



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

“APLICACIÓN DEL BIOL COMO BIOFERTILIZANTE EN LA NUTRICIÓN
SUPLEMENTARIA DEL CULTIVO DE ROSAS (*Rosa sp.*), VAR. FREEDOM
CANTÓN COTACACHI”.

Trabajo de grado previa a la obtención del Título de Ingeniera Agropecuaria

AUTOR/A:

María Gabriela Montalvo Córdova

DIRECTOR/A:

Ing. Miguel Alejandro Gómez MSc.

Ibarra, diciembre 2020

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES

CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

“APLICACIÓN DEL BIOL COMO BIOFERTILIZANTE EN LA NUTRICIÓN SUPLEMENTARIA DEL CULTIVO DE ROSAS (*Rosa* sp.), VAR. FREEDOM CANTÓN COTACACHI”.

Trabajo de grado revisado por el Comité Asesor, por lo cual se autoriza su presentación como
requisito parcial para obtener Título de:

INGENIERA EN AGROPECUARIA

APROBADO:

Ing. Miguel Alejandro Gómez M.Sc.
DIRECTOR



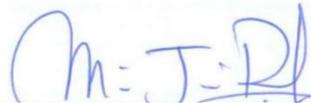
FIRMA

Ing. Fernando Basantes M.Sc.
MIEMBRO TRIBUNAL



FIRMA

Ing. María José Romero M.Sc.
MIEMBRO TRIBUNAL



FIRMA



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES
CARRERA DE INGENIERÍA EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES

UNIVERSIDAD ACREDITADA RESOLUCIÓN NRO. 001-073-CEAACES-2013-13
Ibarra-Ecuador

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

1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

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

DATOS DE CONTACTO	
CÉDULA:	1003431499
NOMBRES Y APELLIDOS:	María Gabriela Montalvo Córdova
DIRECCIÓN:	Antonio Ante – San Roque
EMAIL:	mgmontalvo@utn.edu.ec
TELEFONO FIJO Y MOVIL:	0991536169

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	“APLICACIÓN DEL BIOL COMO BIOFERTILIZANTE EN LA NUTRICIÓN SUPLEMENTARIA DEL CULTIVO DE ROSAS (Rosa sp.), VAR. FREEDOM CANTÓN COTACACHI”.
AUTOR:	María Gabriela Montalvo Córdova
FECHA:	01 de diciembre de 2020
SOLO PARA TRABAJO DE TITULACIÓN	
PROGRAMA:	<input checked="" type="checkbox"/> PREGRADO <input type="checkbox"/> POSGRADO
TÍTULO POR EL QUE OPTA:	Ingeniero Agropecuario
DIRECTOR:	Ing. Miguel Alejandro Gómez M.Sc.

MISIÓN INSTITUCIONAL: Contribuir al desarrollo educativo, científico, tecnológico, socioeconómico y cultural de la región norte del país. Formar profesionales críticos, humanistas y éticos comprometidos con el cambio social.



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD INGENIERIA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES
CARRERA DE INGENIERÍA EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES

UNIVERSIDAD ACREDITADA RESOLUCIÓN NRO. 094-073-CIEAACES-2013-13
Tarma-Ecuador

1. CONSTANCIAS

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

Ibarra, a los 01 días del mes de diciembre del 2020

EL AUTOR:

(Firma).....

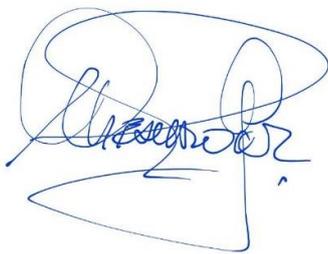
Nombre: Montalvo Córdoba María Gabriela

MISIÓN INSTITUCIONAL: Contribuir al desarrollo educativo, científico, tecnológico, socioeconómico y cultural de la región norte del país. Formar profesionales críticos, humanistas y éticos comprometidos con el cambio social.

CERTIFICACIÓN DE AUTORÍA

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por la Srta. María Montalvo Córdova, bajo mi supervisión.

Ibarra, a los 01 días del mes de diciembre de 2020



.....

Ing. Miguel Alejandro Gómez M.Sc

DIRECTOR DE TESIS

AGRADECIMIENTO

Doy gracias a Dios por darme la fuerza para seguir creyendo en mí y darme la valentía para afrontar las adversidades de la vida. A mi familia porque ellos son lo único por lo cual, sigo creciendo tanto en lo personal como en lo profesional.

Al Ingeniero Miguel Alejandro Gómez en calidad de director de tesis quien me enseñó que la vida depende de la ética y la moral con la cual nos forjamos en la vida y la cual nos guía en el camino de la rectitud, a mis mentores la Ingeniera María José Romero y al Ingeniero Fernando Basantes por su constancia en los aspectos académicos que me enseñan a valorar la vida profesional. A la Universidad Técnica del Norte, a la carrera de Ingeniería Agropecuaria por abrirme las puertas a un mundo de infinitud de posibilidades y a los docentes quienes nos ayudaron a formarnos en cada etapa de nuestra formación estudiantil.

A la finca “Flor de Azama” por haberme permitido realizar mi investigación.

DEDICATORIA

Dedicado a mi familia, a mi madre María Córdova que ha sido padre y madre para mí, ella me enseñó y me enseña la vida y de cómo enfrentarme a las adversidades del mundo. A mi hermano Jorge quien es mi segundo padre, él ha sido un apoyo incondicional en mi formación educativa. A mi hermana mayor Blanca que aun cuando ya no esté presente en mi vida, sé que ella me ayudo y me enseñó lo importante que puede llegar a ser cada momento de la vida. A mis dos hermanas menores Pamela y Jina, ellas me enseñan que aún con las peores circunstancias se puede sonreír y que cualquier problema desaparece cuando todos estamos juntos. Además, a mi amor más grande que mi hermana nos dejó a mi familia, mi dulce sobrino Anthony quien es mi gran debilidad y a la vez mi mayor fortaleza para seguir adelante.

INDICE DE CONTENIDOS

ÍNDICE DE FIGURAS	x
ÍNDICE DE TABLAS	xi
ÍNDICE DE ANEXOS	xiii
RESUMEN.....	xv
ABSTRACT.....	xvi
I. INTRODUCCIÓN	1
1.1 Antecedentes	1
1.2 Problema	2
1.3 Justificación	3
1.4 Objetivos.....	5
1.4.1 Objetivo general	5
1.4.2 Objetivos específicos.....	5
1.5 Hipótesis	5
II. MARCO TEORICO.....	6
2.1 Floricultura en el Ecuador	6
2.2 Rosa (<i>Rosa</i> sp.)	6
2.3 Requerimientos edafoclimáticos del cultivo de <i>Rosa</i> sp.	7
2.3.1 Suelo	7
2.3.2 Temperatura	7
2.3.3 Viento.....	7
2.3.4 Humedad relativa.....	7
2.3.5 Luminosidad.....	7
2.4 Fertilización.....	8
2.4.1 Fertirrigación.....	8
2.5 Niveles y rangos nutricionales de la <i>Rosa</i> sp.....	8
2.5.1 En el suelo	8
2.5.2 Foliar	9
2.6 Nutrientes de la planta	10
2.6.1 Macronutrientes necesarios para el cultivo de <i>Rosa</i> sp.	10
2.6.2 Micronutrientes necesarios para el cultivo de <i>Rosa</i> sp.	12
2.7 Agricultura orgánica.....	14
2.7.1 Biol	15
2.7.1.1 Función.....	15
2.7.1.2 Propiedades físicas del biol	15
2.7.1.3 Propiedades químicas del biol	16
2.7.1.4 Propiedades biológicas del biol	17
2.7.1.5 Ventajas.....	19
2.7.1.6 Desventajas.....	20

III. MATERIALES Y MÉTODOS	23
3.1 Caracterización del área de estudio.....	23
3.1.1 Ubicación política y geográfica.....	23
3.1.2 Características edafoclimáticos	24
3.2 Materiales, equipos, insumos y reactivos	24
3.3 Métodos	25
3.3.1 Factor en estudio.....	25
3.3.3 Diseño experimental	26
3.3.5 Características de la unidad experimental.....	28
3.4 Variables evaluadas.....	28
3.4.1. Concentración de macronutrientes (%) y micronutrientes (ppm) foliar	29
3.4.2. Concentración de macronutrientes (%) y micronutrientes (ppm) del suelo.....	29
3.4.3. Concentración de microorganismos del suelo.....	29
3.4.4. Contenido de clorofila.....	29
3.4.5. Materia seca (MS).....	30
3.4.6. Rendimiento	30
3.5 Manejo específico del experimento	30
3.5.1 Preparación del biol	30
3.5.2 Soluciones de microorganismos nativos del suelo.	31
3.5.3 Cultivo y delimitación de parcelas	32
3.5.4 Toma de muestra del suelo para el análisis de nutrientes del suelo.	32
3.5.5 Toma de muestras del suelo para análisis de microorganismos.	32
3.5.6 Toma de muestras foliares para análisis de nutrientes en el tejido foliar.	33
3.5.7 Implementación de niveles.....	33
3.5.8 Labores culturales.....	33
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	36
4.1 Concentración de macro y micronutrientes foliares y del suelo	36
4.1.1 Macronutrientes	36
4.1.2 Micronutrientes.....	52
4.2. Concentración de Microorganismos	66
4.3 Contenido de clorofila	74
4.3 Materia seca (MS)	77
4.5 Rendimiento	80
V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	83
VI. BIBLIOGRAFÍA.....	85
VII. ANEXOS.....	95

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación del área de estudio.....	24
Figura 2. Esquema del diseño experimental del estudio.....	27
Figura 3. Ubicación de las localidades seleccionadas para la recolección de microorganismos nativos de suelo.	31
Figura 4. Porcentaje de la concentración de Nitrógeno (N) inicial y final en el tejido foliar por nivel.	37
Figura 5. Porcentaje de la concentración de Nitrógeno total (N) inicial y final en el suelo.	39
Figura 6. Porcentaje de la concentración de fósforo (P) inicial y final en el tejido foliar por nivel.	41
Figura 7. Concentración de fósforo (P) en ppm de la lectura inicial y final en el suelo. ...	42
Figura 8. Porcentaje de la concentración de Potasio (K) inicial y final en el tejido foliar por nivel.	43
Figura 9. Concentración de Potasio (K) en meq/100ml de la lectura inicial y final en el suelo.	44
Figura 10. Porcentaje de la concentración de Calcio (Ca) inicial y final en el tejido foliar por nivel.	46
Figura 11. Concentración de Calcio (Ca) en meq/100 ml de la lectura inicial y final en el suelo.....	47
Figura 12. Porcentaje de la concentración de Magnesio (Mg) inicial y final en el tejido foliar por nivel.	48
Figura 13. Concentración de Magnesio (Mg) en meq/100ml de la lectura inicial y final en el suelo.	49
Figura 14. Porcentaje de la concentración de Azufre (S) inicial y final en el tejido foliar por nivel.	51
Figura 15. Cambios de la concentración de Azufre (S) inicial y final en el suelo.....	52
Figura 16. Porcentaje de la concentración de Hierro (Fe) inicial y final en el tejido foliar por nivel.	53
Figura 17. Concentración de Hierro (Fe) en ppm de la lectura inicial y final en el suelo..	54
Figura 18. Porcentaje de la concentración de manganeso (Mn) inicial y final en el tejido foliar por nivel.	56
Figura 19. Concentración de Manganeso (Mn) en ppm de la lectura inicial y final en el suelo.	57
Figura 20. Porcentaje de la concentración de Boro (B) inicial y final en el tejido foliar por nivel.	58
Figura 21. Concentración de Boro (B) en ppm de la lectura inicial y final en el suelo.	59
Figura 22. Porcentaje de la concentración de Zinc (Zn) inicial y final en el tejido foliar por nivel.	60
Figura 23. Concentración de Zinc (Zn) en ppm de la lectura inicial y final en el suelo. ...	61

Figura 24. Porcentaje de la concentración de Cobre (Cu) inicial y final en el tejido foliar por niveles.....	62
Figura 25. Concentración de Cobre (Cu) en ppm de la lectura inicial y final en el suelo..	63
Figura 26. Recuento de bacterias en unidades formadoras de colonia al inicio y final de la investigación.	66
Figura 27. Recuento de bacterias fijadoras de nitrógeno (N) en unidades formadoras de colonia al inicio y final de la investigación.	68
Figura 28. Recuento de bacterias solubilizadores de fosfato al inicio y final de la investigación.	69
Figura 29. Recuento de bacterias celulolíticas (UFC/g) al inicio y final de la investigación.	71
Figura 30. Recuento de actinomicetes (Propágulos/g) al inicio y final de la investigación.	72
Figura 31. Recuento de hongos (Propágulos/g) al inicio y final de la investigación.	73
Figura 32. Contenido de clorofila de los niveles del cultivo de rosas (<i>Rosa</i> sp), variedad Freedom.	75
Figura 33. Porcentaje de materia seca por la época de cosecha.....	78
Figura 34. Rendimiento de tallos totales cosechados en la época de Valentín y Madres del cultivo de rosa (<i>Rosa</i> sp), variedad Freedom.....	81

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Requerimientos nutricionales del cultivo de rosa (<i>Rosa</i> sp.) en el suelo.....	9
Tabla 2 Rangos nutricionales del cultivo de rosas (<i>Rosa</i> sp.) en el tejido foliar	9
Tabla 3 Características químicas de un biol estandar.....	16
Tabla 4 Consumo de N, P, K a nivel mundial en el año 2016, 2017 y 2018.....	21
Tabla 5 Porcentaje de la superficie donde se aplicó Fertilizantes y Plaguicidas (Orgánicos y Químicos).....	21
Tabla 6 Ubicación política y geográfica del área de estudio	23
Tabla 7 Características edafoclimáticas del área de estudio.....	24
Tabla 8 Materiales, equipos, insumos y herramientas.....	25
Tabla 9 Descripción de los niveles en estudio.	25
Tabla 10 Detalles de la cantidad de biol aplicados por niveles	26
Tabla 11 Características del área del experimento.....	27

Tabla 12 Características de la unidad experimental.....	28
Tabla 13 Análisis de varianza (ADEVA) de un Diseño de Bloques Completos al Azar...	28
Tabla 14 Clasificación de las rosas según la longitud del tallo	35
Tabla 15 Análisis de varianza de la concentración de N en el tejido foliar del cultivo de rosas tratado con distintos niveles de biol.	36
Tabla 16 Análisis de varianza de la concentración de P en el tejido foliar del cultivo de rosas tratado con distintos niveles de biol.	40
Tabla 17 Análisis de varianza de la concentración de K en el tejido foliar del cultivo de rosas tratado con distintos niveles de biol.	43
Tabla 18 Análisis de varianza de la concentración de Calcio (Ca) en el tejido foliar del cultivo de rosas tratado con distintos niveles de biol.	45
Tabla 19 Análisis de varianza de la concentración de Magnesio (Mg) en el tejido foliar del cultivo de rosas tratado con distintos niveles de biol.	48
Tabla 20 Análisis de varianza de la concentración de Azufre (S) en el tejido foliar del cultivo de rosas tratado con distintos niveles de biol.	50
Tabla 21 Análisis de varianza de la concentración de Hierro (Fe) en el tejido foliar del cultivo de rosas tratado con distintos niveles de biol.	53
Tabla 22 Análisis de varianza de la concentración de Manganeseo (Mn) en el tejido foliar del cultivo de rosas tratado con distintos niveles de biol.....	55
Tabla 23 Análisis de varianza de la concentración de Boro (B) en el tejido foliar del cultivo de rosas tratado con distintos niveles de biol.	57
Tabla 24 Análisis de varianza de la concentración de Zinc (Zn) en el tejido foliar del cultivo de rosas tratado con distintos niveles de biol.	59
Tabla 25 Análisis de varianza de la concentración de Cobre (Cu) en el tejido foliar del cultivo de rosas tratado con distintos niveles de biol.	61
Tabla 26 Análisis de varianza del contenido de clorofila del cultivo de rosas (Rosa sp). .	74
Tabla 27 Análisis de varianza de Materia seca (MS).	77
Tabla 28 Análisis de varianza de Rendimiento de los tallos florales.	80

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Cálculo del N del biol para la aplicación por cama y por nivel.	95
Anexo 2. Resultados del análisis del biol	96
Anexo 3. Requerimientos establecidos por la finca flor de Azama en la temporada de San Valentín y Día de madres.....	97
Anexo 4. Resultado de los análisis de nutrientes foliares de la lectura inicial y final por repetición.....	97
Anexo 5. Resultado de los análisis de nutrientes del suelo de la lectura inicial y final por nivel.	97
Anexo 6. Recuento de la población de microorganismos del suelo de la lectura inicial y final por nivel en el cultivo de rosas.....	98
Anexo 7. Fórmula de Fertirriego de la finca “Flor de Azama”	98
Anexo 8. Productos químicos la finca “Flor de Azama” aplicados vía foliar	99
Anexo 9. Prueba de Fisher al 5% de la concentración inicial y final del porcentaje (%) de nitrógeno (N) en el tejido foliar del cultivo de rosas.....	99
Anexo 10. Prueba de Fisher al 5% de la concentración inicial y final del porcentaje (%) de fósforo (P) en el tejido foliar del cultivo de rosas.	100
Anexo 11. Prueba de Fisher al 5% de la concentración inicial y final del porcentaje (%) de potasio (K) del tejido foliar del cultivo de rosas.	100
Anexo 12. Prueba de Fisher al 5% de la concentración inicial y final del porcentaje (%) de calcio (Ca) del tejido foliar del cultivo de rosas.	100
Anexo 13. Prueba de Fisher al 5% de la concentración inicial y final del porcentaje (%) de magnesio (Mg) del tejido foliar del cultivo de rosas.	100
Anexo 14. Prueba de Fisher al 5% de la concentración inicial y final del porcentaje (%) de azufre (S) del tejido foliar del cultivo de rosas.	101
Anexo 15. Prueba de Fisher al 5% de la concentración inicial y final en partes por millón (ppm) del hierro (Fe) del tejido foliar del cultivo de rosas.	101
Anexo 16. Prueba de Fisher al 5% de la concentración inicial y final en partes por millón (ppm) de manganeso (Mn) del tejido foliar del cultivo de rosas.	101
Anexo 17. Prueba de Fisher al 5% de la concentración inicial y final en partes por millón (ppm) del boro (B) del tejido foliar del cultivo de rosas.	101

Anexo 18. Prueba de Fisher al 5% de la concentración inicial y final en partes por millón (ppm) del zinc (Zn) del tejido foliar del cultivo de rosas.	102
Anexo 19. Prueba de Fisher al 5% de la concentración inicial y final en partes por millón (ppm) del cobre (Cu) del tejido foliar del cultivo de rosas.	102
Anexo 20. Prueba de Fisher al 5% del contenido de clorofila del cultivo de rosas.	102
Anexo 21. Prueba de Fisher al 5% del rendimiento por época del cultivo de rosas.	102
Anexo 22. Prueba de Fisher al 5% del rendimiento por nivel del cultivo de rosas.....	103
Anexo 23. Rangos establecidos de la concentración inicial y final de nutrientes foliares de acuerdo con la prueba de Fisher al 5%.	103
Anexo 24. Recuento de los microorganismos del biol por localidades.	103
Anexo 25. Aporte de nutrientes del biol en el Nivel 1 y Nivel 2.	104
Anexo 26. Aporte de nutrientes químicos de la finca en la época de San Valentín/día/semana/temporada.	104
Anexo 27. Aporte de nutrientes químicos de la finca en la época de San Valentín/día/semana/temporada.	105
Anexo 28. Aporte de nutrientes químicos de la finca en la época de Madres/día/semana/temporada.	105
Anexo 29. Aporte total de nutrientes químicos y biol en la época de Madres/día/semana/temporada.	106
Anexo 30. Aporte total de nutrientes químicos y biol en la época de San Valentín y Madres.	106
Anexo 31. Extracción total de macro y micronutrientes del suelo en la fase experimental.	107
Anexo 32. Niveles de interpretación para los resultados del análisis de macro y micronutrientes y materia orgánico en suelos del callejón interandino utilizados por el Departamento de Manejo de Suelos y Agua (DMSA) de la Estación Experimental Santa Catalina (EESC).	107

“APLICACIÓN DEL BIOL COMO BIOFERTILIZANTE EN LA NUTRICIÓN SUPLEMENTARIA DEL CULTIVO DE ROSAS (*Rosa* sp.), VAR. FREEDOM CANTÓN COTACACHI”.

Autor: Montalvo Córdova María Gabriela

Universidad Técnica del Norte

mgmontalvo@utn.edu.ec

RESUMEN

El cultivo de rosas (*Rosa* sp.) es uno de los principales productos agrícolas de importancia económica y social en el Ecuador. Sin embargo, ha constituido un cultivo dependiente de fertilizantes químicos. El objetivo de esta investigación fue evaluar el efecto del biol como biofertilizante en la nutrición suplementaria del cultivo de rosas (*Rosa* sp.) var. Freedom. Dos niveles de N, dados a través de la aplicación de biol, fueron evaluados: 1.5% (N1) y 3% (N2) extra de N en relación a la dosis que usualmente ocupa la finca (N3). En este ensayo se utilizó un diseño de bloques completos al azar (DBCA) con tres repeticiones. Para satisfacer este objetivo, las siguientes variables fueron evaluadas: concentración de nutrientes, tanto a nivel foliar como en el suelo, población de microorganismos, contenido de clorofila, materia seca y rendimiento. Los resultados no mostraron diferencias significativas en cuanto a la concentración de nutrientes foliares y del suelo, con excepción del Mn que presentó variaciones en los tres niveles, posiblemente atribuidas a sinergias y antagonismos entre los demás nutrientes. En cuanto a las poblaciones de microorganismos en el suelo, las bacterias solubilizadoras de fosfato (PO_4^{3-}) y bacterias celulolíticas mostraron incrementos en los tres niveles. El incremento de bacterias solubilizadoras de fosfato y celulolíticas en el N3 pudo deberse a contaminación causada por las distintas labores culturales llevadas a cabo en la finca. El contenido de clorofila varió entre niveles, donde N1 y N3 tuvieron mayor contenido de clorofila que N2. Esto pudo deberse a una mayor concentración de K en el tejido foliar de los niveles N1 y N3. La materia seca, disminuyó en 5.61% en la segunda época de producción quizá debido a que existió una disminución de nutrientes presentes en la parte foliar tales como P, K, Ca, Mg y S. A su vez, en N2 se registró un mayor rendimiento con respecto a N1 y N3 con 129 y 121 tallos extra, respectivamente. Este último resultado podría ser vinculado al contenido de clorofila encontrada, puesto que un menor contenido de clorofila en N2, resultó en un mayor incremento de tallos florales. En conclusión, la aplicación del biol (N2) sirvió como biofertilizante suplementario en el cultivo de rosas, con un incremento del 7.8% a 8% en el rendimiento de los tallos florales.

Palabras claves: Bacterias solubilizadoras de fosfato, celulolíticas, clorofila.

"APPLICATION OF BIOL AS A BIOFERTILIZER IN THE SUPPLEMENTARY NUTRITION OF ROSES (*Rosa* sp.), VAR. FREEDOM CANTON COTACACHI".

Autor: Montalvo Córdova María Gabriela

Universidad Técnica del Norte

mgmontalvo@utn.edu.ec

ABSTRACT

The cultivation of roses (*Rosa* sp.) is one of the main agricultural products of economic and social importance in Ecuador. However, it has been a crop dependent on chemical fertilizers. The main objective of this research was to evaluate the effect of biol as a biofertilizer in the supplementary nutrition of rose crop (*Rosa* sp.) var. Freedom. Two N levels, given through biol applications, were evaluated: 1.5% (N1) and 3% (N2) of extra N in relation to the usual dose of N given by the farm (N3). In this trial, a randomized whole block design (RBD) with three replicates was used. To accomplish with this aim, the following variables were evaluated: concentration of nutrients in leave tissues and soil, population of microorganisms, chlorophyll content, dry matter, and yield. The results did not show significant differences regarding to the concentration of foliar and soil nutrients, except for Mn that presented variations for the three levels, possibly attributed to synergies and antagonisms among the other nutrients. Regarding to microorganism populations, phosphate solubilizing bacteria (PO_4^{3-}) and cellulolytic bacteria showed increases in the three levels. The increase of phosphate and cellulolytic solubilizing bacteria in N3 might be due to contamination caused by the different cultural activities carried out in the farm. The chlorophyll content among levels had significant differences, where N1 and N3 had higher chlorophyll content than N2. This could be due to a higher concentration of K in leaf tissues found in N1 and N3 levels. The dry matter decreased 5.61% in the second crop cycle perhaps due to a decrease in nutrients present in the leaf area such as P, K, Ca, Mg and S. In turn, N2 had a higher yield than N1 and N3 with 129 and 121 extra stems, respectively. This last result could be related to the chlorophyll content since a lower chlorophyll content in N2 resulted in a greater increase in flower stems. In conclusion, the application of biol (N2) served as a supplementary biofertilizer in the cultivation of roses, with an increase of 7.8% to 8% in the yield of flower stems.

Keywords: Phosphate solubilizing bacteria, cellulolytic, chlorophyll.

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Antecedentes

En el Ecuador, la rosa ocupa el primer lugar dentro de la exportación de flores de cultivos no tradicionales. Esta actividad es una de las más lucrativas tanto en el ámbito económico pues contribuyó positivamente a la variación del PIB en 2% en el año 2019 (Sánchez, Vayas, Mayorga y Freire 2020). Adicionalmente, en lo referente al ámbito social, generó empleo a 29867 personas en el año 2016 (Corporación Financiera Nacional [CFN], 2017).

Sin embargo, al ser las rosas un monocultivo, el mantenimiento de la fertilidad del suelo, se vuelve un punto crítico en la producción, debido al uso intensivo de suelo para poder satisfacer la demanda del consumidor (Ávila, Marcía y Portillo, 2010); y, por otra parte, la extracción de nutrientes por parte de los cultivos, que debe reponerse al suelo (González y Pomares, 2008). Esto hace que esta actividad dependa principalmente de fertilizantes sintéticos, mismos que alteran las poblaciones de microorganismos, de la misma manera que sucede con algunos pesticidas (Tutillo, 2011).

Una alternativa para conservación de suelos es el uso de biofertilizantes tales como estiércoles, bioles, té de estiércol, bocashi, que podrían ayudar a la proliferación de microorganismos benéficos en el suelo que contribuirían en la liberación de nutrientes disponibles para la planta; y, a su vez, generar medios de auto defensas en las plantas contra las plagas y enfermedades (Toalombo, 2013). En relación con esta temática, existen varios estudios que corroboran esta afirmación. Makádi, Tomócsik y Orosz (2012), señalan que existe una probabilidad de que el biol pueda contribuir a la disminución de la acidificación del suelo, a través de un incremento de la actividad enzimática en la rizósfera, llevada a cabo por la población microbiana en esta zona. Zhu, Zhanga, Wangb, Ran y Shen (2013), señalan que es posible que un biofermento provea mayor cantidad de nutrientes lábiles al suelo, generando así un mejor balance nutricional que los fertilizantes químicos debido a un incremento en la actividad biológica del suelo. Adicionalmente, Jiménez (2011) sugiere que el biol contribuye a mejorar la estructura y

la capacidad de retención de humedad, además de lograr un mayor rendimiento de materia verde y seca, así como mayor cobertura en la rehabilitación de praderas. En un análisis realizado en un cultivo de alfalfa (*Medicago sativa* L.), tratado con biofertilizante, se registró un aumento de la concentración de macroelementos en las hojas, lo cual permitió tener más resistencia a agentes bióticos y abióticos, reduciendo de esta manera el riesgo de daños en las hojas, que podrían resultar significativos en calidad de este cultivo (Koszel y Lorencowicz, 2015). Guanopatín (2012), en un cultivo de alfalfa (*Medicago sativa* L.) tratado con biol, reportó en el suelo un contenido de materia orgánica de 22.0%, lo que conllevaría a la presencia de microorganismos benéficos, nitrógeno total de 1.8%, un alto contenido de fósforo 679.0 ppm, potasio 0.3%, calcio 0.2%, magnesio 0.1%, cobre 78.0 ppm, manganeso 89.0 ppm y un contenido de zinc 36.7 ppm, los cuales se suponen aportaron a una mayor productividad de este cultivo.

1.2 Problema

En las florícolas la desinfección del suelo con sustancias de amplio espectro, como el bromuro de metilo, conlleva a una disminución de la población de microorganismos tanto benéficos como perjudiciales que repercuten en la liberación de algunos nutrientes para las plantas (Hidalgo, 2017). Adicionalmente, las prácticas agrícolas convencionales (abonos químicos sintéticos y pesticidas) alteran las poblaciones de microorganismos del suelo, su actividad enzimática, y por ende la disponibilidad de nutrientes para las plantas ya que, los microorganismos son los entes involucrados en el ciclo de varios nutrientes (Ávila, Marcía y Portillo, 2010). En este contexto, es posible que la producción de flores sea cada vez más dependiente de fertilizantes químicos.

Por otro lado, Toalombo (2013), indica que, en el mercado ecuatoriano, la venta de productos químicos es aún más elevada con un consumo del 80% frente a los productos orgánicos que apenas tiene una demanda del 20% por parte de los agricultores. Esto debido a que los productos químicos incrementan el rendimiento de las cosechas en muy corto tiempo.

Además, la elaboración de fertilizantes sintéticos requiere de insumos provenientes de recursos no renovables. De hecho, la elaboración de urea ($\text{CH}_4\text{N}_2\text{O}$) consume gran cantidad de combustibles fósiles, lo que compromete la calidad ambiental (Prada Palos, 2017). En cuanto al P, se considera como un nutriente limitado porque los yacimientos de roca fosfórica están por agotarse. Se especula que estos se terminarán dentro de 30 a 40 años al ritmo actual de consumo. En un futuro, esto ocasionaría la monopolización de este elemento (Moreno y Ouabouch, 2019). Además, en el caso del K, que es considerado como un nutriente esencial y requerido en grandes volúmenes en la agricultura, lo convierte hoy en día en un mineral estratégico por su escasez, por lo que muchos países están en búsqueda de más yacimientos (González y Espinosa, 2011).

1.3 Justificación

Por el impacto ecológico que ocasiona el uso excesivo de fertilizantes químicos, se buscan alternativas de fertilización que permitan mantener o incrementar las poblaciones de microorganismos en el suelo; y, adicionalmente, reciclar nutrientes para disminuir el consumo de recursos no renovables.

El biol presenta microorganismos que favorecen el crecimiento de las plantas por varios mecanismos: solubilización de nutrientes o producción de hormonas que favorecen el crecimiento de la planta. Méndez y Viteri (2007) reportaron que aplicaciones de biol, realizadas en un cultivo de cebolla, incrementaron la densidad de población de bacterias totales, grupos específicos fijadores libres de nitrógeno atmosférico (N_2) y solubilizadores de fósforo (P). También se observó una apreciable población de actinomicetos, los cuales son reconocidos, no solo en términos de su participación en la mineralización de la materia orgánica, sino también por la producción de antibióticos que contribuyen al control biológico de varios fitopatógenos del suelo. Además, en un estudio previo en tomate (*Solanum lycopersicum* L.), se reportó mayor cantidad de enzimas (ureasa y fosfatasa), lo que facilitaría la disponibilidad de nutrientes para las plantas y favorecería su crecimiento. A su vez, se registró un aumento en el contenido de nutrientes disponibles

del suelo; y, se sospecha que puede haberse producido un aumento de la población de bacterias en el suelo (Zhu, et al., 2013). Islas, Lucho, Beltrán, Gómez, Vásquez, Herrera y Jiménez (2015), encontraron un alto contenido de auxinas (44.75 mg L^{-1}) y giberelinas (828.86 mg L^{-1}) en un biofertilizante realizado a base de estiércol de conejo. Estas concentraciones fueron superiores a las descritas en otras investigaciones donde se evaluaron otros biofertilizantes que contenían *Azospirillum* y *Bacillus*. Estos últimos alcanzaron concentraciones de 3.6 y 46.3 mg L^{-1} , respectivamente. Las aplicaciones de este biofertilizante en el cultivo de cebada mejoraron el crecimiento de raíces, estimularon el crecimiento de tallos y hojas e indujeron la floración.

Además, el biol contiene ciertos niveles de nutrientes, dependiendo de la fuente de materia orgánica utilizada para su elaboración (Mamani, Chavéz y Ortuño, 2012). De esta manera, el uso de biol es una alternativa para el reciclaje de nutrientes, además de ser amigable con el medio ambiente, al no depender específicamente del petróleo para su elaboración, como es el caso de la urea que necesita de grandes cantidades de energía para su elaboración [International Fertilizer Industry Association (IFA), 2011].

Por otro lado, en la actualidad las fincas productoras de rosas buscan alternativas para minimizar la excesiva utilización de químicos en sus cultivos, por lo que hoy en día buscan métodos orgánicos efectivos, con el fin de reducir el estrés que sufren las plantas a estos productos (PROECUADOR, 2013) y abrirse de esta manera a mercados de flores orgánicas comestibles.

Con esta perspectiva, la presente investigación busca evaluar el uso del biol como biofertilizante en la nutrición suplementaria del cultivo de rosas (*Rosa* sp.). Esta información permitirá valorizar científicamente el uso de este biofertilizante y brindará información básica que contribuirá en la adopción de un sistema de producción agrícola más adecuado para el medio ambiente por el incremento de poblaciones microbianas benéficas que podrían ayudar en el reciclaje de nutrientes para las plantas. A su vez, existen varios estudios de aplicaciones de biol a distintas dosis para varios cultivos, demostrando un efecto positivo en su crecimiento y rendimiento; sin embargo, la información no relaciona estos factores con la nutrición del cultivo.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo general

- Evaluar el efecto del biol como biofertilizante en la nutrición suplementaria del cultivo de rosas (*Rosa* sp.) var. Freedom.

1.4.2 Objetivos específicos

- Determinar la concentración de macro y micronutrientes en los tejidos foliares del cultivo de rosas bajo los niveles de biol establecidos.
- Evaluar el efecto del biol en el rendimiento del cultivo de rosas.
- Cuantificar la población de microorganismos en el suelo bajo distintos niveles de N aportado con biol.

1.5 Hipótesis

H₀= La aplicación del biol no influye en los rendimientos y concentración de nutrientes a nivel de tejidos por el aporte extra de nutrientes y microorganismos del biol.

H_a= La aplicación del biol influye en los rendimientos y concentración de nutrientes a nivel de tejidos por el aporte extra de nutrientes y microorganismos del biol.

