UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRÍCOLAS
Carrera de Ingeniería Agronómica

INFLUENCIA DE LA PROFUNDIDAD DEL FERTIRRIEGO POR GOTEO, SOBRE EL SISTEMA RADICULAR Y EL RENDIMIENTO DE DOS POBLACIONES DE TOMATE (*Lycopersicum esculentum* MILL). CV.MARIANA. TABACUNDO, PICHINCHA.

TESIS DE GRADO PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TITULO DE INGENIERO AGRÓNOMO

JULIO CÉSAR CENTENO CAHUEÑAS

QUITO - ECUADOR

2015

DEDICATORIA

A Dios, por la saud y las bendiciones recibidas.

A mis padres, Jose Julio y Consuelo, mi abuelita Laura, por su confianza y apoyo incondicional durante mi proceso de formación académica.

A Isabel mi compañera, por su apoyo incondicional.

AGRADECIMIENTO

A Dios por las bendiciones recibidas dia tras dia, a mis padres, a mi abuelita, por sus consejos y su apoyo incondicional.

A la Facultad de Ingeniería en Ciencias Agricolas de la Universidad Central del Ecuador, al personal docente y administrativo que contribuyeron a mi formación académica.

Al Dr. Washington Padilla, por su ayuda desinteresada, sus concejos, sugerencias y confianza brindada en el presente estudio.

A mis padres Jose Julio, Consuelo, mi abuelita Laura, mis hermanos Jenny y William, a mi tia Martha, quienes a lo largo de toda mi vida han apoyado y motivado mi formación académica, creyeron en mí en todo momento y no dudaron de mi capacidad e inteligencia.

Eterna gratitud a todos aquellas personas que de una u otra forma fueron participes, especialmente a ti Isabel por tu paciencia y apoyo incondicional.

AUTORIZACIÓN DE LA AUTORÍA INTELECTUAL

Yo, **JULIO CÉSAR CENTENO CAHUEÑAS**. En calidad de autor del trabajo de investigación o tesis realizada sobre la "INFLUENCIA DE LA PROFUNDIDAD DEL FERTIRRIEGO POR GOTEO, SOBRE EL SISTEMA RADICULAR Y EL RENDIMIENTO DE DOS POBLACIONES DE TOMATE (*Lycopersicum esculentum* Mill). Cv. Mariana. TABACUNDO, PICHINCHA"., "INFLUENCE OF THE DEPTH OF TRICKLE FERTIGATION ON THE RADICULAR SYSTEM AND YIELD OF TWO POPULATIONS (*Lycopersicum esculentum* Mill). Cv. Mariana. TABACUNDO, PICHINCHA". Por la presente autorizo a la UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR, hacer uso de todos los contenidos que me pertenecen o de parte de los que contienen esta obra, con fines estrictamente académicos o de investigación.

Los derechos que como autor me corresponden, con excepción de la presente autorización, seguirán vigentes a mi favor, de conformidad con lo establecido en los artículos 5, 6, 8; 19 y demás pertinentes de la ley de Propiedad Intelectual y su Reglamento.

Quito, 19 de mayo de 2015

FIRMA

1721408290

juliocenteno86@hotmail.com

CERTIFICACIÓN

En calidad de tutor de trabajo de graduación cuyo título es: **"INFLUENCIA DE LA PROFUNDIDAD DEL FERTIRRIEGO POR GOTEO, SOBRE EL SISTEMA RADICULAR Y EL RENDIMIENTO DE DOS POBLACIONES DE TOMATE (*Lycopersicum esculentum* Mill). Cv. Mariana. TABACUNDO, PICHINCHA."** Presentado por el Señor Julio César Centeno Cahueñas, previo a la obtención del Título de Ingeniero Agrónomo, considero que el proyecto reúne los requisitos necesarios.

Tumbaco, 19 de mayo de 2015

Ing. Agr.
Edwin Caceres Acosta
TUTOR

Tumbaco, 19 de mayo de 2015

Ingeniero
Carlos Alberto Ortega, M.Sc.
DIRECTOR DE CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA
Presente.-

Señor Director

Luego de las revisiones técnicas realizadas por mi persona del trabajo de graduación, "INFLUENCIA DE LA PROFUNDIDAD DEL FERTIRRIEGO POR GOTEO, SOBRE EL SISTEMA RADICULAR Y EL RENDIMIENTO DE DOS POBLACIONES DE TOMATE (*Lycopersicum esculentum* Mill). Cv. Mariana. TABACUNDO, PICHINCHA." llevado a cabo por parte del Señor Egresado: Julio Cesar Centeno Cahueñas de la Carrera de Ingeniería Agronómica, ha concluido de manera exitosa, consecuentemente, el indicado estudiante podrá continuar con los tramites de graduación correspondientes de acuerdo CON lo que estipulan las normativas y disposiciones legales.

Por la atención que se digne dar a la presente, le anticipo mi agradecimiento.

Atentamente,

Ing. Agr. Edwin Caceres Acosta
TUTOR DE TESIS

INFLUENCIA DE LA PROFUNDIDAD DEL FERTIRRIEGO POR GOTEO, SOBRE EL SISTEMA RADICULAR Y EL RENDIMIENTO DE DOS POBLACIONES DE TOMATE (*Lycopersicum esculentum* Mill). Cv. Mariana. TABACUNDO, PICHINCHA.

