como portainjertos en México son: el híbrido “Manetti”, y rosa garmbullo (*Rosa montezumae* L.), actualmente algunos productores están utilizando a Natal Brayan como portainjerto (Antonio, 2011).

El cultivo de rosa para flor de corte a cielo abierto, se puede realizar en temporadas en las cuales no se presenta adversidades climáticas, de lo contrario se pierde la producción. En México existe poca información de este cultivo en condiciones de cielo abierto, lo que actualmente se maneja es la producción bajo invernadero. Con este sistema, la producción de rosa se consigue en épocas y lugares en los que de otra forma no sería posible, consiguiendo así los mejores precios de mercado (Antonio, 2011).

Preparación del suelo

Para el cultivo de rosas el suelo debe estar bien drenado y aireado para evitar encharcamientos, se puede emplear diversos materiales orgánicos. Las rosas toleran un suelo ácido, aunque el pH debe mantenerse en torno a 6.4 y 7.5 (Heitz, 1994). Con elevados niveles de calcio se desarrolla rápidamente la clorosis debido al exceso de este elemento. Tampoco soportan elevados niveles de sales solubles, recomendándose no superar el 0.15 %. Esto es tanto para la producción bajo invernadero como a cielo abierto (iEspaña, 2006).

Plantación

La época de plantación va de noviembre a marzo en la modalidad de 2 filas 40 x 20 ó 60 x 12.5 cm con pasillos al menos de 1 m, esto arroja, una densidad de 6 a 8 plantas/m². De este modo se consigue un mantenimiento más sencillo y menores inversiones (iEspaña, 2006).

Requerimientos nutrimentales

De los 17 elementos químicos conocidos hasta ahora como necesarios para el desarrollo del rosal, 14 son derivados del suelo y absorbidos por las raíces, aunque pueden ser absorbidos en pequeñas dosis por las hojas (Yong, 2004). Los siguientes datos dan una leve idea de las cantidades necesarias por año y por hectárea, en forma muy aproximada, nitrógeno: 320 kg fósforo: (P₂O₅) 50 kg potasio: (K₂O) 400 kg. Para tener mejores resultados, es necesario realizar análisis de suelo y de follaje. Así se puede aplicar sólo los fertilizantes que realmente requiere la planta (ver Cuadro 7).

Fertirrigación

Actualmente en muchas plantaciones de rosa se usa la fertilización mediante el riego, teniendo en cuenta el abonado de fondo que se aportó al principio del ciclo de cultivo, en caso de haberse realizado. Posteriormente también es conveniente controlar los parámetros de pH y conductividad eléctrica de la solución del suelo así como la realización de análisis foliares.

OBJETIVO GENERAL

Mejorar la fertilidad de los suelos en el agrosistema rosa (*Rosa* spp), en la ladera este del Iztaccíhuatl, Puebla y contribuir a entender mejor el impacto de esta variable en el agrosistema.

OBJETIVO ESPECIFICOS

- 1.- Delimitar y caracterizar edafoclimáticamente el agrosistema rosa (*Rosa* spp) en la ladera este del Iztaccíhuatl.
- 2.- Analizar la fertilidad de los suelos en el agrosistema rosa (*Rosa* spp) en la ladera este del Iztaccíhuatl.
- 3.- Identificar y caracterizar diferencias en el manejo del cultivo, en particular la relación entre ésta y la producción y calidad.
- 4.- Verificar que la aplicación de materia orgánica de diversas clases incrementan diferencialmente la fertilidad (química, física) de los suelos en el agrosistema rosa (*Rosa* spp).
- 5.-Establecer la relación existente entre la fertilidad del suelo y la producción en el agrosistema, así como los impactos socioeconómicos que de ella derivan.

HIPÓTESIS GENERAL

Del 80 a 90 % de los productores de rosa en el agrosistema de la ladera este del Iztaccíhuatl no considera la condición de la fertilidad (química, física y biológica) de suelos ni los requerimientos del cultivo para el manejo de ésta.

HIPÓTESIS ESPECÍFICAS

- 1.- El agrosistema rosa (*Rosa* spp) en la ladera este del Iztaccíhuatl es edafoclimáticamente homogéneo.
- 2.- La fertilidad (química, física y biológica) de los diferentes manejos del agrosistema se relacionan con la productividad de flor y con la calidad de exportación.
- 3.-El manejo que dan los productores a sus plantaciones de rosa se relacionan con la productividad de flor y la calidad de su producción.

- 4.- Las aplicaciones de materia orgánica de diversas calidades mejoraran la fertilidad de los suelos en el agrosistema en mayor grado o en menos tiempo.
- 5.- La disminución en la fertilidad del suelo aumenta los costos de producción y en consecuencia disminuyen los ingresos de los productores y la generación de empleos en la región.

MATERIALES Y MÉTODOS

La zona de estudio se ubica en una región del estado de Puebla donde se ha desarrollado intensamente la floricultura. Comprende el distrito de desarrollo rural (DDR) 05 Cholula que forma parte del centro sur del Estado. En el DDR 05 encontramos dos zonas de producción, siendo una San Martín Texmelucan y la otra el valle de Atlixco (SAGARPA, 2013), de las cuales la primera es la zona de estudio. En la Figura 1 se muestran los municipios de mayor producción, siendo Chiautzingo el que tiene mayor número de invernaderos (representados con puntos verdes en el mapa).

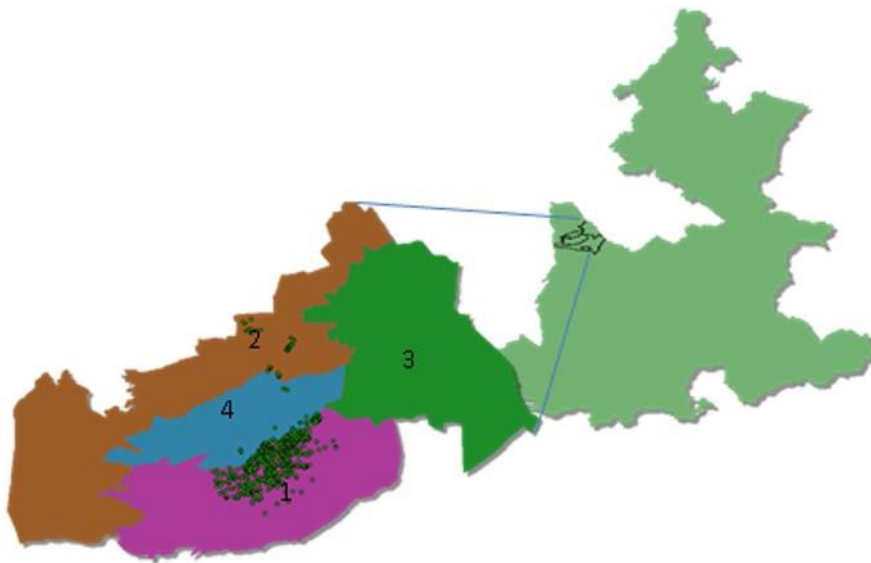


Figura 1. Región de San Lorenzo Chiautzingo (1), San Salvador el Verde (2), San Martín Texmelucan (3) y San Felipe Teotlalzingo (4) en la zona de producción de San Martín Texmelucan del DDR 05 (INEGI, 2013)

El municipio de Chiautzingo se localiza en la parte Centro Oeste del estado de Puebla. Sus coordenadas geográficas son los paralelos $19^{\circ} 10'24''$ y $19^{\circ} 13'42''$ de latitud norte y los meridianos $98^{\circ} 26'24''$ y $98^{\circ} 33'36''$ de longitud occidental. El municipio colinda al Norte con

el municipio de San Felipe Teotlalzingo, al Sur con el municipio de Huejotzingo, al Este con el municipio de Huejotzingo y al Oeste con los municipios de San Felipe Teotlalzingo y Huejotzingo.

El relieve de los municipios está determinado por su ubicación con respecto a la Sierra Nevada. Convencionalmente se considera que de la cota 2500 al oriente, que cruza a la mitad de los municipios forma parte del valle de Puebla que constituye el sector principal de la altiplanicie poblana y limita con la depresión de Valsequillo, el valle de Tepeaca y la Sierra Nevada. De esa misma cota pero hacia el poniente, hacia las faldas inferiores de la Sierra Nevada, forma parte del sistema volcánico transversal, recorre de norte a sur el occidente del valle de Puebla y tiene una extensión de más de 100 kilómetros en un gran alineamiento de relieve continuo.

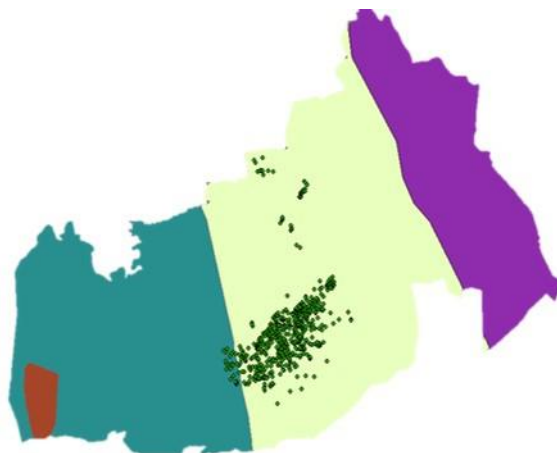


Figura 2. Los municipios se ubican dentro de la zona de los climas templados del Valle de Puebla; se identifica cuatro unidades climáticas: 1) C(w2)(w), 2) Clave C(E)(w2)(w), 3) C(w1)(w) y 4) E(T)H (INEGI 2013).

En cuanto a datos de relieve como elevación sobre el nivel del mar la producción de rosa se está realizando desde los 2230 hasta los 2800 msnm aproximadamente, adaptándose muy bien en todo el rango, sin embargo conforme se aumenta en la elevación se tiene mayor riesgo a daños por heladas debido a la cercanía Iztaccíhuatl.

Caracterización edafoclimática del agrosistema.

Con base en cartas edafológicas (1:50000) e información climática de INEGI (Figura 2) y con software de sistemas de información geográfica ArcMAP, se cruzó información para identificar las diferentes unidades edafoclimáticas existentes. En la región se identificaron cuatro unidades principales de suelos: Regosol y Cambisol eutríco compartiendo las misma

unidad edafológica (Re+Be/1 (**S1**)), Fluvisol eutrico (Je/1 (**S2**), Cambisol districo y húmico (Bd+Bh (**S3**)), Regosol eutrico y luvisol (Re+l/1) (**S4**) y dos climas diferentes de **C1**: Templado subhúmedo C(w2)(w) y **C2**: Semifrío (C(E)(w2)(w)) . Re+Be/1 (**S1**), Je/1 (**S2**), Bd+Bh (**S3**), Re+l/1 (**S4**) y dos climas diferentes **C1**: C(w2)(w) y **C2**: C(E)(w2)(w) dando cinco unidades edafoclimáticas (Figura 3). Se georreferenciaron los invernaderos de productores de rosa de la zona y se localizaron en el mapa (Figura 3). De esta manera se posicionó cada uno de ellos en la unidad edafoclimática correspondiente, siendo éste el criterio de muestreo de suelos para la caracterización de la fertilidad del agrosistema.

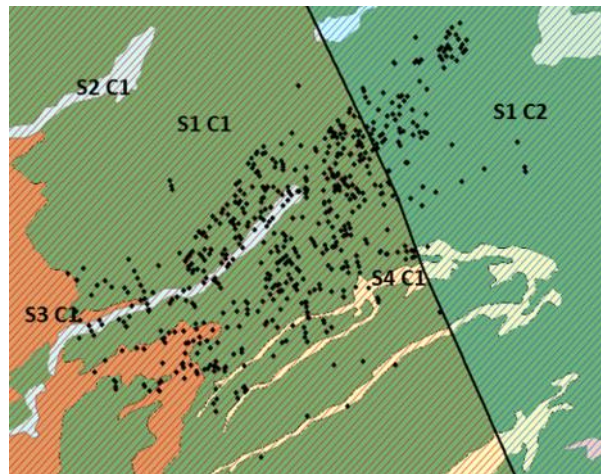


Figura 3. Unidades edafoclimáticas y ubicación de los invernaderos que conforman el agrosistema producción de rosa en la ladera este del Iztaccíhuatl. S1: Re+Be/1, S2: Je/1, S3: Bd+Bh, S4: Re+l/1, C1: C(w2)(w), C2: C(E)(w2)(w) (INEGI, 2013)



Figura 4. Muestreo de suelos en los invernaderos seleccionados por el método de zigzag.

El muestreo de suelo se realizó en los meses febrero y marzo de 2014, de un total de 668 invernaderos empadronados en la región se muestrearon 112. El tamaño de la muestra se determinó de manera estadística con la fórmula de tamaño de muestra (Daena 2011). Se consideró lo establecido por Kogan & Herzog, (1980) que indica que el tamaño óptimo de la muestra, debe permitir un balance adecuado entre el costo del muestreo y la precisión deseada, para evitar la sobreestimación (sobre-gasto de recursos) o subestimación (precisión no adecuada) (Kogan & Herzog, 1980). En cada invernadero seleccionado se tomaron muestras de suelo en la base del surco de plantación de las rosas una profundidad de 0-15 cm, siguiendo el método de zig-zag (Figura 4) (Castellanos *et al.*, 2000).

En cada invernadero se colectaron 15 muestras individuales, que luego se mezclaron y homogeneizaron para obtener una muestra compuesta representativa del terreno.