II. MARCO TEORICO

2.1 Floricultura en el Ecuador

Ecuador es uno de los países que posee mayor diversidad en las flores que ofrece al mundo, entre ellas está la rosa (*Rosa* sp.) que tiene más de 300 variedades, liderando el conjunto de exportaciones con más de 60 variedades, que constituye un 65% del total de las exportaciones de flores, equivalentes a \$205,818.000 en el año 2013, por lo que es considerada como uno de los productos de gran importancia para la economía del Ecuador. Esto gracias a la ubicación geográfica del país, que favorece un clima acorde a las necesidades de esta flor, donde los mayores productores se sitúan en las provincias de Pichincha y Cotopaxi (PROECUADOR, 2013). “En la actualidad existen más de 7600 hectáreas cultivadas de flores, lo cual permite que exista una disponibilidad para la explotación durante todo el año” (PROECUADOR, 2015).

2.2 Rosa (*Rosa* sp.).

Las rosas (*Rosa* sp.), son arbustos de ornamento cultivados principalmente por sus hermosas flores, sus características y sus colores vistosos (Yong, 2004).

Su clasificación botánica es la siguiente:

Reino: Vegetal

División: Espermatofitos

Subdivisión: Angiospermas

Clase: Dicotiledóneas

Orden: Rosales

Familia: Rosáceas

Tribu: Roseae

Género: *Rosa*

2.3 Requerimientos edafoclimáticos del cultivo de *Rosa* sp.

Los factores edafoclimáticos que necesita el cultivo de rosas son los siguientes:

2.3.1 Suelo

Las exigencias del rosal con respecto al suelo son en general muy pocas por la rusticidad que esta presenta, tomando en cuenta que es una de sus mejores cualidades, sin embargo, este cultivo prefiere terrenos profundos, fértiles, bien abonados, en general los de composición media y contenidos bastante apreciables de cal, con un pH entre 6 y 6.5 (Valencia, 2017).

2.3.2 Temperatura

Dependiendo de las variedades con las cuales se trabaje, puede variar la temperatura entre una mínima de 15 °C y una máxima de 28 °C, este factor ambiental tiene efecto decisivo en la calidad de la flor por la intervención en el crecimiento de la planta (Martínez, 2011).

2.3.3 Viento

Factor que contribuye a la regulación de la temperatura, la humedad y además de evitar que el nivel de concentración de CO₂ del aire, descienda por debajo de lo normal (Martínez, 2011).

2.3.4 Humedad relativa

Dependiendo de las prácticas realizadas dentro del cultivo, existen rangos desde 85% a 90% que deben presentarse justo después de la poda, para estimular la formación de yemas y el crecimiento. Después y hasta 30 días antes de la recolección se debe mantener entre 70-75%; posteriormente se reduce al 60% hasta el final del ciclo (Marentes, 2013).

2.3.5 Luminosidad

Factor de suma importancia por la necesidad que tiene la planta por la radiación solar, la cual se encuentra entre 400 y 700 nm del espectro, la que utiliza para el proceso de la fotosíntesis (Martínez, 2011).

2.4 Técnicas de cultivo

El manejo del cultivo de rosas, parte de una serie de actividades encaminadas a la obtención de un producto de calidad.

Tomando en cuenta las necesidades de la planta, se requiere realizar una serie de actividades preculturales entre las que se encuentra la preparación del terreno, la plantación o el trasplante, siguiendo estas actividades están las labores culturales, tal es el caso de la fertirrigación, poda, cosecha y control climático.

2.4.1 Fertirrigación

La fertirrigación cumple un papel muy importante, en la aplicación de fertilizantes al cultivo a través de un sistema de irrigación.

Es importante resaltar que independientemente del sistema de irrigación utilizado en la fertirrigación, los nutrientes son aplicados diluidos en agua de riego, con el fin de infiltrarlo al suelo, predominando la absorción radicular y no la foliar permitiendo, además, solucionar rápidamente problemas de deficiencias específicas. En este sentido el conocimiento del comportamiento de los nutrientes en el suelo a su movilidad y las exigencias del cultivo durante su ciclo, son factores por considerar en el manejo de los fertilizantes (Sanchez, 2000). La fertirrigación aumenta el contenido de los nutrientes en la solución, pero poco o muy poco los contenidos intercambiables y posiblemente menos aún los no intercambiables (Jiménez, 2010).

2.5 Niveles y rangos nutricionales de la *Rosa* sp.

2.5.1 En el suelo

La rosa necesita de un adecuado programa de fertilización para un excelente desarrollo de tallos y botones florales, de acuerdo con las necesidades nutricionales detalladas en la Tabla 1. La incorporación de fertilizantes se realiza previo a un análisis de suelo.

Tabla 1

Requerimientos nutricionales del cultivo de rosa (Rosa sp.) en el suelo.

Análisis de suelo	N (kg/ha)	P₂ O₅ (kg/ha)	K₂O (kg/ha)
Alto	250	75	150
Medio	300	100	175
Bajo	325	125	200

Fuente: Benny (2011).

2.5.2 Foliar

Las hojas como cualquier otro órgano de la planta contienen minerales que fueron absorbidos del suelo, al no poseer la cantidad adecuada de nutrimentos la planta puede disminuir su rendimiento, además de provocar una disminución de la materia seca de la planta, por lo que es posible relacionar la cantidad de fertilizante empleado con el contenido del mismo en la hoja y el rendimiento, además de relacionarse con la acumulación de biomasa que puede representar un factor que describe las condiciones nutricionales de la planta. Relacionando con la Tabla 1, pueden existir los siguientes rangos en un análisis foliar tal como se muestra en la Tabla 2.

Tabla 2

Rangos nutricionales del cultivo de rosas (Rosa sp.) en el tejido foliar

Elementos	Unidades	Rango considerado como "Deficiente" para Rosas	Rango de valores considerado como "Normal" para Hojas de Rosas
Nitrógeno Total Kjeldahl (N)	%	< 2.00	2.38 – 3.92
Fósforo (P)	%	< 0.19	0.31 – 0.50
Potasio (K)	%	< 1.60	1.80 – 2.80
Magnesio (Mg)	%	< 0.19	0.24 – 0.39
Calcio (Ca)	%	< 1.00	1.00 – 1.80
Azufre (S)	%		0.22 – 0.32
Sodio (Na)	%		0.01 – 0.04
Hierro (Fe)	Ppm	<50	56 – 151
Manganeso (Mn)	Ppm	< 27	60 – 148
Cobre (Cu)	Ppm	< 3	4.0 – 16
Zinc (Zn)	Ppm	< 16	20 – 52
Boro (B)	Ppm	< 22	30 – 60

Fuente: Sonneveld y Voogt (2009).

2.6. Nutrientes de la planta.

Existen diversas formas en que la planta absorbe los nutrientes, debido a la movilidad tanto en el suelo, como en la planta y la función que cumple, es de satisfacer los requerimientos del cultivo, tanto macro como micronutrientes, necesarios en las diferentes etapas fenológicas de la planta. La concentración de los nutrientes dentro de la planta describe a la planta y el estado en el cual está presente, además de estar relacionado con la acumulación de biomasa, donde una mayor concentración de nutrientes en el tejido foliar resulta en la acumulación de materia seca por lo que es un indicador del vigor y el estado nutricional de la planta.

2.6.1 Macronutrientes necesarios para el cultivo de *Rosa* sp.

- **Nitrógeno (N)**

La planta lo absorbe en forma de nitrato (NO_3) que beneficia la calidad de la flor principalmente con niveles bajos de carbohidratos o cuando no existe suficiente luminosidad, otra forma de absorción es como amonio (NH_4), el cual favorece al crecimiento vegetativo, esta fuente no necesariamente se requiere por la planta y por último está la urea ($\text{CO}(\text{NH}_2)_2$), que es el compuesto más móvil en la planta que en el suelo, funcionando dentro de la planta como aminoácidos, nucleicos y proteínas (Lanchimba, 2013).

Las concentraciones de un nutriente dentro del suelo pueden ocasionar perturbaciones en otros nutrientes, como, por ejemplo; el molibdeno (Mo) que es un constituyente de la nitrogenasa, así que un defecto de Mo en el medio causa un efecto directo y negativo en la fijación del nitrógeno, de esta manera presentando una menor disponibilidad y por ende menor concentración de N en la planta.

- **Fósforo (P)**

La absorción de este nutriente por parte de la planta puede ser como fosfato diácido (H_2PO_4), fosfato ácido (HPO_4) y anhídrido fosfórico (P_2O_5). Los fosfatos estimulan el crecimiento de raíces y de los tallos y aceleran la floración (Yong, 2004). La deficiencia

de este nutriente puede ocasionar en una baja producción de flores y un desarrollo lento de las yemas (Lanchimba, 2013).

- **Potasio (K)**

El potasio se encuentra en células y en el flujo de las plantas, funcionan en la activación de enzimas y translocación, la forma en que la planta lo absorbe es como óxido de potasio (K_2O), este nutriente es de alta movilidad tanto en la planta como en el suelo. Este nutriente es absorbido más tempranamente que el nitrógeno y el fósforo (Aguirre, 2017).

El K se acumula temprano en el período de crecimiento y luego es translocado a otras partes de la planta en el caso de la rosa, la toma temprana de K provoca el alargamiento de tallos y de flores, encontrándose por este motivo altas concentraciones de este elemento en estos órganos de la planta (1.83% a 2.33% en tallos y 2.17% a 3.06% en las flores). Cuando el tallo empieza a mostrar el “botón arroz”, inicia el mayor consumo de K, ya que es el que interviene en la maduración de tejidos y estimula la producción de flores de gran calidad, también aumenta la resistencia a la sequía y a las enfermedades (Padilla, 2007).

- **Calcio (Ca)**

El calcio tiene una función muy importante en el crecimiento y la nutrición de la planta, como también en la degradación de la pared celular, en el suelo ayuda a mantener el balance químico en la tierra, reduce la salinidad del suelo y mejora la penetración del agua. El Ca tiene una función metabólica crítica en la eliminación de carbohidratos y neutraliza los ácidos celulares (Terresial Trunked Radio [TETRA], 2004).

El Ca se caracteriza por una muy baja habilidad de transporte dentro de la planta, pues una vez que se deposita en los tejidos vegetales será muy difícil removerlo. Es por ello que son los tejidos jóvenes los primeros en ser afectados cuando existen deficiencias de este nutriente lo que provoca hasta la muerte de las yemas apicales jóvenes de los brotes terminales, afectándose así la calidad de las flores. Por el contrario, si existe un exceso de este nutriente puede afectar en la disponibilidad del hierro, aunque el calcio y el boro son requeridos por la rosa en cantidades relativamente elevadas si se compara con otros cultivos (TETRA, 2004).

- **Magnesio (Mg)**

Funciona en la molécula de clorofila, cofactor de la energía enzimática, activación de enzimas y síntesis de la proteína, es móvil tanto en el suelo como en la planta. Se conoce que hasta el 35% del total del Mg en la planta está ligada a los cloroplastos. La deficiencia puede provocar clorosis en las hojas seguido por la disminución de la fotosíntesis (Cakmak y Yazici, 2010).

- **Azufre (S)**

El S, como el N, está presente en todas las funciones y procesos que son parte de la vida de la planta, desde la absorción iónica hasta su participación en el ARN y ADN, pasando por el control del crecimiento y diferenciación de los tejidos de las plantas, además de servir como puente de disulfuro en las proteínas y otros materiales celulares, absorbido por la planta en forma sulfato (SO_4) y dióxido de azufre (SO_2). Cuando se presenta una deficiencia de este nutriente puede existir un aumento en el contenido de carbohidratos, reducción de la síntesis de las proteínas, con un síntoma visible de clorosis en las hojas jóvenes (Prates, Lavres y Ferreira de Moraes, 2007).

2.6.2 Micronutrientes necesarios para el cultivo de *Rosa* sp.

- **Hierro (Fe)**

Este nutriente se ve influenciado por el pH, no es móvil en la planta ni en el suelo, su función fundamental es la formación de la clorofila, reacciones de óxido-reducción, transporte de electrones, síntesis de ácidos nucleicos, reducción de nitritos y actúan como transportador de oxígeno (Pérez, 1999). La deficiencia de Fe puede dar a toda la planta un color amarillento o blanquecino, puede esto ser causada por un desbalance con metales como el Mo, Cu o Mn o el exceso de P y CO_2 en el suelo (Juárez, Cerdán, y Sánchez-Sánchez, 2007).

- **Manganeso (Mn)**

Funciona en las reacciones de Adenosín trifosfato (ATP), activación de enzimas, ácido indol acético (IAA) oxidasa, reacciones de óxido-reducción, incluyendo la conversión del

nitrógeno en nitratos, además de participar en la fotosíntesis al ayudar la síntesis de clorofila, influenciado por el pH. Los síntomas de deficiencia aparecen en las hojas jóvenes, en suelos con gran cantidad de materia orgánica que contienen pH alcalino provocando un desequilibrio con otros elementos como el Ca, Mg y Fe (Lanchimba, 2013).

- **Zinc (Zn)**

Interviene en la formación de hormonas que afectan el crecimiento de las plantas, participa en la formación de proteínas, activación de enzimas, síntesis de ARN y precursores de la síntesis del IAA. Si no hay una cantidad adecuada de Zinc en la planta, no se aprovechan bien el nitrógeno ni el fósforo. Favorece un mejor tamaño de los frutos, influenciado por el pH, este nutriente no es móvil tanto en el suelo como en la planta, por lo que la deficiencia se presenta en las hojas jóvenes (Aguirre, 2017).

- **Cobre (Cu)**

Catalizador para la respiración y constituyente de enzimas, interviene en el metabolismo de carbohidratos y proteínas y en la síntesis de proteínas, fotosíntesis, foto periodicidad. La deficiencia se presenta rara vez y se relaciona con altos niveles de materia orgánica o de Fe, es un elemento inmóvil, por lo que podemos encontrar hojas jóvenes con enrollamiento y una leve clorosis (Lanchimba, 2013).

- **Boro (B)**

Se relaciona con el transporte de azúcares en la planta, afecta la fotosíntesis, el aprovechamiento del N y la síntesis de proteínas, interviene en el proceso de floración y en la formación del sistema radicular de la planta, regula su contenido de agua y síntesis de hormonas. La planta lo absorbe en forma de ácido bórico (H_3BO_3), es móvil en la planta más no en el suelo. Tiene una relación de B con el Ca donde un exceso de uno bloquea la asimilación del otro. La carencia de este elemento se manifiesta en el alargamiento de las hojas a más de deformaciones con márgenes aserrados y enrollamiento (Lanchimba, 2013).

- **Molibdeno (Mo)**

Es importante en la síntesis de proteínas y en la fijación simbiótica del N, reducción de nitrato. También ha sido asociado a los mecanismos de absorción y traslación del hierro. Los síntomas de deficiencia del Mo aparecen como un amarillamiento general y atrofiamiento de las plantas, además puede producir una deficiencia de N y a medida que el pH sube el Mo tiende a ser más disponibles (Lanchimba, 2013).

El manejo del cultivo de la rosa requiere de gran cuidado, en la aplicación de nutrientes, de acuerdo con el requerimiento de la planta por lo que se busca alternativas para la fertilización, pretendiendo dejar atrás los productos químicos que demandan un excesivo uso, para obtener altos rendimientos, una de las mejores opciones son los abonos orgánicos sean sólidos o líquidos.

2.7 Agricultura orgánica

La agricultura orgánica es un sistema o técnica de producción que no utiliza insumos sintéticos y aprovechar residuos orgánicos a fin de conservar los recursos naturales y respetar el medio ambiente, eliminar la contaminación del agua, restaurar y mantener la fertilidad y actividad biológica del suelo (Soto, Hopkins, Andersen y de Jeude, 2003). Consideran la salud del suelo como la base de la salud de las plantas, animales y del ser humano. En la actualidad la agricultura orgánica-biológica ha tenido una gran capacidad de expansión (Bravo, 2007).

Un sistema de producción orgánica debe:

- Mejorar la diversidad biológica del sistema
- Aumentar la actividad biológica del suelo
- Mantener la fertilidad del suelo a largo plazo
- Reciclar desechos de origen animal o vegetal para devolver los nutrientes al sistema.
- Disminuir el uso de fuentes no renovables y contar con recursos renovables en sistemas agrícolas
- Promover el uso saludable del agua, el suelo y el aire y minimizar todas las formas de contaminación que pueden resultar de la producción agrícola (Soto, Hopkins, Andersen y de Jeude, 2003).

La agricultura orgánica comenzó con el compostado de residuos orgánicos y su uso para restaurar la fertilidad del suelo (Soto, Hopkins, Andersen y de Jeude, 2003), después de ello emergieron los abonos verdes, te de estiércol, bocashi, humus, biol entre otros. En la actualidad sobresaliendo dentro de este grupo el biol, por sus diversos beneficios en el cultivo.

2.7.1 Biol

Guanopatín (2012), señala que el biol es el producto de un proceso de descomposición anaeróbica de los desechos orgánicos, con ayuda de los biodigestores. Los biodigestores se desarrollaron principalmente con la finalidad de producir energía y abono para las plantas utilizando el estiércol de los animales, esta técnica en la actualidad prioriza la producción de biol para utilizarlo como abono foliar. Es una fuente orgánica de fitorreguladores que permiten promover actividades fisiológicas y estimular el desarrollo de las plantas.

Además, es considerado como una alternativa viable y de suma importancia para el desarrollo agrícola ecológicamente sostenible, por el bajo costo que esto implica, no contamina el ambiente, de tal forma que mantiene y ayuda a la conservación del suelo. (Centro de Investigaciones Agronómicas de la Universidad de Costa Rica y la Camara de Insumos no Sintéticos, 2003).

2.7.1.1 Función

El biol nutre, recupera y reactiva la vida del suelo y fortalece la fertilidad de las plantas. Es un abono que estimula la protección de los cultivos contra el ataque de insectos y enfermedades, esto depende de los ingredientes adicionales que se utilice en su elaboración y permite sustituir a una gran parte de fertilizantes químicos (Mosquera, 2010).

2.7.1.2 Propiedades físicas del biol

Reduce la erosión del suelo, mejorando la permeabilidad de este recurso, no dejan residuos tóxicos en el suelo, eleva la calidad de este recurso y no repercute en la salud humana (Vargas, 2014).

2.7.1.3 Propiedades químicas del biol

Los abonos orgánicos líquidos son ricos en nitrógeno amoniacal, en hormonas, vitaminas y aminoácidos. Estas sustancias permiten regular el metabolismo vegetal y además pueden ser un buen complemento a la fertilización integral aplicada al suelo presentándose un mejor intercambio catiónico (De la Rosa, 2012).

Por lo general se presentan con pH medianamente básico o neutro, dependiendo de la materia orgánica utilizada para su elaboración, con una conductividad eléctrica (C.E.) entre 1.1 a 2.0, mostrando un efecto ligeramente salino. En cuanto al fósforo entre mayor sea el tiempo de almacenamiento del biol mayor será la concentración de este nutriente, el nitrógeno y el potasio pueden encontrarse en rangos muy altos, cabe recalcar que esto se produce, cuando estas se determinan en base seca. (De la Rosa, 2012).

En la Tabla 3 se menciona una cantidad referencial de las propiedades químicas de un biol estandar. Hay que tomar mucho en cuenta que las concentraciones varían en gran proporción, dependiendo de la materia orgánica y el tiempo de fermentación del biol (De la Rosa, 2012).

Tabla 3

Características químicas de un biol estandar.

Características químicas	
Ph	5.5
MO (%)	6.0
N (ppm)	3.5
K (ppm)	1734
Ca (ppm)	1724
Mg (ppm)	950
Mn (ppm)	60
Zn (ppm)	10

Fuente: López, Garcés y Gómez (2019).

2.7.1.4 Propiedades biológicas del biol

Es una fuente de fitoreguladores en pequeñas cantidades, capaces de promover actividades fisiológicas y estimular el desarrollo de las plantas. Inhibe el crecimiento de hongos y bacterias que afectan a las plantas, puede ayudar en el enraizamiento, puede tener acción sobre el follaje, mejorando la floración, además de activar el vigor y el poder germinativo de la semilla. Incrementó de la población de microorganismos benéficos que se encargan de la mineralización de los compuestos orgánicos y de la liberación de los nutrientes para la planta (Cajamarca, 2012).

Dentro de los microorganismos benéficos que pueden presentarse en el biol están las:

- Bacterias fijadoras de nitrógeno (no simbióticas)

Las bacterias fijadoras de N pueden ser capaces de aprovechar directamente el N del aire, causando compuestos absorbibles y susceptibles de incorporarse a la composición del suelo (Calvo, 2004).

Dentro de las principales bacterias de vida libre que son capaces de fijar el nitrógeno atmosférico, encontramos a los géneros: *Azotobacter*, *Azospirillum*, *Beijerinckia*, *Azoarcus*, *Burkholderia*, *Enterobacter*, *Klebsiella* y *Bacillus* (Morocho y Leiva, 2019).

- Bacterias solubilizadoras de fosfato (BSF)

Las bacterias solubilizadoras de fosfato usan diferentes mecanismos de solubilización como: la producción de ácidos orgánicos, que solubilizan fosfatos insolubles en la rizosfera de las plantas, mientras que los fosfatos solubles son absorbidos por la planta, mejorando su crecimiento y productividad. Al utilizar esas reservas de fosfato del suelo, disminuye la aplicación de fertilizantes sintéticos. Las BSF mejoran la reserva de P del suelo sin perturbar la microflora del suelo. Hasta el momento los inoculantes microbianos desarrollados se utilizan para mejorar la producción de leguminosas, cereales, hortalizas y frutales con una demanda creciente y abarcando a muchos más cultivos. Además, tratan de poseer otras actividades funcionales como la promoción del crecimiento vegetal (Morocho y Leiva, 2019).

- Actinomicetes

Bacterias con cierta similitud con los hongos. Muchos actinomicetos son de vida libre, particularmente en el suelo. Se destacan por su papel principal en la solubilización de la pared celular o componentes de las plantas, hongos e insectos. Por ello tienen gran importancia en el compostaje y en la formación de suelos. Varias especies, principalmente las del género *Streptomyces* (*Streptomyces albus* y *Streptomyces griseus*) producen varios antibióticos, son excelentes agentes de control biológico debido a su producción de compuestos antifúngicos que inhiben el crecimiento de micelios de algunos hongos patógenos (Morocho y Leiva, 2019).

- Bacterias ácido lácticas (BAL) (*Lactobacillus*)

Producen ácido láctico como el principal producto de la fermentación de carbohidratos. Pues este compuesto es considerado con un desinfectante que suprime microorganismos dañinos (Rojas, 2014). Además, toleran pH tan bajos como 3.2; como a valores tan altos como 9.6; y la mayoría crece a pH entre 4 y 4.5. (Morocho y Leiva, 2019). También pueden tener propiedades que suprimen algunos patógenos de la planta, como la bacteria *Fusarium* (Rojas, 2014).

- Levaduras

Grupos microbianos capaces de utilizar diversas fuentes de carbono (glucosa, sacarosa, fructosa, galactosa, maltosa, suero hidrolizado y alcohol) y de energía. Varias especies del género *Saccharomyces* son parte importante de esta comunidad, sobresaliendo las especies *Saccharomyces cerevisiae* y *Candida utilis*. Las levaduras sintetizan sustancias antimicrobianas a partir de azúcares y de aminoácidos secretados por bacterias fotosintéticas, además de producir hormonas y enzimas. Estos microorganismos producen etanol que en elevadas concentraciones puede tener acción antifúngica como parte de su metabolismo fermentativo (Morocho y Leiva, 2019).

- Hongos fermentadores

Estos hongos contribuyen con los procesos de mineralización del carbono orgánico del suelo. Una gran cantidad de ellos son antagónicos de especies patógenas. Además de poseer capacidades de reproducirse tanto sexual (bajo condiciones desfavorables por medio de esporas) como asexualmente, donde esta permite multiplicarse de forma rápida

bajo condiciones favorables (sustratos ácidos y ricos en carbono) (Araya, 2010). Dentro de este grupo de hongos encontramos a las siguientes especies: *Aspergillus oryzae* (Ahlburg) Cohn, *Penicillium sp.*, estas especies consideradas como excelentes degradadores de lignina y celulosa. Las especies de *Trichoderma sp.* las cuales son capaces de sobrevivir en suelos con diferentes cantidades de materia orgánica (Morocho y Leiva, 2019).

Muchos de los microorganismos encontrado en el biol favorecen el enraizamiento por la capacidad de algunos, de producir cambios en el balance fitohormonal principalmente en la producción de ácido indol acético, de la habilidad para solubilizar minerales del suelo como los fosfatos haciendo que sean más disponibles. Otros tienen efecto sobre el incremento de biomasa donde algunas bacterias pueden promover el crecimiento vegetal y con ello la calidad de biomasa, además de efecto sobre la germinación de semillas para incrementar la tasa de emergencia de las semillas y minimizar las enfermedades transmitidas por el suelo (Morocho y Leiva, 2019).

La población de microorganismos depende de sus fuentes de alimentación, por lo que no están distribuidas uniformemente a través del suelo, ni presentes en todo momento. Cada especie coexiste donde existe un suministro suficiente de alimentos, espacios, nutrientes y humedad y no todos los organismos presentan actividad al mismo tiempo (Delgado,2019).

2.7.1.5 Ventajas

De acuerdo con Mamani et al., (2012), las ventajas de un biol son:

- Es un abono orgánico que no contamina suelo, agua, aire ni los productos obtenidos de las plantas. Es de bajo costo, se produce en la misma parcela y emplea los recursos locales.
- Se logra incrementar hasta 30% en la producción de los cultivos sin emplear fertilizantes químicos.
- La elaboración del biol se puede realizar en cualquier terreno donde se almacenan los residuos agrícolas. Desde el nivel del mar hasta los 3,600 msnm o más

dependiendo de las condiciones de frío extremo que retarda o impide la fermentación (Mosquera, 2010).

- Promueve las actividades fisiológicas y estimula el crecimiento y desarrollo de la planta.
- Mejora el vigor del cultivo, lo cual ayuda a soportar con mayor eficacia el ataque de plagas y enfermedades.
- No existe una receta única para su elaboración, los ingredientes pueden variar.
- Su preparación y preservación es fácil.
- No afecta a la salud humana si se está en contacto con este producto.

2.7.1.6 Desventajas

Las desventajas que presenta un biol son:

- El tiempo de elaboración puede ser larga dependiendo de la temperatura ambiental y de los elementos utilizados, por lo que dificultaría la aplicación oportuna (Instituto Nacional de Investigación Agraria, 2008).
- Al momento de la descomposición presenta un olor desagradable, lo que dificulta al personal que lo está preparando (Mamani et al., 2012).

2.8 Agricultura convencional

La agricultura convencional es de tipo productivista, muy consolidados, aunque tienen el inconveniente de que presentan una gran dependencia de uso de agroquímicos y no garantiza en muchos casos, la conservación de los recursos naturales. Aunque es indiscutible el éxito de esta agricultura en el combate de la hambruna. (Martínez, 2012). Dentro de este sistema convencional, en la actualidad los fertilizantes químicos, son

aplicados en dosis mucho mayores para aumentar el rendimiento por lo que el consumo de estos químicos se incrementa cada año de acuerdo con la FAO (Tabla 4).

Tabla 4

Consumo de N, P, K a nivel mundial en el año 2016, 2017 y 2018

Año	Toneladas			
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Total
2016	107943737.23	45088092.62	35883645.97	188915475,8
2017	109905248.43	42984054.31	38285632.08	191174934,8
2018	108657995.07	40647923.98	38854034.79	188159953,8

Fuente: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, 2020).

Los fertilizantes químicos permiten remplazar a las prácticas de fertilización más laboriosas (tales como la aplicación de estiércol y la rotación de cultivos) por un simple compuesto químico. (Rosset, 2013). En este sistema la presencia de maquinaria agrícola es de vital importancia, aunque, es más difícil la recuperación del suelo por la remoción de la capa arable, entonces los agricultores cada vez más se ven obligados a utilizar fertilizantes químicos para paliar la ausencia de nutrientes naturales, y plaguicidas para controlar las plagas que aparecen en el proceso de siembra. La agricultura convencional ha ganado la batalla hasta el momento, demostrando su capacidad de producción y rentabilidad, pero a un costo extremadamente peligroso para la continuidad de la vida sobre la tierra (Ortega, 2009).

De acuerdo con el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC), en el Ecuador el consumo de fertilizantes químicos es mucho mayor que el consumo de insumos orgánicos (Tabla 5) y cada vez más va en aumento.

Tabla 5

Porcentaje de la superficie donde se aplicó Fertilizantes y Plaguicidas (Orgánicos y Químicos)

Consumo	Cultivos permanentes			Cultivos transitorios		
	2014	2015	2016	2014	2015	2016
Uso de insumos orgánicos	2.67%	2.20%	2.04%	3.90%	3.97%	2.66%

No usan ningún tipo de insumos	34.10%	37.50%	35.35%	14.25%	13.46%	10.67%
Uso de insumos orgánicos + químico	15.16%	10.60%	10.58%	8.36%	8.03%	8.43%
Uso de insumos químicos	48.08%	49.70%	50.03%	73.49%	74.54%	78.24%

Fuente: Instituto Nacional de Estadística y Censos (2017).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Caracterización del área de estudio

La investigación se llevó a cabo en la Finca Florícola “Flor de Azama S.A” ubicada en la parroquia Quiroga, del cantón Cotacachi en la provincia de Imbabura (Figura 1).

3.1.1 Ubicación política y geográfica

En la Tabla 6 se identifica la ubicación política y geográfica del área de estudio del experimento.

Tabla 6

Ubicación política y geográfica del área de estudio

Provincia	Imbabura
Cantón	Cotacachi
Parroquia	Quiroga
Sector	Azama
Altitud*	2559 m.s.n.m.
Latitud*	0° 13' 43'' N
Longitud*	78° 15' 49'' O

***Fuente:** Galindo (2013).

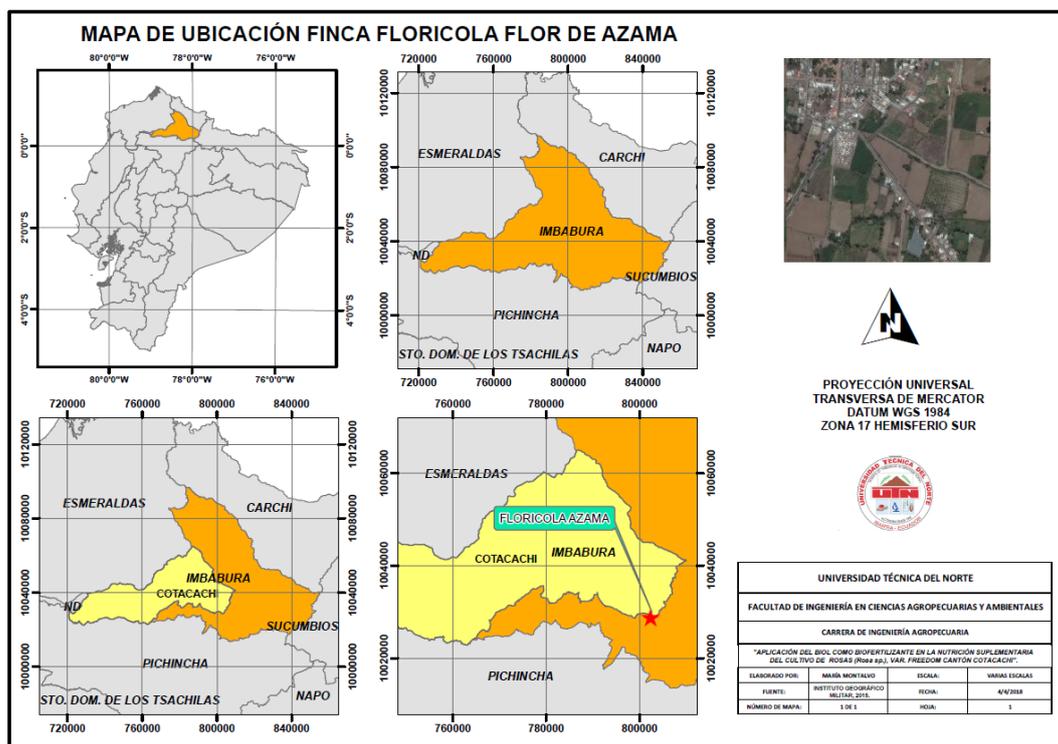


Figura 1. Ubicación del área de estudio.

3.1.2 Características edafoclimáticas

Las características edafoclimáticas del área de estudio del experimento se mencionan en la Tabla 7.

Tabla 7

Características edafoclimáticas del área de estudio

Factor	Parámetros
Temperatura	14 – 22 °C
Humedad relativa	65 – 85%
pH	7 – 8
Suelo	Arenosos
Precipitación	500 - 1000 mm/año

Fuente: Gobierno Autónomo Descentralizado del cantón Cotacachi (2014).

3.2 Materiales, equipos, insumos y reactivos

En la Tabla 8 se describen los materiales, equipos, insumos y herramientas utilizadas en la presente investigación.

Tabla 8

Materiales, equipos, insumos y herramientas

Materiales	Insumos	Equipos	Herramientas
Libreta de campo	Biol	Computadora	Tijera de podar
Etiquetas	Fertilizante	Cámara fotográfica	Barreno tubular
Piola		Flexómetro	Pala
Bolsas de papel		Medidor de contenido de clorofila CCM-200	Cinta métrica
Fundas de plástico		Conductímetro	
Rótulos de identificación		pH-metro	

3.3 Métodos

3.3.1 Factor en estudio

Abono orgánico líquido (biol).

Los niveles evaluados se mencionan en la Tabla 9.

Tabla 9

Descripción de los niveles en estudio.

N° de Niveles	Descripción	Abreviatura
Nivel 1	100% Fertilización química de la finca por semana + 1.5% de N extra en forma de biol	N1
Nivel 2	100% Fertilización químicos de la finca por semana + 3% de N extra en forma de biol	N2
Nivel 3	100% Fertilizante químico de la finca	N3

La cantidad de biol aplicada por niveles se detalla en la Tabla 10 de acuerdo con los cálculos detallados en el Anexo 1.