APROBADO POR:

Ing. Agr. Edwin Cáceres Acosta.
TUTOR DE TESIS

Lic. Diego Salazar, M.Sc.
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

Ing. Agr. Francisco Gutierrez.
PRIMER VOCAL

Ing. Agr. Juan Pazmiño, M.Sc.
SEGUNDO VOCAL

2015

CONTENIDO

CAPÍTULO **PÁGINAS**

1. INTRODUCCIÓN 1

1.1. Objetivo general *2*
1.2. Objetivos específicos *3*

2. REVISIÓN DE LITERATURA 4

2.1. CULTIVO DE TOMATE 4
2.1.1. Generalidades *4*
2.1.2. Clasificación botánica *4*
2.1.3. Características botánicas *4*
2.1.4. Etapas fenológicas *6*
2.1.5. Variedades *6*
2.1.6. Requerimientos nutricionales *7*
2.2. CONDICIONES AGROECOLÓGICAS PARA EL DESARROLLO DEL CULTIVO 8
2.2.1. Temperatura *8*
2.2.2. Suelos *8*
2.2.3. Humedad relativa *8*
2.2.4. Luminosidad *8*
2.2.5. Agua *9*
2.2.6. Ventilación *9*
2.3. TECNOLOGÍA DEL CULTIVO 9
2.3.1. Siembra *9*
2.3.2. Riego *9*
2.3.3. Fertirriego *10*
2.3.4. Fertilización *10*
2.3.5. Poda de Formación *10*
2.3.6. Aporcado *11*
2.3.7. Tutoreo *11*
2.3.8. Deshojado *11*
2.3.9. Despunte de Inflorescencias y Aclareo de Frutos *11*
2.3.10. Cosecha *11*
2.4. PLAGAS 12
2.4.1. Caída de Plántulas *(Damping off)* *12*
2.4.2. Fusarium *(Fusarium oxysporum)* *12*
2.4.3. Tizón Tardío *(Phytopthora infestans)* *12*
2.4.4. Tizón Temprano *(Alternaria solani)* *12*
2.4.5. Mancha Parda del Tomate *(Pseudomonas syringae)* *13*
2.4.6. Podredumbre Gris *(Botrytis cinerea)* *13*
2.4.7. Virus del Mosaico del Tomate *13*
2.4.8. Nematodos nodulares *(Meloidogyne)* *14*

CAPÍTULO **PÁGINAS**

2.4.9. Gusano enrollador *(Scobipalpula absoluta)* *14*
2.4.10. Gusano trozador *(Agrotis ipsilon)* *14*
2.4.11. Minador de la hoja *(Liriomyza trifoli)* *14*
2.4.12. Mosca blanca *(Trialeurodes vaporariorum)* *14*
2.5. CONCEPTOS PRELIMINARES PARA EL FERTIRRIEGO 15
2.5.1. Evaporación *15*
2.5.2. Transpiración *15*
2.5.3. Requerimientos de agua de la planta *16*
2.5.4. Evapotranspiración *16*
2.5.5. Evapotranspiración del cultivo *16*
2.5.6. Coeficiente de cultivo *16*
2.5.7. Evapotranspiración del cultivo de referencia (ETo) *19*
2.5.8. Métodos generales de la estimación de la evapotranspiración *21*
2.5.9. Determinación de las láminas de riego *21*
2.6. RIEGO POR GOTEO 23
2.6.1. Descripción *23*
2.6.2. Eficiencia del sistema de riego por goteo *24*
2.6.3. Ventajas del sistema de riego por goteo *24*
2.6.4. Desventajas del sistema de riego por goteo *25*
2.6.5. Perfil de humedad *26*
2.7. RIEGO POR GOTEO SUBTERRÁNEO 26
2.7.1. Ventajas del riego por goteo subterráneo *27*
2.7.2. Inconvenientes del riego por goteo subterráneo *28*
2.8. FERTIRRIEGO 28
2.8.1. Ventajas del sistema de fertirrigación *29*
2.8.2. Posibles inconvenientes del sistema de fertirrigación *29*
2.9. NUTRIENTES ESENCIALES EN LA PRODUCCIÓN 29
2.9.1. Nitrógeno (N) *31*
2.9.2. Fósforo (P) *31*
2.9.3. Potasio (K) *32*
2.9.4. Calcio (Ca) *32*
2.9.5. Magnesio (Mg) *32*
2.10. ABSORCIÓN Y TRANSPORTE DE MINERALES 32
2.10.1. Absorción de los nutrientes por las hojas *33*
2.11. PROCESO DEL FERTIRRIEGO (VENTURI) 33
2.12. RIEGO EN TOMATE 33
2.13. DENSIDADES DE SIEMBRA EN TOMATE 34
2.14. HÍBRIDO MARIANA 34

3. MATERIALES Y MÉTODOS **36**

3.1. CARACTERÍSTICAS DEL SITIO EXPERIMENTAL 36
3.1.1. Ubicación *36*

CAPÍTULO **PÁGINAS**

3.1.2. Características Climáticas *36*
3.1.3. Características edafológicas *36*
3.2. MATERIAL EXPERIMENTAL 36
3.2.1. Equipos, herramientas y material de campo *37*
3.2.2. Insumos *37*
3.3. INSTALACIONES 37
3.4. FACTORES EN ESTUDIO 37
3.5. INTERACCIONES 38
3.6. ANÁLISIS ESTADÍSTICO 38
3.6.1. Diseño experimental *38*
3.6.2. Unidad Experimental *39*
3.6.3. Esquema del análisis de la varianza *39*
3.6.4. Análisis funcional *40*
3.7. VARIABLES EN ESTUDIO Y MÉTODOS DE EVALUACIÓN 40
3.7.1. Índices fisiológicos *40*
3.8. MÉTODOS DE MANEJO DEL EXPERIMENTO 42
3.8.1. Análisis Químico del Suelo *42*
3.8.2. Preparación del suelo *42*
3.8.3. Fertilización *43*
3.8.4. Trasplante *43*
3.8.5. Replanteo *43*
3.8.6. Escardas *43*
3.8.7. Tutoreo *43*
3.8.8. Poda de formación *44*
3.8.9. Controles fitosanitarios *44*
3.8.10. Riego *44*
3.8.11. Toma de muestras de solución del suelo *45*
3.8.12. Toma de datos *45*
3.8.13. Cosecha *45*
3.8.14. Poscosecha *45*