Las muestras compuestas se llevaron al laboratorio en donde se secaron a la sombra y molieron hasta pasar por un tamiz de malla de 2 mm para su posterior análisis de fertilidad (Figura 5). Los análisis realizados fueron: pH por potenciometría relación suelo:agua (1:2) (Bates 1965), materia orgánica (Walkley Black), N-total (Kjeldhal) (Bremner, 1965), P-Olsen (Olsen, 1965), K, Ca, Mg, intercambiable con AcONH_4 1N pH7 (Chapman, 1965) Fe, Zn, Cu y Mn extractables con DTPA (Lindsay, 1978), siguiendo los métodos rutinarios empleados en el Laboratorio de Fertilidad de Suelos y Química Ambiental del Colegio de Postgraduados.



Figura 5. Muestreo, secado y tamizado del suelo.

En el Cuadro 8 se presentan las metodologías utilizadas en los análisis realizados en plantas y suelos.

Cuadro 8. Metodologías empleadas en la caracterización para suelo y material vegetal.

PARÁMETRO	MÉTODO
-----SUELO-----	
pH	Potenciómetro (1:2, suelo agua)
Ca²⁺, Mg²⁺ intercambiables	AcONH4 1N pH7
Na⁺, K⁺ intercambiables	AcONH4 1N pH7
Zn, Fe, Mn, Cu extractables	DTPA-EEA
MO Total	Walkley y Black
N total	Kjeldhal
P extractable	P-Olsen y Espectroscopia uv-vis
-----Planta-----	
N, P, K, Ca, Mg, totales (%)	Kjeldhal y Espectrofotometría de absorción atómica
Zn, Fe, Mn, Cu (mg*kg⁻¹)	Espectrofotometría de absorción atómica

(NOM -021- SEMARNAT-2000)

Evaluación de diferentes fuentes de materia orgánica.

Con el objetivo de verificar el efecto de la aplicación de diversos tipos de materia orgánica de diversas clases sobre la fertilidad química y física de los suelos en el agrosistema rosa para corte se estableció un experimento el día 21 y 22 de febrero de 2014.

Se realizó en el mismo invernadero donde ya se tomaron muestras de suelo para la caracterización del agrosistema (20 de febrero 2014) (Figura 6). Se tomaron muestras foliares del primer par de hojas totalmente desarrolladas, antes de aplicar los tratamientos. Las hojas se lavaron con agua destilada y se secaron en estufa a 72 °C durante 24 horas para su posterior

análisis. Las muestras de suelo se secaron a la sombra y molieron hasta pasar por un tamiz de malla 10 (2 mm) para su posterior análisis de fertilidad. En las muestras foliares se determinó, N, P, K, Ca, Mg, Fe, Zn, Cu, Mn y en las muestras de suelo: pH, materia orgánica, Nt, Pext, K, Ca, Mg intercambiables, Fe, Zn, Cu, Mn extractables (Cuadro 8).

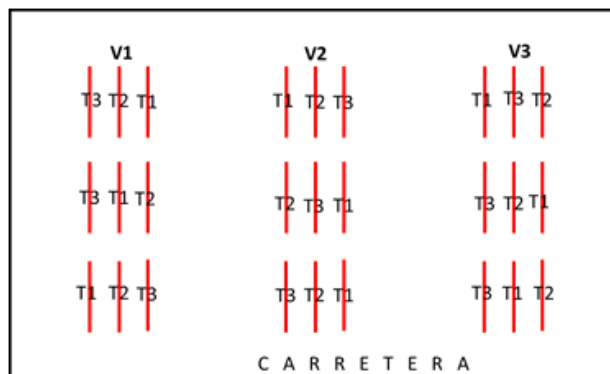


Figura 6. Diseño experimental de la evaluación de materia orgánica en el agrosistema rosa. V1: Anastasia, V2: Selena, V3: Latín; T1: Compost, T2: Bovino, T3: Gallinaza.

Los tratamientos de materia orgánica ensayados fueron tres: (1) compost comercial (T1); (2) estiércol de bovino (T2); y (3) gallinaza (T3), que fueron aplicados al suelo. Se escogieron tres variedades de rosa (Anastasia, Selena y Latín), en los cuales el criterio de aplicación fue igualdad de aporte de materia orgánica en los tres tratamientos. Las características químicas de los materiales orgánicos se presentan en el Cuadro 9. Los tratamientos se impusieron en unidades experimentales homogéneas, que consistían en surco de 16 m de largo x 50 cm de ancho. Cada tratamiento se replicó tres veces.

Se generaron nueve unidades experimentales para cada variedad, dando en total 27 unidades experimentales considerando las tres variedades. Como las plantaciones se hacen en doble hilera sobre la base del surco, el total de plantas por unidad experimental fue aproximadamente 90 rosas. El diseño experimental empleado fue un Diseño Completamente al Azar (DCA).

Cuadro 9. Características del material utilizado.

Tratamientos	N	P	K	Ca	Mg	Materia Orgánica	Dosis por unidad experimental (kg)
	----- % -----						
Compost	1.2	0.8	2.5	2.6	0.6	75.2	71.8
E. bovino	1.4	0.33	1.9	1.3	0.2	54.07	99.8
Gallinaza	0.2	1.3	2.5	3.1	0.5	26.34	117.1

En la Figura 7 se muestran la vista del antes y después de la aplicaciones de los materiales evaluados en las unidades experimentales.



Figura 7. Aplicación de los tratamientos en las unidades experimentales.

Paralelamente se tomaron muestras para la determinación de estabilidad de agregados con cilindros de 5 cm hasta una profundidad de 0-5 cm antes y después de la aplicación de la materia orgánica (Figura 8). Se colectaron muestras inalteradas de suelo de cada tratamiento el 23 de febrero y 5 de diciembre de 2014. Las muestras fueron secadas al aire, posteriormente el suelo se tamizó en una columna de mallas con aperturas de 4.75, 2.00, 1.00, 0.50, 0.25 y 0.05 mm. La columna se sumergió en un cilindro con agua destilada, y se le imprimió un movimiento vertical con una velocidad de 60 rpm y se retiró del agua. La fracción del suelo retenida en cada uno de los tamices se secó en una estufa a 105 °C durante 18 horas y se pesó.



Figura 8. Cilindros de muestreo para la determinación de estabilidad de agregados.

Evaluaciones

La primera evaluación de las plantas de rosa del experimento con fuentes de materia orgánica se realizó del día 6 al 10 de mayo del 2014, esto es, aproximadamente 3 meses después de haber impuesto los tratamientos. Las variables evaluadas en esta ocasión fueron: rendimiento (número de tallos florales) y calidad (longitud de tallos florales). En esta variable de calidad se estableció a criterio arbitrario de rangos de longitud de tallos (<30, 30-50 y >50 cm) en función de la experiencia personal de lo que el mercado reclama.

La segunda evaluación se realizó del 5 al 12 de diciembre del 2014, es decir 9 meses después de la aplicación de los tratamientos. Las variables evaluadas fueron: rendimiento, calidad, estabilidad de agregados y nutrición vegetal, así como la aplicación de cuestionarios para la obtención de la información socioeconómicos.

Con los datos obtenidos de rendimiento, calidad de producción y concentración de nutrimentos en el suelo y planta, se realizaron análisis de varianza y pruebas de comparaciones múltiples de medias de acuerdo el método de Tukey con nivel de significancia $\alpha=0.05$.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Análisis de suelo. Primera evaluación-mayo 2014.

La evaluación de las propiedades químicas en 112 muestras define el estado de fertilidad del suelo del agroecosistema. En la Figura 9 los histogramas de distribución de frecuencia de pH, materia orgánica, P- Olsen y K intercambiable muestran una gran heterogeneidad de los valores reportados en los suelos de los invernaderos seleccionados. Destacan las elevadas concentraciones de algunos elementos, como es el caso de fósforo (P-Olsen) cuyos valores

mayores a 36 mg Kg⁻¹, en más del 96 % de las muestras evaluadas, son considerados como concentraciones excesivas (Castellanos *et al.*, 2000).

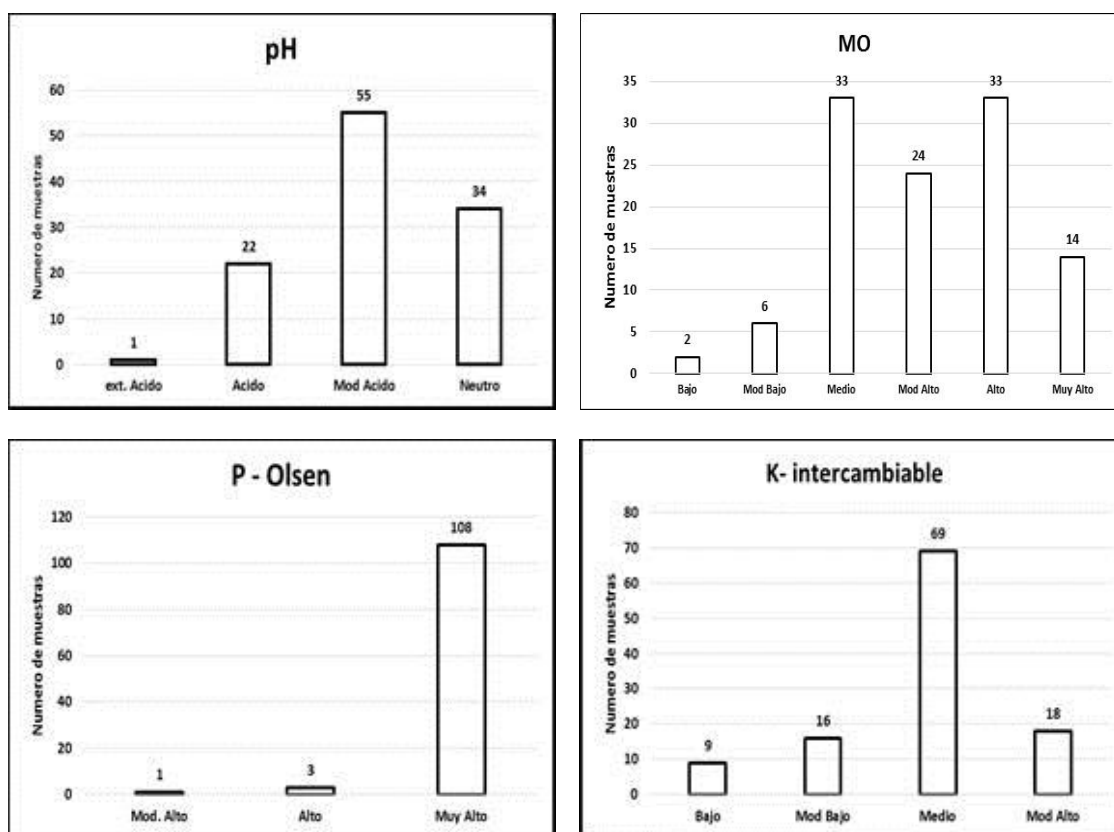


Figura 9. Características químicas (pH, materia orgánica, P-Olsen y K intercambiable) de los suelos muestreados y analizados del agrosistema rosa en la zona de producción de San Martin Texmelucan del DDR 05, municipio de Chiautzingo y vecinos.

En la Figura 10 los histogramas corresponden a la variación de las concentraciones de Ca y Mg intercambiables y Fe, Cu, Zn y Mn extraíbles con DTPA. En 105 muestras de suelos las concentraciones hierro (Fe) fueron mayores a 50 mg Kg⁻¹, estos valores han sido considerados como muy altos (Castellanos *et al.*, 2000). Un caso similar se observó en cobre (Cu) cuyas concentraciones obtenidas variaron entre 1.2 y 14.2 mg Kg⁻¹ lo que de acuerdo con (Castellanos *et al.*, 2000) corresponden a categorías de alta a muy alta. En el caso de Zn los la mayoría de los suelos analizados (más del 85 %) presentaron concentraciones de 1.1 a 17 mg Kg⁻¹, lo que corresponde a valores moderadamente altos a muy altos del rango propuesto por Castellanos *et al.* (2000). Los resultados anteriores evidencian claramente que el manejo empírico que actualmente practican los productores, no presta atención a los requerimientos

del cultivo, ni a los niveles existentes en los suelos, como lo indicó el análisis químico del suelo. Con estos resultados se sospechar la existencia de niveles excesivos de estos elementos en los suelos de los invernaderos muestreados lo que estaría afectando la salud del suelo y la condición económica de los productores quienes están aplicando exceso de fertilizantes o enmiendas orgánicas con un costo económico que no es justificable.