Tabla 10

Detalles de la cantidad de biol aplicados por niveles

Niveles	Porcentaje	Litros/cama
Nivel 1	1.5% de N del biol	6.6 (drench y foliar)
Nivel 2	3% de N del biol	13.3 (drench y foliar)

La cantidad de biol que se aplicó, tuvo como referencia, el resultado del contenido de N de un biol de un preensayo, donde se obtuvo 366 mg de N/litro (Anexo 2) y de los requerimientos establecidos en la finca (Anexo 3). Resultando en una aplicación de 6.6 litros de biol (1.5% N) por cama (Anexo 1) en el nivel 1, del cual 5.45 litros de biol fueron destinados al suelo (vía drench), resultando en una solución de biol al 27.3% (V/V) y el restante que es 1.2 litros de biol destinados al área foliar, que corresponde a una solución al 6% (V/V). Mientras que en el nivel 2 de 13.3 litros de biol (3.0% N) por cama, 12.1 litros de biol son aplicaciones al suelo que se traduce en una solución de biol al 60.65% (V/V) y 1.2 litros de biol que fueron destinados al área foliar, que corresponde a una solución al 6% (V/V) esto al igual que el nivel 1.

3.3.3 Diseño experimental

Se utilizó un Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA), con tres niveles y tres repeticiones (Figura 2).

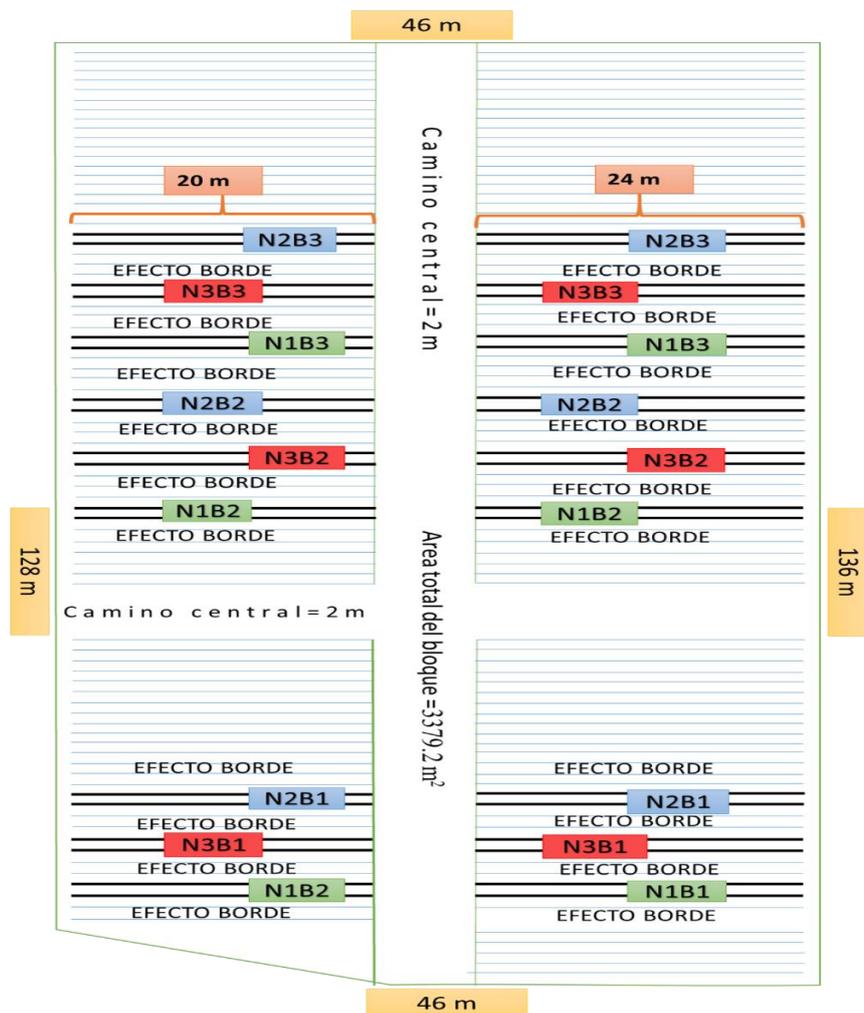


Figura 2. Esquema del diseño experimental del estudio.

3.3.4 Características del área del experimento

El área del experimento fue conformada de la siguiente manera, como se describe a continuación.

Tabla 11

Características del área del experimento

Variables	Total
Niveles	3
Repeticiones	3
Número de unidades experimentales	9
Área total del ensayo	2 112 m ²

3.3.5 Características de la unidad experimental

Las características de la unidad experimental se describen a continuación.

Tabla 12

Características de la unidad experimental

Datos	Medidas
Largo de la cama	44 m
Ancho de la cama	1 m
Área total de la cama	44 m ²
Área neta de la cama	40 m ²
Distancia entre planta	0.20 m
Distancia entre cama	0.60 m
Número de plantas por unidad experimental	684
Número de plantas por parcela neta	143
Distancia entre camas	4.80 m
Distancia entre bloques	6.40 m
Área total del ensayo	2 112 m ²

3.3.5 Análisis estadístico

Se realizó un análisis de varianza (ADEVA) de acuerdo con la Tabla 13.

Tabla 13

Análisis de varianza (ADEVA) de un Diseño de Bloques Completos al Azar

Fuentes de variación		Grados de libertad (GL)
Total	(txR)-1	8
Niveles	(t-1)	2
Bloques	(R-1)	2
E. exp.	(t-1) (R-1)	4

En los casos en que se encontraron diferencias estadísticas significativas para los niveles, se utilizó la prueba de Fisher al 5%.

3.4 Variables evaluadas

3.4.1. Concentración de macronutrientes (%) y micronutrientes (ppm) foliar

Las muestras de tejido foliar de 500 g por repetición fueron enviadas al laboratorio del Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias “INIAP”, donde se realizó un análisis completo de la muestra para determinar el contenido de macro y micronutrientes (N, P, K, Ca, Mg, Fe, Cu, Mn, Zn, S, B, Na, Cl). Los resultados fueron expresados tanto en porcentaje (%) como en partes por millón (ppm) (Anexo 4). Esta actividad se realizó antes de la aplicación del biol y al final de la experimentación.

3.4.2. Concentración de macronutrientes (%) y micronutrientes (ppm) del suelo

Se recogió un kilogramo de muestras del suelo por nivel. Las muestras recolectadas se enviaron al laboratorio del INIAP, para su análisis de macro y micronutrientes (N, P, K, Ca, Mg, Fe, Cu, Mn, Zn, S, B, Na, Cl). Los resultados fueron expresados en porcentaje (%) y en partes por millón (ppm) (Anexo 5). Esto fue realizado antes de la implementación de los niveles y al final del ensayo.

3.4.3. Concentración de microorganismos del suelo

Las muestras recolectadas de un kilogramo por nivel se etiquetaron y se enviaron al laboratorio para los respectivos análisis de microorganismos del suelo. Los resultados se expresaron en unidades formadoras de colonias por gramo (UFC/g) en el caso de la población de bacterias fijadoras de N, solubilizadoras de fosfato, celulolíticas y actinomicetos; mientras que, los resultados de la población de hongos se expresaron en propágulos/g de suelo (Anexo 6).

3.4.4. Contenido de clorofila

Se tomaron datos de 20 plantas por repetición previamente seleccionados de las cuales se escogieron hojas jóvenes totalmente expandidas de cada una de ellas. Esto se efectuó al final del ciclo de la experimentación y fue evaluada con un medidor de contenido de clorofila CCM-200. Los resultados se expresaron en μmol de clorofila por metros cuadrados (m^2) de superficie de hoja.

3.4.5. Materia seca (MS)

Se tomó al azar un tallo floral por cama, desde la formación del último piso de la planta. Se midió el tallo floral cortado, se separó tanto tallos, hojas y botones florales y se colocaron en fundas de papel cada una con las respectivas codificaciones. Se pesó cada muestra, se colocaron en la bandeja y se situó en el horno a una temperatura de 65 °C hasta alcanzar un peso seco constante. El contenido de MS se evaluó en el laboratorio de la Universidad Técnica del Norte. Los resultados se expresaron en gramos (g). Esto se realizó al final de cada ciclo del cultivo.

3.4.6. Rendimiento

Dentro de la parcela neta se contabilizó el número de tallos clasificados, por el diámetro y longitud por metro cuadrado.

3.5 Manejo específico del experimento

El experimento se realizó en un cultivo ya establecido de la variedad Freedom en producción.

3.5.1 Preparación del biol

El biol fue preparado en la finca Florícola “Flor de Azama” del cantón Cotacachi, dos meses antes de la experimentación. De acuerdo con las recomendaciones realizadas por Zagoya, Ocampo, J., Ocampo, I., Macías, y De la Rosa (2015), con algunas variaciones en los insumos usados. Se utilizó contenedores de 200 litros de capacidad, donde se colocó 50 kilogramos de estiércol fresco de bovino, dos kilogramos de melaza, cuatro kilogramos de ceniza, cinco litros de leche de vaca y dos litros de microorganismos de montaña de tres localidades (Peribuela, volcán Imbabura y Urcuqui). Se aforó con agua potable hasta alcanzar el volumen requerido por el tanque y se mezcló la solución. El contenedor fue cerrado herméticamente. Dos meses después se cosechó y se tamizó la preparación para eliminar sólidos restantes. Y por último se recolectó muestras de biol para analizar su contenido de nutrientes y poblaciones de microorganismos para calcular la cantidad de biol a utilizar por cada nivel.

3.5.2 Soluciones de microorganismos nativos del suelo.

Se seleccionaron tres localidades como: Peribuela, volcán Imbabura y Urcuquí (Figura 3) para la recolección de los microorganismos nativos. Como características comunes, estas tres localidades presentaban vegetación nativa y eran remanentes de áreas no afectadas por agricultura.

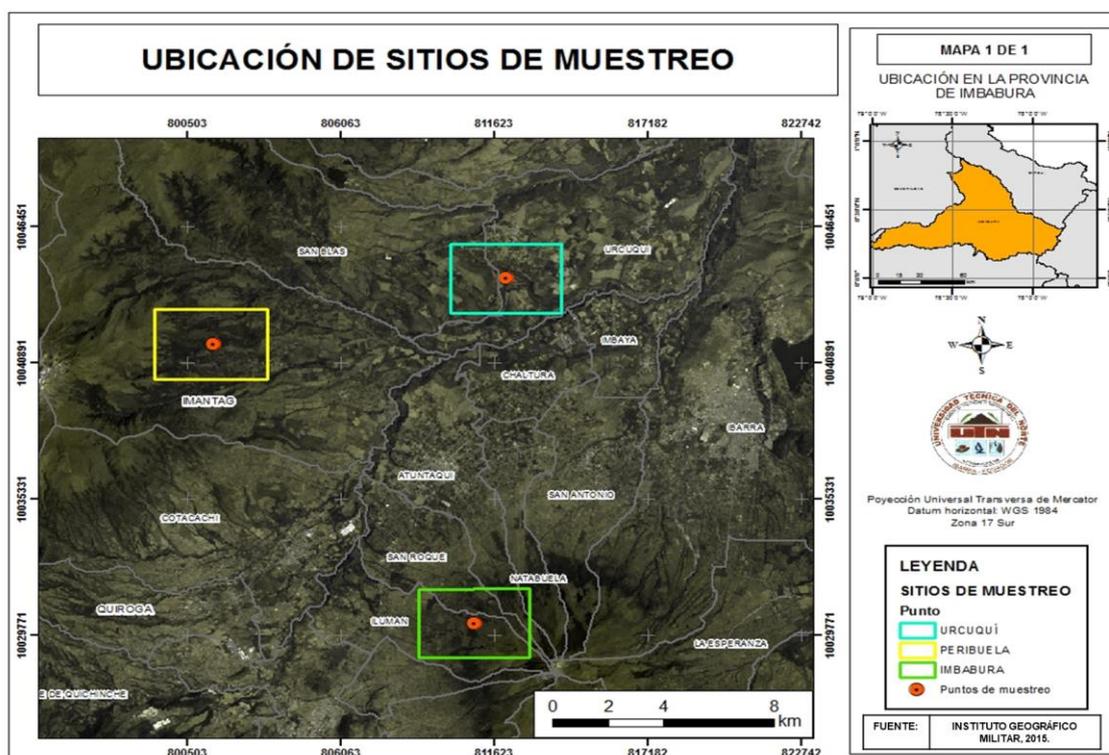


Figura 3. Ubicación de las localidades seleccionadas para la recolección de microorganismos nativos de suelo.

Para la recolección de los microorganismos de montaña se utilizó contenedores plásticos de 500 ml de capacidad. Se llenó un 75% de la capacidad del envase con arroz cocinado, mezclado con ocho centímetros cúbicos de melaza de caña de azúcar y caldo de hueso. La trampa fue cubierta con una media nylon asegurada con una cinta elástica.

Las trampas fueron colocadas a una profundidad de 15 cm cerca de las raíces de la vegetación y cubiertas con el mismo suelo extraído del hoyo. En total 18 trampas por localidad fueron recolectadas para elaborar una solución por localidad.

Después de un mes, el contenido de las trampas fue depositado en un contenedor plástico de 20 litros de capacidad. Una solución de 15 litros de agua hervida y melaza de caña de azúcar que alcanzó una conductividad eléctrica de 2.83 mS/cm y cerrada herméticamente durante un mes. Después de este periodo, las soluciones fueron tamizadas y un litro de cada una de ellas fue añadido al biol durante su elaboración. Las poblaciones de microorganismos de cada solución y el biol fueron analizadas para cuantificar grupos funcionales de microorganismos de acuerdo con las metodologías descritas por Weaver (1994).

3.5.3 Cultivo y delimitación de parcelas

El ensayo se realizó en los invernaderos de la florícola Flor de Azama. La superficie total asignada fue de 2 112 m², con rosas de la variedad Freedom con destino al mercado americano. Desde el inicio de la investigación se dio el mismo manejo técnico a todas las parcelas experimentales, empezando desde el análisis de suelo, fertilización, podas, controles fitosanitarios, cosecha y análisis foliar de acuerdo con las recomendaciones de la florícola.

Se delimitó el área de estudio y los niveles se identificaron con rótulos que se ubicaron en cada cama con las respectivas codificaciones.

3.5.4 Toma de muestra del suelo para el análisis de nutrientes del suelo.

Dentro del bloque establecido para realizar la investigación, se tomó un total de tres muestras de suelo, una por cada nivel. Se realizó en zigzag de tal manera que se tomó dos camas por repetición. Se recolectaron cinco submuestras por cama, tres de un lado y dos del otro lado de las camas asignadas en el recorrido, a una profundidad de 20 a 30 cm. Las submuestras recolectadas de cada cama se mezclaron y se recogió un total de 1 kg de muestra por nivel, que fue colocado en una funda plástica, se recubrió con una funda de papel, se etiquetó y se lo envió al laboratorio de aguas y suelos del INIAP. Esto fue realizado antes de la implementación de los niveles y al final de la experimentación.

3.5.5 Toma de muestras del suelo para análisis de microorganismos.

Se recolectaron diez submuestras de suelo por repetición, recogidas de la mitad de la cama a una profundidad de 20 cm con ayuda del barreno tubular. Las submuestras recolectadas por repetición (1 kg de muestra por nivel) se mezclaron, se etiquetaron y se enviaron al laboratorio para los respectivos análisis de microorganismos del suelo. Esto se realizó antes de la implementación de los niveles y al final de la experimentación. Los resultados se expresaron en unidades formadoras de colonias por gramo (UFC/g) en el caso de la población de bacterias fijadoras de N, solubilizadoras de fosfato, celulolíticas y actinomicetos; mientras que, los resultados de la población de hongos se expresaron en propágulos/g de suelo.

3.5.6 Toma de muestras foliares para análisis de nutrientes en el tejido foliar.

Se recolectaron 500 g de muestras de tejido foliar por repetición, las cuales se tomaron de plantas escogidas al azar, de los tallos florales con botones que mostraron un estado de madurez óptimo (botón cerrado), de hojas que presentan cinco folíolos bien formados. Las muestras recolectadas fueron etiquetadas y enviadas al laboratorio del INIAP, donde se realizó un análisis completo de la muestra para determinar el contenido de macro y micronutrientes (N, P, K, Ca, Mg, Fe, Cu, Mn, Zn, S, B, Na, Cl). Los resultados fueron expresados tanto en porcentaje (%) como en partes por millón (ppm). Esta actividad se realizó antes de la aplicación del biol y al final de la experimentación.

3.5.7 Implementación de niveles.

En cada una de las parcelas de la unidad experimental se realizaron cortes de yemas apicales (pinch) para cada nivel, con la finalidad de que se pierda la dominancia apical, permitiendo el desarrollo de tallos laterales, además de eliminar ciegos y tallos dañados (Yong, 2004).

3.5.8 Labores culturales

- **Fertirrigación.** – Se realizó normalmente a todo el cultivo de rosas, bajo el sistema de goteo automatizado, con un total de 0.82 m³ de solución por cama y por semana, con una frecuencia de dos pulsaciones diarias durante 6 días

consecutivos, de acuerdo con las recomendaciones de la florícola “Flor de Azama”. Los volúmenes de solución nutritiva y las concentraciones de solución nutritiva se detallan en el Anexo 7.

- **Drench.** - Se realizó el riego de 20 litros de agua por cama, una vez por semana de acuerdo con las recomendaciones de la finca, con un total de 500 l/cama durante 25 semanas en toda la fase experimental. Para la aplicación del biol se consideró este volumen y las proporciones de mezcla se mencionaron en los detalles de la cantidad de biol aplicados por niveles en el apartado 3.3.1.
- **Desyeme tallos de producción.** - Se eliminaron los nuevos brotes cuando estos eran pequeños, para así acumular reservas y suprimir el crecimiento de yemas laterales que puedan ocasionar daños físicos al tallo principalmente como cicatrices muy grandes (Cárdenas, 2011).
- **Descabezado.** - Se eliminó el botón floral para evitar la dominancia apical. Esta labor solo se realizaba en caso de que la planta presente defectos de tallo (torcido, delgado, cuello de cisne, longitud menor a la requerida) y permitir que los fotosintetizados lleguen a los botones laterales y lograr un desarrollo rápido y uniforme y, obtener una floración más pareja (Yong, 2004). El descabezado de tallos cortos se realizó únicamente en botones florales en estado de garbanzo.
- **Controles fitosanitarios.** – Se realizaron controles para las principales plagas y enfermedades de acuerdo con los protocolos establecidos por la finca “Flor de Azama” (Anexo 8).

3.5.9 Cosecha y postcosecha

A continuación, se describe los procesos y manejos que se tuvieron con los tallos florales en cosecha y postcosecha en la finca “Flor de Azama” de acuerdo con la demanda del mercado americano.

Se empezó con la cosecha de las rosas de forma manual, con ayuda de las tijeras de podar y guantes. Los tallos ya cosechados se envolvieron en mallas que fueron hidratados y transportados a la sala de postcosecha, donde fueron desinfectados y enviados al área de clasificación, en el que se eliminaron los pétalos y hojas deteriorados de la rosa, posteriormente se clasificaron los tallos de acuerdo con la longitud requerida por el mercado americano (Tabla 14). A continuación, se trasladó al área de manufactura, donde la flor se envolvió cuidadosamente en cantidades de 25 tallos. Una vez realizado el empaquetado de las rosas, pasó al área de corte, donde se dejaron los tallos en las longitudes correspondiente e hidratados nuevamente por un periodo de dos horas. Después de todos esos procesos los bonches fueron almacenados y empacados en cuartos fríos de 2 a 4 °C.

Tabla 14

Clasificación de las rosas según la longitud del tallo

Clasificación	Longitud del tallo (cm)
Calidad primera	70 cm
Calidad segunda	60 cm.
Calidad tercera	50 cm.
Calidad corta o nacional	40 cm.

Fuente: Finca “Flor de Azama” (2017).

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Estas variables fueron evaluadas bajo análisis de varianza a un nivel del 5%. Para las variables que presentaron significancia se empleó la prueba de LSD Fisher (Alfa=0.05).

4.1 Concentración de macro y micronutrientes foliares y del suelo

4.1.1 Macronutrientes

a. Nitrógeno (N)

De acuerdo con los análisis de varianza (Tabla 15) se determinó que existen diferencias significativas entre lecturas ($F=639.44$; $gl=1$; $p=<0.0001$) inicial y final de la concentración de nitrógeno presentando un coeficiente de variación de 2.10%.

Tabla 15

Análisis de varianza de la concentración de N en el tejido foliar del cultivo de rosas tratado con distintos niveles de biol.

F.V.	GL.	F.	Valor p
Nivel	2	0.10	0.9068
Lectura	1	639.44	<0.0001
Nivel x lectura	2	0.22	0.8096

Una vez realizada la prueba de Fisher al 5% (Anexo 9) se comprobó que existe la formación de dos rangos de diferencia al comparar los contenidos de N iniciales y finales, independiente de los niveles de biol. Se observó que la concentración promedio de N al final del experimento fue de 7.83%, mientras que la concentración promedio de N inicial fue de 3.91%, teniendo una diferencia del 3.85%. Además, la concentración de N al final de la investigación sobrepasó a los requeridos por el cultivo de acuerdo con la Figura 4.

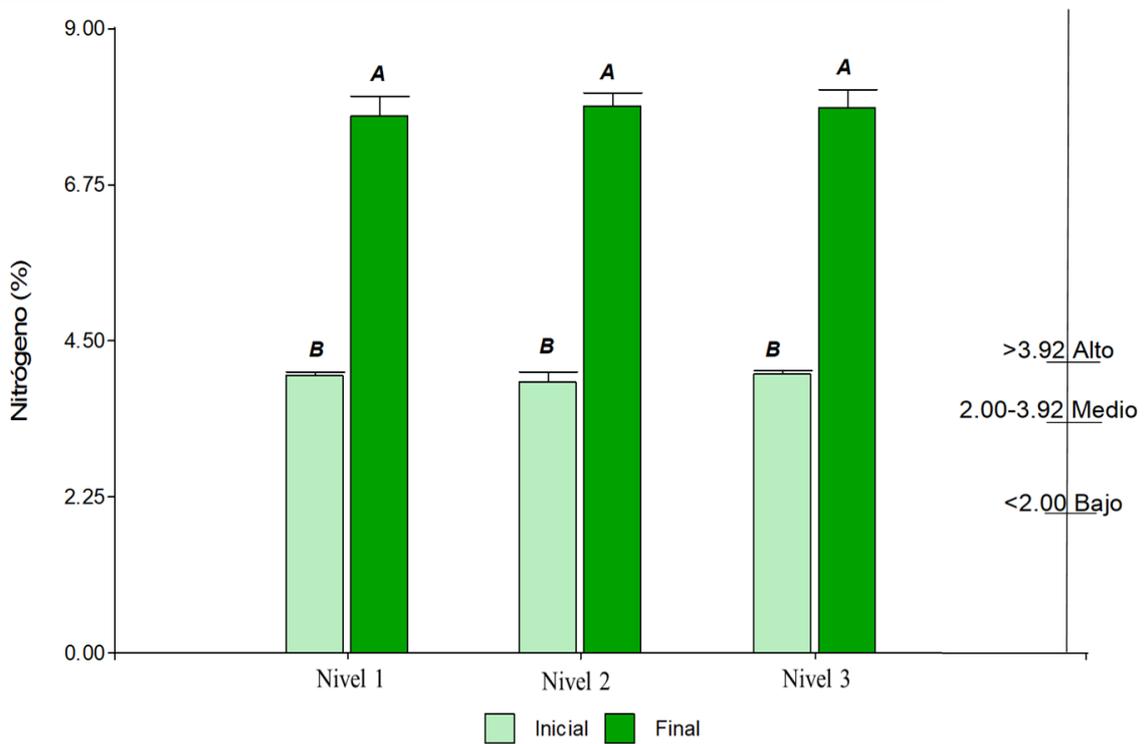


Figura 4. Porcentaje de la concentración de Nitrógeno (N) inicial y final en el tejido foliar por nivel.

El incremento de la concentración de nitrógeno en el tejido foliar se puede deber a que existe un aumento en la concentración de N en el suelo para todos los niveles de biol al final del experimento. Además, se puede observar que, pese a que las concentraciones de N iniciales y finales del suelo variaron para los distintos niveles de biol, la concentración de nutrientes en el tejido foliar fue similar para todos los casos, tanto al inicio, como al final de experimento.

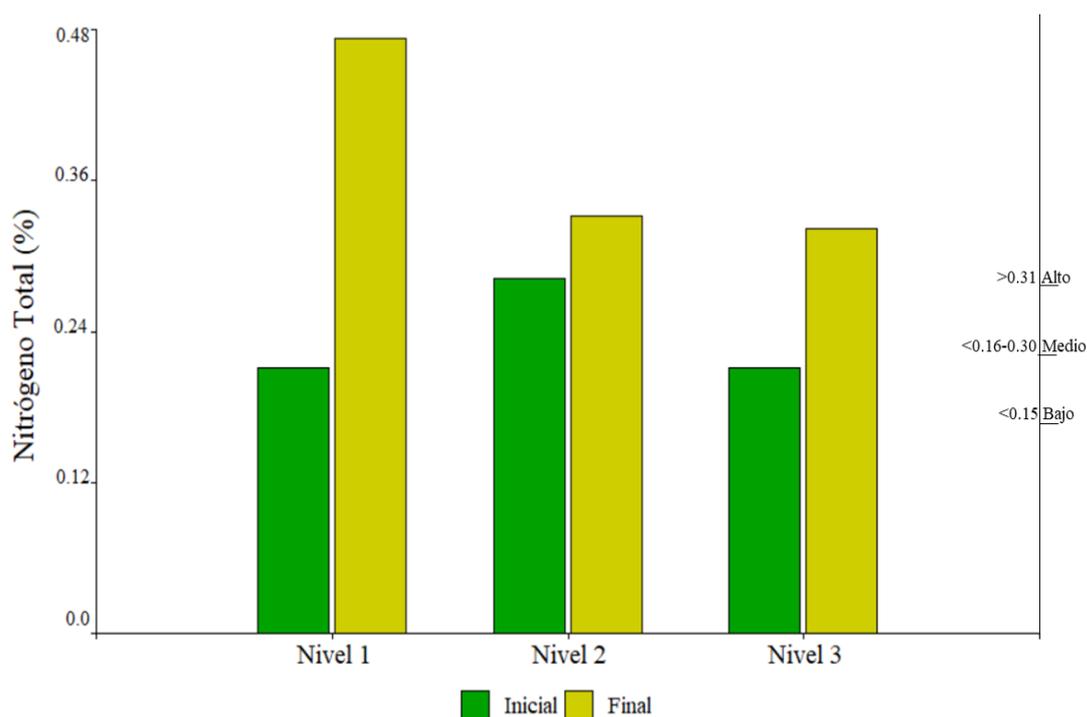


Figura 5. Porcentaje de la concentración de Nitrógeno total (N) inicial y final en el suelo.

El resultado de los análisis del suelo muestra incrementos de N, en los tres niveles, y pese a que el N2 tuvo mayor aporte de este nutriente, se observó que el N1 tiene mayor concentración de N. Este resultado puede ser debido a que en el caso del suelo se tomó una muestra por nivel que provocaría variaciones en el resultado, mientras que para la foliar se tomó muestras por repetición, lo que denotaría mayor exactitud en los resultados obtenido para cada variable y nutriente.

Cabe mencionar que la fertilización de N por parte de la finca en la época de San Valentín fue de 200 ppm, mientras que en Madres hubo una reducción de este elemento a 171 ppm, esto en respuesta a la demanda existente en el mercado de la variedad Freedom en las épocas ya mencionadas, y que, aún con esta reducción, produjo incrementos considerables de N en la parte foliar del cultivo. Esto puede ser debido a que existió un efecto residual de la primera época que resultó en un incrementó de la concentración tanto foliar como del suelo en la etapa final de la investigación o debido a que hubo mayor absorción de N por parte de la planta por encontrarse en el suelo mayor disponibilidad del ella.

Además, de acuerdo con Sonneveld y Voogt (2009), la concentración de nutrientes foliares se encuentra sobrepasando el nivel superior al rango de 3.92% mientras que lo recomendado está entre 2.38 - 3.92%. De la misma manera ocurre en el suelo, donde la concentración de este nutriente se encuentra dentro de los rangos más altos que son mayores a 0.31% de acuerdo con las recomendaciones del INIAP (2009). Por lo que se recomendaría la reducción de estos nutrientes en la aplicación de la fertilización en la finca.

De acuerdo con Rodríguez y Flóres (2004), el incremento de la concentración de N puede limitar la absorción de Ca por parte de la planta. Podría haberse presentado esta situación entre estos dos nutrientes en la presente investigación, donde mostró incrementos considerables de nitrógeno en los tres niveles, pudiendo repercutir en la disminución de Ca en la parte foliar del cultivo de rosas en todos los niveles al final del ensayo.

b. Fósforo (P)

Una vez realizado el análisis de varianza (Tabla 16), se determinó que existen diferencias significativas con la interacción entre nivel y lectura ($F=0.05$; $gl=2$; $p=0.0456$), además de lectura ($F=12.21$; $gl=1$; $p=0.0058$) de la concentración de P en el tejido foliar de la planta, con un coeficiente de variación de 64.95%.

Tabla 16

Análisis de varianza de la concentración de P en el tejido foliar del cultivo de rosas tratado con distintos niveles de biol.

F.V.	GL.	F.	Valor p
Nivel	2	1.22	0.3344
Lectura	1	12.21	0.0058
Nivel x lectura	2	0.05	0.0456

Se observó la formación de tres rangos de diferencia entre lectura inicial y final de la concentración de P (Figura 6), N1, N2 y N3 (inicial) comparten el mismo rango, al igual que N1, N2 y N3 (final) y N2 (final) es diferente a N1 (inicial) y N3 (final) porque no

comparten los mismos rangos (Anexo 10). Demostrando así incrementos de P en la parte foliar de la planta al final de la experimentación con un promedio de 0.46%.

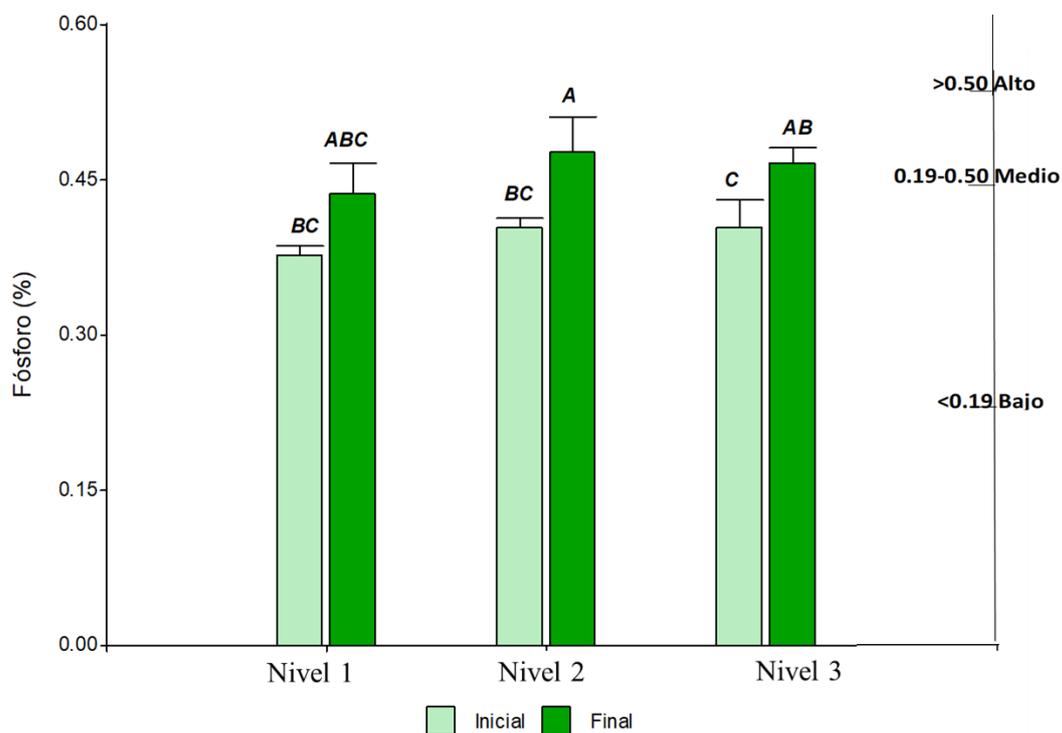


Figura 6. Porcentaje de la concentración de fósforo (P) inicial y final en el tejido foliar por nivel.

De la misma manera que en el N, el P presentó una disminución de este elemento en la fertilización de la finca donde se aplicó 50 ppm en la época de San Valentín y 35 ppm en la época de Madres. Aún con la disminución en la fertilización de la finca en la segunda época, no produjo una disminución de la concentración de P al final de la investigación en la parte foliar, esto puede deberse de igual manera que en el N, a un efecto residual de la primera fertilización por parte de la finca o debido a las altas concentraciones de P encontradas en el suelo que fueron aprovechadas por la planta.

La concentración de P en el suelo (Figura 7) presentó un incremento de 51 ppm en N2, 42 ppm en N3, mientras que N1 presentó una disminución de 3 ppm al final del ensayo, que pudo haber influenciado en la parte foliar, donde se muestra una menor acumulación de P en este nivel en comparación a N3 que aún sin aportes extras de biol, fue superior al nivel ya mencionado. Además de acuerdo con los reportes de los análisis del INIAP tanto

del suelo como foliar se evidenciaron altas concentraciones de este nutriente en los tres niveles, aunque en concentraciones mucho más elevadas en el suelo que fueron mayores a 20 ppm (INIAP, 2009), las que están considerados dentro de los rangos más altos de P.

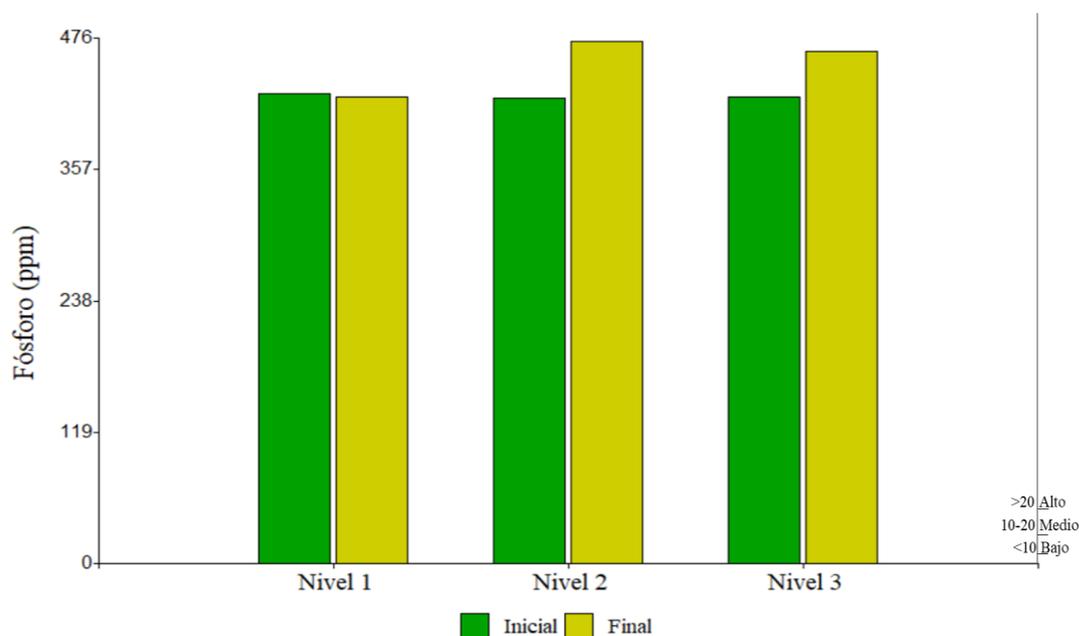


Figura 7. Concentración de fósforo (P) en ppm de la lectura inicial y final en el suelo.