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN **46**

4.1. DÍAS A LA FLORACIÓN 46
4.2. LONGITUD DE LA RAÍZ A LA FLORACIÓN 48
4.3. LONGITUD DE LA RAÍZ AL PERÍODO DE COSECHA COMPLETA 51
4.4. PESO DE LA RAÍZ A LA FLORACIÓN 55
4.5. PESO DE LA RAÍZ AL PERÍODO DE COSECHA COMPLETA 59
4.6. PRODUCCIÓN DE TOMATE 62
4.7. CONTENIDO DE NUTRIENTES EN EL TORRENTE CIRCULATORIO DE LAS PLANTAS ECP 67
4.8. ANÁLISIS FOLIAR AL INICIO DE LA FLORACIÓN 80
4.8.1. Contenido de Nitrógeno (N) *80*
4.8.2. Contenido de Fósforo (P) *81*

CAPÍTULO **PÁGINAS**

4.8.3. Contenido de Potasio (K) *82*
4.8.4. Contenido de Calcio (Ca) *83*
4.8.5. Contenido de Magnesio (Mg) *84*
4.9. CON CENTRACIÓN DE AZÚCARES (GRADOS BRIX) 87
4.10. DETERMINACIÓN DE LA ACIDEZ 90
4.11. DETERMINACIÓN DE LA CONDUCTIBILIDAD ELÉCTRICA DEL ZUMO DEL FRUTO 91
4.12. CONCENTRACIÓN DE SÓLIDOS EN EL FRUTO 93
4.13. ANÁLISIS FINANCIERO 97

5. CONCLUSIONES 99

6. RECOMENDACIONES 100

7. RESUMEN 101

8. SUMMARY 108

9. BIBLIOGRAFÍA 114

10. ANEXOS 118

LISTA DE ANEXOS

ANEXO **PÁG.**

1. Distribución de los tratamientos en campo para el proyecto influencia de la profundidad del fertirriego, sobre el sistema radicular y el rendimiento de dos poblaciones de tomate(*Lycopersicum esculentum* Mill). Cv. Mariana. Tupigachi, Pichincha. 2013 118

2. Resultados de análisis químico y físico de suelos del lote donde se llevó a cabo la evaluación influencia de la profundidad del fertirriego por goteo, sobre el sistema radicular y el rendimiento de dos poblaciones. Tupigachi, Pichincha. 2013 119

3. Resultados del análisis químico del compost, que se usó en el lote donde se llevó a cabo la evaluación influencia de la profundidad del fertirriego por goteo, sobre el sistema radicular y el rendimiento de dos poblaciones. Tupigachi, Pichincha. 2013 120

4. Resultados del análisis de agua, que se usó para el riego en la evaluación influencia de la profundidad del fertirriego por goteo, sobre el sistema radicular y el rendimiento de dos poblaciones. Tupigachi, Pichincha. 2013 121

5. Resultados de análisis foliar de cultivo en la etapa de floración en la evaluación influencia en la profundidad del fertirriego por goteo, sobre el sistema radicular y el rendimiento de dos poblaciones. Tupigachi, Pichincha. 2013 122

6. Resultados de análisis del extracto celular de peciolos ECP en la etapa de floración en la evaluación influencia de la profundidad del fertirriego por goteo, sobre el sistema radicular y el rendimiento de dos poblaciones. Tupigachi, Pichincha. 2013 128

7. Datos de campo de los días a la floración en la evaluación influencia de la profundidad del fertirriego por goteo, sobre el sistema radicular y el rendimiento de dos poblaciones. Tupigachi, Pichincha. 2013 132

8. Datos de campo de la longitud de la raíz a la floración en la evaluación influencia de la profundidad del fertirriego por goteo, sobre el sistema radicular y el rendimiento de dos poblaciones. Tupigachi, Pichincha. 2013 133

9. Datos de campo del peso de la raíz a la floración en la evaluación influencia de la profundidad del fertirriego por goteo, sobre el sistema radicular y el rendimiento de dos poblaciones. Tupigachi, Pichincha. 2013 134

10. Datos de campo de la longitud de la raíz al periodo de cosecha completa en la evaluación influencia de la profundidad del fertirriego por goteo, sobre el sistema radicular y el rendimiento de dos poblaciones. Tupigachi, Pichincha. 2013 135

11. Datos de campo del peso de la raíz al periodo de cosecha completa en la evaluación influencia de la profundidad del fertirriego por goteo, sobre el sistema radicular y el rendimiento de dos poblaciones. Tupigachi, Pichincha. 2013 136

ANEXO **PÁG.**

12. Datos de campo del rendimiento (t/ha) al quinto piso en la evaluación influencia de la profundidad del fertirriego por goteo, sobre el sistema radicular y el rendimiento de dos poblaciones. Tupigachi, Pichincha. 2013 137