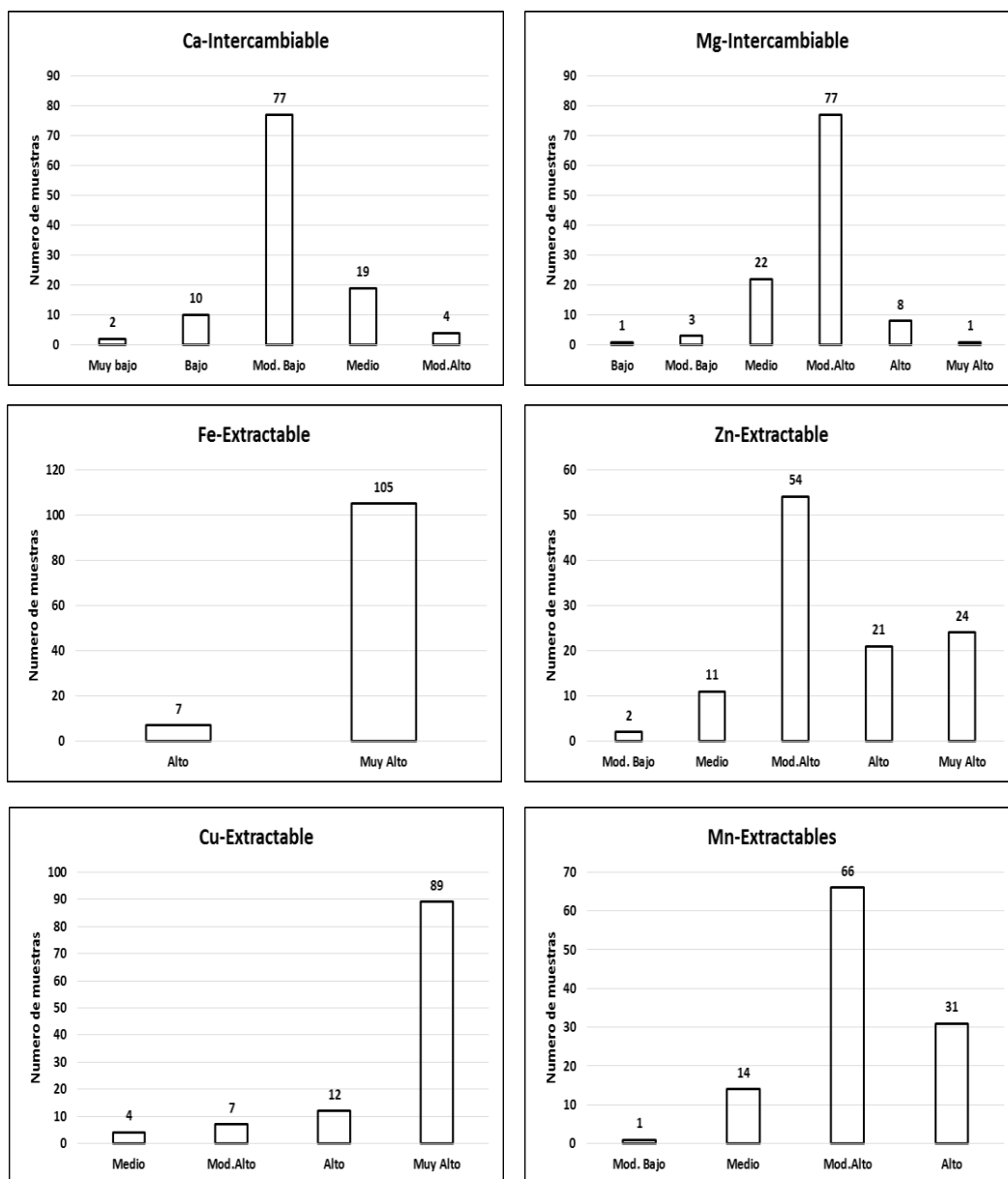


Figura 10. Características químicas (Ca y Mg intercambiables y Fe, Cu, Zn y Mn extraíbles con DTPA) de los suelos muestreados en el agrosistema rosa en la zona de producción de San Martín Texmelucan del DDR 05, municipio de Chiautzingo y vecinos.

Primera evaluación de tratamientos – mayo 2014

La respuesta a la aplicación de materia orgánica (compost, estiércol de bovino y gallinaza) en términos de rendimiento (número de tallos florales por planta) varió para las distintas variedades de rosas. Las variedades Anastasia y Selena presentaron mayor número de tallos florales por planta (rendimiento) con gallinaza (Figuras 11 y 12), mientras que la variedad Latin no presentó diferencia significativa con los tres tipos de aporte de la materia orgánica. (Figura 13).

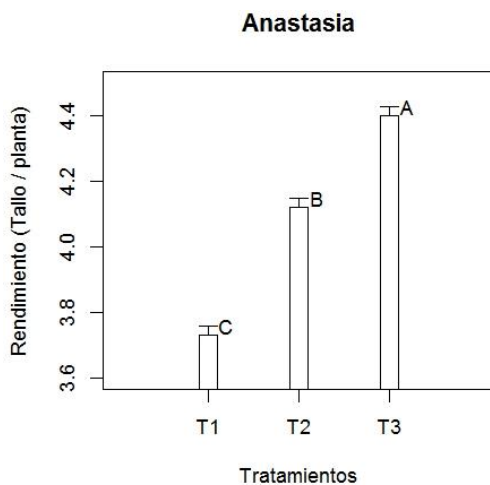


Figura 11. Rendimiento de la variedad Anastasia. T1: Compost, T2: Bovino, T3: Gallinaza. Medias con letra igual indican diferencias no significativas de acuerdo a la prueba de Tukey (al 5%).

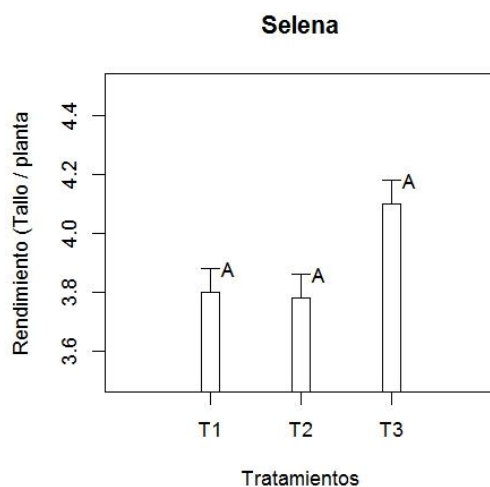


Figura 12. Rendimiento de la variedad Selena. T1: Compost, T2: Bovino, T3: Gallinaza. Medias con letra igual indican diferencias no significativas de acuerdo a la prueba de Tukey (al 5%).

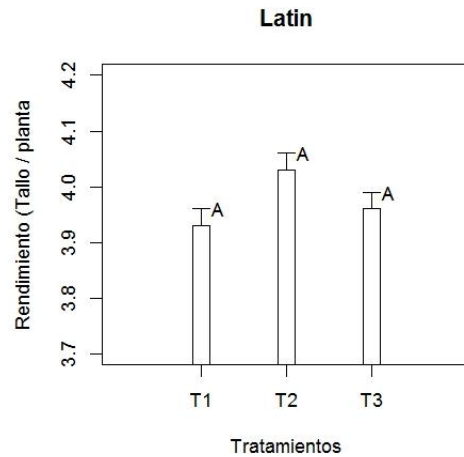


Figura 13. Rendimiento de la variedad Latin. T1: Compost, T2: Bovino, T3: Gallinaza. Medias con letra igual indican diferencias no significativas de acuerdo a la prueba de Tukey (al 5%).

En cuanto a la variable calidad (longitud de tallos florales), se midieron y contabilizaron los que se encontraban en los rangos < 30, 30-50 y > 50 cm por unidad experimental (Figura 14), obteniéndose los mejores resultados con el aporte de gallinaza. En las variedades Anastasia (Figura 15) y Selena (Figura 16) se obtuvo mayor frecuencia de ocurrencia de tallos de tamaño 30-50cm y mayores a 50 cm. Mientras que en la variedad Latin sólo se obtuvieron diferencias significativas para el tamaño mayor a 50 cm (Figura 17).

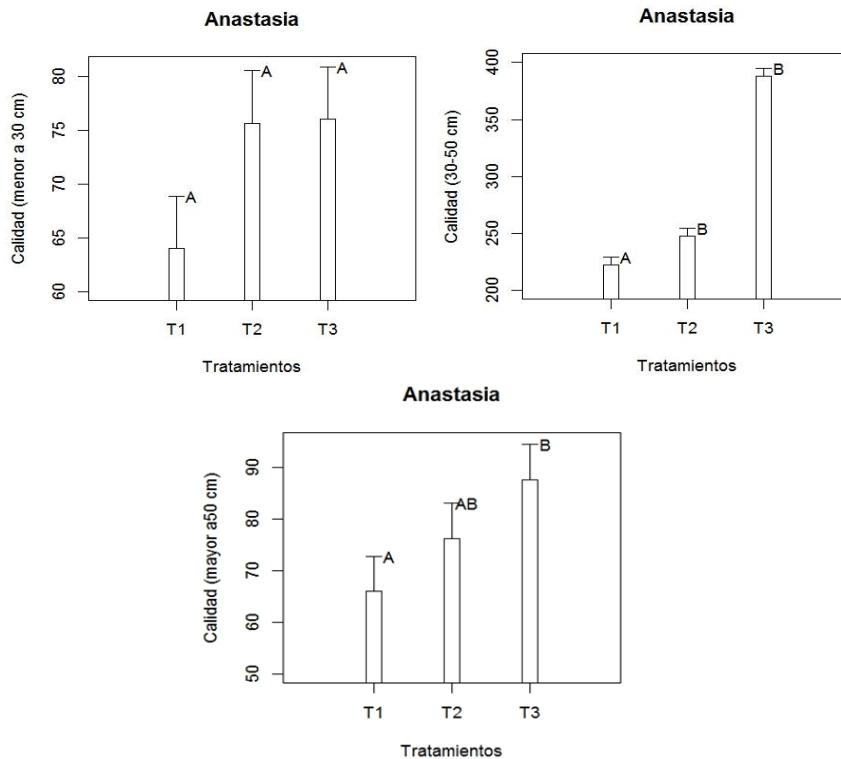


Figura 14. Calidad de la variedad Anastasia. T1: Compost, T2: Bovino, T3: Gallinaza. Medias con letra igual indican diferencias no significativas de acuerdo a la prueba de Tukey (al 5%).

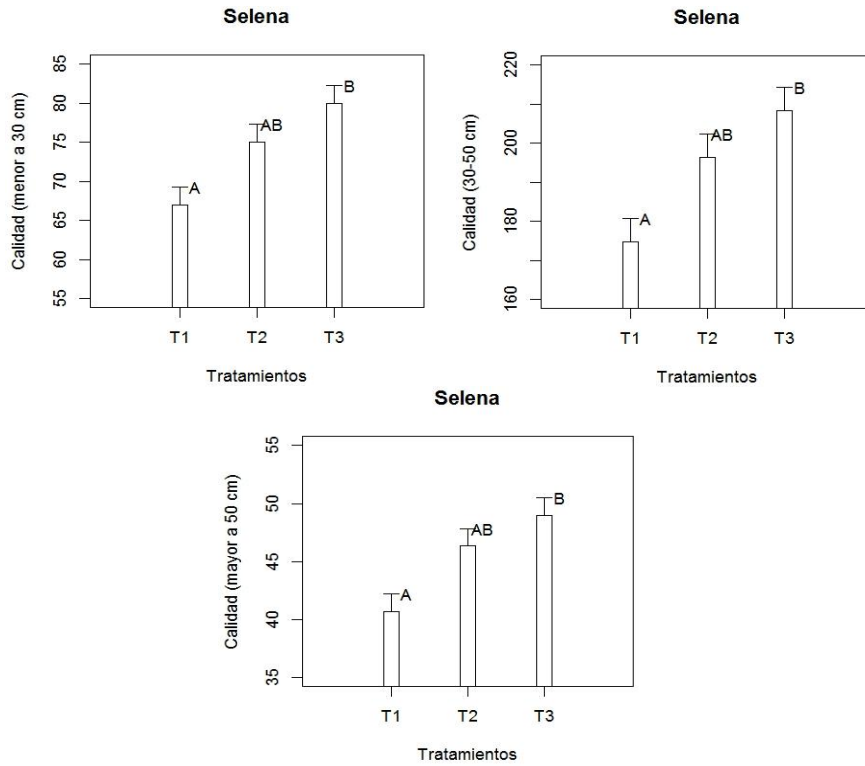


Figura 15. Calidad de la variedad Selena. T1: Compost, T2: Bovino, T3: Gallinaza. Medias con letra igual indican diferencias no significativas de acuerdo a la prueba de Tukey (al 5%).

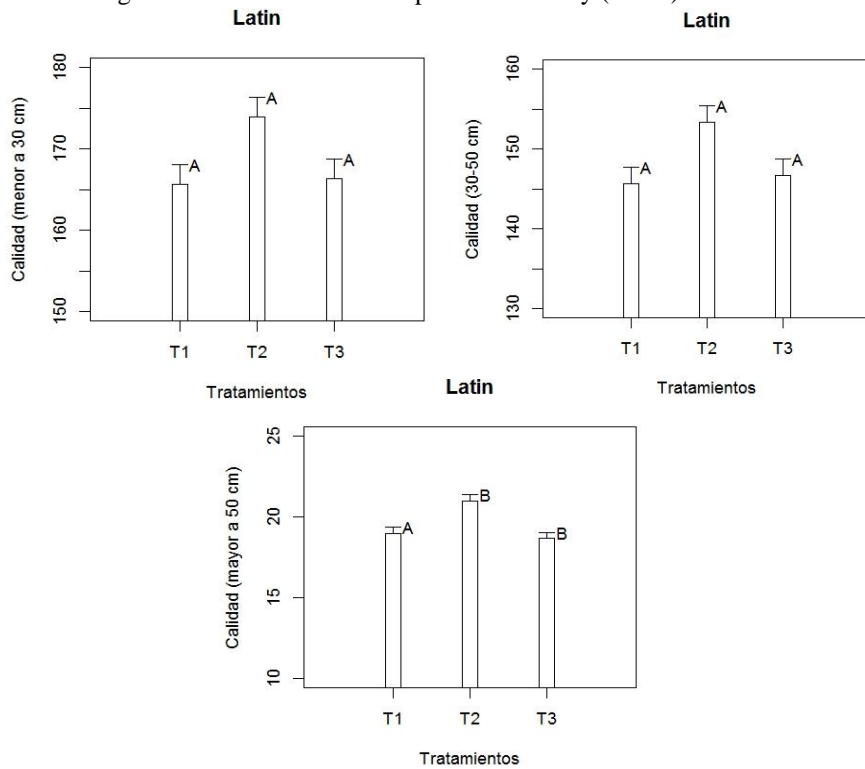


Figura 16. Calidad de la variedad Latin. T1: Compost, T2: Bovino, T3: Gallinaza. Medias con letra igual indican diferencias no significativas de acuerdo a la prueba de Tukey (al 5%).