El pH puede ser un factor que determine la concentración de los nutrientes para la planta. pH con tendencia a ser alcalino, como es el caso del N2 de 7.13 ayudan a incrementar la disponibilidad de P para la planta, mientras que pH con tendencia a acidez como es N1 con 6.88 de pH tienden a bajar la disponibilidad del P para la planta (Ibáñez, 2007). Esto podría ser el motivo por el cual la concentración de P en N2 en la parte foliar sea mejor a diferencia de N1, por el pH que cada uno de estos niveles presentan en suelo y de la disponibilidad que cada uno ocasiona, para incrementar o disminuir la concentración de P en la parte foliar.

c. Potasio (K)

De acuerdo con los análisis de varianza (Tabla 17) se determinó que existe diferencias significativas con el factor lectura ($F=5.86$; $gl=1$; $p=0.03620$), con un coeficiente de variación de 35.92%.

Tabla 17

Análisis de varianza de la concentración de K en el tejido foliar del cultivo de rosas tratado con distintos niveles de biol.

F. V	GL.	F.	Valor p
Nivel	2	0.55	0.5952
Lectura	1	5.86	0.0360
Nivel x Lectura	2	0.80	0.4754

Con la prueba de Fisher al 5% (Anexo 11), se muestran dos rangos de diferencia entre la lectura inicial y final de la concentración de K, observando (Figura 8) descensos de este nutriente al final de la experimentación, en el cual se muestra que N1 disminuyó 0.24%, N2 de 0.72% y N3 muestra un descenso de 0.29% de K al final de la experimentación.

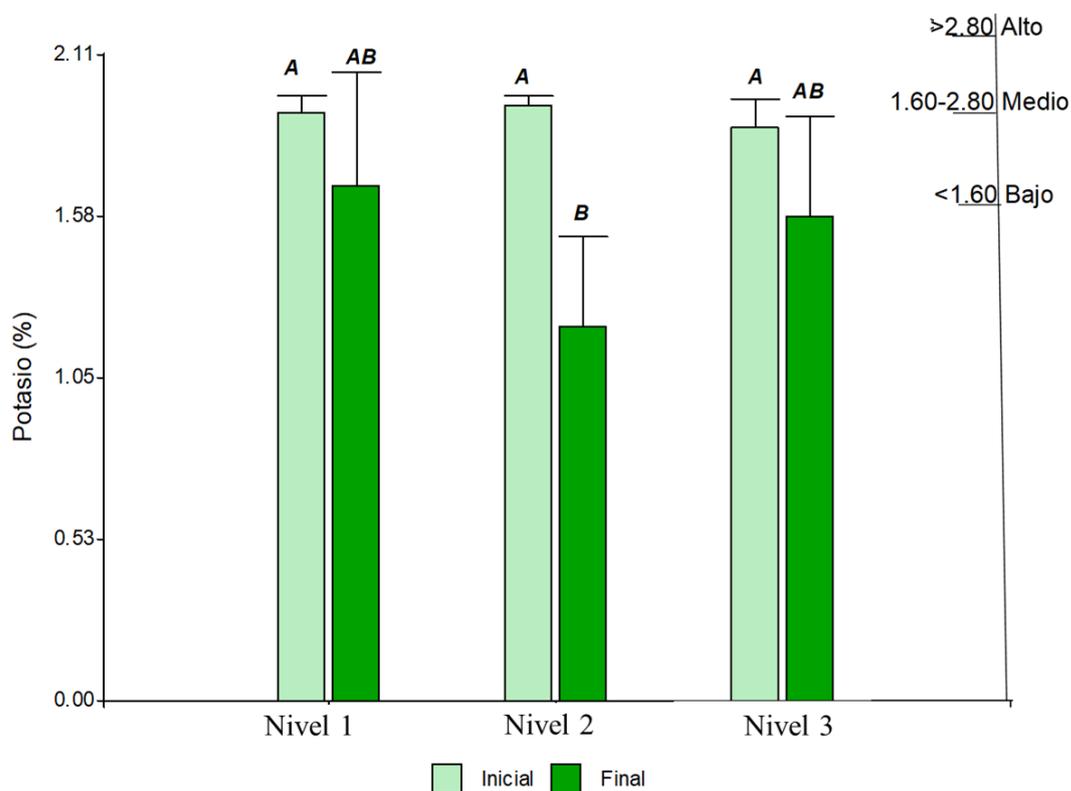


Figura 8. Porcentaje de la concentración de Potasio (K) inicial y final en el tejido foliar por nivel.

La concentración final de potasio en el suelo (Figura 9), en N1 y N3 disminuyó, mientras que en N2 mostró un incremento mínimo de 0.07 ppm con respecto al inicial, lo que no influyó en el tejido foliar del mismo nivel (Figura 8), donde presentó mayor disminución de K en comparación al N1. Además de acuerdo con el INIAP (2009), la concentración

de K en el suelo debería estar entre 0.2 y 0.38 meq/100ml de K que representa un rango normal. Sin embargo, esto no sucede y se puede ver que existen concentraciones muy altas que podrían ser tóxicas para las plantas por lo que no son absorbidas por ellas, pues las plantas absorben solo la cantidad suficiente para sus funciones respectivas.

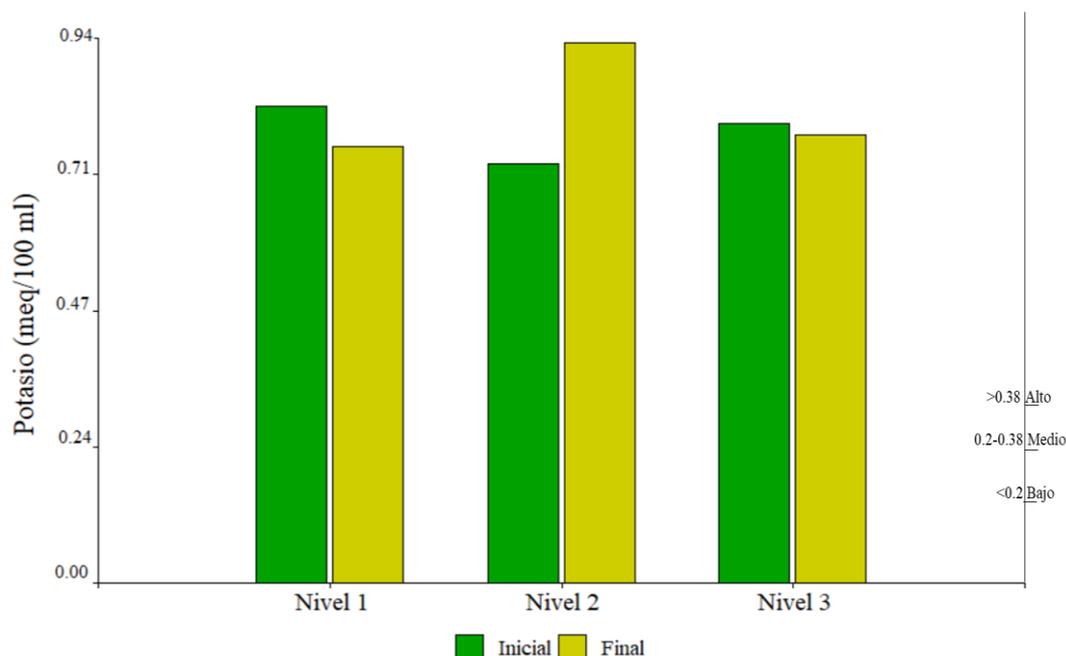


Figura 9. Concentración de Potasio (K) en meq/100ml de la lectura inicial y final en el suelo.

Pérez (1999), menciona que el resultado de una menor concentración de K en el tejido foliar puede deberse a que este nutriente se acumula tempranamente en el periodo de crecimiento y luego translocado a otras partes de la planta. Por lo que en este caso es importante tomar en cuenta, la concentración de K del suelo al inicio de la investigación, que se relacionaría más con la concentración final de K del tejido foliar de la planta por la acumulación temprana que existe de este nutriente dentro de la planta.

Latorre (2011) mencionó que el K, sirve en muchos procesos catalíticos, manteniendo un balance iónico óptimo para que exista una máxima actividad enzimática en la fotosíntesis, respiración, síntesis de clorofila. Por lo tanto, relacionarse con el contenido de clorofila encontrada en cada uno de los niveles, que se relacionaría con las concentraciones de K presentadas en la parte foliar. N1 presentó mayor acumulación de K con 1.68% que pudo haber afectado a tener mayor contenido de clorofila en este nivel con 495.90 μmol de clorofila por m^2 , siguiendo con N3 que tuvo una concentración de 1.58% de K que pudo

haber incidido en presentar la segunda acumulación de clorofila con 476.98 μmol de clorofila por m^2 y por último N2 con 1.22% de K que repercutió en tener la menor concentración de clorofila con 449.17 μmol de clorofila por m^2 .

d. Calcio (Ca)

Una vez realizado el análisis de varianza (Tabla 18) se determinaron diferencias significativas con el factor lectura ($F=36.62$; $gl=1$; $p=0.0001$), con respecto a la concentración inicial y final, con un coeficiente de variación de 47.23%.

Tabla 18

Análisis de varianza de la concentración de Calcio (Ca) en el tejido foliar del cultivo de rosas tratado con distintos niveles de biol.

F.V.	GL.	F.	Valor p
Nivel	2	1.33	0.3607
Lectura	1	36.62	0.0001
Nivel x Lectura	2	0.67	0.5354

El Ca, de acuerdo con la prueba de Fisher al 5% (Anexo 12), muestra tres rangos de significancia entre la lectura inicial y final independientemente de los niveles. N1, N2 y N3 (inicial) comparten el mismo rango, N1(inicial) es igual a N2 (final) y N1, N2 y N3 (final) comparten el mismo rango, observándose así descensos en la concentración del tejido foliar al final de la experimentación. Sin embargo, si tomáramos en cuenta solo la lectura final se puede observar que N2 presentó mayor concentración de Ca con 1.25%, siguiendo N3 con 1.11% y N1 con 1.10%.

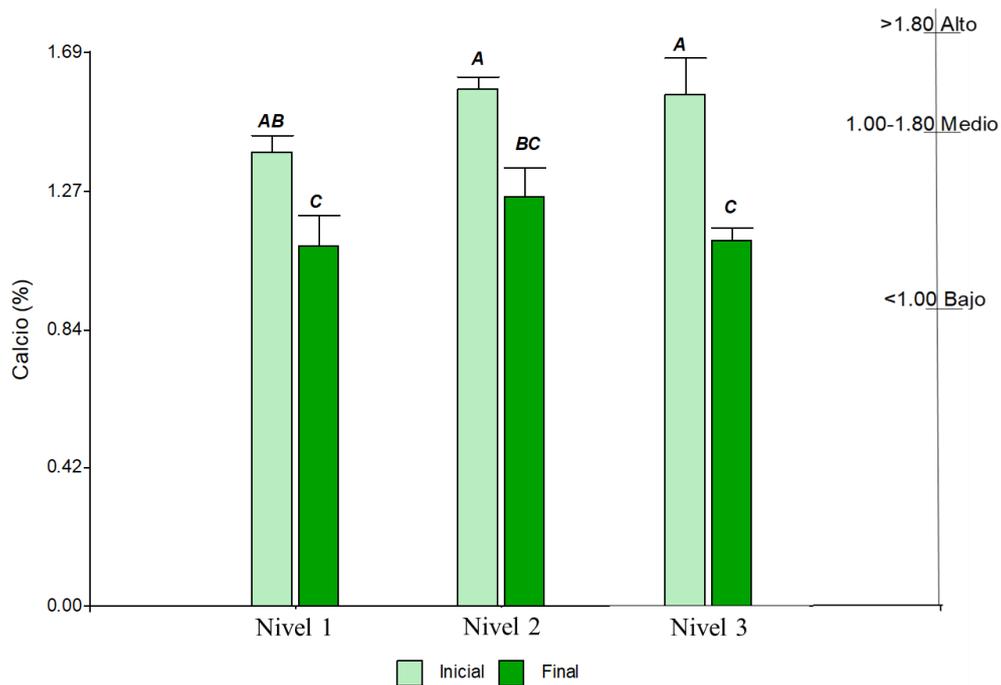


Figura 10. Porcentaje de la concentración de Calcio (Ca) inicial y final en el tejido foliar por nivel.

La concentración de Ca en el tejido foliar disminuyó en los tres niveles. Por el contrario, en el suelo (Figura 11), se muestra aumentos de este nutriente. En N1 hubo incrementos de 8.6 a 17.3 meq/100ml, en N2 de 8.5 a 22.1 meq/100ml y por último N3 de 7.9 a 19 meq/100ml. Estas concentraciones de Ca se encuentran dentro de los niveles más altos que son mayor a 50 meq/100ml de acuerdo con el INIAP (2009).

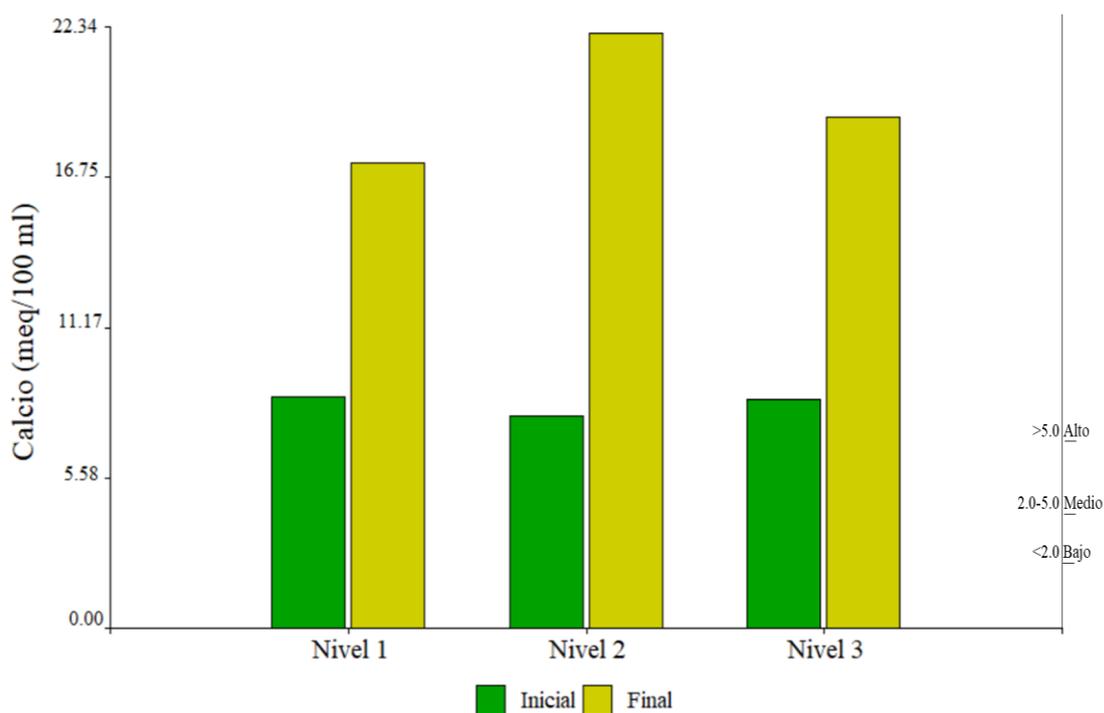


Figura 11. Concentración de Calcio (Ca) en meq/100 ml de la lectura inicial y final en el suelo.

De acuerdo a Martínez, López, Basurto, Pérez (2011), el aumento de la salinidad o conductividad eléctrica (C.E) del suelo, puede provocar un descenso en la concentración de Ca, tanto en el suelo como foliar, de manera que podría ser posible que gracias al incremento de la C.E de 1.75 a 1.82 en el N1, de 1.24 a 2.16 en el N2 y de 1.40 a 1.56 dS/m en el N3, se haya producido una disminución en la concentración de este nutriente en el segundo ciclo del cultivo en la parte foliar del cultivo de rosas.

Lanchimba (2013), menciona que una alta concentración de Ca afecta la disponibilidad de Fe para la planta y viceversa, ocasionando competencias entre estos nutrientes. Por esto al encontrarse mayor concentración de Fe en el suelo al final de la experimentación influiría en una menor disponibilidad de Ca al final del ensayo.

e. Magnesio (Mg)

Una vez realizado el análisis de varianza (Tabla 19) se determinaron diferencias significativas con el factor lectura ($F=282.33$; $gl=1$; $p=0.0001$) entre la concentración inicial y final de Mg, con un coeficiente de variación de 20.75%.

Tabla 19

Análisis de varianza de la concentración de Magnesio (Mg) en el tejido foliar del cultivo de rosas tratado con distintos niveles de biol.

F.V.	GL.	F.	Valor p
Nivel	2	1.23	0.3340
Lectura	1	282.33	<0.0001
Nivel x Lectura	2	2.51	0.1306

Los resultados de la prueba de Fisher al 5% (Anexo 13) determinaron tres rangos de diferencia entre lectura inicial y final de Mg independiente de los niveles. N2 (inicial) y N3 (inicial) comparten el mismo rango al igual que N1 (inicial) es igual que N2 (inicial) y N1, N2 y N3 (final) comparten el mismo rango por lo que no se consideran diferentes. Demostrando así una disminución de Mg en el tejido foliar al final de la investigación en los tres niveles. Las disminuciones experimentadas no se traducen en una deficiencia de este nutriente, pues estas concentraciones estarías dentro de los rangos considerados normales de 0.19 a 0.39% de Mg (Figura 12).

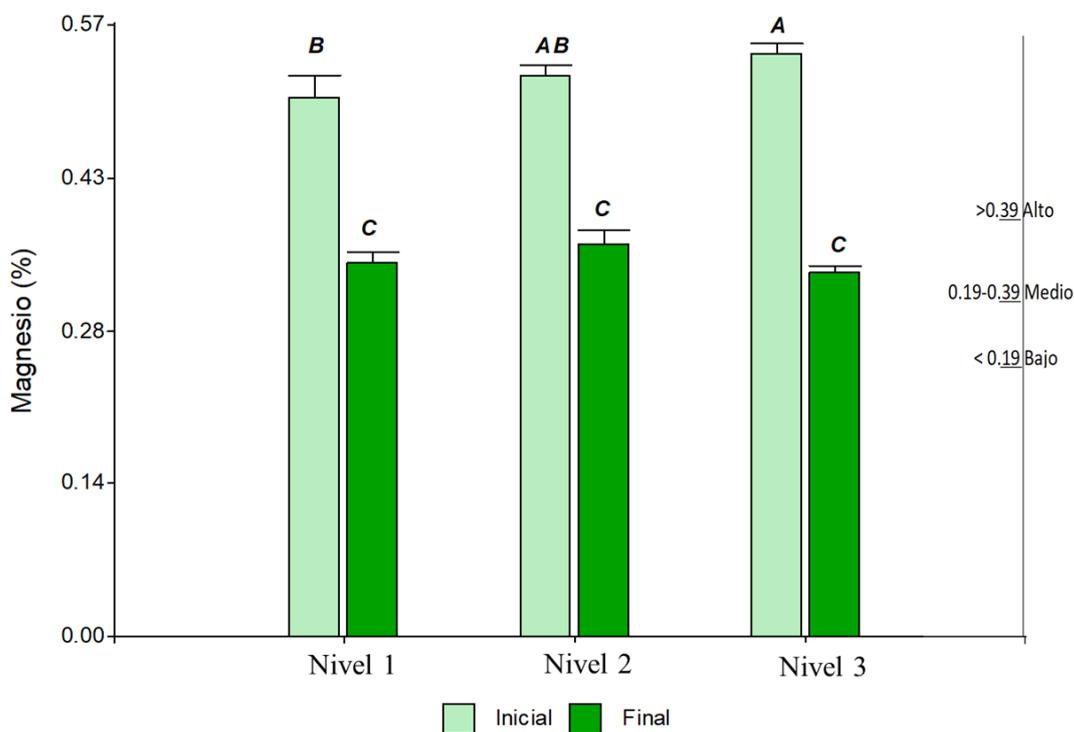


Figura 12. Porcentaje de la concentración de Magnesio (Mg) inicial y final en el tejido foliar por nivel.

En la Figura 12, se puede observar que N3 quien al inicio de la investigación tuvo mayor contenido de Mg, fue quien redujo en mayor proporción con 0.20%, siguiéndole N2 que disminuyó 0.16% y N1 con una disminución de 0.16%. Pudiendo estos resultados atribuirse a los presentados en el suelo, donde la concentración de Mg (Figura 13) disminuyó al final de la investigación, con una ligera diferencia entre niveles, donde N1 redujo 2.6 meq/100ml, N2 con 0.9 meq/100ml y N3 con 2.30 meq/100ml. Esto se podría reflejar en la concentración de este nutriente en el tejido foliar (Figura 12) que presentó las mismas condiciones de disminución.

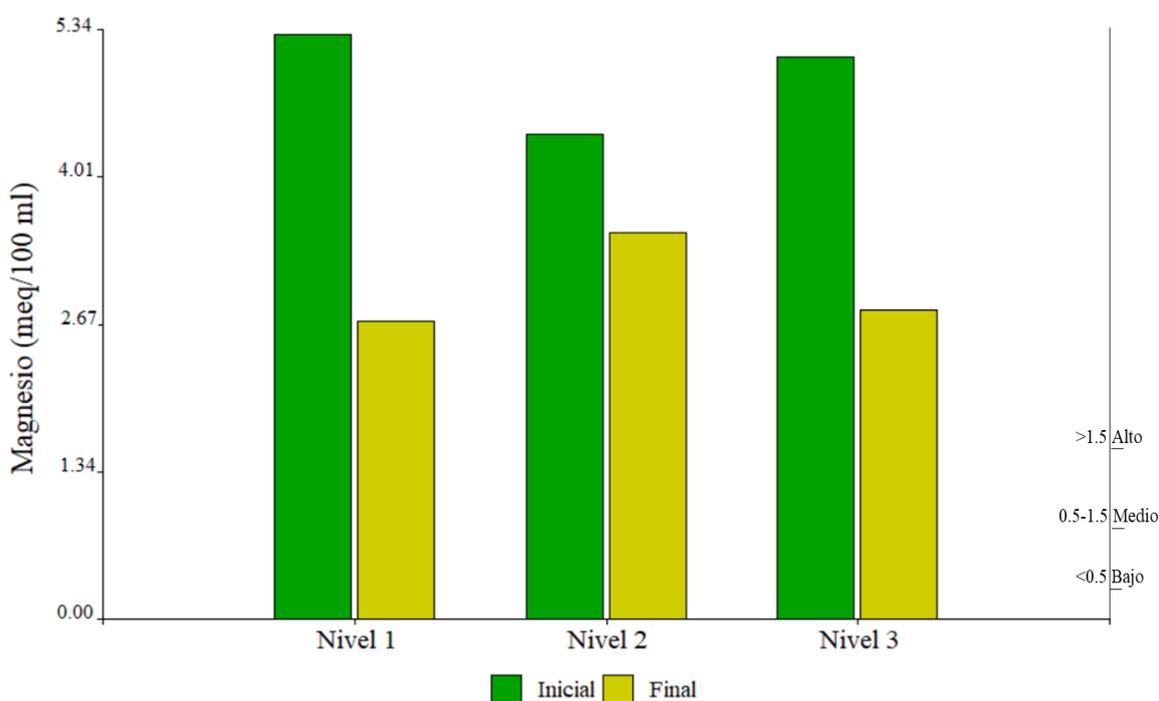


Figura 13. Concentración de Magnesio (Mg) en meq/100ml de la lectura inicial y final en el suelo.

Cakmak y Yazici (2010), manifiestan que el Mg está directamente relacionado como componente básico de la clorofila en consecuencia, varios procesos fisiológicos y bioquímicos críticos para la planta se alteran cuando existe deficiencia de Mg en la parte foliar, afectando el crecimiento y el rendimiento de la planta. Pero dentro de esta investigación la disminución de Mg no afectó el rendimiento del cultivo, ni el contenido de clorofila del área foliar pues las concentraciones encontradas en estos órganos estaban dentro de los considerados óptimos para este cultivo. Además, con respecto al suelo, los resultados de los análisis muestran niveles demasiado altos (>1.5 meq/100ml) de acuerdo con el INIAP (2009) para este nutriente.

f. Azufre (S)

Una vez realizado el análisis de varianza (Tabla 20) se determinó que no existen diferencias significativas en el factor nivel ($F=3.30$; $gl=2$; $p=0.0794$), además del factor lectura ($F=0.29$; $gl=1$; $p=0.5992$) y de la interacción entre nivel y lectura ($F=0.32$; $gl=2$; $p=0.7339$) con respecto a la concentración inicial y final de S del tejido foliar del cultivo de rosas, con un coeficiente de variación de 42.26%.

Tabla 20

Análisis de varianza de la concentración de Azufre (S) en el tejido foliar del cultivo de rosas tratado con distintos niveles de biol.

F.V.	GL.	F.	Valor p
Nivel	2	3.30	0.0794
Lectura	1	0.29	0.5992
Nivel x Lectura	2	0.32	0.7339

Con los resultados de la prueba de Fisher al 5% (Anexo 14), no se observan diferencias en ninguno de los factores. Además, de acuerdo con las recomendaciones de la concentración de S para el cultivo de rosa, está dentro de los rangos recomendados entre 0.22 y 0.32% en los tres niveles tanto al inicio como al final de la experimentación. Estas concentraciones del tejido foliar no se relacionan a lo sucedido en el suelo donde se observa incrementos significativos de este nutriente (Figura 14).

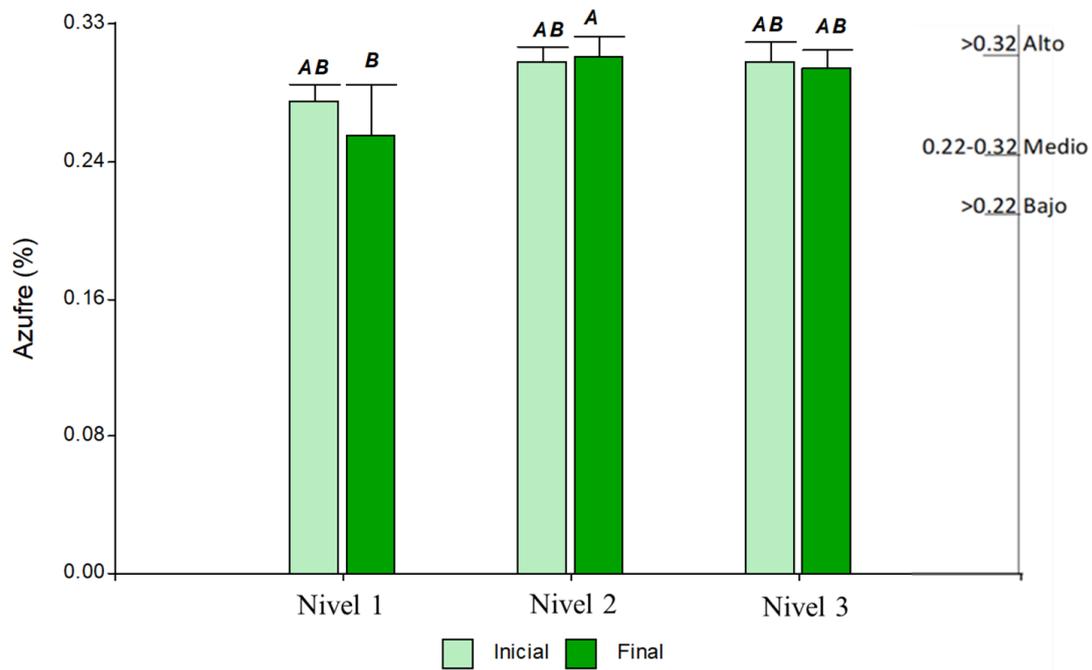


Figura 14. Porcentaje de la concentración de Azufre (S) inicial y final en el tejido foliar por nivel.

La concentración de S en el suelo (Figura 15) incrementó en los tres niveles al final de la investigación, esto pudo deberse a que la dosis de este nutriente aumentó de 98.6 a 124.6 ppm por parte de la finca. El N2 presentó mayor acumulación de S en el suelo con 185 ppm, siguiéndole a esta N1 con 115 ppm, esto pudiendo ser en respuesta a la aplicación de biol, y por último N3 con 88 ppm de S. Aún con estos incrementos de la concentración de S en el suelo no se produce el mismo efecto en la parte foliar de la planta, pues esto pudo deberse a que en la parte foliar del cultivo, la concentración de S se encontraba dentro de los rangos más alta recomendados, por lo que la planta no pudo absorber más de este nutriente puesto que estaba saturado de la misma.

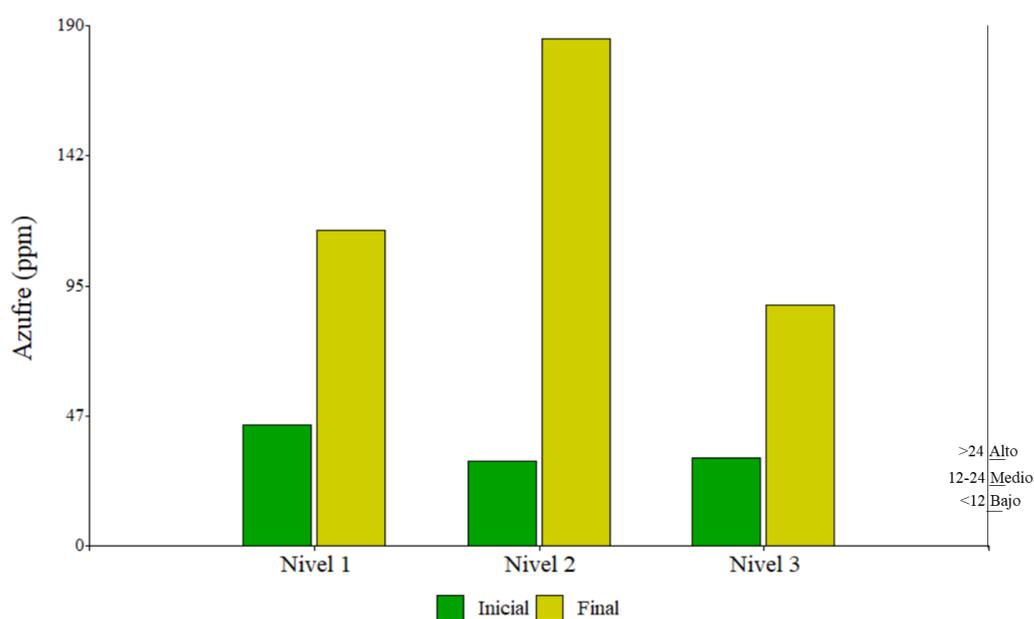


Figura 15. Cambios de la concentración de Azufre (S) inicial y final en el suelo.

La acumulación de S en el suelo se encuentra dentro de los rangos más altos, mayor a 24 ppm, esto de acuerdo con el INIAP (2009). Estas concentraciones tan altas presentadas en el suelo podrían haber excedido la demanda que existe en la parte foliar, por tal motivo varios procesos actúan para evitar dicho exceso (Shaviv y Mikkelsen, 1993).

Además de acuerdo con Benavides (1998), existe una estrecha relación entre las cantidades de nitrógeno y azufre, pues el N y el S incrementan de forma proporcional. Dentro de esta investigación se evidenció incrementos de la concentración de N, que pudo haber ayudado a una mayor acumulación de S en la parte edáfica del cultivo de rosas.

4.1.2 Micronutrientes

a. Hierro (Fe)

Una vez realizado el análisis de varianza (Tabla 21) se determinó que no existen diferencias significativas entre nivel ($F=1.52$; $gl=2$; $p=0.2652$), entre lecturas ($F=2.94$; $gl=1$; $p=0.1173$) y con la interacción entre nivel y lectura ($F=0.75$; $gl=2$; $p=0.4981$) con

respecto a la concentración de Fe en el tejido foliar tanto inicial y final, con un coeficiente de variación de 24.26%.

Tabla 21

Análisis de varianza de la concentración de Hierro (Fe) en el tejido foliar del cultivo de rosas tratado con distintos niveles de biol.

F.V.	GL.	F.	Valor p
Nivel	2	1.52	0.2652
Lectura	1	2.94	0.1173
Nivel x Lectura	2	0.75	0.4981

El resultado de la prueba de Fisher al 5% no mostró rangos de diferencia (Anexo 16) entre la lectura inicial y final de la concentración de Fe en el tejido foliar de los tres niveles, pero visualmente (Figura 16) se muestra incrementos al final de la investigación, además de ello se observó mayor incrementó de este nutriente en N2 en cantidades considerables de 26.50 ppm en comparación al N1 que incrementó 1.40 ppm al final de la experimentación y el N3 con 15.27%.