13. Datos de la concentración de azucares (grados Brix) en la evaluación influencia de la profundidad del fertirriego por goteo, sobre el sistema radicular y el rendimiento de dos poblaciones. Tupigachi, Pichincha. 2013 138

14. Datos de la acidez del fruto en la evaluación influencia de la profundidad del fertirriego por goteo, sobre el sistema radicular y el rendimiento de dos poblaciones. Tupigachi, Pichincha. 2013 139

15. Datos de la conductividad eléctrica del zumo del fruto en la evaluación influencia de la profundidad del fertirriego por goteo, sobre el sistema radicular y el rendimiento de dos poblaciones. Tupigachi, Pichincha. 2013 140

16. Datos de la concentración de sólidos del fruto en la evaluación influencia de la profundidad del fertirriego por goteo, sobre el sistema radicular y el rendimiento de dos poblaciones. Tupigachi, Pichincha. 2013 141

17. Costos de insumos en la evaluación influencia de la profundidad del fertirriego por goteo, sobre el sistema radicular y el rendimiento de dos poblaciones. Tupigachi, Pichincha. 2013 142

18. Gastos operativos de producción en la evaluación influencia de la profundidad del fertirriego por goteo, sobre el sistema radicular y el rendimiento de dos poblaciones. Tupigachi, Pichincha. 2013 143

19. Gastos de infraestructura en la evaluación influencia de la profundidad del fertirriego por goteo, sobre el sistema radicular y el rendimiento de dos poblaciones. Tupigachi, Pichincha. 2013 144

20. Programa de fertirriego que se usó en el proyecto influencia de la profundidad del fertirriego por goteo, sobre el sistema radicular y el rendimiento de dos poblaciones de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill). Cv. Mariana. Tupigachi, Pichincha. 2013 145

21. Fotografías de la evaluación influencia de la profundidad del fertirriego por goteo, sobre el sistema radicular y el rendimiento de dos poblaciones. Tupigachi, Pichincha. 2013 146

LISTA DE CUADROS

CUADRO **PÁG.**

1. Variación del coeficiente de cultivo de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill), según FAO 17

2. Interpretación del análisis de suelo para el cultivo de tomate en el Ecuador 30

3. Extracción de nutrientes por el cultivo de tomate, según diversos autores 30

4. Descripción del tomate hibrido determinado Mariana 35

5. Interacciones para determinar la influencia de la profundidad del fertirriego por goteo, sobre el sistema radicular y el rendimiento de dos poblaciones de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill). Cv. Mariana. Tupigachi, Pichincha, 2013 38

6. Esquema del ADEVA del proyecto influencia de la profundidad del fertirriego por goteo, sobre el sistema radicular y el rendimiento de dos poblaciones de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill). Cv. Mariana. Tupigachi, Pichincha. 2013 39

7. ADEVA Número de días a la floración del cultivo de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill.) Cv. Mariana en la evaluación influencia de la profundidad del fertirriego por goteo, sobre el sistema radicular y el rendimiento de dos poblaciones. Tupigachi, Pichincha. 2013 46

8. DMS al 5% para poblaciones en el número de días a la floración del cultivo de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill.) Cv. Mariana de la evaluación influencia de la profundidad del fertirriego por goteo, sobre el sistema radicular y el rendimiento de dos poblaciones. Tupigachi, Pichincha. 2013 47

9. Promedios para profundidades de fertirriego e interacciones de los días a la floración del cultivo de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill.) Cv. Mariana en la evaluación influencia de la profundidad del fertirriego por goteo, sobre el sistema radicular y el rendimiento de dos poblaciones. Tupigachi, Pichincha. 2013 48

10. ADEVA de la longitud del sistema radicular del cultivo de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill.) Cv. Mariana en la evaluación influencia de la profundidad del fertirriego por goteo, sobre el sistema radicular y el rendimiento de dos poblaciones. Tupigachi, Pichincha. 2013 48

11. DMS al 5% para poblaciones de la longitud del sistema radicular del cultivo de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill.) Cv. Mariana en la evaluación influencia de la profundidad del fertirriego por goteo, sobre el sistema radicular y el rendimiento de dos poblaciones. Tupigachi, Pichincha. 2013 49

12. DMS al 5% para profundidades de fertirriego de longitud del sistema radicular del cultivo de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill.) Cv. Mariana en la evaluación influencia de la profundidad del fertirriego por goteo, sobre el sistema radicular y el rendimiento de dos poblaciones. Tupigachi, Pichincha. 2013 50

CUADRO **PÁG.**

13. Tukey al 5% para interacciones en longitud del sistema radicular del cultivo de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill.) Cv. Mariana en la evaluación influencia de la profundidad del fertirriego por goteo, sobre el sistema radicular y el rendimiento de dos poblaciones. Tupigachi, Pichincha. 2013 51

14. ADEVA de la longitud del sistema radicular al final de la cosecha del cultivo de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill.) Cv. Mariana en la evaluación influencia de la profundidad del fertirriego por goteo, sobre el sistema radicular y el rendimiento de dos poblaciones. Tupigachi, Pichincha. 2013 52

15. DMS al 5% para poblaciones en la longitud del sistema radicular del cultivo de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill.) Cv. Mariana de la evaluación influencia de la profundidad del fertirriego por goteo, sobre el sistema radicular y el rendimiento de dos poblaciones. Tupigachi, Pichincha. 2013 52