Nutrición Vegetal

El manejo de la nutrición en los cultivos es importante para un óptimo crecimiento, la deficiencia o exceso de algún nutrimento causa síntomas que en ocasiones son visuales y en otras no se pueden percibir. La evaluación de los nutrientes en las plantas de rosal se realizó usando la primera hoja pentafoliada del primer muestreo (antes de la aplicación de los las fuentes de materia orgánica). La calificación se realizó con base a los Rangos de Eficiencia y Valores Óptimos propuestos por Jones *et al.*, (1991) (Cuadro 10).

Cuadro 10. Niveles nutrimentales en hojas pentafoliadas de rosal, cuando el botón está mostrando color propuestos por Jones *et al.*, (1991).

Nutrimento	Bajo	Suficiente	Alto
Nitrógeno (N) %	2.80 – 2.99	3.00 – 5.00	> 5.00
Fósforo (P) %	0.21 – 0.24	0.25 – 0.50	> 0.50
Potasio (K) %	1.10 – 1.49	1.50 – 3.00	> 3.00
Calcio (Ca) %	0.80 – 0.99	1.00 – 2.00	> 2.00
Magnesio (Mg)%	0.21 – 0.24	0.25 – 0.50	> 0.50
Azufre (S) %	0.20 – 0.24	0.25 – 0.70	> 0.70
Hierro (Fe) ppm	50 – 59	60 – 200	> 200
Boro (B) ppm	25 – 29	30 – 60	> 60
Zinc (Zn) ppm	15 – 17	18 – 100	> 100
Cobre (Cu) ppm	4.00 – 5.00	7.00 – 25	> 25
Manganeso (Mn) ppm	25 – 29	30 – 200	> 200
Molibdeno (Mo) ppm	0.06 – 0.90	0.10 – 0.90	> 0.90

Jones *et al.*, (1991)

En el Cuadro 11 se presentan las clases nutrimentales de las tres variedades de rosas evaluadas antes de la aplicación de las fuentes de materia orgánica usadas. Los resultados obtenidos indican la deficiencia de N en las tres variedades de rosas.

Cuadro 11. Calificación del análisis foliar de las variedades de interés evaluadas antes de la aplicación de los tratamientos.

Variedad	N	P	K	Ca	Mg
	-----%-----				
	2.8	0.2	2.5	1.7	0.4
	Deficiente	Suficiente	Suficiente	Suficiente	Suficiente
	Fe	Cu	Zn	Mn	
	-----mg*kg ⁻¹ -----				
Anastasia	97.8	5	158	229.2	
	Deficiente	Suficiente	Exceso	Suficiente	
Selena	N	P	K	Ca	Mg
	-----%-----				
	2.1	0.2	2.1	1.4	0.3
	Deficiente	Suficiente	Suficiente	Suficiente	Suficiente
	Fe	Cu	Zn	Mn	
	-----mg*kg ⁻¹ -----				
	99.3	36.8	130.3	264.4	
	Suficiente	Exceso	Exceso	Exceso	
Latin	N	P	K	Ca	Mg
	-----%-----				
	2.5	0.2	2.2	1.5	0.3
	Deficiente	Suficiente	Suficiente	Suficiente	Suficiente
	Fe	Cu	Zn	Mn	
	-----mg*kg ⁻¹ -----				
	81.8	11.5	182.4	159.4	
	Deficiente	Suficiente	Exceso	Suficiente	

Segunda evaluación, Diciembre 2014

El número de tallos por planta (rendimiento) en diciembre del mismo año (9 meses después de la aplicación de las fuentes de materia orgánica) no mostró diferencias significativas en las variedades Anastasia y Latín como consecuencia de la aplicación de estiércol vacuno y gallinaza (Figuras 17 y 18). Mientras que en la variedad Selena resultó con un número de tallos por planta significativamente mayor con la aplicación de compost (Figura 19).

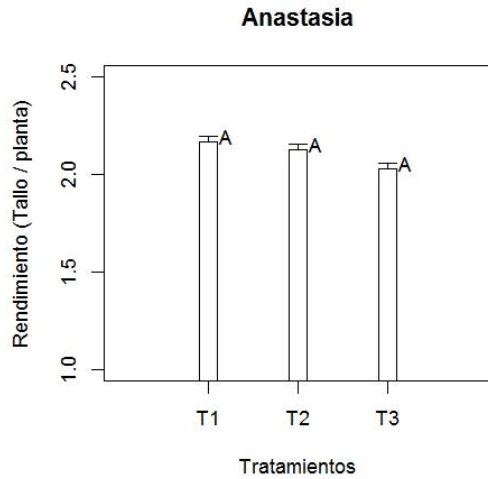


Figura 17. Rendimiento de la variedad Anastasia. T1: Compost, T2: Bovino, T3: Gallinaza. Medias con letra igual indican diferencias no significativas de acuerdo a la prueba de Tukey (al 5%).

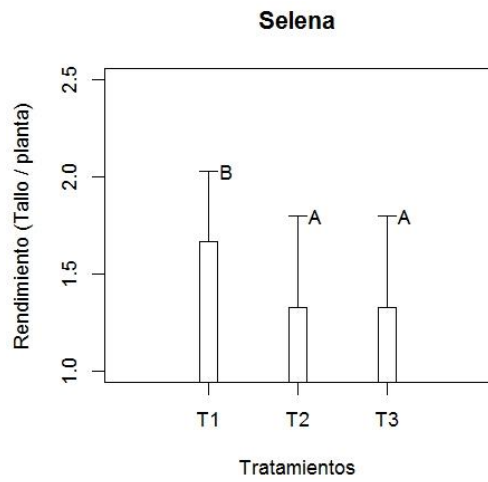


Figura 18. Rendimiento de la variedad Selena. T1: Compost, T2: Bovino, T3: Gallinaza. Medias con letra igual indican diferencias no significativas de acuerdo a la prueba de Tukey (al 5%).

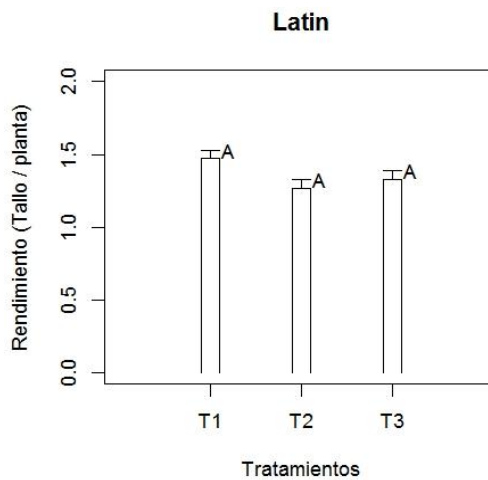


Figura 19. Rendimiento de la variedad Latin. T1: Compost, T2: Bovino, T3: Gallinaza. Medias con letra igual indican diferencias no significativas de acuerdo a la prueba de Tukey (al 5%).

De igual forma para la calidad de tallos florales (longitud de tallos florales) se obtuvo diferencias significativas solo en la variedad Latín, con el mayor número de tallos de tamaño 30-50 cm (Figura 22). Los mejores resultados se obtuvieron con el tratamiento de compost (T1) a diferencia de, estiércol de bovino (T2) y gallinaza (T3). En el resto de las variedades Anastasia y Selena no hubo diferencias significativas (Figura 20 y 21) por aplicación de los tratamientos. Tampoco hubo una tendencia definida a que los tallos fueran de mayor calidad con uno de los tres abonos orgánicos.

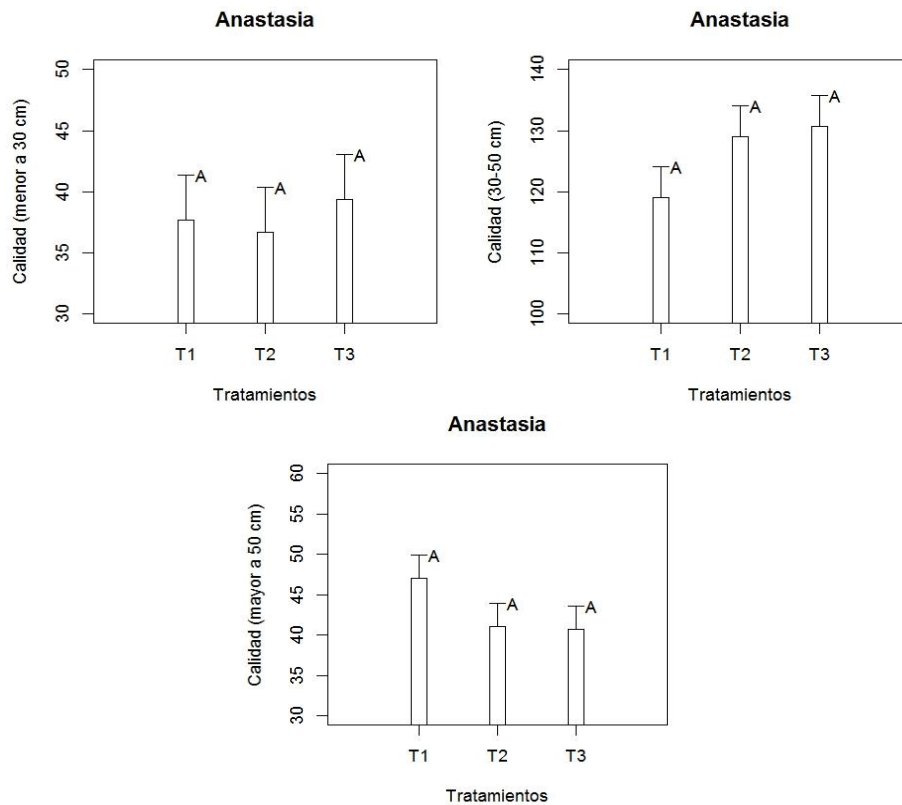


Figura 20. Calidad (longitud de tallos florales) de la variedad Anastasia. T1: Compost, T2: Bovino, T3: Gallinaza. Medias con letra igual indican diferencias no significativas de acuerdo a la prueba de Tukey (al 5%).

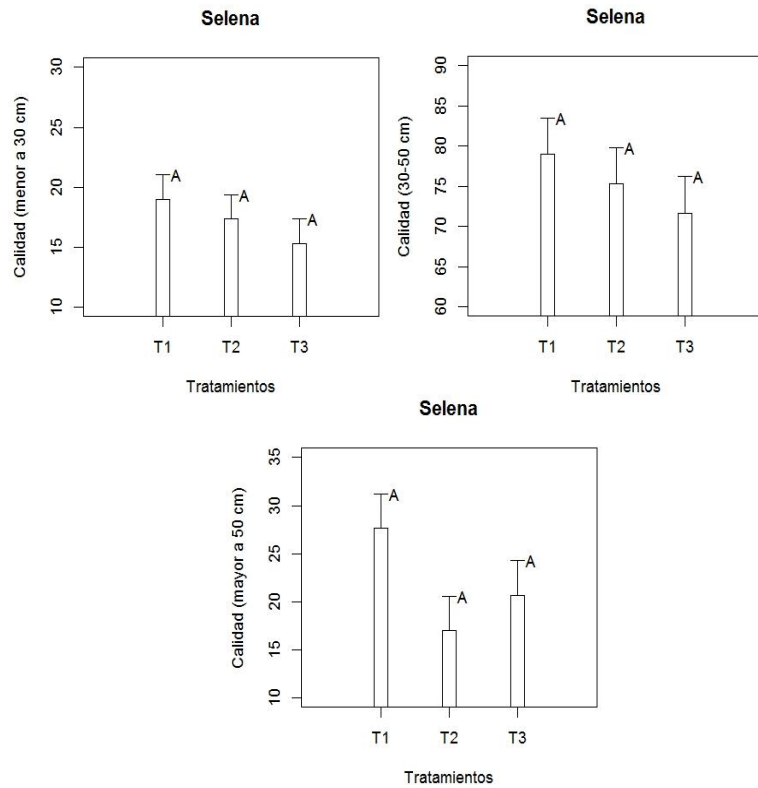


Figura 21. Calidad (longitud de tallos florales) de la variedad Selena. T1: Compost, T2: Bovino, T3: Gallinaza. Medias con letra igual indican diferencias no significativas de acuerdo a la prueba de Tukey (al 5%).