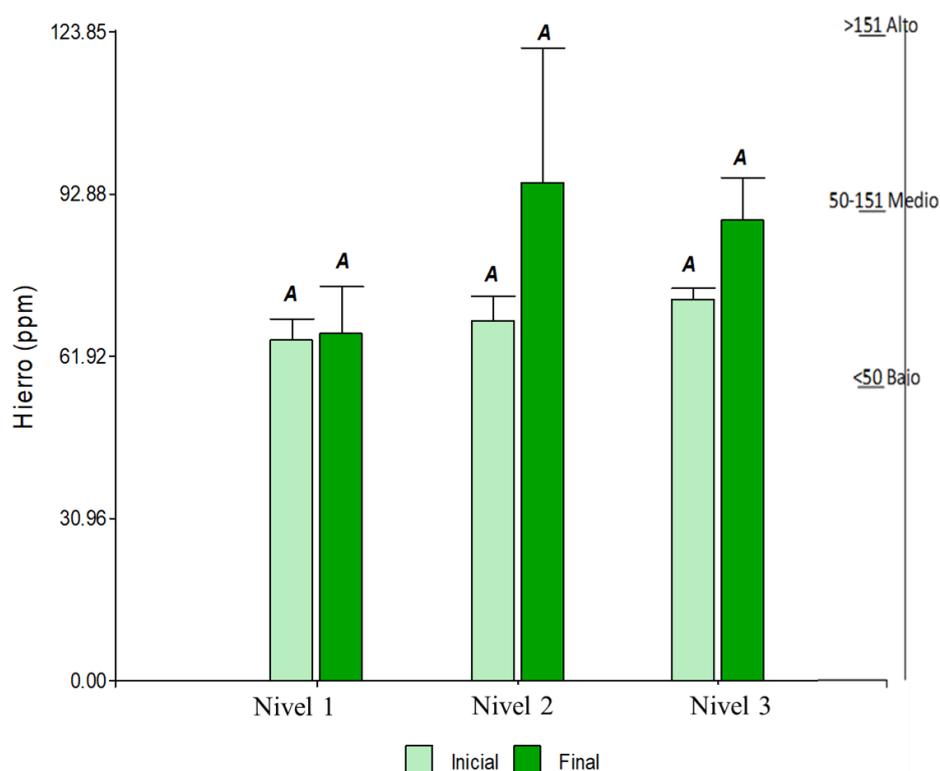


Figura 16. Porcentaje de la concentración de Hierro (Fe) inicial y final en el tejido foliar por nivel.

La cantidad de Fe en el suelo (Figura 17) incrementó en N1 de 182 a 203 ppm, mientras que disminuyó en N2 de 221 a 215 ppm y N3 de 284 a 282 ppm. Sin embargo, estos valores se encuentran dentro de los rangos más altos que se considera mayor a 40 ppm de acuerdo con el INIAP (2009).

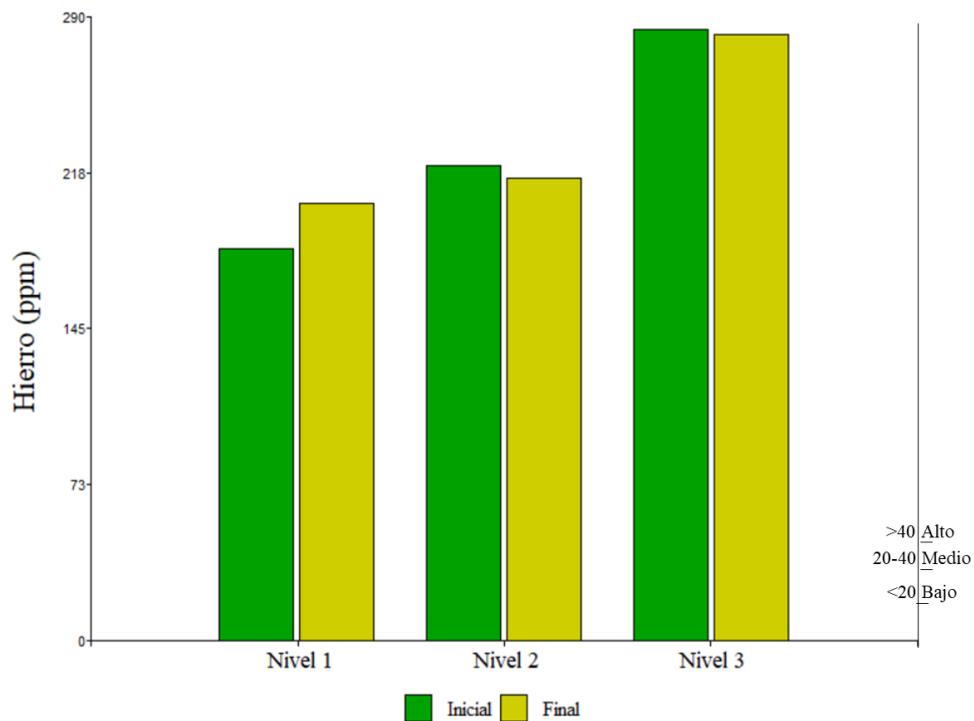


Figura 17. Concentración de Hierro (Fe) en ppm de la lectura inicial y final en el suelo.

Las concentraciones de Fe encontradas en el suelo podrían haber variado si se hubiese realizado el muestreo por repeticiones, tal como se realizó en la parte foliar. Esto pudo haber repercutido en el resultado de la concentración del suelo que puede ser menos preciso que en la parte foliar.

Es importante tomar en cuenta que el agua de riego de la finca presentaba altas concentraciones de Fe, que pudo haber intervenido en el resultado final. Produciendo de tal manera altas concentraciones que podrían ser tóxicas para el cultivo.

Además, existe otro factor como el pH del suelo que es considerado un punto clave en la concentración de Fe en el suelo, pues si el pH del suelo excede los 6.5, el Fe se hace insoluble, dificultando de tal modo que no puede existir una adecuada absorción por la

planta (Chen, 2020). Pues dentro de este ensayo se evidencio lo contrario, donde el pH entre 6.81 y 7.13 no dificultó la absorción de Fe, si no por el contrario produjo ascensos en la concentración de este nutriente en la parte foliar del cultivo. Mientras que en el suelo casi mantuvo las mismas concentraciones iniciales.

b. Manganeso (Mn)

Una vez realizado el análisis de varianza (Tabla 22) se encontró diferencias significativas entre nivel ($F=9.95$; $gl=2$; $p=0.0042$), de la misma manera con el factor lectura ($F=251.57$; $gl=1$; $p=0.0001$) y con la interacción entre nivel y lectura ($F=8.59$; $gl=2$; $p=0.0067$) con respecto a la concentración de Mn inicial y final del tejido foliar de la planta con un coeficiente de variación de 4.26%.

Tabla 22

Análisis de varianza de la concentración de Manganeso (Mn) en el tejido foliar del cultivo de rosas tratado con distintos niveles de biol.

F.V.	GL.	F.	Valor p
Nivel	2	9.95	0.0042
Lectura	1	251.27	<0.0001
Nivel x Lectura	2	8.59	0.0067

El resultado de la prueba de Fisher al 5% (Anexo 15), demuestran que N2 no es diferente a N3 por compartir el mismo rango en la lectura final, pero estas son diferentes a N1 de la lectura final, a su vez los tres niveles de la lectura final son diferentes a N1, N2 y N3 de la lectura inicial por no compartir los mismos rangos. Sin embargo, matemáticamente se evidencia que N2 tiene mayor concentración de Mn con 136.67 ppm en comparación a N1 que presentó 88.33 ppm, y N3 que presentó una acumulación de 128.73 ppm al final de la experimentación. Además, estos valores se encuentran dentro de los rangos óptimos permitidos para este cultivo (Figura 18) que son entre 27 y 148 ppm de Mg.

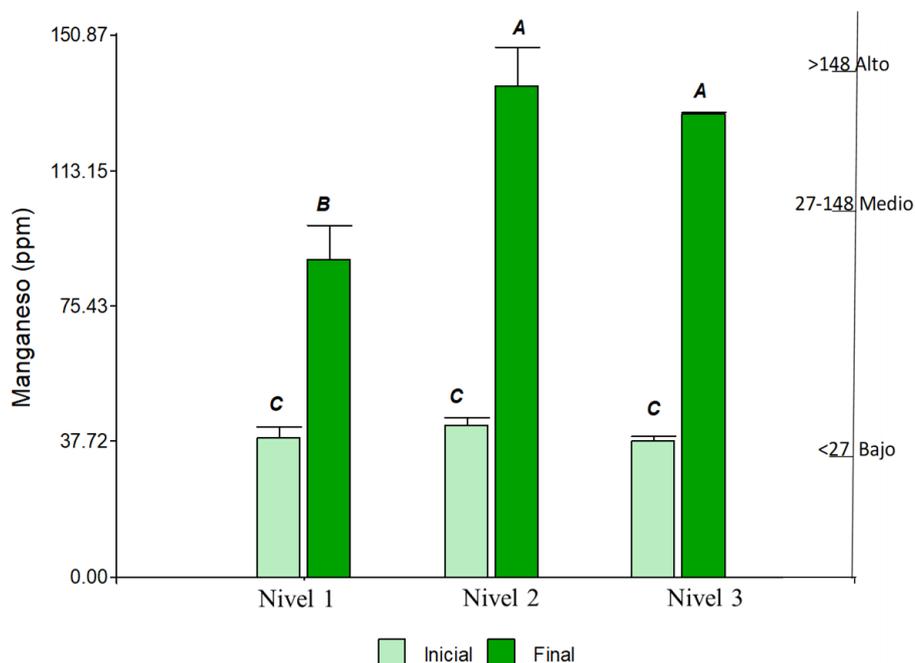


Figura 18. Porcentaje de la concentración de manganeso (Mn) inicial y final en el tejido foliar por nivel.

La alta concentración de Mn en el tejido foliar en el segundo ciclo se debió principalmente al uso de algunos pesticidas que tienen entre sus componentes el Mn (Anexo 8), como el Dimethomorph + Mancozeb (Zn y Mn), Mancozeb (Zn y Mn), los cuales fueron aplicados en mayores cantidades en el periodo de madres por el temporal de lluvia presentado en esta época. Cañizares (2000) afirma que el uso de pesticidas que incluyen Zn y Mn en sus ingredientes activos es muy frecuente en los programas de protección fitosanitaria y es así como estos metales representan altas fuentes de contaminación en la agricultura.

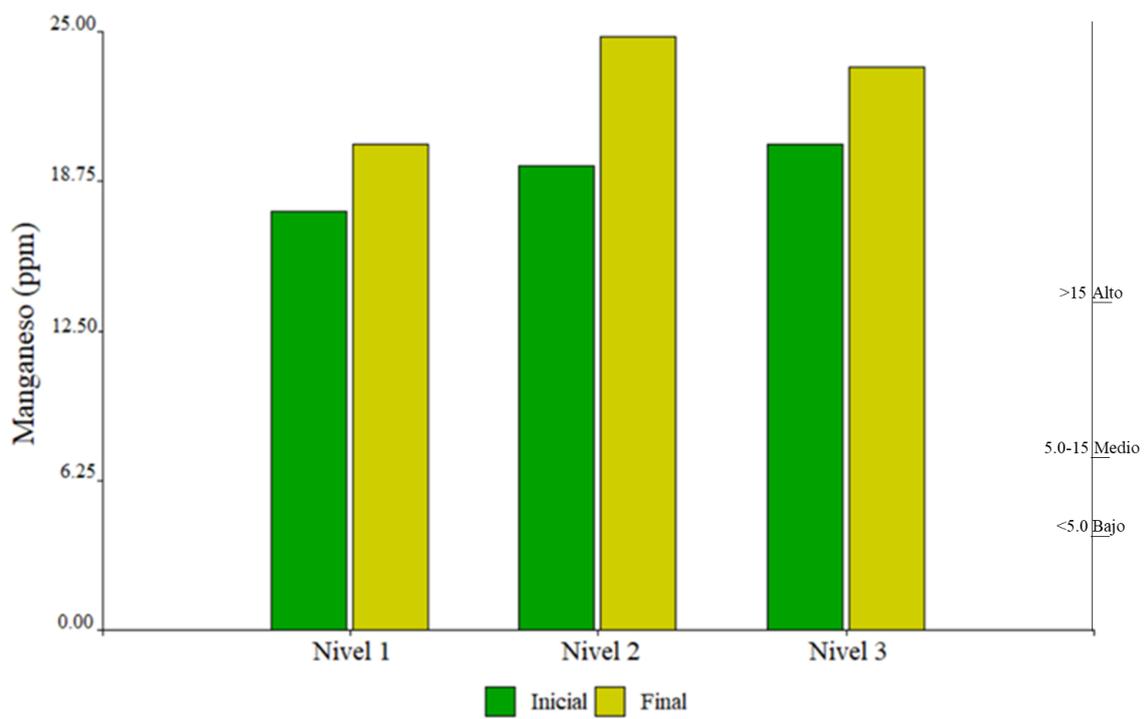


Figura 19. Concentración de Manganeso (Mn) en ppm de la lectura inicial y final en el suelo.

El incremento de la concentración de Mn en el tejido foliar (Figura 18) pudo deberse a un ascenso de Mn en el suelo (Figura 19). Además, se evidencia el mismo orden de incremento donde N2 es el que mayor concentración de Mn tuvo en el suelo y por ende sucede lo mismo en la parte foliar, siguiéndole N3 y N1 respectivamente. Así mismo, se puede mencionar que la concentración de Mn en el suelo se encuentra en un rango considerado como alto que es mayor a 15 ppm de acuerdo con el INIAP (2009).

c. Boro (B)

Una vez realizado el análisis de varianza (Tabla 23) se determinó que existe diferencias estadísticas significativas con el factor lectura ($F=164.79$; $gl=1$; $p=0.001$) en la concentración inicial y final de B en el tejido foliar de la planta, con un coeficiente de variación de 25.62%

Tabla 23

Análisis de varianza de la concentración de Boro (B) en el tejido foliar del cultivo de rosas tratado con distintos niveles de biol.

F.V.	GL.	F.	Valor p
Nivel	2	2.60	0.1235
Lectura	1	164.79	<0.0001
Nivel x Lectura	2	0.56	0.5890

El resultado de la prueba de Fisher al 5% (Anexo 17) para los niveles, determinó dos rangos de diferencia entre lectura inicial (N3, N2 y N1) y lectura final (N2, N3 y N1), resultando de esta manera en una disminución considerable de este nutriente al final de la experimentación. N1 tuvo una disminución de 87.90 ppm, N2 con 76.00 ppm y el N3 que tuvo un descenso de 92.76 ppm en comparación a la inicial.

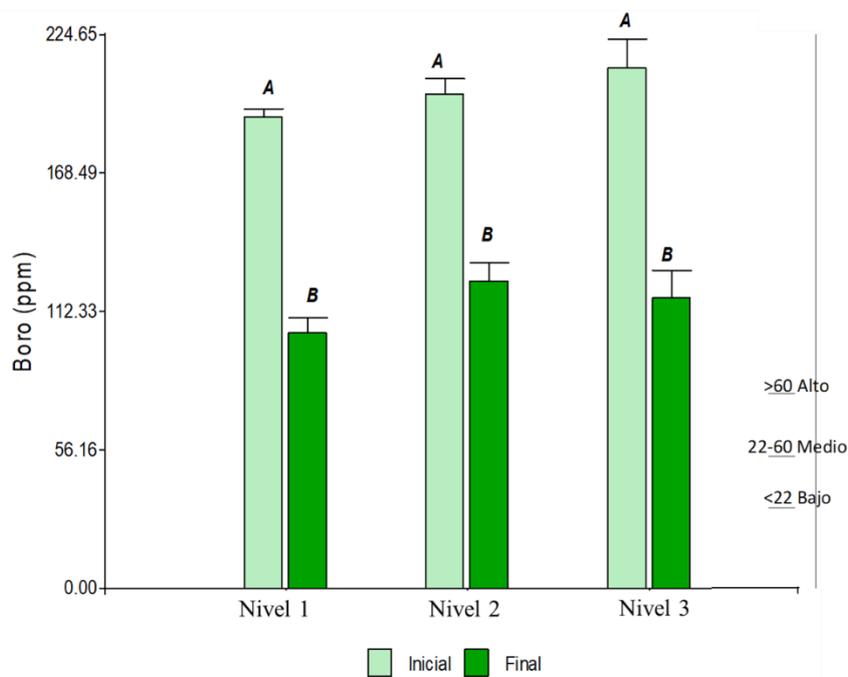


Figura 20. Porcentaje de la concentración de Boro (B) inicial y final en el tejido foliar por nivel.

La disminución de la concentración de B en la parte foliar de la planta se debe a la disminución que sufrió este nutriente en el suelo al final de la experimentación (Figura 21). N1 disminuyó 2.10 ppm, por su parte N2 y N3 descendieron 1.30 ppm cada una. Aún con estas disminuciones, la concentración de B es aún muy alta en el suelo de acuerdo con el INIAP (2009) y consideradas como tóxicas ya que están por encima de 20 ppm.

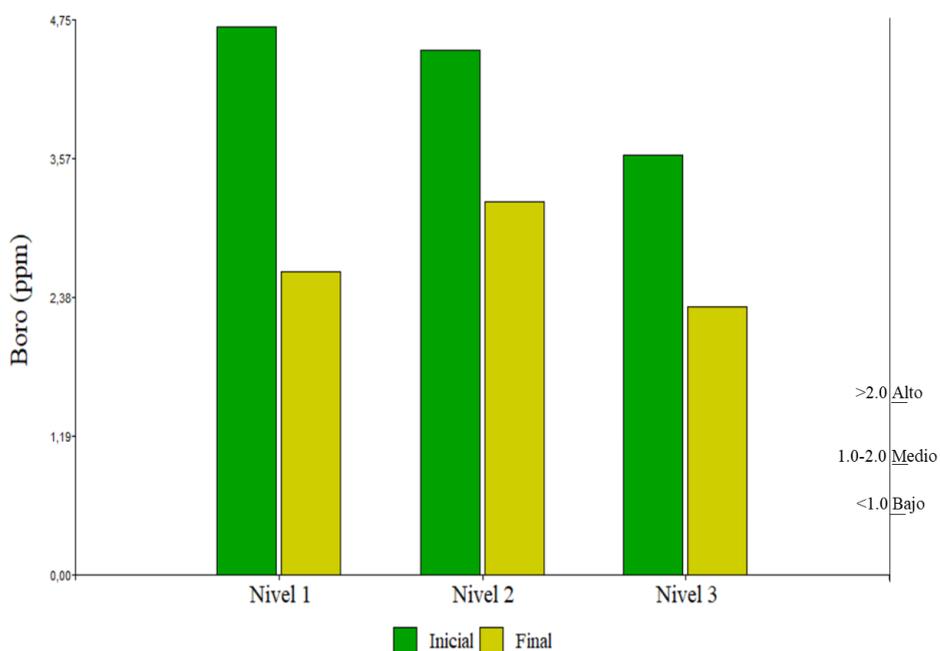


Figura 21. Concentración de Boro (B) en ppm de la lectura inicial y final en el suelo.

Es importante recalcar que el agua de riego de la finca tiene altas concentraciones de B, lo que ocasiona una toxicidad en el suelo. Por lo que la finca no aplica B en su fórmula de fertirriego intentando así disminuir las concentraciones existentes de este nutriente. Y aún con estas medidas adoptadas, no son lo suficientemente eficaces para disminuir este elemento. Esto puede no solo deberse a la concentración de B en el agua, sino que además puede estar ligado a la materia orgánica de la que es liberada progresivamente por los microorganismos (Alarcón, 2001), pues la finca incorpora compost de los residuos vegetales a todo el cultivo.

d. Zinc (Zn)

Una vez realizada el análisis de varianza (Tabla 24) se encontró diferencias significativas con el factor lectura ($F=353.13$; $gl=1$; $p=0.0001$) de la concentración inicial y final de Zn del tejido foliar del cultivo de rosas, con un coeficiente de variación de 12.39%.

Tabla 24

Análisis de varianza de la concentración de Zinc (Zn) en el tejido foliar del cultivo de rosas tratado con distintos niveles de biol.

F.V.	GL.	F.	Valor p
Nivel	2	0.43	0.6605
Lectura	1	353.13	<0.0001
Nivel x Lectura	2	0.24	0.7915

El resultado de la prueba de Fisher al 5% (Anexo 18), determinó que N1, N2 y N3 de la lectura final es diferente a N1, N2 y N3 de la lectura inicial, presentando incrementos considerables al final de la investigación esto independiente de los niveles. N1 presentó una concentración de 39.40 ppm, N2 con 42.40 ppm y por último N3 con 39.00 ppm al final de experimentación. El incremento de la concentración de este nutriente se encuentra dentro de los parámetros normales que son entre 16 y 52 ppm. Por lo que no repercute en el cultivo de rosas de manera negativa.

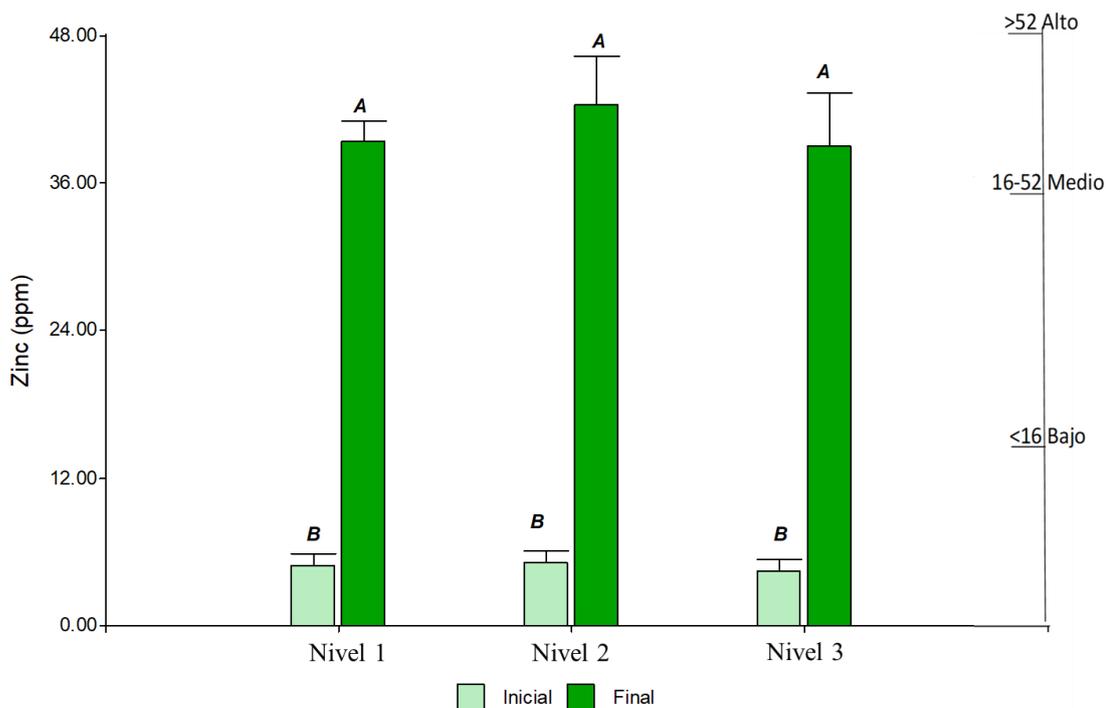


Figura 22. Porcentaje de la concentración de Zinc (Zn) inicial y final en el tejido foliar por nivel.

La cantidad acumulada de Zn en el tejido foliar al final del ensayo (Figura 22) puede deberse a que existió un efecto residual en la segunda época del cultivo. Además de los aportes totales aplicados en cada nivel que fueron de 35.21 g/cama en N1, de 35.57 g/cama en N2 y 34.85 g/cama de Zn en toda la fase experimental.

Cañizares (2000) afirma que el uso de pesticidas que incluyen Zn en sus ingredientes activos es muy frecuente en los programas de protección fitosanitaria. Por lo que el incremento de este nutriente puede atribuirse a las aplicaciones de ciertos fungicidas que, contienen en su ingrediente activo Zn como es el Dimethomorph + Mancozeb (Zn y Mn), Mancozeb (Zn y Mn), Iprovalicarb + Propineb (Zn) que son fungicidas que controlan mildiú veloso. Estas aplicaciones son mucho más frecuentes en épocas de lluvia donde proliferan estos hongos gracias a la humedad presentada en las épocas de Madres que fue la fase final de la experimentación.

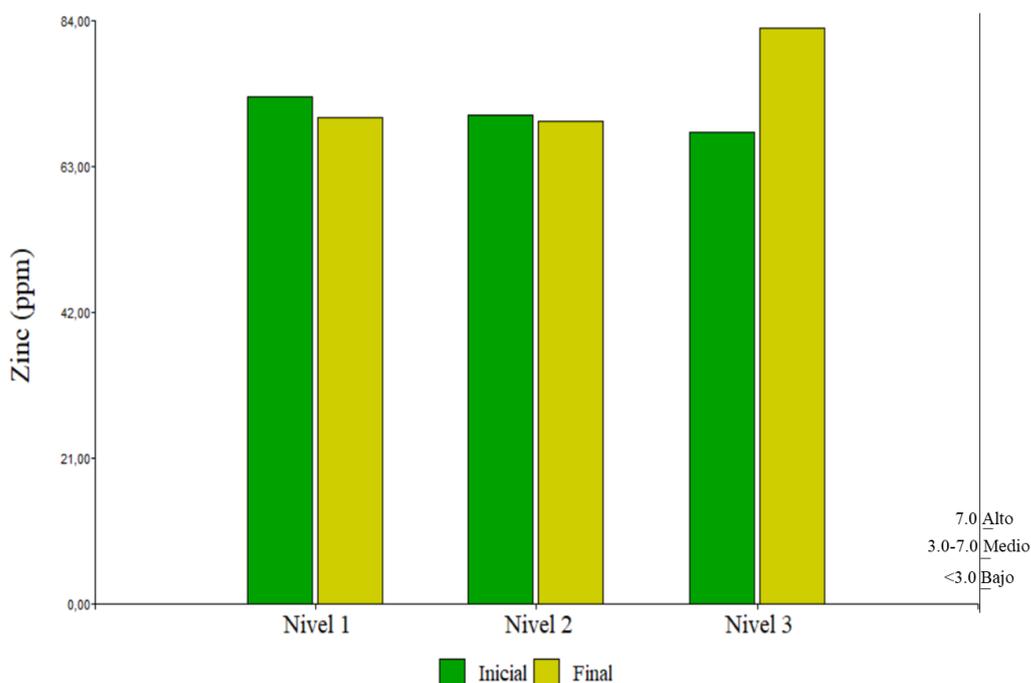


Figura 23. Concentración de Zinc (Zn) en ppm de la lectura inicial y final en el suelo.

La concentración de Zn en el suelo sufre una disminución de 3 ppm en N1, de 1 ppm en N2 y un incremento de 15 ppm en N3. Las disminuciones sufridas en N1 y N2 no repercutieron en la parte foliar, por el valor mínimo que redujeron estos niveles. Además, es importante recalcar que las concentraciones encontradas al final de la investigación se encuentran dentro de los niveles considerados como tóxicos que son mayores a 7 ppm, esto de acuerdo con el INIAP (2009), por lo que sería necesario una disminución de este nutriente en la fertilización de la finca.

e. Cobre (Cu)

De acuerdo con los análisis de varianza (Tabla 25) se determinó que existe diferencias significativas con el factor lectura ($F=79.07$; $gl=1$; $p=0.0001$) de la concentración inicial y final de Cu en el tejido foliar de la planta, con un coeficiente de variación de 32.74%.

Tabla 25

Análisis de varianza de la concentración de Cobre (Cu) en el tejido foliar del cultivo de rosas tratado con distintos niveles de biol.

F.V.	GL.	F.	Valor p
Nivel	2	1.04	0.3882

Lectura	1	79.07	<0.0001
Nivel x Lectura	2	0.73	0.5077

Los resultados de la prueba de Fisher al 5% (Anexo 19) demuestra que existe diferencias entre la lectura inicial y final independiente de los niveles, donde se observa incrementos de Cu al final de la investigación, N1 incrementó 2.80 ppm, N2 con 2.70 ppm y por último el N3 con 2.03 ppm. Estos incrementos se encuentran dentro de los parámetros normales (Figura 24), entre 3.0 y 16 ppm.

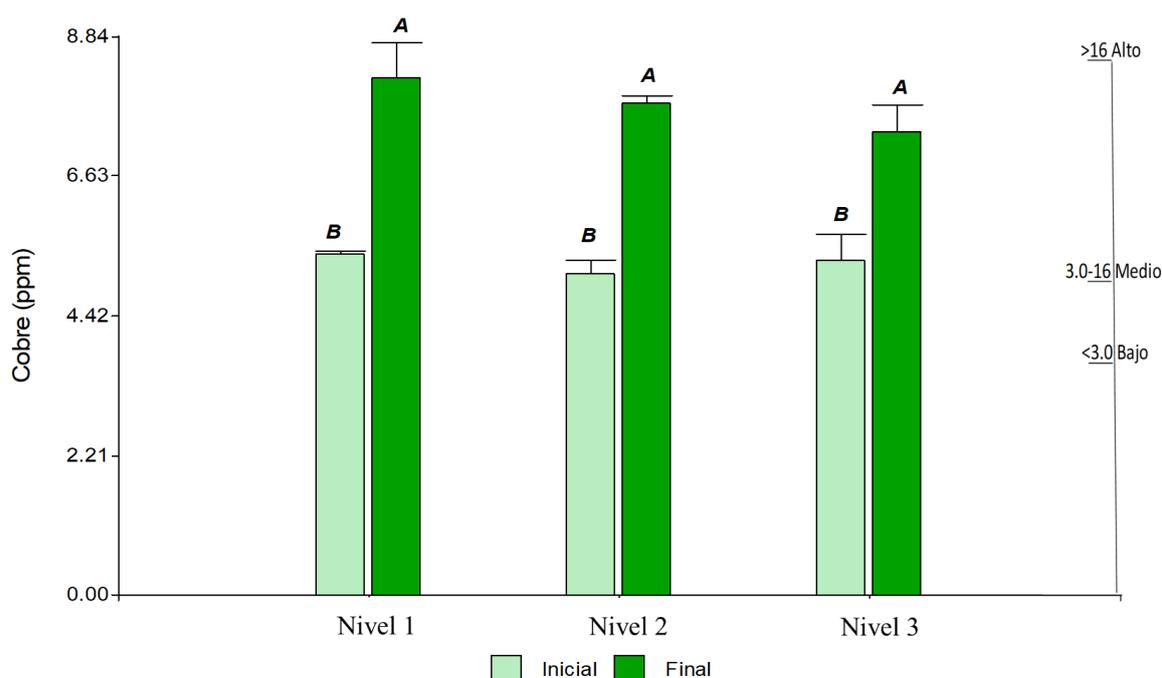


Figura 24. Porcentaje de la concentración de Cobre (Cu) inicial y final en el tejido foliar por niveles.

El Cu al igual que el Zn en la parte foliar de la planta, fue asimilado en mayores cantidades en la etapa final, esto puede deberse a un efecto residual o debido a los controles fitosanitarios que se aplicaron al cultivo durante el periodo final. Robinson (2010) mencionó que los micronutrientes tales como Cu, Mn y Zn también están presentes en varios pesticidas por lo que se atribuiría del porque existe mayor concentración de este nutriente en el tejido foliar de la planta, más no en el suelo. Por ejemplo, para el control de mildiú veloso la finca utiliza el caldo bordelés, que es un bactericida que contiene sulfato de cobre como ingrediente activo y sulfato de cobre pentahidratado considerado como fungicida, ambos

pesticidas utilizados con mucha más frecuencia en la época de madres, por el temporal de lluvia que contribuye al incremento de vellosos en el cultivo.

De acuerdo con Robinson (2010), no se recomienda el uso de fungicidas con el propósito de aplicaciones de micronutrientes en el cultivo, pero sí aconsejan no ignorar las contribuciones de éstos en la parte foliar de la planta, para no alterar las aplicaciones de fertilizantes en el suelo, debido a los resultados en la parte foliar de la misma.

La concentración de Cu en el suelo (Figura 25) disminuyó, N1 bajo 19 ppm, mientras que N2 tuvo un descenso de 7.5. sin embargo, N3 tuvo un incremento de 18.5 ppm al final de la experimentación que no se mostró en la parte foliar. Además de acuerdo con los resultados de los análisis del INIAP con respecto al suelo, los niveles encontrados de este nutriente son altos en los tres niveles, mientras que en la foliar se encuentra dentro de los rangos recomendados entre 6.5 y 8.8 ppm.

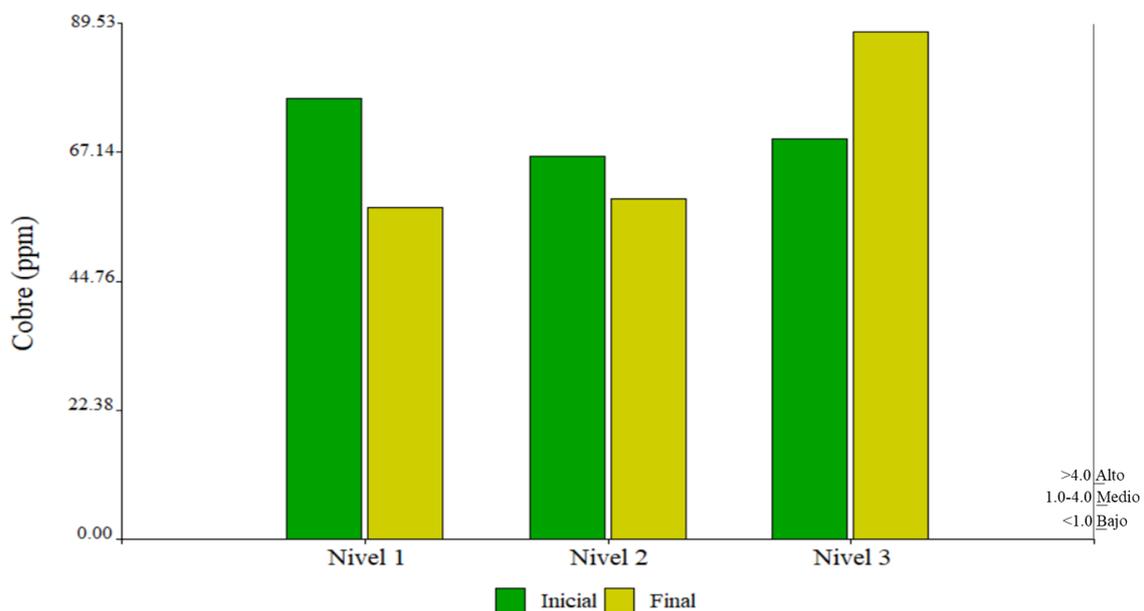


Figura 25. Concentración de Cobre (Cu) en ppm de la lectura inicial y final en el suelo.

Se dice que el 70% del contenido de cobre en la planta, se concentra en la clorofila, la carencia de esta puede producir envejecimiento prematuro de la clorofila, y por consiguiente afecta la fotosíntesis (Sierra, 2017). La concentración de Cu en la parte foliar en N1 fue

mayor que los demás niveles, lo que podría haber beneficiado en un mayor contenido de clorofila en este nivel.