16. DMS al 5% para profundidades de fertirriego en longitud del sistema radicular al final de la cosecha del cultivo de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill.) Cv. Mariana en la evaluación influencia de la profundidad del fertirriego por goteo, sobre el sistema radicular y el rendimiento de dos poblaciones. Tupigachi, Pichincha. 2013 53

17. Tukey al 5% para interacciones en longitud del sistema radicular del cultivo de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill.) Cv. Mariana en la evaluación influencia de la profundidad del fertirriego por goteo, sobre el sistema radicular y el rendimiento de dos poblaciones. Tupigachi, Pichincha. 2013 54

18. ADEVA del peso de la raíz a la floración del cultivo de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill.) Cv. Mariana en la evaluación influencia de la profundidad del fertirriego por goteo, sobre el sistema radicular y el rendimiento de dos poblaciones. Tupigacchi, Pichincha. 2013 56

19. Promedio para interacciones de la longitud del sistema radicular del cultivo de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill.) Cv. Mariana en la evaluación influencia de la profundidad del fertirriego por goteo, sobre el sistema radicular y el rendimiento de dos poblaciones. Tupigachi, Pichincha. 2013 56

20. DMS al 5% para profundidades de fertirriego en el peso del sistema radicular a la floración del cultivo de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill.) Cv. Mariana de la evaluación influencia de la profundidad del fertirriego por goteo, sobre el sistema radicular y el rendimiento de dos poblaciones. Tupigachi, Pichincha. 2013 57

21. Promedio para profundidades de fertirriego del peso del sistema radicular a la floración del cultivo de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill.) Cv. Mariana en la evaluación influencia de la profundidad del fertirriego por goteo, sobre el sistema radicular y el rendimiento de dos poblaciones. Tupigachi, Pichincha. 2013 58

CUADRO **PÁG.**

22. ADEVA del peso de la raíz al fin de cosecha del cultivo de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill.) Cv. Mariana en la evaluación influencia de la profundidad del fertirriego por goteo, sobre el sistema radicular y el rendimiento de dos poblaciones. Tupigachi, Pichincha. 2013 59

23. DMS al 5% para poblaciones en el peso del sistema radicular al fin de cosecha del cultivo de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill.) Cv. Mariana de la evaluación influencia de la profundidad del fertirriego por goteo, sobre el sistema radicular y el rendimiento de dos poblaciones. Tupigachi, Pichincha. 2013 60

24. DMS al 5% para profundidades de fertirriego en el peso del sistema radicular al final de la cosecha del cultivo de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill.) Cv. Mariana de la evaluación influencia de la profundidad del fertirriego por goteo, sobre el sistema radicular y el rendimiento de dos poblaciones. Tupigachi, Pichincha. 2013 61

25. Tukey al 5% para interacciones en el peso del sistema radicular al final de la cosecha del cultivo de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill.) Cv. Mariana de la evaluación influencia de la profundidad del fertirriego por goteo, sobre el sistema radicular y el rendimiento de dos poblaciones. Tupigachi, Pichincha. 2013 62

26. ADEVA de la producción del cultivo de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill.) Cv. Mariana en la evaluación influencia de la profundidad del fertirriego por goteo, sobre el sistema radicular y el rendimiento de dos poblaciones. Tupigachi, Pichincha. 2013 63

27. DMS al 5% para poblaciones en la producción del cultivo de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill.) Cv. Mariana de la evaluación influencia de la profundidad del fertirriego por goteo, sobre el sistema radicular y el rendimiento de dos poblaciones. Tupigachi, Pichincha. 2013 64

28. DMS al 5% para profundidades de fertirriego en la producción del cultivo de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill.) Cv. Mariana en la evaluación influencia de la profundidad del fertirriego por goteo, sobre el sistema radicular y el rendimiento de dos poblaciones. Tupigachi, Pichincha. 2013 65

29. Tukey al 5% para interacciones de la producción del cultivo de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill.) Cv. Mariana de la evaluación influencia de la profundidad del fertirriego por goteo, sobre el sistema radicular y el rendimiento de dos poblaciones. Tupigachi, Pichincha. 2013 66

30. ADEVA de la variable ECP: Contenido de NH4, NO3, PO4, K, Ca, Mg, pH y CE de las plantas de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill.) Cv. Mariana en la evaluación influencia de la profundidad del fertirriego por goteo, sobre el sistema radicular y el rendimiento de dos poblaciones. Tupigachi, Pichincha. 2013 78

31. Promedios y pruebas de significación de la variable ECP: Contenido de NH4, NO3, PO4, K, pH y CE de las plantas de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill.) Cv. Mariana en la evaluación influencia de la profundidad del fertirriego por goteo, sobre el sistema radicular y el rendimiento de dos poblaciones. Tupigachi, Pichincha. 2013 79

CUADRO **PÁG.**

32. ADEVA de la variable Análisis foliar a la floración: Contenido de N, P, K, Ca, Mg, de las plantas de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill.) Cv. Mariana en la evaluación influencia de la profundidad del fertirriego por goteo, sobre el sistema radicular y el rendimiento de dos poblaciones. Tupigachi, Pichincha. 2013 85

33. Promedios y pruebas de significación de la variable Análisis foliar al inicio de la floración: Contenido de N, P, K, Ca y Mg de las plantas de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill.) Cv. Mariana en la evaluación influencia de la profundidad del fertirriego por goteo, sobre el sistema radicular y el rendimiento de dos poblaciones. Tupigachi, Pichincha. 2013 86

34. ADEVA de los grados Brix del fruto de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill.) Cv. Mariana en la evaluación influencia de la profundidad del fertirriego por goteo, sobre el sistema radicular y el rendimiento de dos poblaciones. Tupigachi, Pichincha. 2013 87