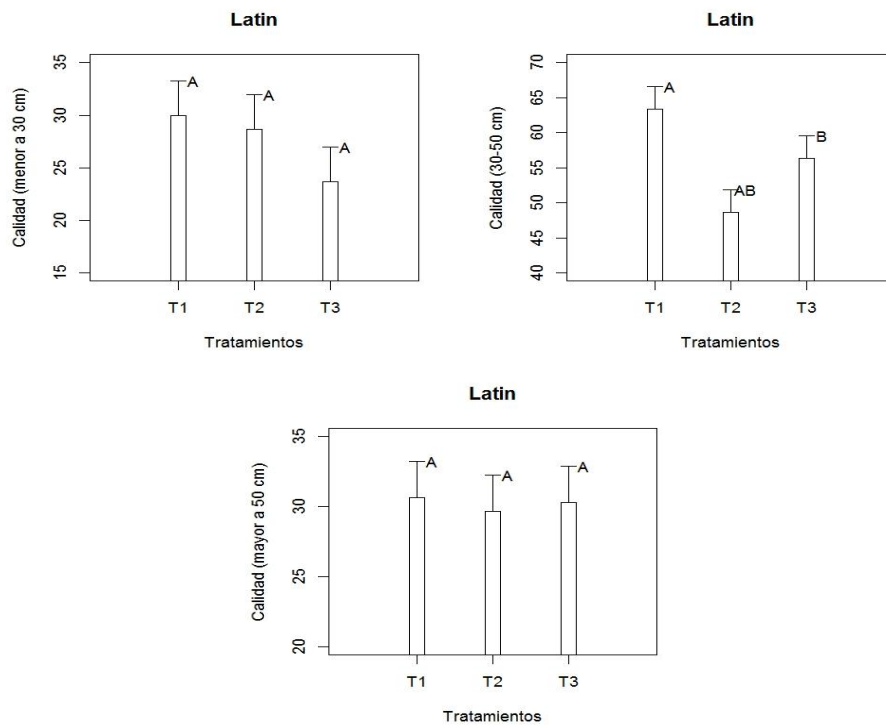


Figura 22. Calidad (longitud de tallos florales) de la variedad Latin. T1: Compost, T2: Bovino, T3: Gallinaza. Medias con letra igual indican diferencias no significativas de acuerdo a la prueba de Tukey (al 5%).

La nutrición mineral también puede aumentar o disminuir la resistencia o tolerancia de las plantas a patógenos y plagas. Aunque la resistencia y la tolerancia son controladas genéticamente, también son considerablemente influenciados por factores ambientales. En este contexto, la nutrición mineral de las plantas puede ser considerada como un factor ambiental que pueden ser manipulados con relativa facilidad (Huber y Wilhelm, 1988).

Aunque con frecuencia no reconocido este factor ha sido siempre un componente importante del control de las enfermedades (Huber y Wilhelm, 1988).

A partir de esta constatación, se puede concluir que las plantas con un estado nutricional óptimo tienen la mayor resistencia a las enfermedades y que aumenta la susceptibilidad como el estado nutricional se desvía de este óptimo. Con respecto a la tolerancia, hay un patrón general de que en las plantas que sufren de deficiencia de nutrientes minerales, la tolerancia a enfermedades y plagas disminuye.

Las variedades utilizadas para la evaluación de la nutrición del cultivo de la rosa (Cuadros 12,13 y 14) muestran niveles de suficiencia en la mayoría de los elementos, con excepción del nitrógeno y magnesio, donde en todas las variedades analizadas los valores reportados no son suficientes para un nivel óptimo (4%); para el caso de fósforo en donde la variedad Anastasia presenta un nivel deficiente y las otras variedades suficiencia se necesita llevar más a fondo dicha investigación al respecto para averiguar si hay fijación de este elemento ya que no es coincidente el valor tan elevado del suelo y la concentración en la planta. Ratto y Giuffré, 1997 reportan que en presencia de altas concentraciones de P se reduce no solamente la absorción de Zn por las raíces, sino que también se reduce el transporte de este nutriente a larga distancia, dentro de la planta, este fenómeno se debe a la precipitación de Zn por el P en los vasos conductores de la savia, alguna posible explicación al resultado obtenido en esta investigación puede deberse al volumen de agua utilizado en el riego que aplican los productores lo que estaría lavando los elementos a lugares más profundos.

Cuadro 12. Probabilidad obtenida en los Análisis de Varianza individuales para las variables de concentración nutrimental en la variedad Anastasia.

Anastasia					
Tratamiento	N	P	K	Ca	Mg
	-----%				
T1	2.37a	0.2a	2.11a	1.35a	0.21a
T2	2.38a	0.19a	2.1a	1.28a	0.22a
T3	2.13 a	0.19a	2.06a	1.16a	0.22a
	Fe	Cu	Zn	Mn	
	-----mg*kg ⁻¹ -----				
T1	119.17a	81.1a	36.05a	444.66a	
T2	53a	78.47a	30.15a	425.5a	
T3	50a	72.07a	24.97a	421.66a	

T1: Compost, T2: Bovino, T3: Gallinaza. Medias con letra igual indican diferencias no significativas de acuerdo a la prueba de Tukey (al 5%).

Cuadro 13. Probabilidad obtenida en los Análisis de Varianza individuales para las variables de concentración nutrimental en la variedad Selena.

Selena					
Tratamiento	N	P	K	Ca	Mg
	-----%				
T1	2.17a	0.22a	2.12a	1.25a	0.23a
T2	2.28a	0.22a	2.14a	1.26a	0.23a
T3	2.3a	0.23a	2.08a	1.44a	0.26a
	Fe	Cu	Zn	Mn	
	-----mg*kg ⁻¹ -----				
T1	83.67a	98.27a	36.95a	360a	
T2	25.33a	86.45a	30.44a	314.5a	
T3	109.83a	102.58a	32.39a	367.33a	

T1: Compost, T2: Bovino, T3: Gallinaza. Medias con letra igual indican diferencias no significativas de acuerdo a la prueba de Tukey (al 5%).

Cuadro 14. Probabilidad obtenida en los Análisis de Varianza individuales para las variables de concentración nutrimental en la variedad Latin.

Latin					
Tratamiento	N	P	K	Ca	Mg
	-----%				
T1	2.17a	0.24a	1.77a	1.06a	0.26a
T2	2.2a	0.26a	1.77a	0.93ab	0.22a
T3	2.08a	0.24a	1.54a	1.18a	0.21a
	Fe	Cu	Zn	Mn	
	-----mg*kg ⁻¹ -----				
T1	71.5a	85.6a	24.44a	250.5a	
T2	18.83a	78.57a	23.13a	194.83a	
T3	47.5a	78.13a	19.53a	202.83a	

T1: Compost, T2: Bovino, T3: Gallinaza. Medias con letra igual indican diferencias no significativas de acuerdo a la prueba de Tukey (al 5%).

Fertilidad de los suelos después de la aplicación de los tratamientos

En ese mismo mes de diciembre también se realizó el análisis de fertilidad química de los suelos para conocer el efecto de los tratamientos en cada variedad. En las gráficas de resultados se presenta con una línea el valor del parámetro antes de la aplicación de los tratamientos y en las barras el valor después de aplicarlos, en los cuales se aprecia claramente el efecto aun sin que se hayan determinado diferencias estadísticas.

La variedad Anastasia tuvo diferencias significativas en elementos como K, Mg, Zn (Figura 23 y 24) obteniendo el mejor resultado con la aplicación de gallinaza. En los otros elementos a pesar de presentar diferencias de concentración entre los diferentes tratamientos no fueron significativas,

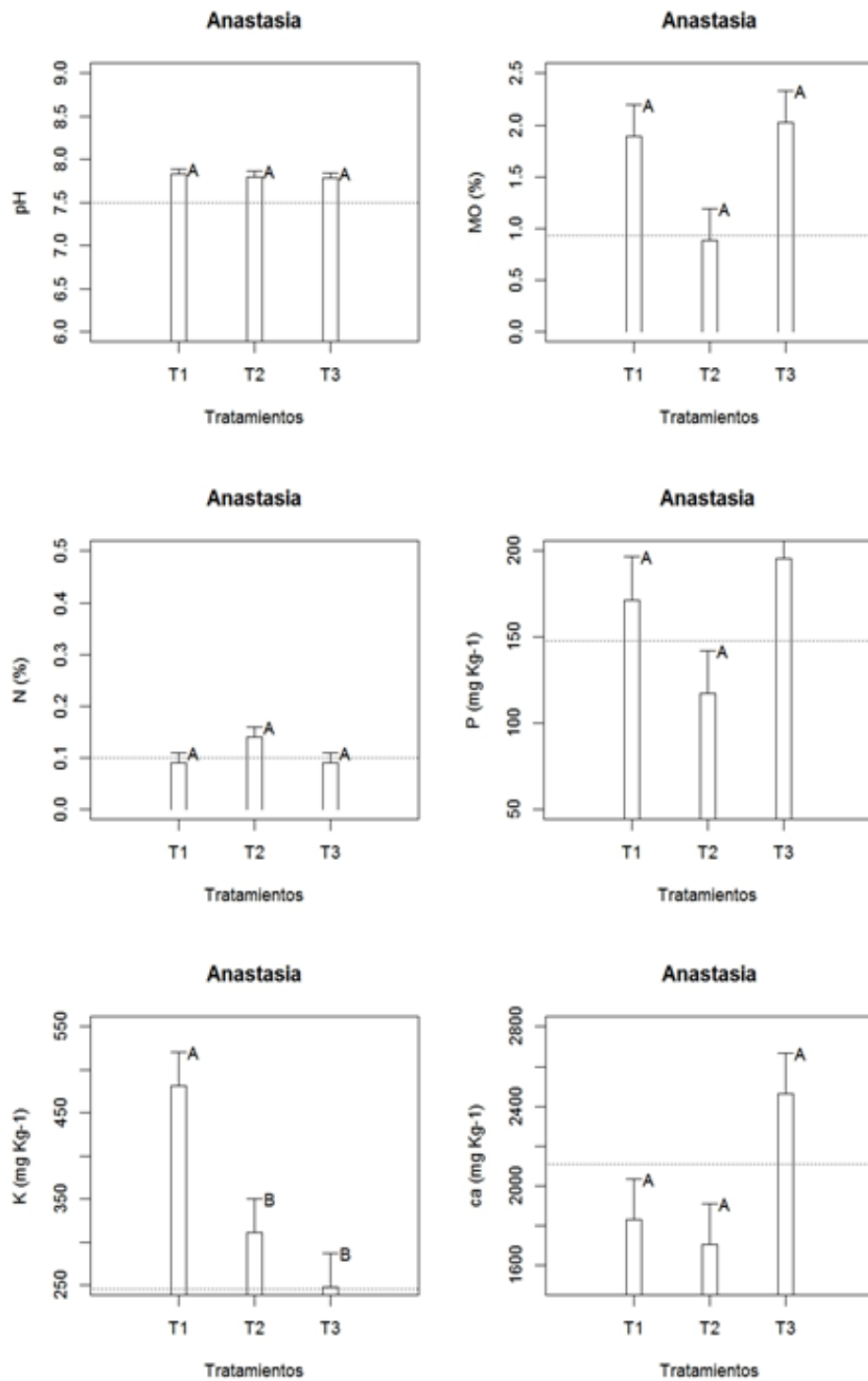


Figura 23. Análisis del contenido nutricional de la variedad Anastasia T1: Compost, T2: Bovino, T3: Gallinaza. Medias con letra igual indican diferencias no significativas de acuerdo a la prueba de Tukey (al 5%).

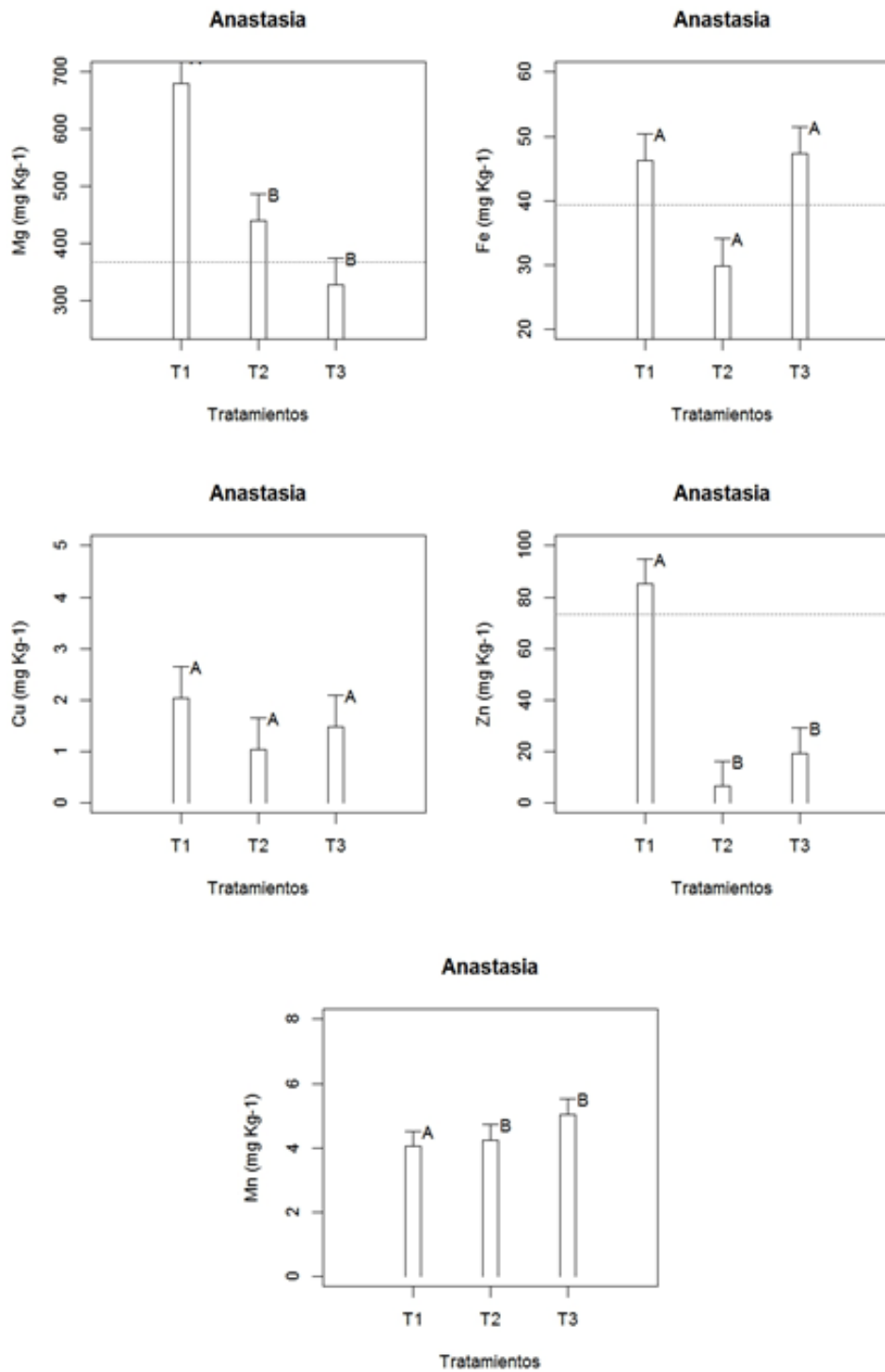


Figura 24. Análisis del contenido nutricional de la variedad Anastasia T1: Compost, T2: Bovino, T3: Gallinaza. Medias con letra igual indican diferencias no significativas de acuerdo a la prueba de Tukey (al 5%).