Podría atribuirse los resultados de la concentración de Cu del suelo, al número de muestras tomadas, pues en el caso del suelo solo se tomó tres muestras por nivel, que podrían tener inconsistencias, mientras que en la parte foliar se tomó 9 muestras que tendrían más exactitud en sus resultados. Además, aun habiendo respuestas de disminuciones en N1 y N2 e incrementos en N3 estos valores de acuerdo con los parámetros marcados de la concentración de Cu por parte del INIAP (2009) se encuentran dentro de los rangos más altos, que se consideraría como tóxicos (>4.0). por lo que sería necesario disminuir las concentraciones de Cu en la fertilización de la finca.

Es importante tomar en cuenta que el incremento del número de yemas constituye a mayor necesidad de nutrientes por parte de la planta, de manera que debe existir una mayor absorción de nutrientes desde el suelo, como lo mencionado por Gaspar (2008), quien indica que la brotación de nuevas yemas (tallos de floración) constituye a un órgano más que debe ser alimentado. Por tanto, al haber existido mayor número de tallos cosechados en N2, mayor fue la necesidad de absorción de los nutrientes, por lo que no se pudo evidenciar diferencias más notorias en las concentraciones de nutrientes de la planta entre niveles.

Un estudio realizado en plantas de brinjal con biofertilizantes líquidos de extracto de algas marinas, concluyó que concentraciones bajas de biol (1.5%) muestran un efecto promotor sobre el crecimiento, y la productividad del cultivo por la presencia de micro y macronutrientes, hormonas de crecimiento y vitaminas en niveles preferenciales, mientras que concentraciones altas (5%) muestran un efecto retardante de crecimiento (Ramya, Vijayanand y Rathinavel, 2015), es por esto que muchas de las literaturas hablan acerca de que un exceso de nutrientes pueden alterar muchas funciones de la planta. Por lo tanto, una alta concentración no quiere decir que es mejor, sino que debe haber una estabilidad, una armonía entre nutrientes para su normal y óptimo funcionamiento.

En una investigación realizada por Jácome (2010), en cultivos de rosas (*Rosa* sp.), los análisis de concentración de nutrientes del suelo mostraron superioridad en la acumulación

de N, K, Cu y Zn en los tratados con química, mientras que con el biol mostró incrementos de P, Ca, Mg, Fe y Mn. En cuanto a la parte foliar presentó mayor acumulación de N, P, K, Mn, Fe, Mn y Zn en los tratados con biol, y en los tratados con químicos hubo mayor concentración de Cu y Ca este último pudiendo ser en respuesta al antagonismo fuerte que existe entre el P hacia los nutrientes antes mencionados. Además, estas diferencias de nutrientes entre tratamientos fueron relacionadas a la formulación de fertilización tanto orgánica (biol) como química (fertirriego) manejada por la florícola. Por el contrario, dentro de este ensayo, tanto el fertilizante químico como el biol no mostraron diferencias en la concentración de nutrientes tanto del suelo como foliar, esto puede ser en respuesta a que la fertilización química adicionada es fácil de absorber por la planta, mientras que, con el biol, los nutrientes deben atravesar una serie de procesos para ser asimilados por ella. Además del sinergismo y antagonismo que pueden presentar los nutrientes de acuerdo con la cantidad presente en el suelo como en la parte foliar.

Los tratamientos con fertilizantes químicos muestran resultados en los primeros ciclos del cultivo mientras que los productos orgánicos alcanzan su mayor efecto en el tercer ciclo, por su lenta liberación de nutrientes. Un estudio realizado por Salazar, et al. (2010), en un cultivo de maíz forrajero con aplicaciones de biofertilizantes a base de estiércol bovino, durante seis años, mostró residuos de nutrientes además de incrementos de microorganismos con cerca de 3% en comparación a los datos iniciales del experimento, después de los seis años de incorporaciones continuas y un año de descanso, el N residual fue suficiente para producir maíz forrajero sin aplicar fertilizantes químicos.

Al realizar comparaciones entre fertilizantes químicos y fertilizantes orgánicos, es posible que exista un mayor incremento de nutrientes en períodos más cortos con los químicos que con los orgánicos. Sin embargo, el fertilizante orgánico tiende a tener efectos residuales y la liberación de nutrientes es mucho más lenta, esto quiere decir que se encuentra en un estado de equilibrio, que no ocasiona perjuicios a la planta. Se podría decir que es como un reservorio de nutrientes que se libera de acuerdo con las necesidades y requerimientos de la planta Salazar, et al. (2010).

4.2. Concentración de Microorganismos

El propósito de analizar esta variable fue la de conocer el incremento o disminución de grupos específicos de microorganismos (bacterias fijadoras de nitrógeno, solubilizadores de fósforo, celulolíticas, hongos y actinomicetes) presentes en el suelo del cultivo de rosas (*Rosa* sp.), con aplicaciones del biofertilizante líquido (biol) en diferentes dosis tanto vía drench como foliar y su permanencia en el cultivo.

- **Bacterias**

De acuerdo con los resultados del análisis del laboratorio (Figura 26), se muestra un incremento de 2×10^7 UFC/g en la población de bacterias en N3, por el contrario, en el N2 disminuyó su población en 1×10^7 UFC/g mientras que el N1, se mantuvo con la misma población inicial. El incremento de las bacterias en el N3 pudo deberse a que estos microorganismos están adaptadas a las condiciones de manejo presentadas por la finca, mientras que en el caso de los suelos tratados con biol, se realizaron aplicaciones que contenían bacterias de otras zonas, que se pretendiendo introducir para ver su adaptabilidad al ambiente, su versatilidad y su permanencia en el suelo.

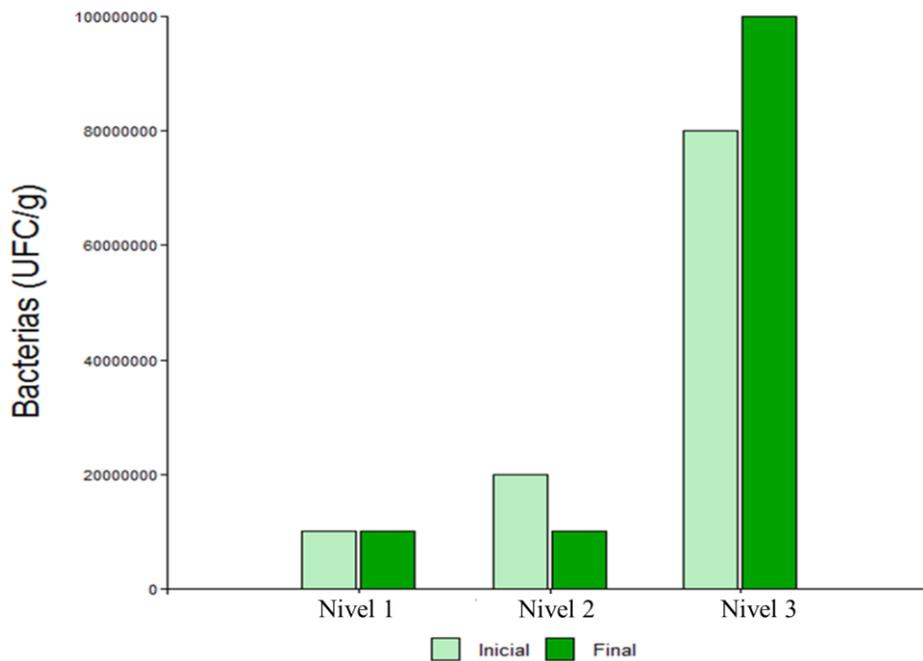


Figura 26. Recuento de bacterias en unidades formadoras de colonia al inicio y final de la investigación.

Las investigaciones realizadas con microorganismos recomiendan trabajar con bacterias de las mismas zonas, porque estas están adaptadas a las condiciones del mismo sitio. Aunque una investigación con microorganismos muestra que las bacterias liberan un tipo de molécula al ambiente, los D-aminoácidos, los cuales son capaces de modular la biosíntesis del peptidoglicano, importante componente de la pared celular bacteriana (Centro de Biología Molecular Severo Ochoa y Universidad de Harvard, 2011), los cuales ayudan a adaptarse rápidamente a otras zonas muy diferentes a las que se encuentran.

Dentro de las bacterias se encuentran las bacterias promotoras de crecimiento que son capaces de estimular el crecimiento de las plantas, protegerlas de enfermedades, y aumentar su rendimiento (Bhattacharyya y Jha, 2012). Pudieron estas bacterias estar presentes en el biol e intervenido en el rendimiento de las rosas, tanto en N1 pues tuvo 1572.67 tallos florales y N2 con 1701.00 tallos, mientras que N3 pudiendo no presentar estas bacterias sino diferentes presentó 1580.17 tallos resultando el un incremento menor en comparación al N2 (doble de biol), pero mayor a N1 (biol). Por tanto, la concentración de microorganismos en el suelo no es lo suficientemente alta para competir con otras bacterias comúnmente establecidas en la rizósfera. Pudiendo ser de gran utilidad agronómica la inoculación de elevadas concentraciones de bacterias promotoras de crecimiento para su posterior aplicación al suelo.

En una investigación en cultivos de banano con biofertilizantes, no se encontraron incrementos en la población de bacterias en comparación al testigo, pero hubo incrementos en suelos tratados con compost más biofertilizantes (Adriano, Gutiérrez, Dendooven y Salvador, 2012), esto quiere decir que existía alimentos para los microorganismos, para mantener la población constante y así ayudaba a la disponibilidad de nutrientes para una absorción constante por parte de la planta.

- **Bacterias fijadoras de nitrógeno (N)**

Las bacterias fijadoras de N de acuerdo con la Figura 27, presentó un incremento de 2×10^6 UFC/g en el N3, mientras que, en el N1, se muestra un descenso de 1×10^6 UFC/g, y con respecto al N2 se mantiene la misma cantidad de microorganismos con respecto al inicial.

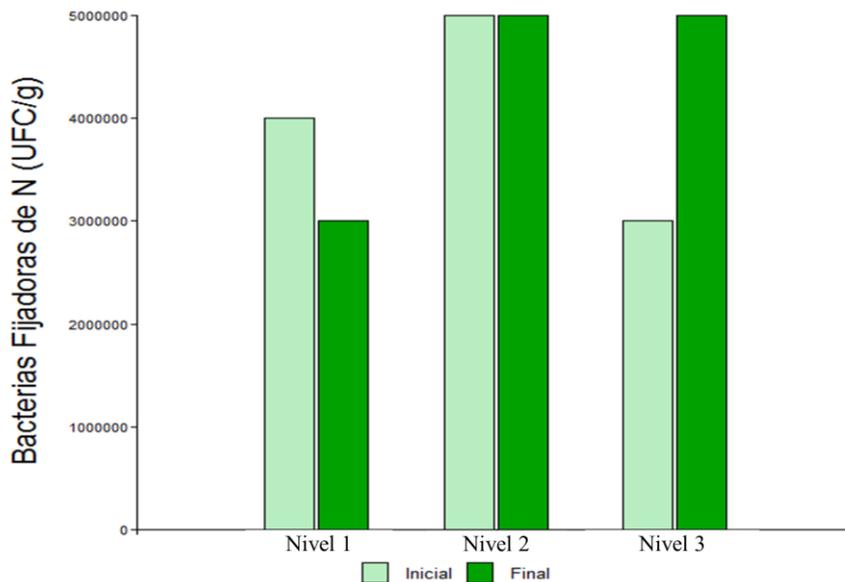


Figura 27. Recuento de bacterias fijadoras de nitrógeno (N) en unidades formadoras de colonia al inicio y final de la investigación.

En una investigación realizada por Adriano et al. (2012), con biofertilizantes en cultivos de banano, demostraron incrementos de bacterias solubilizadoras de N en comparación al testigo a los 140 días debido a aplicaciones de microorganismos promotores de crecimiento (bacterias fijadoras de N), aisladas del suelo de banano, en un intervalo de aplicación de tres días tanto al suelo como foliar. Mientras que en esta investigación no se realizaron capturas de grupos específicos de microorganismos fijadores de N en rosas, si no que fueron capturados de bosques nativos y sin aislaciones de grupos específicos de microorganismos que fueron cultivados para luego ser aplicados al cultivo de rosas en un intervalo de siete días.

- **Bacterias Solubilizadores de fosfato (PO_4^{3-})**

Las bacterias solubilizadores de fosfato (PO_4^{3-}), tuvieron un incrementó (Figura 28) considerable al final de la experimentación, dentro del cual el N2 se encontró con 4×10^5 de UFC/g, mucho mayor que el N3 que presentó 3×10^5 UFC/g y el N1 que a pesar de las aplicaciones de biol, mostró ser menor con 3×10^4 de UFC/g.

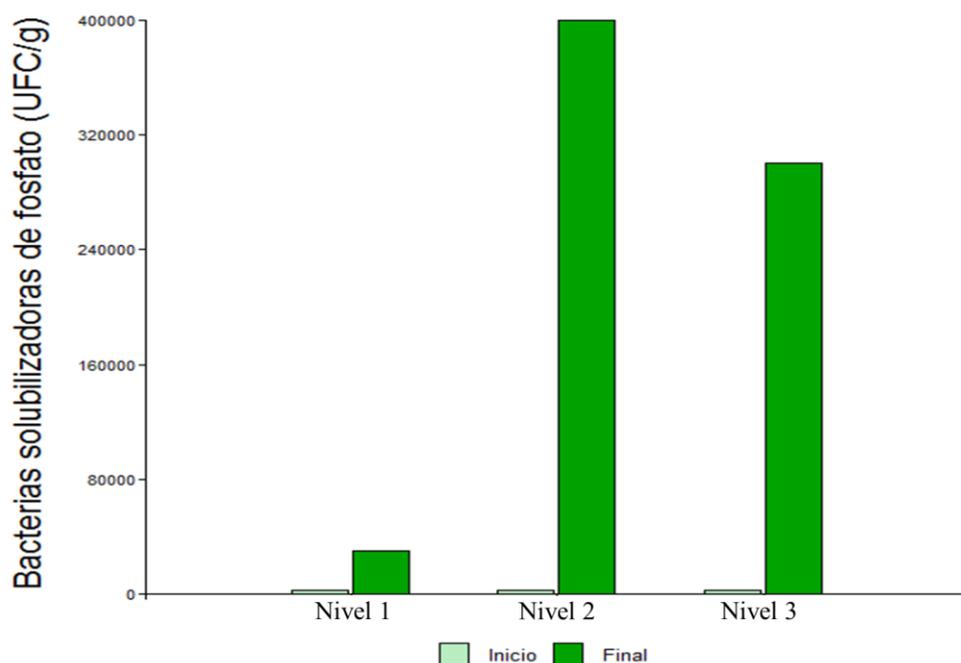


Figura 28. Recuento de bacterias solubilizadores de fosfato al inicio y final de la investigación.

La acumulación de poblaciones en el N1 y N2 puede ser el resultado de las aplicaciones de biol, de la misma manera que fue para N3, pero esta última en respuesta a contaminación de microorganismos, por acción de las labores culturales y debido a la aplicación del biol por aspersión que involuntariamente pudieron haber ayudado en la incorporación de estas bacterias solubilizadoras de fosfato.

Restrepo, Marulanda, De la Fe, Díaz, Vera y Hernández (2015), aconsejan que la investigación con referente a microorganismos es mucho más factible con especies bacterianas autóctonas, como potenciales solubilizadores de fósforo. Sin embargo, en este caso sucede incrementos aun con bacterias que no son de la misma zona, lo que implicaría en verificar de si las bacterias son o no efectivas.

El adecuado desempeño de las bacterias solubilizadores de fosfato, está influenciado por factores tales como, la salinidad, el pH, la temperatura, además es necesario identificar las bacterias solubilizadoras de fosfato (BSF) para lograr resultados eficientes cuando sean aplicados en campo (Restrepo et al., 2015). El pH dentro de esta investigación presentó 6.88 en el N1, de 7.13 en el N2 y de 6.81 en el N3. Se sabe que los microorganismos congenian en suelos neutros o alcalinos más no en suelos ácidos, es por esto por lo que este

factor podría estar relacionado al incremento de bacterias solubilizadoras de fosfato presentado en el N2 que tiende a ser neutro, mientras que los dos niveles restantes tienden a ser ácidos y por tal motivo, el resultado fue menor población de los microorganismos solo tomando en cuenta los datos finales de la experimentación.

En una investigación realizada por Cracogna, Iglesias, Diaz, Gonzáles y Noelia (2003), en cultivo de trigo (*Triticum aestivum*) tratados con *Azospirillum* y bacterias solubilizadores de fósforo (*Pseudomonas* sp- BSF), se encontró mayor ventaja las *Pseudomonas* en cuanto al incremento en el número de plántulas que emergen, el acortamiento del ciclo de los cultivos entre 7 y 10 días, el aumento en los procesos de floración y fructificación, el incremento entre 5 y 20% del rendimiento y la obtención de frutos con mayor calidad comercial en comparación con *Azospirillum*. Podría haber la presencia de este microorganismo, que podría ligarse al incremento de los tallos cosechados en N2 que fueron de 1701 tallos florales, seguido de N3 que tuvo 1580.17 tallos florales y por último N1 que presentó 1572.67 tallos florales, las cuales tienden a tener el mismo orden que la población de bacterias solubilizadoras de fosfato al final de la experimentación.

- **Bacterias Celulolíticas**

En el recuento de bacterias celulolíticas (Figura 29), se observó un incremento considerable de estos microorganismos al final de la investigación, mostrando al N1, como el mejor nivel con una población de 5×10^4 UFC/g, siguiéndole a esta el N3 con 3×10^4 UFC/g, mientras que el nivel con menor población de bacterias celulolíticas se encontró en el N2 con 3×10^3 UFC/g.

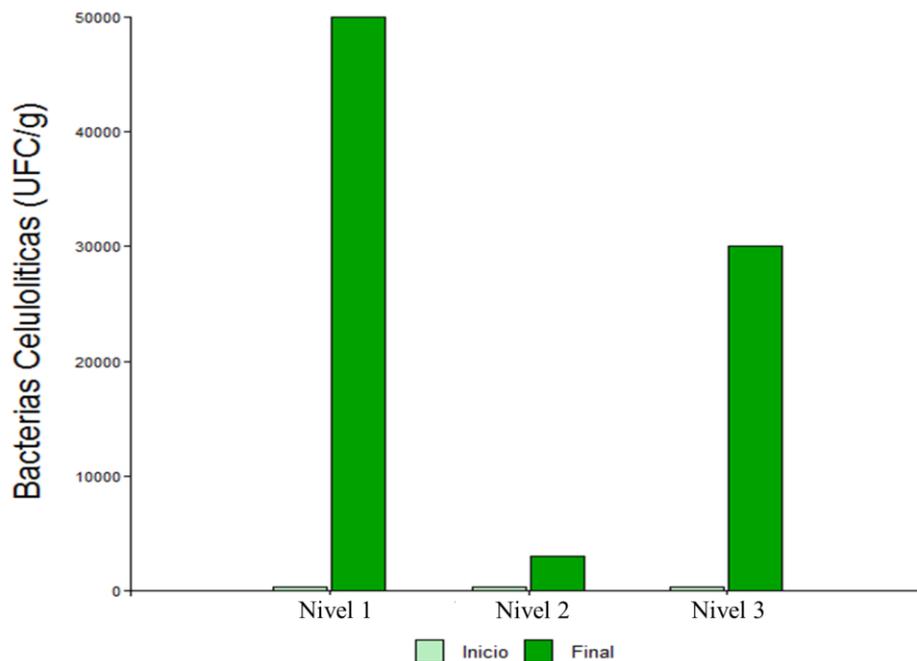


Figura 29. Recuento de bacterias celulolíticas (UFC/g) al inicio y final de la investigación.

Benintende y Sánchez (2009), consideran a las bacterias celulolíticas como uno de los grupos más numerosos, por ser esta bacteria el más abundante en los residuos vegetales. Por tal motivo se podría decir que el incremento de las bacterias celulolíticas en los tres niveles se debió a que además de las aplicaciones de biol, la finca realizó la incorporación de una considerable cantidad de compost a base de residuos de los mismos cultivos en el área experimental. Estas aplicaciones de compost no se realizaron en cantidades estandarizadas por parte de la finca en los tres niveles, que pudieron haber influenciado en tener una mayor población de bacterias celulíticas en N1, mientras que N2 aún con aplicaciones extras de biol no superó ni a N1 como a N3 que fue el testigo.

Además, los resultados de la población de bacterias celulíticas al final de la investigación, podría estar relacionado de igual manera, al número de muestras tomadas por nivel que no fueron lo suficiente para demostrar más exactitud en los resultados.

Adriano et al. (2012), encontraron mayor número de bacterias celulolíticas en tratamientos con compost más biofertilizante en el cultivo de banano, esto después de los 140 días de aplicación y una tendencia a disminuir entre los 280 días. Sin embargo, los tratados con biofertilizantes no presentaron incrementos o disminuciones en todo el transcurso de la investigación. Por esto se podría decir que el compost es la materia orgánica que ayudó en

el incrementó de estas bacterias en la investigación, más no el biol, que aún con cantidades considerables de estos microorganismos aplicados tanto vía drench como foliar no provocaron incrementos en el suelo del cultivo de rosas.

- **Actinomicetes**

El resultado del análisis de microorganismos al final de la experimentación (Figura 30), muestran a N2 y N3 con 3×10^4 propágulos/g de actinomicetos mucho mayor que el N1 que presentó 5×10^3 propágulos/g. Pero se observan disminuciones en el N1 como en el N3 en comparación a la población inicial. El pH puede ser un factor clave en el incrementó o disminución de actinomicetos del suelo, por lo que se relacionaría del porque hubo un incrementó de actinomicetes en el N2, en comparación a los otros niveles, ya que estos microorganismos son adaptados a pH de 7.5-8 mientras que son sensibles a la acidez del suelo de la misma manera que las baterías solubilizadoras de fosfato.

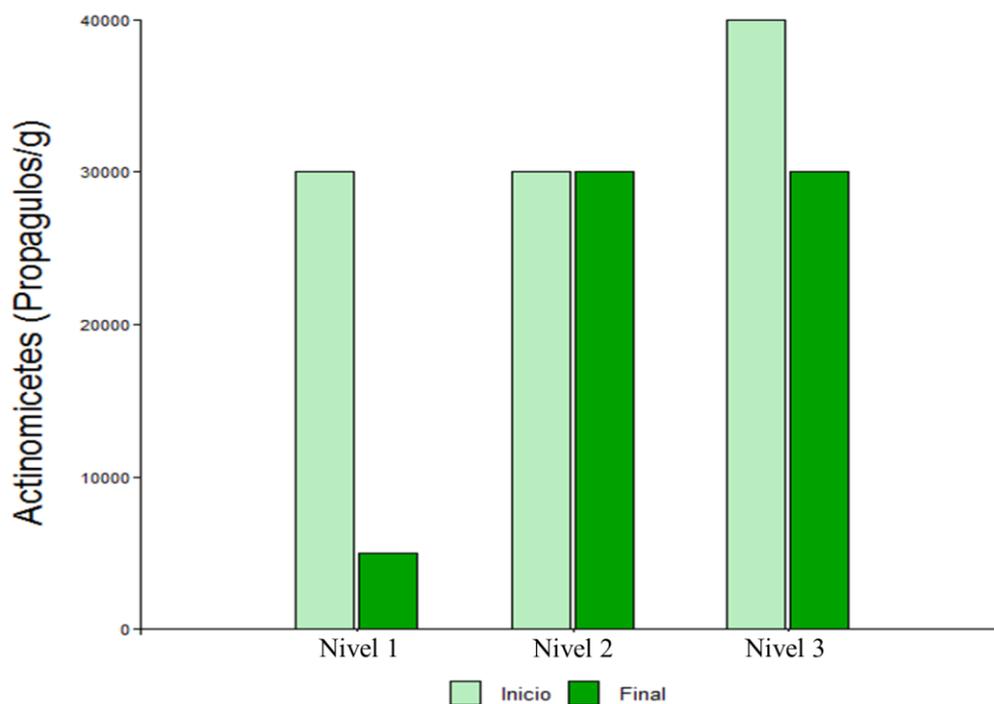


Figura 30. Recuento de actinomicetes (Propágulos/g) al inicio y final de la investigación.

En una investigación con actinomicetes, estas bacterias incrementaron en suelos modificados con compost más biofertilizante, aunque esto sucedió a los 140 días de aplicación, disminuyendo en el transcurso de los 280 días (Adriano et al., 2012). En esta

investigación el periodo de recolección de la muestra fue después de transcurrida los 158 días, esto podría haber repercutido en los resultados de la población de estos microorganismos en esta investigación. Además de mencionar que el número de toma de muestras por nivel fue de una por nivel, que pudo haber repercutido en la precisión de los resultados.

- **Hongos**

En cuanto a los hongos (Figura 31), se puede observar un incremento de 1×10^4 de propágulos/g en el N3, mientras que en N1 se produce una disminución de 2×10^4 propágulos/g al igual que en N2 disminuyó 7×10^3 de propágulos/g con respecto al inicial.

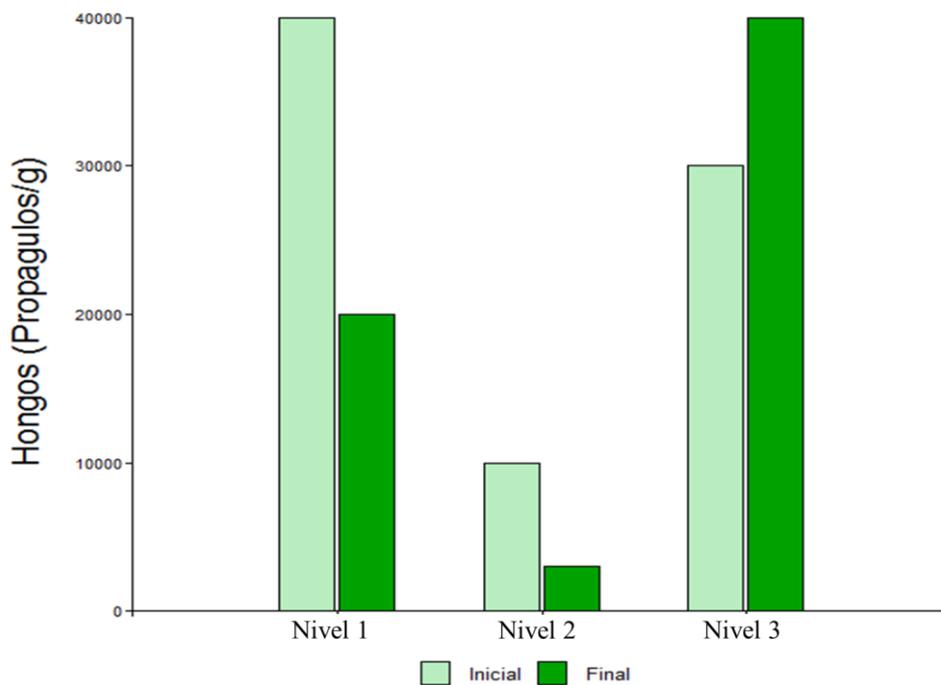


Figura 31. Recuento de hongos (Propágulos/g) al inicio y final de la investigación.

Los periodos de aplicación podría ser los causantes de una mayor o menor población de hongo, como lo sucedido en el cultivo de banano tratado con biofertilizantes, que no mostró incrementos significativos de hongos sino hasta los 280 días de aplicación (Adriano et al., 2012), mientras que con el control sucedió una disminución de estos hongos. En la presente investigación sucede lo contrario, donde se muestra descensos con aplicaciones de biol, aunque esto sucede a los 175 días, mientras que en el testigo incrementa la población de hongos. Es importante tomar en cuenta que, para el recuento de la población de hongos, solo

se trabajó con una muestra por nivel, que pudo haber mermado el resultado de dicha población y desvinculado al resultado real.

De acuerdo con los resultados de los análisis de microorganismos se observan variaciones en el número de colonias por gramo de suelo (UFC/g) al igual que los propágulos por gramo de suelo (propágulos/g), mostrando incrementos, disminuciones y en algunos casos manteniéndose en la misma población. Las variaciones de las poblaciones de microorganismos, puede deberse a que existen limitaciones en cuanto a la presencia de materia orgánica en el suelo. Aunque al añadir al suelo materia orgánica, el número de microorganismos aumenta rápidamente, pero al agotarse los nutrientes (comida), la población de microorganismos vuelve al nivel anterior porque no tienen alimento suficiente para su desarrollo (Hshuan, 2016).

De acuerdo con Balota (1996), citado por Simone (2006), existen fluctuaciones de biomasa de microorganismos, en las diferentes etapas del cultivo. La labranza convencional produce un incremento de microorganismos en la etapa de siembra, mientras que disminuye drásticamente en la etapa de floración y cosecha, mientras que si existe una retención de materia orgánica casi se mantienen. Es muy importante la presencia de materia orgánica para su reproducción. Es un limitante en empresas donde lo que importa es la producción y no importa como la pueden obtener.

4.3 Contenido de clorofila

Una vez realizado el análisis estadístico (Tabla 26) se determinó que existen diferencias significativas entre niveles ($F=23.70$; $gl=2$; $p=0.0001$), con un coeficiente de variación de 17.87%.

Tabla 26

Análisis de varianza del contenido de clorofila del cultivo de rosas (Rosa sp).

F.V.	GL	F.	Valor p
Nivel	2	23.70	<0.0001

De acuerdo con la prueba de Fisher al 5% (Anexo 20), se encontraron tres rangos de diferencias con referente a la aplicación de biol en el cultivo de rosas (*Rosa* sp.) (Figura 32), siendo el N1 que presenta mayor contenido de clorofila con una media de 495.90 $\mu\text{mol}/\text{m}^2$ de superficie de las hojas, y N2 con 449.17 $\mu\text{mol}/\text{m}^2$ de superficie de las hojas que presenta el contenido de clorofila más bajo. Con respecto a estos resultados se evidencia efectos negativos con relación al N2 que representa el doble de dosis de biol aplicado al cultivo.

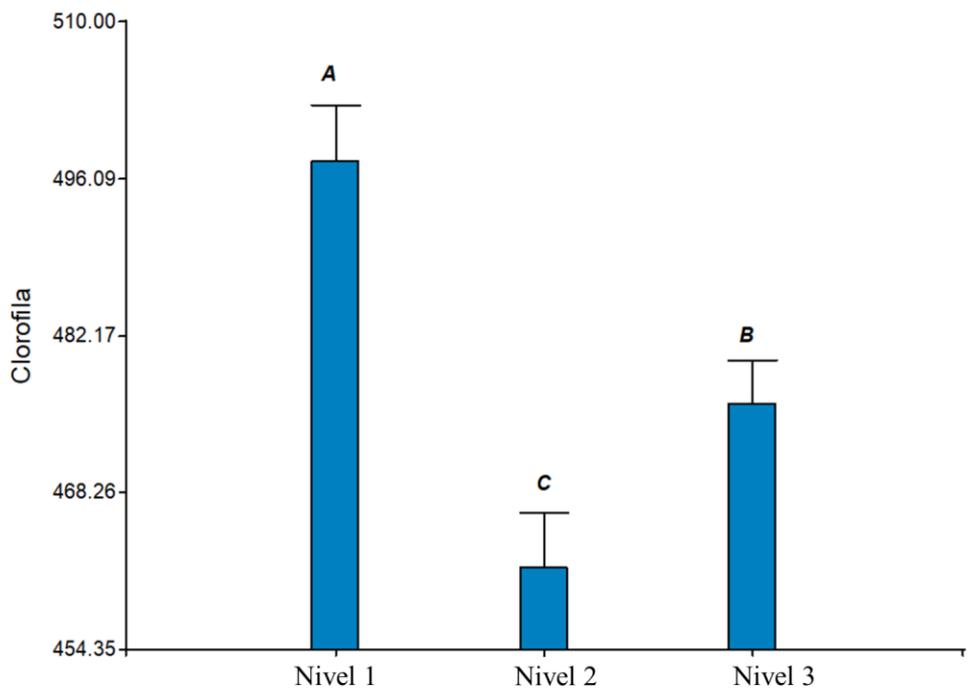


Figura 32. Contenido de clorofila de los niveles del cultivo de rosas (*Rosa* sp), variedad Freedom.

En una investigación realizada por Casierra, Ávila y Riascos (2012), en cambios diarios del contenido de pigmentos fotosintéticos en hojas de caléndula bajo sol y sombra, con 20 hojas de 10 plantas como muestras para el análisis del contenido de clorofila por hora. Observaron diferencias significativas con respecto al total del contenido de clorofila en hojas de acuerdo con los cambios de hora. Encontrando entre las 12:00 a 15:00 horas fluctuaciones en el contenido de clorofila. Observaron a las 15:00 ($1.21 \pm 0.21 \text{ mg g}^{-1}$) una disminución del contenido de clorofila con respecto a las 12:00 ($1.29 \pm 0.29 \text{ mg g}^{-1}$) horas. Es probable que las fluctuaciones de los resultados en esta investigación se deban a que los datos tomados en esta variable se realizaron entre las 11:00 y 14:00 horas del día. Las horas pueden ser un factor importante que pueden alterar los resultados de cada nivel.

Latorre (2011), mencionó que el K está presente en muchas funciones y dentro de esta en la síntesis de clorofila, relacionándolo de manera directa en el contenido de clorofila. Esto podría vincularse con el contenido de clorofila encontrada de los tratamientos, donde se observó un menor contenido de clorofila en el N2 que pudo deberse a una menor concentración de este nutriente importante como lo mencionado para la síntesis de clorofila. Y de haber encontrado mayor contenido de clorofila en el N1 debido a la concentración de K presentada en este nivel.

Además de las horas del día y la disponibilidad de P que provocan variaciones en el contenido de clorofila pueden existir otros factores como la temperatura media del aire que influye en la síntesis de clorofila, donde a medida que aumenta la temperatura en un rango de 15 y 20 °C se produce un incremento considerable de la concentración de clorofila, mientras que por encima de los 20 °C, decrece abruptamente la concentración de clorofila de acuerdo a las lecturas del medidor de clorofila (Minolta SPAD 502) en distintos estadios del ciclo del cultivo de maíz (Sainz y Echeverría, 1998). Por este motivo se debe tomar en cuenta los factores ambientales que ayudan en el incremento o disminución del contenido de clorofila, la temperatura en el transcurso de la toma de datos cambiaba constantemente en ese periodo de recolección de datos.

La disminución en el contenido de clorofila puede deberse a una alta concentración de N en el tejido foliar de la planta. Toth, Meszaros, Veres y Nagy (2002) citado por Sanclemente y Peña (2008), señalan que existe una disminución en la actividad fotosintética de las plantas que crecen a altos niveles de nitrógeno indicando que la tasa de asimilación por unidad de clorofila puede inhibirse con un aumento en el suplemento de nitrógeno, aunque en la presente investigación no presentó incrementos solo en un nivel, sino que los tres niveles tuvieron similares concentraciones de este nutriente por lo que esta situación no se relacionaría con el contenido de clorofila presentado en los tres niveles.