35. DMS al 5% para grados Brix del fruto de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill.) Cv. Mariana de la evaluación influencia de la profundidad del fertirriego por goteo, sobre el sistema radicular y el rendimiento de dos poblaciones. Tupigachi, Pichincha. 2013 88

36. DMS al 5% para grados Brix del fruto de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill.) Cv. Mariana en la evaluación influencia de la profundidad del fertirriego por goteo, sobre el sistema radicular y el rendimiento de dos poblaciones. Tupigachi, Pichincha. 2013 89

37. Tukey al 5% para grados Brix del fruto de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill.) Cv. Mariana de la evaluación influencia de la profundidad del fertirriego por goteo, sobre el sistema radicular y el rendimiento de dos poblaciones. Tupigachi, Pichincha. 2013 90

38. ADEVA de la acidez del fruto de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill.) Cv. Mariana en la evaluación influencia de la profundidad del fertirriego por goteo, sobre el sistema radicular y el rendimiento de dos poblaciones. Tupigachi, Pichincha. 2013 91

39. ADEVA de la conductividad eléctrica del zumo del fruto de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill.) Cv. Mariana en la evaluación influencia de la profundidad del fertirriego por goteo, sobre el sistema radicular y el rendimiento de dos poblaciones. Tupigachi, Pichincha. 2013 92

40. Promedios para dos variables del cultivo de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill.) Cv. Mariana en la evaluación influencia de la profundidad del fertirriego por goteo, sobre el sistema radicular y el rendimiento de dos poblaciones. Tupigachi, Pichincha. 2013 93

41. ADEVA de la concentración de sólidos del fruto de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill.) Cv. Mariana en la evaluación influencia de la profundidad del fertirriego por goteo, sobre el sistema radicular y el rendimiento de dos poblaciones. Tupigachi, Pichincha. 2013 94

42. DMS al 5% para concentración de sólidos en el fruto de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill.) Cv. Mariana de la evaluación influencia de la profundidad del fertirriego por goteo, sobre el sistema radicular y el rendimiento de dos poblaciones. Tupigachi, Pichincha. 2013 94

CUADRO **PÁG.**

43. DMS al 5% para concentración de sólidos del fruto de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill.) Cv. Mariana en la evaluación influencia de la profundidad del fertirriego por goteo, sobre el sistema radicular y el rendimiento de dos poblaciones. Tupigachi, Pichincha. 2013 95

44. Tukey al 5% para concentración de sólidos del fruto de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill.) Cv. Mariana de la evaluación influencia de la profundidad del fertirriego por goteo, sobre el sistema radicular y el rendimiento de dos poblaciones. Tupigachi, Pichincha. 2013 96

45. Análisis financiero del cultivo de tomate doble propósito (*Lycopersicum esculentum* Mill.) Cv. Mariana de la evaluación influencia de la profundidad del fertirriego por goteo, sobre el sistema radicular y el rendimiento de dos poblaciones. Tupigachi, Pichincha. 2013 98

LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICOS **PÁG.**

1. Promedio de días a la floración del cultivo de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill) Cv. Mariana en la evaluación influencia de la profundidad del fertirriego por goteo, sobre el sitema radicular y el rendimiento de dos poblaciones. Tupigachi, Pichincha. 2013 47

2. Promedio para poblaciones de la longitud del sistema radicular del cultivo de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill.) Cv. Mariana en la evaluación influencia de la profundidad del fertirriego por goteo, sobre el sistema radicular y el rendimiento de dos poblaciones. Tupigachi, Pichincha. 2013 49

3. Promedio para profundidades de fertirriego de la longitud del sistema radicular del cultivo de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill.) Cv. Mariana en la evaluación influencia de la profundidad del fertirriego por goteo, sobre el sistema radicular y el rendimiento de dos poblaciones. Tupigachi, Pichincha. 2013 50

4. Promedios para interacciones de la longitud del sistema radicular del cultivo de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill.) Cv. Mariana en la evaluación influencia de la profundidad del fertirriego por goteo, sobre el sistema radicular y el rendimiento de dos poblaciones. Tupigachi, Pichincha. 2013 51

5. Promedios para poblaciones de la longitud del sistema radicular al final de cosecha del cultivo de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill.) Cv. Mariana en la evaluación influencia de la profundidad del fertirriego por goteo, sobre el sistema radicular y el rendimiento de dos poblaciones. Tupigachi, Pichincha. 2013 53

6. Promedio para profundidades de fertirriego de la longitud del sistema radicular al final de la cosecha del cultivo de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill.) Cv. Mariana en la evaluación influencia de la profundidad del fertirriego por goteo, sobre el sistema radicular y el rendimiento de dos pobalciones. Tupigachi, Pichincha. 2013 54

7. Promedio para interacciones de la longitud del sistema radicular del cultivo de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill.) Cv. Mariana en la evaluación influencia de la profundidad del fertirriego por goteo, sobre el sistema radicular y el rendimiento de dos poblaciones. Tupigachi, Pichincha. 2013 55

8. Promedios para poblaciones del peso del sistema radicular a la floración del cultivo de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill.) Cv. Mariana en la evaluación influencia de la profundidad del fertirriego por goteo, sobre el sistema radicular y el rendimiento de dos poblaciones. Tupigachi, Pichincha. 2013 57