Mientras que en la variedad Selena las diferencias significativas solo fueron en Mg y Zn (Figura 25 y 26), obteniendo los mejores resultados en este caso con la aplicación de estiércol de vaca.

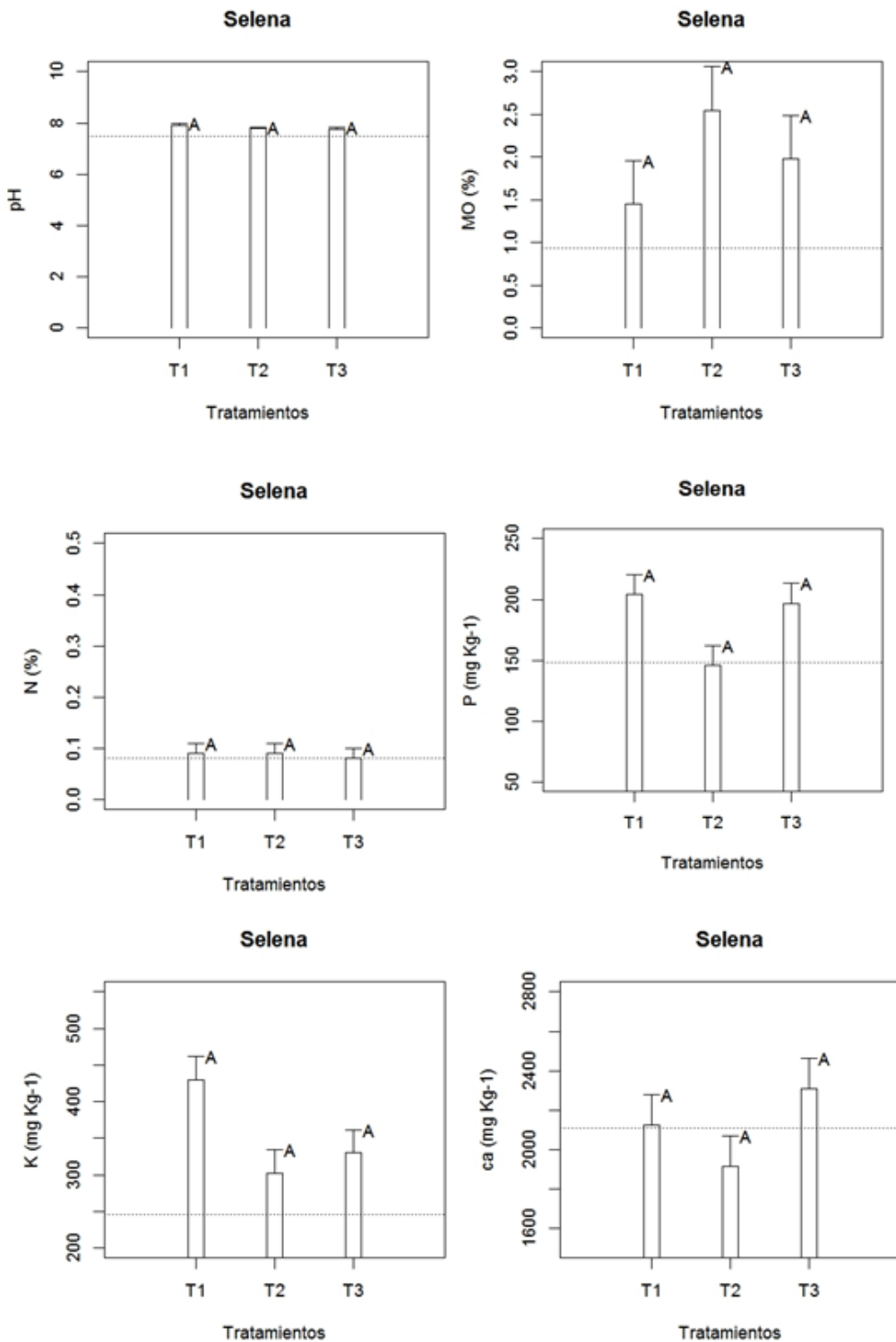


Figura 25. Análisis del contenido nutrimental de la variedad Selena T1: Compost, T2: Bovino, T3: Gallinaza. Medias con letra igual indican diferencias no significativas de acuerdo a la prueba de Tukey (al 5%).

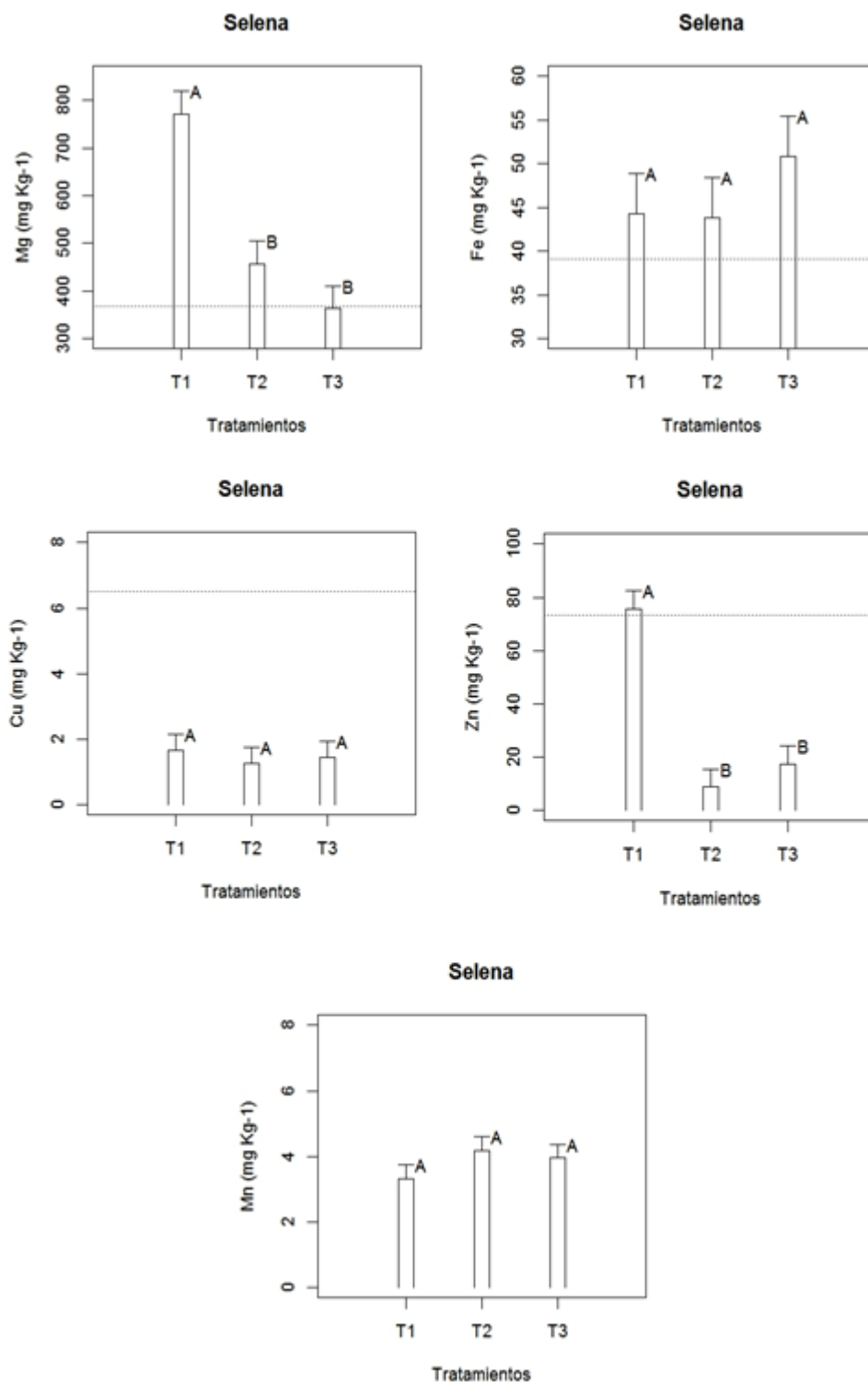


Figura 26. Análisis del contenido nutrimental de la variedad Anastasia T1: Compost, T2: Bovino, T3: Gallinaza. Medias con letra igual indican diferencias no significativas de acuerdo a la prueba de Tukey (al 5%).

Por su parte en la variedad Latin las diferencias estadísticas fueron en Ca y Zn (Figura 27 y 28), en general obteniéndose los mejores resultados con la aplicación de compost.

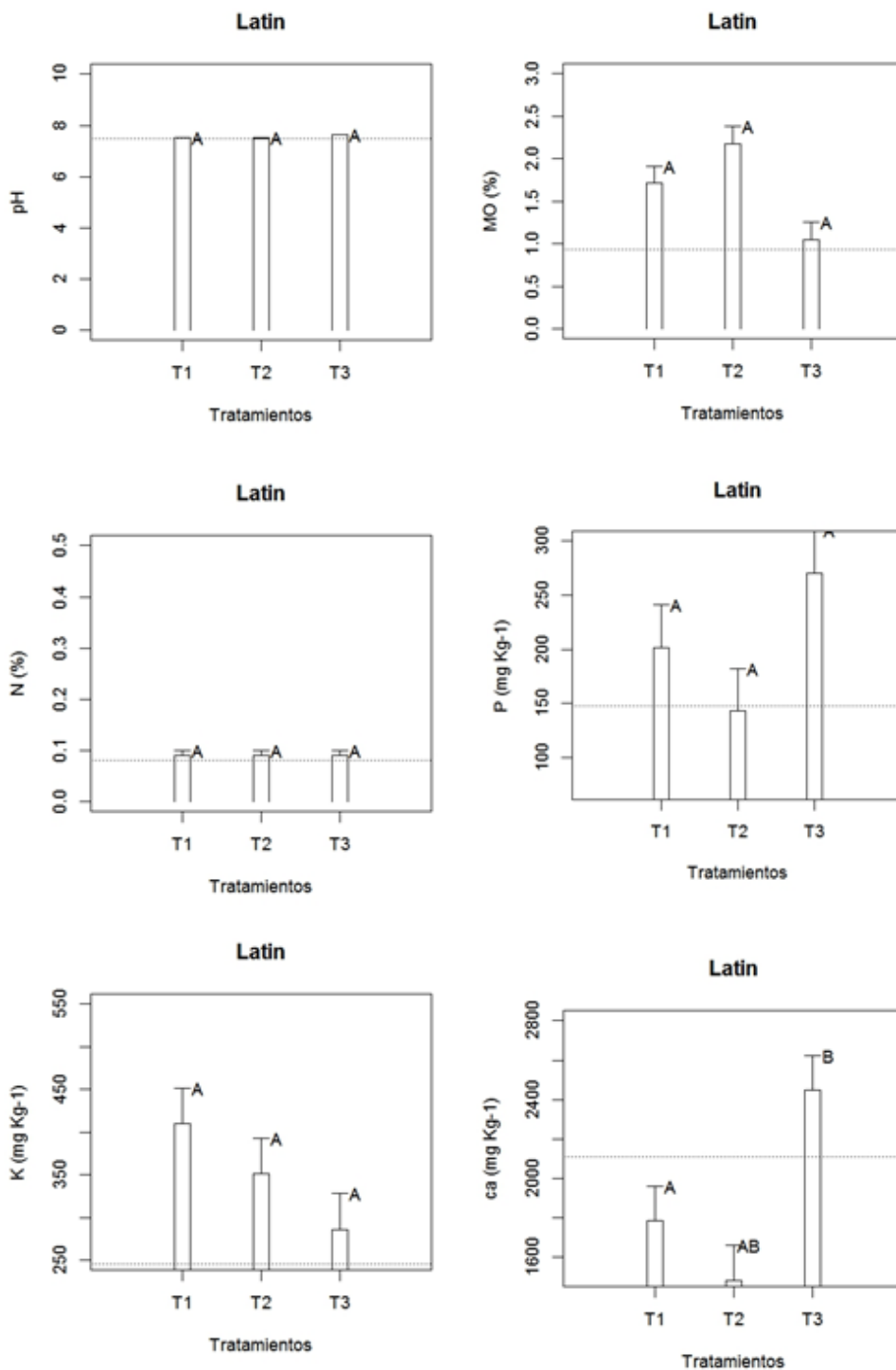


Figura 27. Análisis del contenido nutricional de la variedad Latin T1: Compost, T2: Bovino, T3: Gallinaza. Medias con letra igual indican diferencias no significativas de acuerdo a la prueba de Tukey (al 5%).