De acuerdo con Hamblin, Stefavo y Angessa (2014), los niveles bajos de contenido de clorofila foliar en el cultivo de trigo pueden resultar en el incremento del rendimiento. Pues dicha argumentación menciona que menos clorofila por unidad de área foliar conduciría a una mejor transmisión de luz a través del dosel, aumentando potencialmente la fotosíntesis

de las hojas inferiores, mientras que cuando se exponen al exceso de luz, las hojas más transparentes reducirían el nivel de daño fotoquímico a los cloroplastos en el dosel superior y por lo tanto se requeriría menos energía para su reparación. Sin mencionar que los cloroplastos son ricos en nutrientes y reducir su número puede aumentar los nutrientes disponibles para el crecimiento y desarrollo. Además, la captura de luz reducida por encima de la necesaria para una fotosíntesis máxima puede reducir el estrés por calor en las hojas en la parte superior del dosel y puede ser necesaria menos agua para enfriar. Puede esta hipótesis ser un punto importante en el contenido de clorofila. Pues en el presente ensayo el contenido más alto de clorofila en el N1 registró menor rendimiento, mientras que el N2 con menor contenido de clorofila, presentó mayor número de tallos florales. Podría por lo tanto estar ligada la disminución de cloroplasto con el aumento de nutrientes que resultaría en incrementos en el rendimiento.

4.3 Materia seca (MS)

Según el análisis de varianza (Tabla 27) con respecto a la variable materia seca presenta un efecto significativo sobre el factor época ($F=31.81$; $gl=1$; $P=0.0001$), con un coeficiente de variación de 31.12%. Denotando que no existió diferencias significativas entre niveles ($F=1.48$; $gl=2$; $P=0.2292$).

Tabla 27

Análisis de varianza de la Materia seca (MS) del cultivo de rosas (Rosa sp.).

F.V.	GL	F.	Valor p
Época	1	31.81	<0.0001
Nivel	2	1.48	0.2292
Estructura	2	0.84	0.4325
Nivel/Estructura	4	1.03	0.3927
Época/ Nivel	2	0.13	0.8760
Época/Estructura	2	0.65	0.5228
Época/ Nivel /Estructura	4	0.17	0.9556

La variación que se presentó (Figura 33) en la época de San Valentín con 27.54 g de materia seca con respecto a la época de madres que presentó 21.93 g, una disminución considerable

en la segunda época independiente del tratamiento aplicado. Este resultado de una mayor producción de materia seca en San Valentín pudo deberse a que en esta época se aplicó mayor cantidad de fertilizantes con respecto a la de Madres, esto debido a que en la primera época se realiza un pinch más drástico (a mesa), por lo que demandó un aumento de nutrientes para el desarrollo del cultivo, además de que los floricultores mantienen mayor cuidado en cuanto al manejo tal como lo menciona Lanchimba (2016) en una investigación acerca de la absorción de nutrientes y eficiencia de riego, realizada en el cultivo de rosas (*Rosa* sp), donde obtuvo diferencias significativas de materia seca en la época de San Valentín.

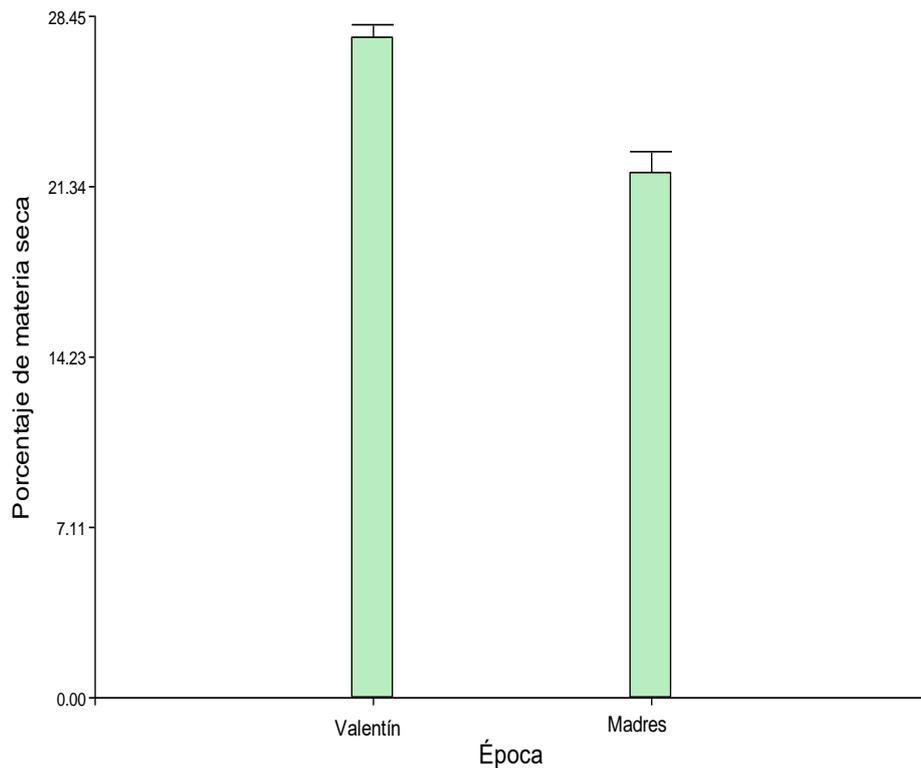


Figura 33. Porcentaje de materia seca en la época de San Valentín y Día de la Madre.

Los resultados de la materia seca por época concuerdan con una investigación realizada por Chilet y Siura (2006), acerca del efecto del biol y la época de siembra en el cultivo de cebollita china (*Allium cepa* var. *Aggregatum*) donde la aplicación del biol no produjo un aumento en el porcentaje de materia seca del cultivo entre los meses de marzo y abril. Además, Guanopatía (2012), menciona que en el cultivo de alfalfa no hubo incrementos en la producción de materia seca trabajada con una dosis de biol de 5cc/l y 10cc/l e intervalos

de aplicación de 10 a 15 días, por lo que recomienda incrementar la dosis de biol y disminuir los intervalos de aplicación, con el fin de obtener mayor concentración de M.S en el cultivo.

Contrariando al presente ensayo, en una investigación realizado por Jiménez (2011) en la rehabilitación de praderas, se evidenció un incrementó de materia seca con la aplicación del biol, pero cabe recalcar que esto sucedió en el último corte realizado dentro del cultivo y con una aplicación del biol del 100% (16.13 l de biol en 118.27 l de agua) sin aplicación de fertilizantes químicos, alcanzando una producción total de 5229.08 kg/ha de materia seca.

El hecho de no encontrar diferencias significativas entre niveles además de una disminución de la cantidad de materia seca, no quiere decir que existió una deficiencia de nutrientes en el cultivo, ya que, de acuerdo con los resultados de análisis de suelo obtenidos, se pudo evidenciar que existe un alto contenido de nutrientes disponibles para la planta.

El resultado de la presente investigación no concuerda con lo manifestado por Valladares (2016), donde la aplicación del biol (3 m³ Biol/ha) en el cultivo de pepinillo (*Cucumis sativus* L.) obtuvo la mayor acumulación de biomasa seca por planta con 22.50%, superando significativamente a los tratamientos con fertilizantes químicos. Además, Pombaza, León, Villacis, Vega y Aldáz (2016), en una investigación realizada en el cultivo de lechuga demuestran que el biol contribuyó en la obtención de mayor peso del cogollo comercial (1.14 kg).

Un menor porcentaje de materia seca en cultivos tratados con microorganismos en comparación a los tratados con fertilizantes químicos puede ser debido a que la fertilización química generó mejores resultados debido a que brinda nitrógeno inorgánico, el cual es de fácil disponibilidad para la planta, mientras que el nitrógeno orgánico fijado por los microorganismos debe ser mineralizado en un proceso de amonificación para ser asimilado por la planta (Sotelo, Jiménez, De Zan y Cueto, 2012), lo que llevaría mayor tiempo, para mostrar efectos positivos con el aporte de microorganismos al suelo.

4.5 Rendimiento

Para la variable rendimiento, se realizó en las fechas más altas de producción, en las épocas de San Valentín y Madres.

Rendimiento total

Según el análisis de varianza (Tabla 28), se determinó que existe interacción entre los factores época y nivel ($F=4.58$; $gl=2$; $P=0.0386$), al igual que el factor nivel ($F=5.11$; $gl=2$; $P=0.0295$), y época ($F=685.26$; $gl=1$; $P=0.0001$), con un coeficiente de variación de 32.07%.

Tabla 28

Análisis de varianza de Rendimiento de los tallos florales en el cultivo de rosas (Rosa sp.).

F.V.	GL	F.	Valor p
Época	1	685.26	<0.0001
Nivel	2	5.11	0.0295
Época/Nivel	2	4.58	0.0386

Una vez realizada la prueba de Fisher al 5% (Anexo 21), se puede observar que existen diferencias entre épocas, donde en San Valentín presentó 2099.93 tallos florales, mientras que en madres se obtuvo 1136.56 tallos florales, con una diferencia de 398.33 tallos entre las dos épocas (Figura 34).

En cuanto a los niveles de acuerdo con la prueba de Fisher al 5% (Anexo 21) se puede observar (Figura 34) la formación de tres rangos de diferencia. En la época de San Valentín los tres niveles comparten el mismo rango. Mientras que en la época de Madres N2 es diferente a N3 y N1, lo que se traduce en que N2 con 1701 tallos florales representa al mejor nivel a diferencia de N3 que tuvo un rendimiento de 1580.17 tallos florales y N1 con 1572.67 tallos florales totales.

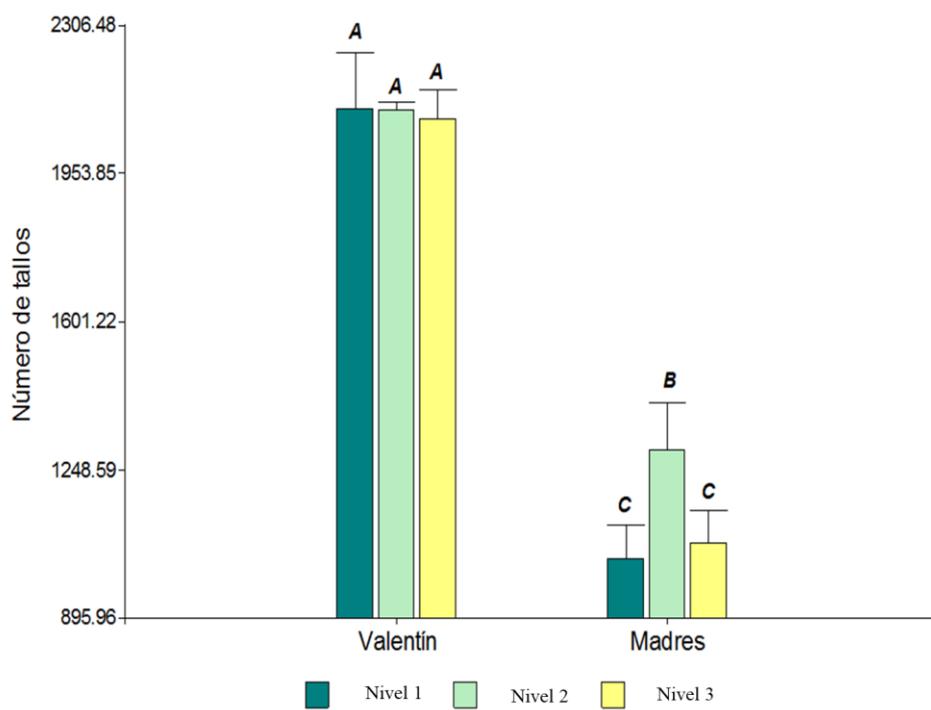


Figura 34. Rendimiento de tallos totales cosechados en la época de San Valentín y Madres del cultivo de rosa (*Rosa* sp), variedad Freedom.

En la época de San Valentín se observa mayor rendimiento de tallos florales en los tres niveles, mientras que desciende para la época de Madres. Este resultado puede deberse a que en la época de Madres se realizó el pinch selectivo, mientras que en San Valentín se realizó un pinch más drástico (a mesa), además de que la fertilización fue mucho mayor en comparación a la de Madres, pero aún con una disminución, el N2 presentó mayor rendimiento en comparación a los demás niveles, por lo que se deduce que el biol si puede influir en el rendimiento de un cultivo si esto tiene una aplicación constante, aunque los resultados se podrían apreciar en periodos más largos.

El rendimiento de un cultivo va a la par con la nutrición de la planta, si una planta no está bien nutrida es probable que los rendimientos sean bajos, pero dentro de esta investigación se pudo evidenciar una buena nutrición de acuerdo con los reportes de los análisis. Estudios realizados por Sotelo, Jiménez, De Zan, y Cueto (2012), en el cultivo de rábano (*Rhapanus sativa*), reportaron que los incrementos en la concentración de nutrientes en el tejido foliar ayudan a aumentar el rendimiento de un cultivo como lo evidenciado en esta investigación.

En una investigación realizada en el cultivo de lechuga demuestra que existe efectos positivos en el rendimiento de este cultivo, que además de contribuir en el rendimiento (549 kg/unidad experimental) también contribuyó en la obtención de mayor diámetro del cogollo comercial (25.9 cm). Pombaza, León, Villacis, Vega y Aldáz (2016), sugieren que aplicaciones de biol pueden ser una importante alternativa ecológica para fertilizar cultivos ecológicos como la lechuga reduciendo el uso de fertilizantes de síntesis química y los costos de producción.

El resultado de la presente investigación no concuerda con lo mencionado por Valladares (2016), quien no obtuvo un incremento en el rendimiento del cultivo de pepinillo con aplicaciones de 3 m³ Biol/ha el cual fue superado por fertilizantes nitrogenados, por lo que concluyo que el biol no influye en el rendimiento de un cultivo. Este resultado pudo deberse a que las dosis aplicadas no fueron suficientes para obtener resultados positivos.

V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

- El biol no influyó en la concentración de nutrientes del tejido foliar del cultivo de rosas, con excepciones en el Mn, pues demostró diferencias entre niveles, aunque para esto posiblemente el resto de los elementos influenciaron su absorción.
- Las aplicaciones de biol mantuvieron las concentraciones de nutrientes en el tejido foliar dentro del rango óptimo establecido para el cultivo, mostrando una excepción en el caso del K, donde el N2 estuvo por debajo del rango normal. Sin embargo, esto no causó un efecto negativo en el rendimiento.
- El N2 de biol contribuyó en el rendimiento de los tallos florales en la segunda época de la fase experimental. El bajo contenido de clorofila pudo haber influenciado en el rendimiento de los tallos florales en el N2.
- Las poblaciones de bacterias totales, bacterias no simbióticas fijadoras de N, actinomicetes y hongos no fueron influenciadas por aplicaciones de biol. Por otro lado, las poblaciones de bacterias solubilizadoras de fosfato y bacterias celulolíticas incrementaron con aplicaciones de biol. Los aumentos de estas dos poblaciones de microorganismos en el N3 pudieron deberse a contaminación por las distintas labores culturales que mantiene la finca y debido a las aplicaciones de biol vía foliar que se desarrolló por aspersión.

RECOMENDACIONES

- Realizar experimentos en cultivos donde la fertilización sea exclusivamente con bioles o insumos orgánicos para poder conocer de mejor manera el efecto del biol, su contribución tanto en el suelo como en la parte foliar de la planta y de cómo esto afecta al cultivo, tanto positiva como negativamente.
- Se deben realizar investigaciones con poblaciones de microorganismos aislados e identificados para ver su versatilidad y su adaptabilidad a las condiciones que se pueda presentar en la zona de estudio. Pues existe una diversidad de especies y cada una reacciona de acuerdo con el ambiente donde se encuentran.
- Realizar estudios en periodos mayores a seis meses con los respectivos cultivos establecidos, porque la aplicación del biol muestra respuestas positivas en periodos más largos que los realizados en la presente investigación.

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Adriano , M., Gutiérrez, F., Dendooven, L., y Salvador, M. (2012). Influence of compost and liquid bioferment on the chemical and biological characteristics of soil cultivated with banana (*Musa spp. L.*). *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, 12(1), 33-43.
- Alarcón, A. L. (2001). El boro como nutriente esencial. *Horticultura*, 1-11. Obtenido de <http://www.horticom.com/pd/imagenes/51/155/51155.pdf>
- Ávila, G. P., Marcía, J. R., y Portillo, O. R. (2010). *Evaluación de la fertilización orgánica como alternativa suplementaria a la fertilización química en el sistema de producción del cultivo de tomate.*
- Araya, F. (2010). *Producción y caracterización de bioles para su uso en el cultivo de banano (Musa sp), Rio Frio, Sarapiquí, Heredia, Costa Rica* (Tesis de pregrado). Instituto Tecnológico de Costa Rica sede regional San Carlos, San Carlos.
- Benintende, S., y Sánchez , C. (2009). *Microorganismos del suelo.* Obtenido de [file:///F:/MICROORGANISMOS/cel%20parte_de_unidades_10_y_11_microorganismos_del_suelo%20\(1\).pdf](file:///F:/MICROORGANISMOS/cel%20parte_de_unidades_10_y_11_microorganismos_del_suelo%20(1).pdf)
- Benny, C. (2011). Nutrición vegetal. Obtenido en <http://www.smart-fertilizer.com/articulos/momento-aplicacionfertilizantes>.
- Benavides, A. (1998). *El azufre en las plantas.* Obtenido de http://intranet.exa.unne.edu.ar/biologia/fisiologia.vegetal/El_azufre_en_plantas.pdf
- Benintende, S., y Sánchez , C. (2009). *Microorganismos del suelo.* Obtenido de [file:///F:/MICROORGANISMOS/cel%20parte_de_unidades_10_y_11_microorganismos_del_suelo%20\(1\).pdf](file:///F:/MICROORGANISMOS/cel%20parte_de_unidades_10_y_11_microorganismos_del_suelo%20(1).pdf)
- Bhattacharyya, P. N., y Jha, D. K. (2012). Plant growth-promoting rhizobacteria (PGPR): emergence in agriculture. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, 28, 1327-1350. Obtenido de <https://link.springer.com/article/10.1007/s11274-011-0979-9>
- Bravo, A. (2007). *Manual Básico de Agricultura Ecológica.* Obtenido de https://www.juntadeandalucia.es/export/drupaljda/manual_ae.pdf
- Cajamarca V, D. (2012). *Procedimientos para la elaboración de abonos orgánicos* (Tesis de pregrado). Universidad de Cuenca , Cuenca.

- Cakmak, I., y Yazici, A. M. (2010). Magnesio: El elemento olvidado en la Producción de cultivo. *Informaciones Agronomicas*, 16-19. ([https://www.ipni.net/ppiweb/iaecu.nsf/\\$webindex/901DD92BAE8EF8F60525777D0074FDAA/\\$file/2.+Magnesio.+El+elemento+olvidado.pdf](https://www.ipni.net/ppiweb/iaecu.nsf/$webindex/901DD92BAE8EF8F60525777D0074FDAA/$file/2.+Magnesio.+El+elemento+olvidado.pdf)).
- Calvo, S. (2011). Bacterias simbióticas fijadoras de nitrógeno. *Gran Enciclopedia Universal*, IX y XII, 173-186. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3761553>
- Casierra, F., y Riascos, D. H. (2012). *Cambios diarios del contenido de pigmentos fotosintéticos en hojas de caléndula bajo sol y sombra*. doi:10.21897/rta.v17i1.697
- Cañizares, R. O. (2000). Biosorción de metales pesados mediante el uso de biomasa. *Revista Latinoamericana de Microbiología*, 42, 131-143. Obtenido de <https://www.medigraphic.com/pdfs/lamicro/mi-2000/mi003f.pdf>
- Cardenas, A. J. (2011). *Utilización de Productos Genéricos para Controlar Mildium Velloso (Peronospora sparsa) y Bajar el Costo de las Rosas (Rosa sp) de la variedad Vendela en la Empresa Agrícola Carmen Amelia Lasso-Cotopaxi* (Tesis de pregrado). Universidad Técnica de Cotopaxi, Latacunga.
- Centro de Biología Molecular Severo Ochoa y Universidad de Harvard. (2011). *Adaptación de las bacterias*. Obtenido de <http://www.catalunyavanguardista.com/catvan/adaptacion-de-las-bacterias/>
- Centro de Investigaciones Agronómicas de la Universidad de Costa Rica y la Camara de Insumos no Sintéticos. (2003). *Taller de Abonos Orgánicos*.
- Chen, J. (2020). *Rol del Hierro en el cultivo de plantas*. Obtenido de <https://www.pthorticulture.com/es/centro-de-formacion/rol-del-hierro-en-el-cultivo-de-plantas/>
- Chilet, M., y Siura, S. (2006). *Efecto del biol y la epoca de siembra en el cultivo de cebollita china (Allium cepa var. aggregatum) bajo cultivo organico*. Obtenido de <http://www.lamolina.edu.pe/hortalizas/Investigacion/Tesis/Tesis%20Sustentadas/Resumen%20Marco%20Chillet.pdf>
- Corporación Financiera Nacional "CFN". (2017). *Ficha Sectorial: Cultivo de Flores*. Obtenido de <https://www.cfn.fin.ec/wp-content/uploads/2017/10/FS-Cultivo-de-Flores-octubre-2017.pdf>

- Cracogna, M. F., Iglesias, M. C., Diaz, I. G., y Carbajal, M. L. (2003). Utilización de Azospirillum y bacterias solubilizadoras de fósforo en el cultivo de trigo. *Universidad Nacional del Nordeste*.
- De la Rosa, J. (2012). “*Análisis Físico y Químico de Fertilizante Orgánico (biol) producido por biodigestores a partir de estiércol de ganado*” (Tesis de pregrado). Instituto Tecnológico del Altiplano de Tlaxcala, Xocoyucan, Tlax. Obtenido de <https://es.scribd.com/document/272243144/Analisis-Fisico-y-Quimico-de-Fertilizante-Orgnico-Biol-Jonatan-de-La-Rosa-Mendez>
- Delgado, M. (2019). Los microorganismos del suelo en la nutrición vegetal. Obtenido de https://www.oriusbiotech.com/escrito?nom=Los_microorganismos_del_suelo_en_la_nutrici%C3%B3n_vegetal.
- Finca Florícola "Flor de Azama" (2017). Quiroga, Cotacachi.
- Galindo, A. R. (2013). *Diseño de una red para Transmisión de voz, datos e internet para la Empresa Florícola Falcon Farms*. (Tesis de pregrado), Escuela Politécnica Nacional, Quito.
- Gaspar (2008). Fertilización del cultivo de la Vid. Obtenido de <http://www.agroestrategias.com/pdf/Cultivos%20%20Fertilizacion%20de%20la%20Vid.pdf>
- Gobierno Autónomo Descentralizado del Cantón Cotacachi. (2014). *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial*. Obtenido de http://app.sni.gob.ec/visorseguimiento/DescargaGAD/data/sigadplusdiagnostico/COTACACHI-DIAGNOSTICO%20%202014_15-11-2014.pdf
- González, L., y Espinosa, A. (2011). *Hallazgo de yacimientos de sales de potasio en Colombia*. Obtenido de <https://revistas.uis.edu.co/index.php/revistaboletindegologia/article/view/2716/3123>
- Guanopatín, M. R. (2012). *Aplicación de biol en el cultivo establecido de alfalfa (Medicago sativa)* (Tesis de pregrado). Universidad técnica de ambato, Ambato.
- Hamblin, J., Stefanova, K., y Tolera, T. (2014). Variation in Chlorophyll Content per Unit Leaf Area in Spring Wheat and Implications for Selection in Segregating Material. *Plos One*, 9, 1-9. Obtenido de <https://journals.plos.org/plosone/article/file?id=10.1371/journal.pone.0092529&type=printable>

- Hidalgo, J. L. (2017). *La situación actual de la sustitución de insumos agroquímicos por productos biológicos como estrategia en la producción agrícola: El sector florícola ecuatoriano*. Quito.
- Hshuan, J. (2016). The combined use of chemical and organic fertilizers and/or biofertilizer for crop growth and soil fertility. *International Workshop on Sustained Management of the Soil-Rhizosphere System for Efficient Crop Production and Fertilizer Use*, (págs. 1-11). Bangkok.
- Ibáñez, J. J. (2007). *Biodisponibilidad de los nutrientes por las plantas, pH del suelo y el complejo de cambio o absorbente*. Obtenido de <http://www.madrimasd.org/blogs/universo/2007/05/09/65262>
- Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuaria. (2009). *Guía de recomendaciones de fertilización para los principales cultivos del callejón interandino*. (S. Alvarado, F. Valverde, V. Novoa, Y. Cartagena, y R. Parra, Edits.)
- Instituto Nacional de Estadística y Censos. (2017). *Información Ambiental en la Agricultura 2016*. Obtenido de www.ecuadorencifras.gob.ec
- Instituto Nacional de Investigación Agraria. (2008). *El biol*. (A. Roldán Chávez, Ed.) Obtenido de http://ong-adg.be/bibliadg/bibliotheque/opac_css/doc_num/fiches_techniques/biol.pdf
- International Fertilizer Industry Association. (2011). *Urea comprobación de hechos*. Obtenido de <https://www.skwp.de/uploads/media/01-hechosurea-ES.pdf>
- International Fertilizer Industry Association. (2011). *Urea comprobación de hechos*. Obtenido de <https://www.skwp.de/uploads/media/01-hechosurea-ES.pdf>
- Islas, S., Lucho, C. A., Beltrán, R. I., Gómez, R., Vázquez, G. A., Herrera, J. M., y Jiménez, A. (2015). Effectiveness of rabbit manure biofertilizer in barley crop yield. *Springer*.
- Jácome, J. E. (2010). *Estudio de una evaluación de fertilización orgánica para reemplazar la fertilización química en la producción de rosas (Rosa spp)* (Tesis de pregrado). Escuela Politécnica Nacional, Quito.
- Jiménez, E. V. (2011). *Aplicación de biol y fertilización química en la rehabilitación de praderas "Aloag – Pichincha"* (Tesis de pregrado). Escuela Politécnica del Ejército, Pichincha.
- Jiménez, C. (2010). *Evaluación de la eficiencia de extractos de yemas de rosas (Rosa sp.) y frutas como fertilizantes foliares, producidos artesanalmente en la finca Jumbo*

- Roses, aplicados a tres dosis en la variedad de rosas forever young* (Tesis de pregrado). Universidad Politecnica Salesiana Sede Quito, Cayambe.
- Juárez, M., Cerdán, M., y Sanchez-Sanchez, A. (2007). *Hierro en el sistema suelo-planta*. Recuperado de <http://exa.unne.edu.ar/biologia/fisiologia.vegetal/HIERRO.pdf>
- Koszel, M., y Lorencowicz, E. (2015). El uso agrícola del digestato biogás como un reemplazo Fertilizantes. *ELSEVIER*, 7, 119-124.
- Lanchimba, L. J. (2013). *Respuesta de seis variedades de rosa (Rosa spp.) a tres relaciones nutricionales de Ca, Mg Y K*. (Tesis de pregrado). Universidad Central del Ecuador, Pichincha.
- Lanchimba, A. I. (2016). *Estudio de la absorción de nutrientes y eficiencia del riego en el rosal (Rosa sp.) variedad Freedom, en dos ciclos*. (Tesis de pregrado). Universidad Central del Ecuador, Quito.
- Latorre (2011). *La vida de las plantas*. Universidad Central del Ecuador, Quito.
- López, P. V., Garcés, L. A., y Gómez, G. (2019). Elaboración artesanal de un biol y su efecto repelente sobre insectos plagas en zucchini (*cucurbita pepo* L.) variedad SIMONE F1. *DELOS*, 6-7.
- Makádi, M., Tomócsik, A., y Orosz, V. (2012). *Digestate: A New Nutrient Source- Review*. Obtenido de <http://cdn.intechopen.com/pdfs/31331.pdf>
- Mamani, P., Chávez, E., y Ortuño, N. (2012). *El Biol Biofertilizante casero para la Producción Ecológica de cultivos*. Obtenido de <http://www.proinpa.org/tic/pdf/Bioinsumos/Biol/pdf59.pdf>
- Marentes, D. L. (2013). *Floricultura*. Obtenido de <https://studylib.es/doc/8495806/universidad-nacional-abierta-ya-distancia>
- Martínez, J. M. (2012). *Agricultura Convencional y Agriculturas Alternativas*.
- Martínez, L. A. (2011). *Evaluación de tres dosis de biosolar aplicados a tres variedades de gerbera (gerbera jamesonii), en salache bajo CEYPSA-UTC.Parroquia Eloy Alfaro*. Universidad Técnica de Cotopaxi, Latacunga.
- Martínez, M. (2011). *Bacterias fijadoras de nitrógeno*. Obtenido de <https://es.slideshare.net/MarianL19/bacterias-fijadoras-de-nitrogeno>
- Martínez, N., López, C., Basurto, M., y Pérez, R. (2010). Efectos por salinidad en el desarrollo vegetativo, 5(3), 156-161. Obtenido de <https://www.docsity.com/es/efectos-por-salinidad-en-el-desarrollo-vegetativo-pdf/5277632/>

- Méndez, M. J., y Viteri, S. E. (2007). Alternativas de biofertilización para la producción sostenible de cebolla de bulbo (*Allium cepa*) en Cucaita, Boyaca. *Scielo*, 25(1), 168-175. Obtenido de <http://www.scielo.org.co/pdf/agc/v25n1/v25n1a19.pdf>
- Mosquera, B. (2010). *Abonos orgánicos, protegen el suelo y garantizan alimentación sana*. Obtenido de http://www.fonag.org.ec/doc_pdf/abonos_organicos.pdf
- Moreno, P., y Ouabouch, H. (2012). Marruecos y los fosfatos: incierto futuro. *Ecología Política*, 62-64. Obtenido de https://www.ecologiapolitica.info/novaweb2/wp-content/uploads/2015/12/043_Morenoetal_2012.pdf
- Morocho, M. T., y Leiva, M. (2019). Microorganismos ecientes, propiedades funcionales y aplicaciones agrícolas. *Centro Agrícola*, 46(2), 93-103. Obtenido de <http://scielo.sld.cu/pdf/cag/v46n2/0253-5785-cag-46-02-93.pdf>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura "FAO". (2020). *FAOSTAT*. Obtenido de <http://www.fao.org/faostat/es/#data/RFN>
- Ortega, G. (2009). Agroecología vs. Agricultura convencional. Obtenido de <http://www.baseis.org.py/wp-content/uploads/2014/03/1395155082.pdf>
- Pérez, J. L. (1999). *Evaluación de sies tratamientos de fertilización en el cultivo de Rosas (Rosa hibrida var. Belle rouge), bajo condiciones de invernadero en el Municipio de San Lucas Sacatepequez, departamento de Sacatepequez, Guatemala* (Tesis de pregrado). Universidad de San Carlos de Guatemala, Sacatepequez.
- Pomares, F. (2008). La fertilización y la fertiirrigación, programas de nutrición, influencia sobre la programación. *Actas Horticultura*. Obtenido de <http://www.sech.info/ACTAS/Acta%20n%C2%BA%2050.%20XI%20Jornadas%20de%20Grupo%20de%20Horticultura/Sesi%C3%B3n%20III/La%20fertilizaci%C3%B3n%20y%20la%20fertiirrigaci%C3%B3n,%20programas%20de%20nutrici%C3%B3n,%20influencia%20sobre%20la%20programaci%C3%B3n.pdf>
- Prada, A. (2017). *Sistema de Gestion de la Energia en una Planta de Fabricacion de Urea*. Tesis, Universidad Tecnica Superior de Ingenieros Industriales, Madrid. Obtenido de http://oa.upm.es/49201/1/TFG_ALBERTO_PRADA_PALOS.pdf
- Prates, H. S., Lavres, J., y Ferreira, M. (2007). Azufre como nutriente y agente de defensa contra plagas y enfermedades. *Informaciones Agronomicas*, 1-4. Obtenido de [https://www.ipni.net/ppiweb/iaecu.nsf/\\$webindex/3A81C89C1F0AEBAB052572E2006E3F63/\\$file/Azufre+como+Nutriente+y+Agente+de+Defensa+contra+Plagas+y+Enfermedades.pdf](https://www.ipni.net/ppiweb/iaecu.nsf/$webindex/3A81C89C1F0AEBAB052572E2006E3F63/$file/Azufre+como+Nutriente+y+Agente+de+Defensa+contra+Plagas+y+Enfermedades.pdf)

- PROECUADOR. (2013). *Análisis sectorial de Flores*. (http://www.proecuador.gob.ec/wp-content/uploads/2013/07/PROEC_AS2013_FLORES.pdf)
- PROECUADOR. (2015). *Flores*. (<http://www.proecuador.gob.ec/compradores/oferta-exportable/flores/>).
- Ramya, S. S., Vijayanand, N., y Rathinavel, S. (2015). Foliar application of liquid biofertilizer of brown alga *Stoechospermum marginatum* on growth, biochemical and yield of *Solanum melongena*. *Int J Recycl Org Waste Agricult* 4, 167–173. Obtenido de <https://doi.org/10.1007/s40093-015-0096-0>
- Restrepo, G. M., Marulanda, S., De la Fe, Y., Díaz, A., Vera, L. B., y Hernández, A. (2015). Bacterias solubilizadoras de fosfato y sus potencialidades de uso en la promoción del crecimiento de cultivos de importancia económica. *CENIC*, 46(1). Obtenido de <http://revista.cnic.edu.cu/revistaCB/articulos/bacterias-solubilizadoras-de-fosfato-y-sus-potencialidades-de-uso-en-la-promoci%C3%B3n-del>
- Robinson, J. (2010). *Micronutrientes esenciales en aplicaciones de fungicidas*. Obtenido de <http://www.hortalizas.com/proteccion-de-cultivos/micronutrientes-esenciales-en-aplicaciones-de-fungicidas/>
- Rodríguez, A. S. (2014). *Influencia de tres dosis de biol en el crecimiento y rendimiento del cultivo de maíz forrojero (Zea mays L.) (Tesis de pregrado)*. Universidad Privada Antenor Orrego, Trujillo-Perú.
- Rojas, H. R. (2014). *Estudio del efecto de la aplicación de microorganismos efectivos en la calidad del biol en un proceso de biodigestión anaeróbica*. Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima-Perú. Obtenido de <http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/1878/F04-R633-T.pdf?sequence=5&isAllowed=y>
- Rosset, P. M. (2001). *La crisis de la agricultura convencional, la sustitución de insumos, y el enfoque agroecológico*. Obtenido de <https://doctoradoagroecoudea.files.wordpress.com/2013/03/sustinsumos.pdf>
- Sainz, H., y Echeverría, H. (1998). Relación entre las lecturas del medidor de clorofila (Minolta SPAD 502) en distintos estadios del ciclo del cultivo de maíz y el rendimiento en grano. *La Plata*, 37- 44. Obtenido de <https://core.ac.uk/download/pdf/296404537.pdf>
- Sanchez V, J. (2000). Fertirrigación. *Seminario de Fertirrigación*, (págs. 1-26). Lima.