9. Promedio para profundidades de fertirriego del peso del sistema radicular a la floración del cultivo de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill.) Cv. Mariana en la evaluación influencia de la profundidad del fertirriego por goteo, sobre el sistema radicular y el rendimiento de dos poblaciones. Tupigachi, Pichincha. 2013 58

GRÁFICOS **PÁG.**

10. Promedio para interacciones de la longitud del sistema radicular del cultivo de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill.) Cv. Mariana en la evaluación influencia de la profundidad del fertirriego por goteo, sobre el sistema radicular y el rendimiento de dos poblaciones. Tupigachi, Pichincha. 2013 59

11. Promedios para poblaciones del peso del sistema radicular al final de la cosecha del cultivo de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill.) Cv. Mariana en la evaluación influencia de la profundidad del fertirriego por goteo, sobre el sistema radicular y el rendimiento de dos poblaciones. Tupigachi, Pichincha. 2013 60

12. Promedio para profundidades de fertirriego del peso del sistema radicular al final de la cosecha del cultivo de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill.) Cv. Mariana en la evaluación influencia de la profundidad del fertirriego por goteo, sobre el sistema radicular y el rendimiento de dos poblaciones. Tupigachi, Pichincha. 2013 61

13. Promedio para interacciones del peso del sistema radicular al final de la cosecha del cultivo de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill.) Cv. Mariana en la evaluación influencia de la profundidad del fertirriego por goteo, sobre el sistema radicular y el rendimiento de dos poblaciones. Tupigachi, Pichincha. 2013 62

14. DMS al 5% para poblaciones en la producción del cultivo de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill.) Cv. Mariana de la evaluación influencia de la profundidad del fertirriego por goteo, sobre el sistema radicular y el rendimiento de dos poblaciones. Tupigachi, Pichincha. 2013 64

15. Promedio para profundidades de fertirriego de la producción del cultivo de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill.) Cv. Mariana en la evaluación influencia de la profundidad del fertirriego por goteo, sobre el sistema radicular y el rendimiento de dos poblaciones. Tupigachi, Pichincha. 2013 65

16. Promedio para interacciones de la producción del cultivo de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill.) Cv. Mariana en la evaluación influencia de la profundidad del fertirriego por goteo, sobre el sistema radicular y el rendimiento de dos poblaciones. Tupigachi, Pichincha. 2013 66

17. Promedios para poblaciones del contenido de NH4 en las plantas de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill.) Cv. Mariana en la evaluación influencia de la profundidad del fertirriego por goteo, sobre el sistema radicular y el rendimiento de dos poblaciones. Tupigachi, Pichincha. 2013 67

18. Promedios para profundidades de fertirriego del Contenido de NH4 en las plantas de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill.) Cv. Mariana en la evaluación influencia de la profundidad del fertirriego por goteo, sobre el sistema radicular y el rendimiento de dos poblaciones. Tupigachi, Pichincha. 2013 68

19. Promedios para interacciones del contenido de NH4 en las plantas de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill.) Cv. Mariana en la evaluación influencia de la profundidad del fertirriego por goteo, sobre el sistema radicular y el rendimiento de dos poblaciones. Tupigachi, Pichincha. 2013 68

GRÁFICOS **PÁG.**

20. Promedios para profundidades de fertirriego del contenido de NO3 en las plantas de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill.) Cv. Mariana en la evaluación influencia de la profundidad del fertirriego por goteo, sobre el sistema radicular y el rendimiento de dos poblaciones. Tupigachi, Pichincha. 2013 69

21. Promedios para interacciones del contenido de NO3 en las plantas de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill.) Cv. Mariana en la evaluación influencia de la profundidad del fertirriego por goteo, sobre el sistema radicular y el rendimiento de dos poblaciones. Tupigachi, Pichincha. 2013 70

22. Promedios para poblaciones del contenido de PO4 en las plantas de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill.) Var. Mariana en la evaluación influencia de la profundidad del fertirriego por goteo, sobre el sistema radical y el rendimiento de dos poblaciones. Tupigachi, Pichincha. 2013 71

23. Promedio para profundidades de fertirriego del contenido de PO4 en las plantas de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill.) Var. Mariana en la evaluación influencia de la profundidad del fertirriego por goteo, sobre el sistema radical y el rendimiento de dos poblaciones. Tupigachi, Pichincha. 2013 71

24. Promedio para interacciones del contenido de PO4 en las plantas de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill.) Var. Mariana en la evaluación influencia de la profundidad del fertirriego por goteo, sobre el sistema radical y el rendimiento de dos poblaciones. Tupigachi, Pichincha. 2013 72

25. Promedios para poblaciones del contenido de K en las plantas de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill.) Cv. Mariana en la evaluación influencia de la profundidad del fertirriego por goteo, sobre el sistema radicular y el rendimiento de dos poblaciones. Tupigachi, Pichincha. 2013 73

26. Promedios para profundidades de fertirriego del contenido de K en las plantas de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill.) Cv. Mariana en la evaluación influencia de la profundidad del fertirriego por goteo, sobre el sistema radicular y el rendimiento de dos poblaciones. Tupigachi, Pichincha. 2013 73

27. Promedios para interacciones del contenido de K en las plantas de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill.) Cv. Mariana en la evaluación influencia de la profundidad del fertirriego por goteo, sobre el sistema radicular y el rendimiento de dos poblaciones. Tupigachi, Pichimcha. 2013 74

28. Promedios para poblaciones de la Ca de las plantas de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill.) Cv. Mariana en la evaluación influencia de la profundidad del fertirriego por goteo, sobre el sistema radicular y el rendimiento de dos poblaciones. Tupigachi, Pichincha. 2013 75