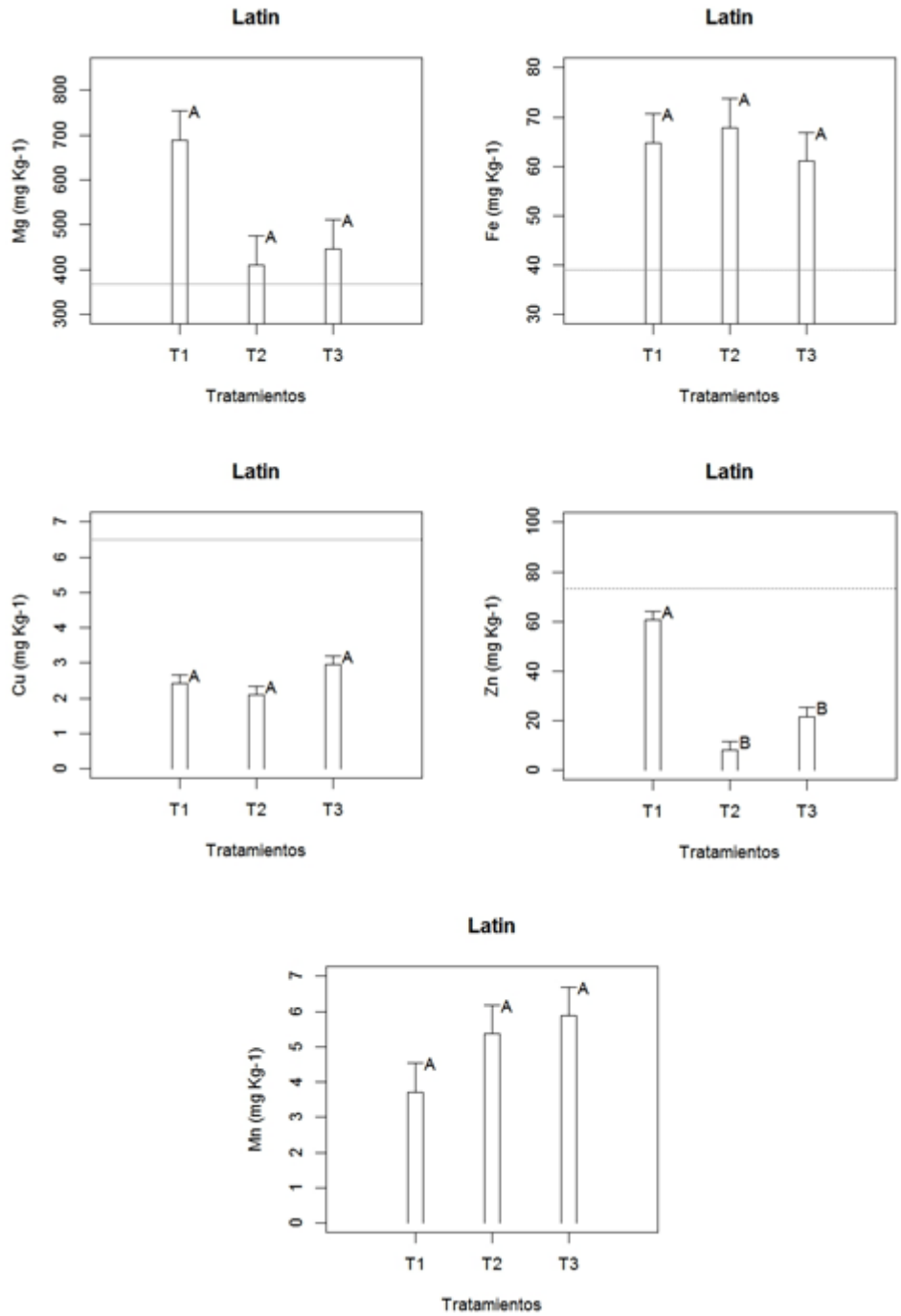


Figura 28. Análisis del contenido nutrimental de la variedad Anastasia T1: Compost, T2: Bovino, T3: Gallinaza. Medias con letra igual indican diferencias no significativas de acuerdo a la prueba de Tukey (al 5%).

Estabilidad de agregados antes de la aplicación de los tratamientos

El efecto de disrupción que promueve las labores como deshierbe y el sistema de riego rodado en suelo de textura gruesa induce la pérdida del contenido de materia orgánica del suelo (MOS) en los macroagregados y por tanto la falta de cohesión entre las partículas del suelo, aumentando la proporción de microagregados (Tisdall y Oades 1982, Six *et al.*, 2000), esto coincide con los resultados obtenidos (Cuadro 15) en la cual se observa un mayor porcentaje de microagregados en las tres variedades antes de la aplicación de los tratamientos evaluados.

Cuadro 15. Distribución de micro, meso, y macroagregados de los agregados del suelo de 0-5 cm de profundidad antes de la aplicación de los tratamientos.

Distribución de agregados (%)		
Microagregados (<0.25 mm)	Mesoagregados (0.25-1 mm)	Macroagregados (1-8 mm)
Anastasia		
38.82a	10.45a	6.75a
20.93ab	17.98ab	8.05a
15.13b	21.03ab	16.89b
Selena		
26.31a	17.34a	6.35a
33.77a	11.31a	4.92a
26.86a	20.36a	5.78a
Latín		
19.00a	16.51a	14.49a
23.90a	12.99a	13.11a
21.25a	16.14a	12.61a

Letras diferentes en sentido vertical muestran tratamientos con diferencias significativas. *Nivel de significancia $\alpha=0.05$

Estabilidad de agregados después de la aplicación de los tratamientos

Una de las características de realizar tratamientos con materia orgánica es la formación de macroagregados. El porcentaje de estos (Cuadro 16) una vez ya impuestos los tratamientos en las tres variedades resultó mayor, lo que coincide con la teoría de la formación y estabilización de los agregados realizado por Tisdall y Oades (1982), según su concepto de la “organización jerárquica” de la agregación (Figura 29). En ésta se postuló que los microagregados formarán macroagregados unidos por cementantes temporales o secundarios y la estabilidad de estos

últimos depende del manejo agronómico que se le brinde al suelo, lo que evidencia el efecto de la aplicación de materia orgánica en los tratamientos evaluados.

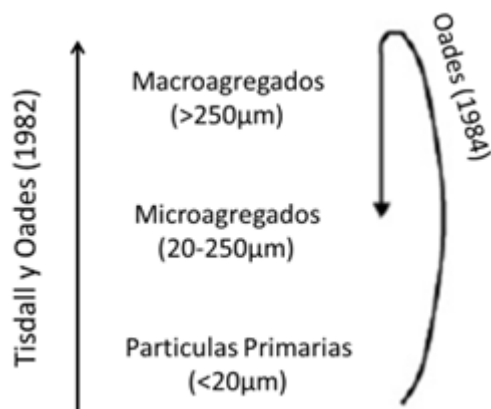


Figura 29. Teoría de la “jerarquía de los agregados” de Tisdall y Oades (1982) y la modificación de Oades (1984). Adaptado de Six et al., (2004).

La estabilidad de agregados del suelo fue significativamente diferente entre los tratamientos sólo en la variedad Anastasia.

Cuadro 16. Distribución de micro, meso, y macroagregados de los agregados del suelo de 0-5 cm de profundidad después de la aplicación de los tratamientos.

Tratamiento	Distribución de agregados (%)		
	Microagregados (<0.25 mm)	Mesoagregados (0.25-1 mm)	Macroagregados (1-8 mm)
Anastasia			
T1	8.57a	7.08a	34.35b
T2	21.45ab	16.35b	12.20a
T3	18.42b	10.54ab	21.04ab
Selena			
T1	18.49a	9.69a	21.82a
T2	18.49a	12.71a	18.80a
T3	15.04a	12.38a	22.58a
Latín			
T1	18.04a	11.91a	20.05a
T2	26.08a	11.42a	12.50a
T3	21.89.a	16.70a	11.41a

Compost (T1), Estiércol de Bovino (T2), Gallinaza (T3). Letras diferentes en sentido vertical muestran tratamientos con diferencias significativas. *Nivel de significancia $\alpha=0.05$

Los porcentajes más altos de macroagregados (0.25-1.00 mm) se detectaron en el tratamiento con aplicación de compost, indistintamente de la variedad (Cuadro 16). Lo anterior puede

deberse a que este material contiene moléculas más estables que sirven de mayor cohesión de los microagregados y con ello se puede conservar un mayor número de meso y macroagregados, que generaran una mejor estructura del suelo (Six *et al.*, 2002)

Impacto social

El cultivo de rosa es altamente demandante de mano de obra. Al inicio era una actividad netamente familiar, pues se involucraba la mayoría de los integrantes de la familia no importando sexo o edad. Posteriormente se empezó a contratar gente del lugar que no se dedicaba a ese cultivo y cuando está ya no era suficiente se inició la migración de gente indígena proveniente de zonas de alta y muy alta marginación de la Sierra Norte de Puebla al lugar. Esta migración fue aumentando a medida que crecía la superficie plantada y se hacía más intensiva la producción con el sistema de invernaderos; sin embargo, el monocultivo de los terrenos, fue provocando con el paso del tiempo el agotamiento de los nutrientes del suelo, un incremento de la incidencia de plagas y enfermedades, y un inadecuado uso de agroquímicos que hicieron que los insectos fuesen cada vez más resistentes y, en consecuencia, más difícil y costoso su control. Como consecuencia de lo anterior y con el propósito de no disminuir los rendimientos ni la calidad de la flor fue necesaria la aplicación de una mayor cantidad de fertilizantes químicos pero no sólo de uno o dos elementos como se venía haciendo sino de mezclas que incluían varios nutrientes sin prestar atención al estado del suelo. Paralelamente el uso de riego rodado en suelos de textura gruesa, provocó un desbalance nutrimental y que los costos aumentasen, impactando en el aspecto social, esto es, se han perdido fuentes de empleo.

Con base en los resultados del análisis químico de los suelos se realizó la categorización de acuerdo a las similitudes, así como de suelo y clima con el software SPS. Se obtuvieron tres grupos principales de explotaciones (Figura 30). De estos se decidió realizar entrevistas al azar al 15 % de cada grupo para obtener más datos de los productores.

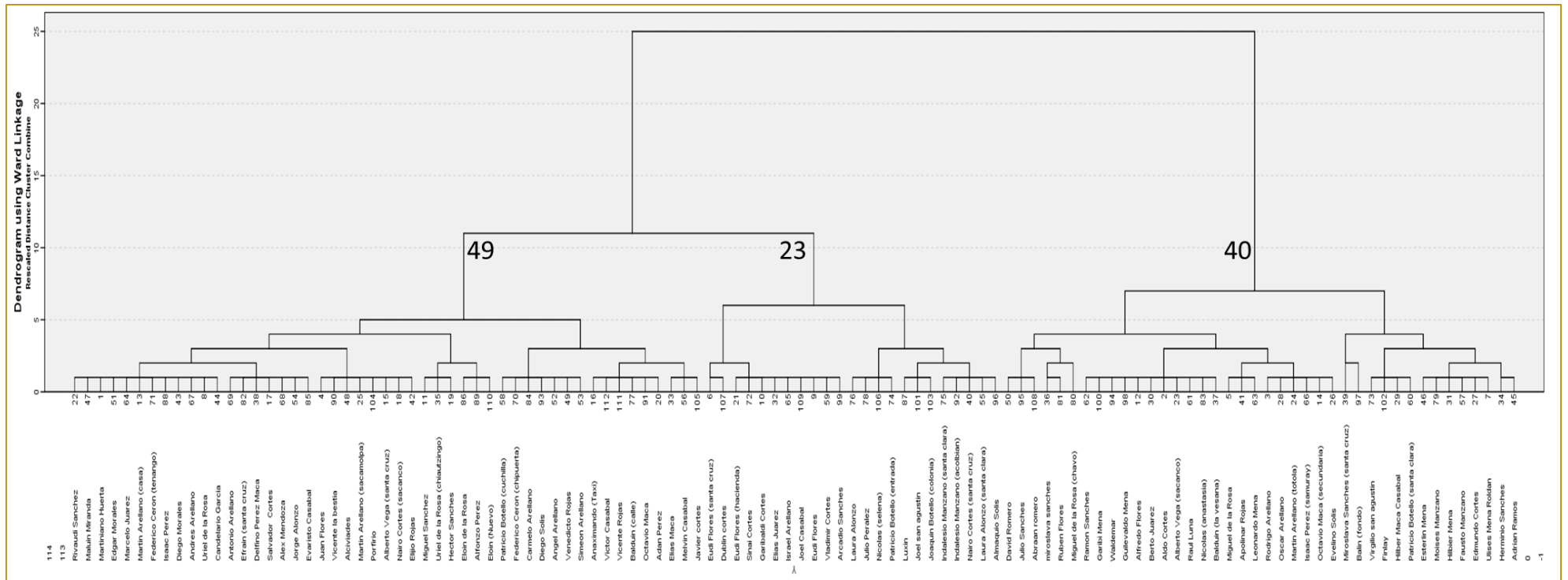


Figura 30. Dendrograma de agrupación de las características edafoclimáticas y fertilidad química de los suelos del agrosistema rosa

Como resultado de las entrevistas realizadas a los productores de los diferentes grupos clasificados se obtuvieron datos socioeconómicos, en los cuales como se observa en las gráficas, más del 80 % no realizan ni toman en cuenta para el manejo del cultivo el estado del suelo (Figura 31) ni los requerimientos del cultivo, a pesar que como se explica más abajo, se hacen asesorar por técnicos.