- Sánchez , A. M., Vayas, T., Mayorga , F., y Freire, C. (2020). *Sector florícola Ecuador*.
Obtenido de [https://blogs.cedia.org.ec/obest/wp-content/uploads/sites/7/2020/06/Diagn%
c3%b3stico-sector-flor%
c3%adcola-Ecuador.pdf](https://blogs.cedia.org.ec/obest/wp-content/uploads/sites/7/2020/06/Diagn%c3%b3stico-sector-flor%c3%adcola-Ecuador.pdf)
- Sanclemente, M. A., y Peña, E. J. (2008). Crecimiento y eficiencia fotosintética de *Ludwigia decurrens* Walter (Onagraceae) bajo diferentes concentraciones de nitrógeno. *REDALYC.ORG*, 175-186.
- Santamaría, D. (2009). *Evaluación microbiana, hormonal y nutricional de ocho formulaciones en la preparación de biol y su aplicación en tres dosis en el cultivo de palmito (Bactris gasipaes HBK)* (Tesis de pregrado).Escuela Politécnica del Ejército, El Prado. Obtenido de <https://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/2595/1/T-ESPE-IASA%20I-003876.pdf>
- Salazar, E., Trejo, H. I., López, J. D., Vázquez, C., Serrato, J. S., Orona, I., y Flores, J. P. (2010). Efecto residual de estiércol bovino sobre el rendimiento. *Terra Latinoamerica*, 28(4), 381-390. Obtenido de <http://www.scielo.org.mx/pdf/tl/v28n4/v28n4a10.pdf>
- Shaviv, A., y Mikkelsen, R. L. (1993). *Controlled-release fertilizers to increase efficiency of nutrient use and minimize environmental degradation - A review. Fertilizer Research*, 35(1-2), 1–12. doi:10.1007/bf00750215
- Sierra, C. (2017). Una mirada a la relación entre el cobre, el suelo y las plantas. *Campo*, pág. 1. Obtenido de <http://www.elmercurio.com/Campo/Noticias/Analisis/2016/03/29/Una-mirada-a-la-relacion-entre-el-cobre-el-suelo-y-las-plantas.aspx>
- Simone. (2006). *Conservación de los recursos naturales para una agricultura sostenible*. Obtenido de http://www.fao.org/ag/ca/training_materials/cd27-spanish/ba/organic_matter.pdf
- Sonneveld, C., y Voogt, W. (2009). *Plant Nutrition of Greenhouse Crops*. Obtenido de <http://playtheplanetblog.creativisms.org/wp-content/uploads/2016/02/Plant-Nutrition-of-Greenhouse-Crops2009BBS.pdf>
- Sotelo D., L. I., Jiménez F., J. A., De Zan, A. T., y Cueto V., M. C. (2012). Efecto de inoculación de microorganismos en crecimiento de rábano (*Raphanus sativus*).

- Scielo*, 10(1), 21-31. Obtenido de <http://www.scielo.org.co/pdf/bsaa/v10n1/v10n1a04.pdf>
- Soto, G., Hopkins, R., Andersen, M., y de Jeude, M. (2003). *Agricultura Orgánica: una herramienta para el desarrollo rural sostenible y la reducción de la pobreza*. Obtenido de <http://www.fao.org/3/a-at738s.pdf>
- TETRA. (2004). La importancia del Ca. Obtenido de <file:///F:/USUARIO/Downloads/Spanish%20Version%20The%20Importance%20of%20Calcium.pdf>
- Toalombo, M. C. (2013). *Aplicación de abonos orgánicos líquidos tipo biol al cultivo de mora (RubusglaucusBenth)* (Tesis de pregrado). Universidad Tecnica de Ambato, Ambato.
- Tutillo, M. Á. (2011). *Efecto de tres abonos orgánicos líquidos, aplicados al area foliar y al suelo, en el desarrollo del cultivo de rosa (Rosa sp.). variedad Leonor, en el cantón Pedro Moncayo, provincia de Pichincha*. (Tesis de pregrado). Universidad Técnica del Norte, Imbabura.
- Valencia, F. A. (2017). *Absorción de nutrientes en rosa (Rosa sp.) variedad Freedom, en tercer y cuarto ciclo productivo* (Tesis de pregrado). Universidad Central del Ecuador, Quito.
- Valladares, F. T. (2016). *Influencia de tres dosis crecientes de biol en comparacion con tres dosis crecientes de nitrogeno en la produccion de pepinillo (Cucumis sativus L.) para encurtido Cv. Palomar* (Tesis de pregrado). Universidad Privada Antenor Orrego, Trujillo-Perú.
- Vargas, F. (2014). *El uso de biol y biosol*. Obtenido de <http://es.slideshare.net/fvargaslehner/biosol-y-biol>
- Warnars, L., y Oppenoorth, H. (2014). *Estudio sobre el biol, sus usos y resultados*. Obtenido de https://www.hivos.org/sites/default/files/publications/estudio_sobre_el_biol_sus_usos_y_resultados.pdf
- Weaver, R.W.(1994). *Métodos de análisis de suelos. Parte 2, Propiedades microbiológicas y bioquímicas* (2da edición). Soil Science Society of America, Madison, Wis., EE. UU.
- Yong, A. (2004). Técnicas de formación y manejo del rosal. *Redalyc*, 25(4), 53-60. Obtenido de <http://www.redalyc.org/pdf/1932/193225911005.pdf>

- Zagoya, J., Ocampo, J., Ocampo, I., Macías, A., y De La Rosa, P. (2015). Caracterización fisicoquímica de biofermentados elaborados artesanalmente. *Biotecnia*, XVII (1), 14-19. Obtenido de <https://biblat.unam.mx/hevila/Biotecnia/2015/vol17/no1/3.pdf>
- Zhu, Z., Zhanga, F., Wangb, C., Ran, W., & Shen, Q. (2013). Treating fermentative residues as liquid fertilizer and its efficacy on the tomato growth. *ELSEVIER*, 492–498.

VII. ANEXOS

Anexo 1. Cálculo del N del biol para la aplicación por cama y por nivel.

Cosecha de biol=240 lt

Cálculo de biol por tratamiento

$$\frac{240 \text{ lt}}{3} = 80 \text{ lt biol (T1)} >$$

$$80 * 2 = 160 \text{ lt biol (T2)} >$$

Aporte de nitrógeno (N) biol

$$1 \text{ lt (biol)} \dots \dots \dots 366 \text{ mg (N total)}$$

$$6.6 \text{ lt/cama} \dots \dots \dots x$$

$$x = 2438 \text{ mg/cama/semana (N)}$$

$$x = 2.4 \text{ g/cama/semana(N)}$$

Cálculo de biol/cama:

$$\frac{80 \text{ lt (biol)}}{12 \text{ camas}} = 6.6 \text{ lt biol/cama}$$

$$\frac{160 \text{ lt (biol)}}{12 \text{ camas}} = 13.3 \text{ lt biol/cama}$$

Aporte de nitrógeno (N) finca

$$N \text{ total} = 200 \text{ ppm} \quad (\text{ppm} = \text{mg})$$

$$820 \text{ lt/cama/semana (finca)} * \\ 200 \text{ mg/lt} = 164000 \text{ mg/cama/semana} \\ \text{(N)}$$

$$\underline{x} = 164 \text{ g/cama/semana (N)}$$

Aporte (N) biol en relación a la fertilización (N) finca

Tratamiento 1

$$164 \text{ g/cama/semana (finca)} \dots \dots \dots 100\%$$

$$2.4 \text{ g/cama/semana (biol)} \dots \dots \dots x$$

$$x = 1.5\%$$

Tratamiento 2

$$164 \text{ g/cama/semana (finca)} \dots \dots \dots 100\%$$

$$4.8 \text{ g/cama/semana (biol)} \dots \dots \dots x$$

$$x = 3\%$$

Anexo 2. Resultados del análisis del biol

pH, C.E. y contenido de macro- y micronutrientes en mg / litro (respectivamente ppm) en el Biol – Nutrientes en solución, disponibles para la planta

Parámetro	Unidad	# 1: Biol
Materia Seca	%	1.8
pH		7.6
C.E. (mS/cm)	mS/cm	12.7
Nitrato (NO₃) NO ₃ - N	mg/l	27.4 6.2
Amonio (NH₄) NH ₄ - N	mg/l	464 360
(NO₃ +NH₄) – N	mg/l	366
Fosfato (PO₄) PO ₄ - P	mg/l	114 37.2
Potasio (K)	mg/l	2470
Magnesio (Mg)	mg/l	776
Calcio (Ca)	mg/l	753
Sulfato (SO₄) Azufre (SO ₄ – S)	mg/l	213 71.1
Sodio (Na)	mg/l	483
Cloruro (Cl⁻)	mg/l	888
Hierro (Fe)	mg/l	3.4
Manganeso (Mn)	mg/l	1.2
Cobre (Cu)	mg/l	0.8
Zinc (Zn)	mg/l	2.1
Boro (B)	mg/l	18.0

Anexo 3. Requerimientos establecidos por la finca flor de Azama en la temporada de San Valentín y Día de madres.

Aporte nutricional químico	San Valentín	Madres
	ppm	ppm
N	200	171
P	50	35
K	180	180
Ca	146	137
Mg	60	60
Mn	2.5	2.5
Fe	1.7	1.5
Cu	1.5	1.5
Zn	1.7	1.7
B	0.0	0.0
Mo	0.11	0.11
S	98.6	124.6

Anexo 4. Resultado de los análisis de nutrientes foliares de la lectura inicial y final por repetición.

NIVEL	(%)												(ppm)									
	N.i	N.f	P.i	P.f	Ki	K.f	Ca.i	Ca.f	Mgi	Mg.f	Si	S.f	Bi	B.f	Zn.i	Zn.f	Cu.i	Cu.f	Fe.i	Fe.f	Mn.i	Mn.f
N1B1	3,95	8,29	0,39	0,49	2,02	2,06	1,44	1,28	0,46	0,35	0,3	0,32	197,3	110,4	6,2	39,1	5,5	8,8	69,1	83,2	41,1	139,1
N1B2	3,98	7,63	0,36	0,43	1,9	2,04	1,28	1,03	0,53	0,33	0,27	0,23	187,8	91,8	5,4	42,4	5,4	8,7	56,8	53,5	33,2	106,8
N1B3	4,09	7,29	0,38	0,39	1,83	0,94	1,43	0,98	0,51	0,36	0,27	0,23	189,5	108,7	3,2	108,7	5,3	7,1	68,9	62,3	42,6	76,8
N2B1	3,64	7,83	0,42	0,42	1,97	0,91	1,6	1,16	0,5	0,35	0,3	0,29	189,3	113,7	6,9	46	4,9	7,6	65,9	70,5	41,8	81,4
N2B2	3,99	8,23	0,39	0,54	1,89	1,8	1,51	1,42	0,53	0,39	0,29	0,33	206,3	139,1	3,4	34,6	4,9	7,9	62,5	68,8	38,8	128,8
N2B3	4,09	7,58	0,4	0,47	1,97	0,95	1,62	1,16	0,53	0,35	0,32	0,3	206,7	121,5	5	121,5	5,5	7,9	77,6	146,2	46,1	116,9
N3B1	4,13	8,32	0,44	0,49	2	1,97	1,74	1,19	0,55	0,35	0,31	0,32	193,1	129	6	45,7	5,1	8,2	70,7	84,2	40,5	154
N3B2	3,99	7,45	0,35	0,44	1,69	1,83	1,36	1,1	0,52	0,33	0,28	0,29	205,6	129,2	2,7	30,8	4,7	6,9	70,2	76,2	35,2	127,4
N3B3	3,99	7,83	0,42	0,47	1,92	0,94	1,58	1,05	0,55	0,33	0,32	0,29	233,9	96,1	4,5	96,1	6,1	6,9	77	103,3	38	130
i= inicial												f=final										

Anexo 5. Resultado de los análisis de nutrientes del suelo de la lectura inicial y final por nivel.

NIVEL	pH (i)	pH (f)	ppm						meq/100ml						ppm									
			NH ₄ (i)	NH ₄ (f)	P (i)	P (f)	S (i)	S (f)	K (i)	K (f)	Ca (i)	Ca (f)	Mg (i)	Mg (f)	Zn (i)	Zn (f)	Cu (i)	Cu (f)	Fe (i)	Fe (f)	Mn (i)	Mn (f)	B (i)	B (f)
N1	7,95	6,88	56	46	425	422	44	115	0,83	0,76	8,6	17,3	5,3	2,7	73	70	77	57,5	182	203	17,5	20,3	4,7	2,6
N2	8,03	7,13	54	42	422	473	32	185	0,8	0,94	8,5	22,1	5,1	3,5	70,5	69,5	70	59	221	215	20,3	24,8	4,5	3,2
N3	7,78	6,81	60	45	421	463	31	88	0,73	0,78	7,9	19	4,4	2,8	68	83	67	88	284	282	19,4	23,5	3,6	2,3
i= inicial												f=final												

Anexo 6. Recuento de la población de microorganismos del suelo de la lectura inicial y final por nivel en el cultivo de rosas.

Nivel	Recuento De Bacterias		Recuento De Bacterias Fijadoras De Nitrógeno		Bacterias Solubilizadores De Fósforo		Recuento De Bacterias Celulíticas		Recuento De Actinomicetos		Recuento De Hongos	
	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
	UFC/g										Propágulos/g	
N1	1x10 ⁷	1x10 ⁷	4x10 ⁶	3x10 ⁶	<30	3x10 ⁴	<30	5x10 ⁴	3x10 ⁴	5x10 ³	4x10 ⁴	2x10 ⁴
N2	2x10 ⁷	1x10 ⁷	5x10 ⁶	5x10 ⁶	<30	4x10 ⁵	<30	3x10 ³	3x10 ⁴	3x10 ⁴	1x10 ⁴	3x10 ³
N3	8x10 ⁷	1x10 ⁸	3x10 ⁶	5x10 ⁶	<30	3x10 ⁵	<30	3x10 ⁴	4x10 ⁴	3x10 ⁴	3x10 ⁴	4x10 ⁴

Anexo 7. Fórmula de Fertirriego del cultivo de rosas de la Finca “Flor de Azama”

FÓRMULA FERTIRRIEGO							
mts cub /cama/ sem				0.82 mts cub			
mts cub/ha/se				153.7 mts cub			
Total m³				3000			
Frecuencia	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	
	2pulsos	2pulsos	2pulsos	2pulsos	2pulsos	2pulsos	2pulsos
Fertilizante	Elem	Conc.	Fórmula para 1000 L			Kg / m3	
		%	Tanque 1 (g)	Tanque 2 (g)	Tanque 3 (g)		
Nitrato de Amonio	N	33.5	105				0.105
Nitrato de Calcio	Ca	16		751			0.751
Ácido Nítrico 68%	N	13					
Ácido Fosfórico 85%	N	15			70		0.07
Fosfato Mono Potásico	P	27			0		0
	P	22.7	176				0.176
	K	28					
Molibdato de Amonio	Mo	54	0.18				0.0002
Nitrato de Potasio	K	38.17		123			0.123
	N	13.5					
Sulfato de Potasio	K	42	140				0.14
	S	18					

Sulfato de Magnesio Solubor	Mg	9.6	510	0.51
Forquelat Hierro	Fe	6	17	0.017
Tradecorp Manganeso	Mn	13	12	0.012
Tradecorp Hierro	Fe	13.2		0
Tradecorp Cobre	Cu	14.5	7	0.007
Tradecorp Zinc	Zn	14	7	0.007

Anexo 8. Productos químicos la finca “Flor de Azama” aplicados vía foliar

N	PRODUCTO	GRUPO	DOSIS	INGREDIENTE ACTIVO	CONCENTRACIÓN %	BLANCO BIOLÓGICO
1	MICROTHIOL	FUNGICIDA	1	Azufre	0.45	OIDIO
2	ACROBAT	FUNGICIDA	2	Dimethomorph + Mancozeb (Zn y Mn)	0.09	VELLOSO
3	DITHANE	FUNGICIDA	1.5	Mancozeb (Zn y Mn)	0.43	VELLOSO
4	HIPOCLORITO DE CALCIO	BACTERICIDA	0.5	HIPOCLORITO DE CALCIO	0.8	ACAROS
5	PHYTON	FUNGICIDA	1	Sulfato de Cobre pentahidratado	0.247	VELLOSO
6	NIMROD	FUNGICIDA	1.2	Bupirimato (Cu)	0.25	OIDIO
7	SULFOLAC	FUNGICIDA	1.5	Azufre	0.8	OIDIO
8	AZUFRE MICRONIZADO	FUNGICIDA	1.5	Azufre	0.8	OIDIO
9	STROBY	FUNGICIDA	0.3	Metilo de kresoxim (Cu)	0.5	BOTRYTIS
10	CALDO BORDELES	BACTERICIDA	2	Sulfato de Cobre	0.28	VELLOSO
11	INVENTO 66.8	FUNGICIDA	1	Iprovalicarb + Propineb (Zn)	0.6675	VELLOSO
12	TRAFOS-K	FERTILIZANTE	1	Fosfito Potasico	0.45	FOLIARES
13	ATON CALCIO	FERTILIZANTE	1	Calcio con L.aminoacidos	0.5	FOLIARES
14	NITROFOSKA 30-10-10	FERTILIZANTE	1	NPK	0.3	FOLIARES
15	NITROFOSKA 20-19-19	FERTILIZANTE	1	NPK	0.2	FOLIARES
16	FOLCROP-CAB	FERTILIZANTE	1	Calcio más Boro	0.08	FOLIARES
17	ATON MANGANESO	FERTILIZANTE	1	Manganeso más aminoácidos	0.034	FOLIARES

Anexo 9. Prueba de Fisher al 5% de la concentración inicial y final del porcentaje (%) de nitrógeno (N) en el tejido foliar del cultivo de rosas.

Nivel	Lectura	Medias	E.E	Rangos
N2	N final	7.88	0.19	A
N3	N final	7.87	0.19	A
N1	N final	7.74	0.19	A
N3	N inicial	4.04	0.19	B
N2	N inicial	4.01	0.19	B
N1	N inicial	<u>3.91</u>	0.19	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Anexo 10. Prueba de Fisher al 5% de la concentración inicial y final del porcentaje (%) de fósforo (P) en el tejido foliar del cultivo de rosas.

Nivel	Lectura	Medias	E.E.	Rangos		
N2	P final	0.48	0.02	A		
N3	P final	0.47	0.02	A	B	
N1	P final	0.44	0.02	A	B	C
N3	P inicial	0.40	0.02		B	C
N2	P inicial	0.40	0.02		B	C
N1	P inicial	0.38	0.02			C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Anexo 11. Prueba de Fisher al 5% de la concentración inicial y final del porcentaje (%) de potasio (K) del tejido foliar del cultivo de rosas.

Nivel	Lectura	Medias	E.E.	Rangos		
N2	K inicial	1.94	0.24	A		
N1	K inicial	1.92	0.24	A		
N3	K inicial	1.87	0.24	A		
N1	K final	1.68	0.24	A		B
N3	K final	1.58	0.24	A		B
N2	K final	<u>1.22</u>	0.24			B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Anexo 12. Prueba de Fisher al 5% de la concentración inicial y final del porcentaje (%) de calcio (Ca) del tejido foliar del cultivo de rosas.

Nivel	Lectura	Medias	E.E.	Rangos		
N2	Ca inicial	1.58	0.08	A		
N3	Ca inicial	1.56	0.08	A		
N1	Ca inicial	1.38	0.08	A	B	
N2	Ca final	1.25	0.08		B	C
N3	Ca final	1.11	0.08			C
N1	Ca final	1.10	0.08			C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Anexo 13. Prueba de Fisher al 5% de la concentración inicial y final del porcentaje (%) de magnesio (Mg) del tejido foliar del cultivo de rosas.

Nivel	Lectura	Medias	E.E.	Rangos		
N3	Mg inicial	0.54	0.01	A		
N2	Mg inicial	0.52	0.01	A	B	
N1	Mg inicial	0.50	0.01		B	
N2	Mg final	0.36	0.01			C
N1	Mg final	0.35	0.01			C
N3	Mg final	0.34	0.01			C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Anexo 14. Prueba de Fisher al 5% de la concentración inicial y final del porcentaje (%) de azufre (S) del tejido foliar del cultivo de rosas.

Nivel	Lectura	Medias	E.E.	Rangos	
N2	S final	0.31	0.02	A	
N2	S inicial	0.30	0.02	A	B
N3	S inicial	0.30	0.02	A	B
N3	S final	0.30	0.02	A	B
N1	S inicial	0.28	0.02	A	B
N1	S final	0.26	0.02	B	

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Anexo 15. Prueba de Fisher al 5% de la concentración inicial y final en partes por millón (ppm) del hierro (Fe) del tejido foliar del cultivo de rosas.

Nivel	Lectura	Medias	E.E.	Rangos
N2	Fe final	95.17	11.80	A
N3	Fe final	87.90	11.80	A
N3	Fe inicial	72.63	11.80	A
N2	Fe inicial	68.67	11.80	A
N1	Fe final	66.33	11.80	A
N1	Fe inicial	64.93	11.80	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Anexo 16. Prueba de Fisher al 5% de la concentración inicial y final en partes por millón (ppm) de manganeso (Mn) del tejido foliar del cultivo de rosas.

Nivel	Lectura	Medias	E.E.	Rangos	
N2	Mn final	136.67	6.04	A	
N3	Mn final	128.73	6.04	A	
N1	Mn final	88.33	6.04	B	C
N2	Mn inicial	42.23	6.04	C	
N1	Mn inicial	38.97	6.04	C	
N3	Mn inicial	37.90	6.04	C	

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Anexo 17. Prueba de Fisher al 5% de la concentración inicial y final en partes por millón (ppm) del boro (B) del tejido foliar del cultivo de rosas.

Nivel	Lectura	Medias	E.E.	Rangos
N3	B inicial	210.87	8.16	A
N2	B inicial	200.77	8.16	A

N1	B inicial	191.53	8.16	A	
N2	B final	124.77	8.16		B
N3	B final	118.10	8.16		B
N1	B final	103.63	8.16		B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Anexo 18. Prueba de Fisher al 5% de la concentración inicial y final en partes por millón (ppm) del zinc (Zn) del tejido foliar del cultivo de rosas.

Nivel	Lectura	Medias	E.E.	Rangos	
N2	Zn final	42.40	2.57	A	
N1	Zn final	39.40	2.57	A	
N3	Zn final	39.00	2.57	A	
N2	Zn inicial	5.10	2.57		B
N1	Zn inicial	4.93	2.57		B
N3	Zn inicial	4.40	2.57		B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Anexo 19. Prueba de Fisher al 5% de la concentración inicial y final en partes por millón (ppm) del cobre (Cu) del tejido foliar del cultivo de rosas.

Nivel	Lectura	Medias	E.E.	Rangos	
N1	Cu final	8.20	0.35	A	
N2	Cu final	7.80	0.35	A	
N3	Cu final	7.33	0.35	A	
N1	Cu inicial	5.40	0.35		B
N3	Cu inicial	5.30	0.35		B
N2	Cu inicial	5.10	0.35		B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Anexo 20. Prueba de Fisher al 5% del contenido de clorofila del cultivo de rosas.

Nivel	Medias	E.E.	Rangos	
N1	495.90	12.68	A	
N3	476.98	12.63		B
N2	449.17	12.77		C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Anexo 21. Prueba de Fisher al 5% del rendimiento por época del cultivo de rosas.

Época	Medias	E.E.	Rangos
--------------	---------------	-------------	---------------

Valentín	2099.33	81.30	A	
Madres	1136.56	81.30		B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Anexo 227. Prueba de Fisher al 5% del rendimiento por nivel del cultivo de rosas.

Nivel	Medias	E.E.	Rangos
2.00	1701.00	83.35	A
3.00	1580.17	83.35	B
1.00	1572.67	83.35	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Anexo 23. Rangos establecidos de la concentración inicial y final de nutrientes foliares de acuerdo con la prueba de Fisher al 5%.

Inicial	N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	Cu	Zn	Mn	B
	(%)						(ppm)				
N1	4.01 b	0.44 abc	1.92 c	1.38 ab	0.50 b	0.28 ab	64.93 a	5.40 b	4.93 b	38.97 c	191.53 a
N2	3.91 b	0.48 a	1.94 c	1.58 a	0.52 ab	0.30 ab	60.67 a	5.10 b	5.10 b	42.23 c	260.77 a
N3	4.04 b	0.47 ab	1.87 c	1.56 a	0.54 a	0.30 ab	72.63 a	5.30 b	4.40 b	37.90 c	210.87 a
Final	N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	Cu	Zn	Mn	B
	(%)						(ppm)				
N1	7.74 a	0.38 c	1.68 ab	1.10 c	0.35 c	0.26 b	66.33 a	8.20 a	39.40 a	88.33 b	103.63 b
N2	7.88 a	0.40 bc	1.22 b	1.25 bc	0.36 c	0.31 a	95.17 a	7.80 a	42.40 a	136.67 a	124.77 b
N3	7.87 a	0.40 bc	1.58 ab	1.11 c	0.34 c	0.30 ab	88.90 a	7.33 a	39 a	128.73 a	118.10 b

Anexo 24. Recuento de los microorganismos del biol por localidades.

Identificación de la muestra	RECUENTO DE BACTERIAS	RECUENTO DE BACTERIAS FIJADORAS DE NITROGENO	RECUENTO DE BACTERIAS SOLUBILIZADORAS DE FOSFATO	RECUENTO DE BACTERIAS CELULOLÍTICAS	RECUENTO DE ACTINOMICETOS	RECUENTO DE HONGOS
	UFC/ml	UFC/ml	UFC/ml	UFC/ml	UFC/ml	Propágulos/ml
MAG-62-4-16 Biol (Sin nombre)	4×10^8	8×10^7	<30	4×10^7	<30	4×10^4
MAG-62-5-16 Biol (URCU)	1×10^9					1×10^5
MAG-62-6-16 Biol (PERI)	1×10^8					3×10^4
MAG-62-6-16 Biol (IMBA)	1×10^7					1×10^5

Anexo 25. Aporte de nutrientes del biol en el Nivel 1 y Nivel 2.

Elemento	ppm	Nutrientes de biol en N1			Nutrientes de biol en N2	
		l biol/cama/sem.	g/cama/sem.	g/cama/temp.	g/cama/sem.	g/cama/temp.
N	366	6,6	2,42	31,40	4,83	62,81
P	37,2	6,6	0,25	3,19	0,49	6,38
K	2470	6,6	16,30	211,93	32,60	423,85
Ca	753	6,6	4,97	64,61	9,94	129,21
Mg	776	6,6	5,12	66,58	10,24	133,16
Mn	1,2	6,6	0,01	0,10	0,02	0,21
Fe	3,4	6,6	0,02	0,29	0,04	0,58
Cu	0,8	6,6	0,01	0,07	0,01	0,14
Zn	2,1	6,6	0,01	0,18	0,03	0,36
B	18	6,6	0,12	1,54	0,24	3,09
S	71,1	6,6	0,47	6,10	0,94	12,20
Cl	888	6,6	5,86	76,19	11,72	152,38
Na	483	6,6	3,19	41,44	6,38	82,88

Anexo 26. Aporte de nutrientes químicos de la finca en la época de San Valentín/día/semana/temporada.

Elemento	Aporte de nutrientes químicos en la época de San Valentín				
	ppm	l/día	l/sem.	mg/cama/sem.	g/cama/temp.
N	200	137	820	164002.8	2132.04
P	50	137	820	41000.7	533.01
K	180	137	820	147602.52	1918.83
Ca	146	137	820	119722.044	1556.39
Mg	60	137	820	49200.84	639.61
Mn	2.5	137	820	2050.035	26.65
Fe	1.7	137	820	1394.0238	18.12
Cu	1.5	137	820	1230.021	15.99
Zn	1.7	137	820	1394.0238	18.12
B	0	137	820	0	0.00
Mo	0.11	137	820	90.20154	1.17
S	98.6	137	820	80853.3804	1051.09

Anexo 27. Aporte de nutrientes químicos de la finca en la época de San Valentín/día/semana/temporada.

Elemento	Aporte total N1		Aporte total N2		Aporte total N3	
	g/cama/sem.	g/cama/temp.	g/cama/sem.	g/cama/temp.	g/cama/sem.	g/cama/temp.
N	166.42	2163.44	168.83	2194.84	164.00	2132.04
P	41.25	536.20	41.49	539.39	41.00	533.01
K	163.90	2130.76	180.21	2342.68	147.60	1918.83
Ca	124.69	1620.99	129.66	1685.60	119.72	1556.39
Mg	54.32	706.19	59.44	772.77	49.20	639.61
Mn	2.06	26.75	2.07	26.86	2.05	26.65
Fe	1.42	18.41	1.44	18.71	1.39	18.12
Cu	1.24	16.06	1.24	16.13	1.23	15.99
Zn	1.41	18.30	1.42	18.48	1.39	18.12
B	0.12	1.54	0.24	3.09	0.00	0.00
Mo	0.09	1.17	0.09	1.17	0.09	1.17
S	81.32	1057.19	81.79	1063.29	80.85	1051.09
Cl	5.86	76.19	11.72	152.38		
Na	3.19	41.44	6.38	82.88		

Anexo 28. Aporte de nutrientes químicos de la finca en la época de Madres/día/semana/temporada.

Elemento	ppm	l/día	l/sem.	mg/cama/sem.	g/cama/temp.
N	171	137	820	140222,39	1682,67
P	35	137	820	28700,49	344,41
K	180	137	820	147602,52	1771,23
Ca	137	137	820	112341,92	1348,10
Mg	60	137	820	49200,84	590,41
Mn	2,5	137	820	2050,04	24,60
Fe	1,5	137	820	1230,02	14,76
Cu	1,5	137	820	1230,02	14,76
Zn	1,7	137	820	1394,02	16,73
B	0	137	820	0,00	0,00
Mo	0,11	137	820	90,20	1,08
S	124,6	137	820	102173,74	1226,08

Anexo 29. Aporte total de nutrientes químicos y biol en la época de Madres/día/semana/temporada.

Elemento	N1 (químico+biol)		N2 (químico+biol)		N3 (químico)	
	g/cama/sem.	g/cama/temp.	g/cama/sem.	g/cama/temp.	g/cama/sem.	g/cama/temp.
N	142,64	1714,07	145,05	1745,47	140,22	1682,67
P	28,95	347,60	29,19	350,79	28,70	344,41
K	163,90	1983,16	180,21	2195,08	147,60	1771,23
Ca	117,31	1412,71	122,28	1477,32	112,34	1348,10
Mg	54,32	656,99	59,44	723,57	49,20	590,41
Mn	2,06	24,70	2,07	24,81	2,05	24,60
Fe	1,25	15,05	1,27	15,34	1,23	14,76
Cu	1,24	14,83	1,24	14,90	1,23	14,76
Zn	1,41	16,91	1,42	17,09	1,39	16,73
B	0,12	1,54	0,24	3,09	0,00	0,00
Mo	0,09	1,08	0,09	1,08	0,09	1,08
S	102,64	1232,19	103,11	1238,29	102,17	1226,08
N	5,86	76,19	11,72	152,38		
P	3,19	41,44	6,38	82,88		

Anexo 30. Aporte total de nutrientes químicos y biol en la época de San Valentín y Madres.

APORTE DE NUTRIENTES EN LA INVESTIGACIÓN (g/cama)			
Elemento	Aporte (S+M) N1	Aporte(S+M) N2	Aporte(S+M) N3
N	3877,51	3940,32	3814,71
P	883,80	890,18	877,41
K	4113,92	4537,77	3690,06
Ca	3033,70	3162,92	2904,49
Mg	1363,18	1496,34	1230,02
Mn	51,46	51,66	51,25
Fe	33,47	34,05	32,88
Cu	30,89	31,03	30,75
Zn	35,21	35,57	34,85
B	3,09	6,18	0,00
Mo	2,26	2,26	2,26
S	2289,38	2301,58	2277,18
Cl	152,38	304,76	
Na	82,88	165,77	

Anexo 31. Extracción total de macro y micronutrientes del suelo en la fase experimental.

ELEMENTO	Extracción de nutrientes totales en g/cama en fase experimental.		
	N1	N2	N3
N	4009,51	4098,72	4012,71
P	923,40	216,98	323,01
K	4354,16	4057,29	3518,46
Ca	-12278,30	-20773,08	-16631,51
Mg	4131,66	3200,02	2933,70
Mn	14,50	-7,74	-2,87
Fe	-243,73	113,25	32,88
Cu	288,29	176,23	-246,45
Zn	74,81	48,77	-163,15
B	30,81	23,34	17,16
S	1352,18	281,98	1524,78

Anexo 32. Niveles de interpretación para los resultados del análisis de macro y micronutrientes y materia orgánica en suelos del callejón interandino utilizados por el Departamento de Manejo de Suelos y Aguas (DMSA) de la Estación Experimental Santa Catalina (EESC).

Parámetro	Niveles de interpretación			
	Bajo	Medio	Alto	Tóxico
N (ppm)	< 0.15	0.16 - 0.3	> 0.31	
P (ppm)	< 10.0	10.0 - 20.0	> 20.0	
S (ppm)	< 12.0	12.0 - 24.0	> 24.0	
K (meq/100ml suelo)	< 0.2	0.2 - 0.38	> 0.38	
Ca (meq/100ml suelo)	< 2.0	2.0 - 5.0	> 5.0	
Mg (meq/100ml suelo)	< 0.5	0.5 - 1.5	> 1.5	
Cu (ppm)	< 1.0	1.0 - 4.0	> 4.0	
Fe (ppm)	< 20.0	20.0 - 40.0	> 40.0	
Mn (ppm)	< 5.0	5.0 - 15.0	> 15.0	
Zn (ppm)	< 3.0	3.0 - 7.0	> 7.0	
B (ppm)	< 1.0	1.0 - 2.0	2.1 - 4.0	> 4.0
MO (%)	< 3.0	3.0 - 5.0	> 5.0	
MO (%) en Andisoles	< 5.0	5.0 - 10.0	> 10.0	

Fuente: Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP, 2009).