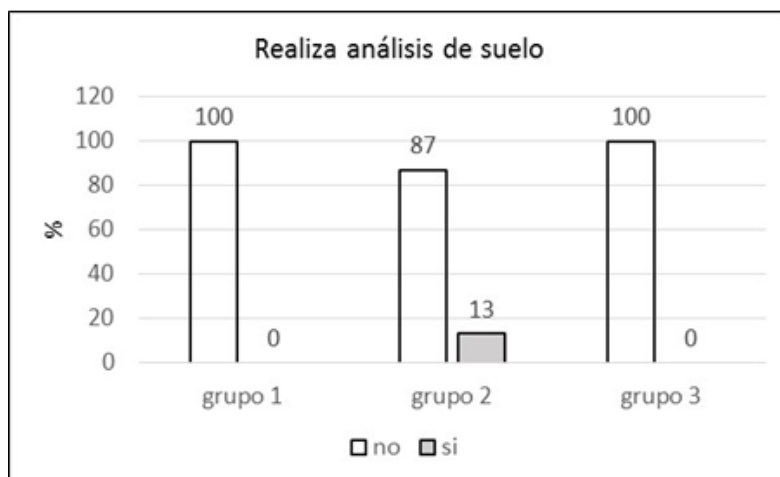


Figura 31. Resultados de entrevista a productores de rosa para saber si toman en cuenta el estado del suelo del suelo.

La Figura 32 muestra el porcentaje de productores que se auxilian de técnicos para sobrellevar el manejo de su cultivo, pero estos tampoco consideran la condición del suelo, no solicitan análisis del suelo para realizar las recomendaciones de fertilización.

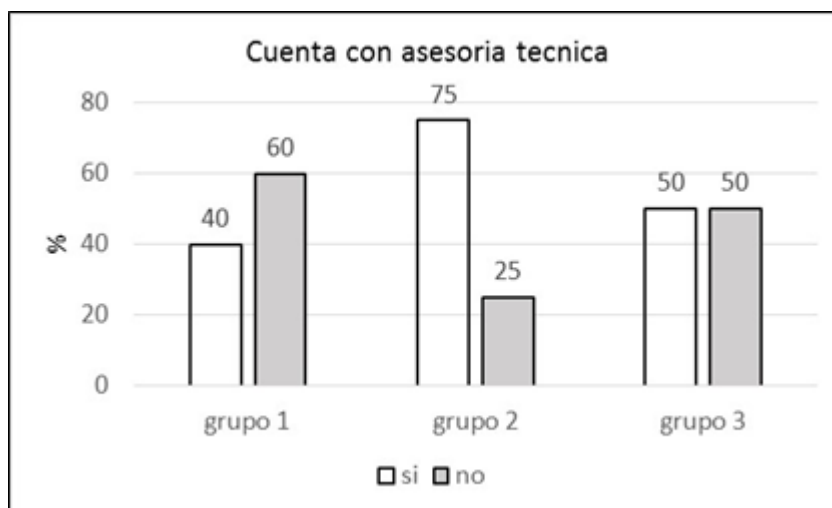


Figura 32. Porcentaje de productores que realizan el manejo de su cultivo con asesoría técnica.

Las respuestas a la pregunta de si aplican materia orgánica, en la Figura 33 se aprecia que a pesar de realizar aplicaciones de MO desconocen la procedencia y por ende la calidad del material aplicado, por lo que no se tiene certeza de lo que se aplica y tampoco conocen las

prácticas de aplicación de estas u otras fuentes de materia orgánica, por lo que su uso se hace de manera empírica

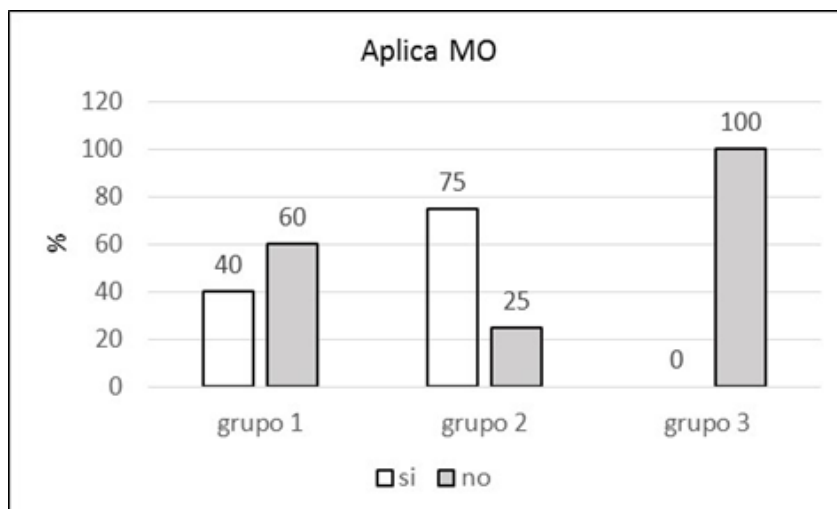


Figura 33. . Presentación grafica de productores que aplican MO al suelo.

Otros de los resultados de la encuesta fue, en los tres grupos, la intensidad de utilización de mano de obra. En promedio se generan ocho empleos diarios por cada hectárea de superficie cultivada con un salario de 130 pesos por día, mismo que es prácticamente líquido ya que también se les brinda el servicio de hospedaje y alimentación, por lo que les resulta sumamente atractivo para migrar a la región como fuente de empleo.

En las entrevistas realizadas más del 80 % de los productores considera que sus costos de producción han aumentado mientras que su rendimiento y calidad se ha mantenido.

También un poco más de 90 % ha mantenido su manejo del cultivo a lo largo del tiempo, esto es, su forma de fertilización sigue siendo en forma mateada sin conocer el requerimiento del cultivo, su sistema de riego rodado y no presta atención a la calidad del agua utilizada.

CONCLUSIONES

El agrosistema rosa (*Rosa spp*) en la ladera este del Iztaccíhuatl es edafoclimáticamente heterogéneo, en los que se identifica un total desequilibrio en la fertilidad de los suelos.

El manejo del cultivo como fertilización (fuente y cantidad), sistema de riego y la escasa aplicación de fuentes de materia orgánica han provocado un agotamiento y desbalance nutricional de la fertilidad del suelo.

La gran heterogeneidad en el manejo del cultivo ha provocado el agotamiento de los nutrientes y la degradación del suelo en el agrosistema, así que para no disminuir los rendimientos ni calidad de la flor ha resultado necesario la aplicación de una mayor cantidad de fertilizantes.

La adición de gallinaza presentó diferencias significativas con respecto al compost y al estiércol de bovino en el rendimiento y la calidad de la producción en las variedades estudiadas.

El aumento de los costos de producción por la degradación del suelo pone en riesgo la gran fuente de empleo no sólo para los productores si no para la gente que migra a la región en busca de empleo.

LITERATURA CITADA

- Bañón, A., González, B. G., Fernández, H. J. A. y Cifuentes, R. D. 1993. Gerbera, Liliun, Tulipan y Rosa. Ed. Mundi-Prensa. Madrid. 203 p.
- Bates, R. G. 1965. Electrometic pH determination. John Wiley and Sons. New York, USA.
- Bremner, J. M. 1965. Total nitrogen. In C. A. Black (ed.). Methods of soil analysis Part 2, Agronomy 9: 1149-1178. American Society of Agronomy, Madison, Wisconsin.
- Cabo N.; Bitancurt E. 2006. Mercado de Flores en el Uruguay. (Consultado el 14-03-13). Disponible en: http://www.ccee.edu.uy/ensenian/catecap/docs/monograf/Mono_Floricultura.pdf.
- Cabrera, R.I. 2003. Demarcating salinity tolerance in greenhouse roses. Acta Hort. 609: 51-57.
- Cabrera, R.I. 2005. Salinity tolerance in greenhouse roses: Whole plant biomass and nutrient partitioning. International Cut Flower Growers Assn. Bulletin, February Issue. pp. 15-21.
- Cabrera R.I. and Perdomo, P. 2003. Resessing the salinity tolerance of greenhouse roses under soilles production conditions. HortScience 38:533-536.
- Castellanos Z., J., X. Uvalle-Bueno, y A. Aguilar-Santelises. 2000. Manual de Interpretación de Análisis de Suelos y Aguas. 2da ed. Colección INCAPA. Instituto de Capacitación para la Productividad Agrícola, San Miguel de Allende, Guanajuato, México. 226 p.
- Chapman, H. D. 1965. Cation-exchange capacity. P 891. In C. A. Black (ed.). Methods of soil analysis. Part 2. American Society of Agronomy, Madison, Wisconsin. (Agronomy 9).
- Cortés J.,S.,2011. Producción de rosa para flor de corte en suelo abonado con biosolidos. Tesis profesional. Departamento de Suelos. UACH. Chapingo, Mexico.
- FUNPROVER. 2008b. Programa Estratégico de Necesidades de Investigación y Transferencia de Tecnología de la Cadena Productiva Horticultura Ornamental en el Estado de Veracruz. CP. Cadena Productiva de Horticultura Ornamental en el Estado de Veracruz: (consultado el 04-10-10). Disponible en: <http://www.funprover.org/formatos/PLANES%20ESTRATEGICOS/Cadena%20horticultura%20ornamental.pdf>
- Heitz H. 1994. Rosas. Editorial Everest, S.A. España, p. 59
- iEspaña. 2006. Cultivo de Rosas. El cultivo de rosas para corte. (Consultado el 26-03-13). Disponible en: <http://conplag.iespana.es/Elcultivo.html>

- INEGI (Instituto de Estadística, Geografía e Informática). 2009. Censo general de población y vivienda. Instituto de Estadística, Geografía e Informática. Tulancingo, Hidalgo. Página en Red: www.inegi.gob.mx. (consultada 25 de Febrero 2013).
- Larson, R. A. 1988. Introducción a la floricultura. Ed. AGT Editor, México, D. F. 147-149 pp.
- Linares O., H. 2004. Manual del participante "el cultivo de rosa: (Consultado el 04-03-13). Disponible en: http://www.sra.gob.mx/internet/informacion_general/programas/fondo_tierras/manuales/Cultivo_rosal.pdf
- Lindsay, W.L, and W.A. Norvell. 1978. Development of a DTPA soil test for zinc, iron, manganese, and copper. Soil Sci.Soc Am. J. 42:421-428
- López, M. J. 1981. Cultivo del rosal en invernadero. Mundi Prensa. Madrid España. 331 p.
- Milenio. 2009. Ya inició Feria de la Flor en Atlixco. Disponible en: <http://impreso.milenio.com/node/8607067>.
- Olsen, S. R. and L. A. Dean. 1965. Phosphorus, p. 1035-1049. Inc C. A. Black (ed.) Methods of soil analysis. Part. 2. American Society of Agronomy, Madison, Wisconsin. (Agronomy 9).
- SAGARPA 2013. Actualización de la Caracterización de la Cadena Productiva de Ornamentales: Gladiola y Rosa (flor de corte). Equipo de Asistencia Técnica del DDR 05 Cholula. PUEBLA
- Salvador P. A. 2006. La Floricultura Mexicana, el Gigante que Está Despertando. Claridades Agropecuarias. No. 153: 3-38. México. (Consultado el 28-02-13). Disponible en: <http://www.infoaserca.gob.mx/claridades/revistas/154/ca154.pdf>.
- SIAP. 2013. Anuario Estadístico de la Producción Agrícola de los Estados Unidos Mexicanos. Servicio de Información y Estadística Agroalimentaria y Pesquera. Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación.
- Six J., Elliott E. T. y Paustian, K., 2000. Soil macroaggregate turnover and microaggregate formation: a mechanism for C sequestration under no-tillage agriculture. Soil Biology and Biochemistry. 32: 2099-2103.
- Six J., Feller C., Denef K., Ogle S.M., De Morales, Sá J.C y Albrecht, A., 2002. Soil organic matter, biota and aggregation in temperate and tropical soils-effects of no tillage. Agronomie. 22: 755-775.
- Suarez S. J. A. 2006. Evaluación de fertilidad de los suelos y recomendación de la fertilización en la rosa (Rosa sp) de la región de Coatepec Harinas, Estado de México.

- Ratto, S., Giuffré, L. 1997. Relación P/Zn en cultivo de maíz. Atas de VI Congreso Nacional de Maíz, AIANBA (II) 190-195.
- Romero, C. S. 1996. Plagas y enfermedades de ornamentales. Departamento de Parasitología Agrícola. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. 242 p.
- Tisdall J. M. y Oades J.M. 1982. Organic matter and water-stable aggregates in soils. Journal of Soil Science. 62: 141-163.
- USDA. 1999. Guía para la evaluación de la calidad y salud del suelo.
- Yong A. 2004. El Cultivo del Rosal y su Propagación. Cultivos Tropicales, 2004. Vol. 25, Num. 2, p 53-67.