29. Promedios para profundidades de fertirriego de la Ca de las plantas de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill.) Cv. Mariana en la evaluación influencia de la profundidad del fertirriego por goteo, sobre el sistema radicular y el rendimiento de dos poblaciones. Tupigachi, Pichincha. 2013 75

30. Promedios para interacciones de la Ca de las plantas de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill.) Cv. Mariana en la evaluación influencia de la profundidad del fertirriego por goteo, sobre el sistema radicular y el rendimiento de dos poblaciones. Tupigacchi, Pichincha. 2013 76

GRÁFICOS **PÁG.**

31. Promedios para interacciones de la Ca de las plantas de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill.) Cv. Mariana en la evaluación influencia de la profundidad del fertirriego por goteo, sobre el sistema radicular y el rendimiento de dos poblaciones. Tupigachi, Pichincha. 2013 76

32. Promedio para profundidades de fertirriego del pH en las plantas de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill.) Cv. Mariana en la evaluación influencia de la profundidad del fertirriego por goteo, sobre el sistema radicular y el rendimiento de dos poblaciones. Tupigachi, Pichincha. 2013 77

33. Promedio para interacciones del pH en las plantas de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill.) Cv. Mariana en la evaluación influencia de la profundidad del fertirriego por goteo, sobre el sistema radicular y el rendimiento de dos poblaciones. Tupigachi, Pichincha. 2013 77

34. Promedios para interacciones del contenido de N de las plantas de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill.) Cv. Mariana en la evaluación influencia de la profundidad del fertirriego por goteo, sobre el sistema radicular y el rendimiento de dos poblaciones. Tupigachi, Pichincha. 2013 80

35. Promedios para poblaciones del contenido de P de las plantas de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill.) Cv. Mariana en la evaluación influencia de la profundidad del fertirriego por goteo, sobre el sistema radicular y el rendimiento de dos poblaciones. Tupigachi, Pichincha. 2013 81

36. Promedio para profundidades de fertirriego del contenido de P de las plantas de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill.) Cv. Mariana en la evaluación influencia de la profundidad del fertirriego por goteo, sobre el sistema radicular y el rendimiento de dos poblaciones. Tupigachi, Pichincha. 2013 81

37. Promedio para interacciones del contenido de P de las plantas de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill.) Cv. Mariana en la evaluación influencia de la profundidad del fertirriego por goteo, sobre el sistema radicular y el rendimiento de dos poblaciones. Tupigachi, Pichincha. 2013 82

38. Promedios para interacciones del contenido de K de las plantas de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill.) Cv. Mariana en la evaluación influencia de la profundidad del fertirriego por goteo, sobre el sistema radicular y el rendimiento de dos poblaciones. Tupigachi, Pichincha. 2013 83

39. Promedios para interacciones del contenido de Ca de las plantas de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill.) Cv. Mariana en la evaluación influencia de la profundidad del fertirriego por goteo, sobre el sistema radicular y el rendimiento de dos poblaciones. Tupigachi, Pichincha. 2013 84

40. Promedios para interacciones del contenido de Mg de las plantas de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill.) Cv. Mariana en la evaluación influencia de la profundidad del fertirriego por goteo, sobre el sistema radicular y el rendimiento de dos poblaciones. Tupigachi, Pichincha. 2013 85

41. Promedios para poblaciones de grados Brix del fruto de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill.) Cv. Mariana en la evaluación influencia de la profundidad del fertirriego por goteo, sobre el sistema radicular y el rendimiento de dos poblaciones. Tupigachi, Imbabura. 2013 88

GRÁFICOS **PÁG.**

42. Promedios para profundidades de fertirriego de los grados brix del fruto de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill.) Cv. Mariana en la evaluación influencia de la profundidad del fertirriego por goteo, sobre el sistema radicular y el rendimiento de dos poblaciones. Tupigachi, Pichincha. 2013 89

43. Promedios para interacciones de los grados Brix del fruto de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill.) Cv. Mariana en la evaluación influencia de la profundidad del fertirriego por goteo, sobre el sistema radicular y el rendimiento de dos poblaciones. Tupigachi, Pichincha. 2013 90

44. Promedios para poblaciones de la concentración de sólidos del fruto de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill.) Cv. Mariana en la evaluación influencia de la profundidad del fertirriego por goteo, sobre el sistema radicular y el rendimiento de dos poblaciones. Tupigachi, Pichincha. 2013 95

45. Promedios para profundidades de fertirriego de la concentración de sólidos del fruto de tomate (Lycopersicum esculentum Mill.) Cv. Mariana en la evaluación influencia de la profundidad del fertirriego por goteo, sobre el sistema radicular y el rendimiento de dos poblaciones. Tupigachi, Pichincha. 2013 96

46. Promedios para interacciones de la concentración de sólidos del fruto de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill.) Cv. Mariana en la evaluación influencia de la profundidad del fertirriego por goteo, sobre el sistema radicular y el rendimiento de dos poblaciones. Tupigachi, Pichincha. 2013 97

LISTA DE FIGURAS

FIGURA **PÁG.**

1. Curva generalizada del coeficiente de cultivo Kc 18
2. Evapotranspiración del cultivo de referencia (ETo) 19
3. Calibración del lisímetro MC 20
4. Evapotranspiración del cultivo (ETc) 21

INFLUENCIA DE LA PROFUNDIDAD DEL FERTIRRIEGO POR GOTEO, SOBRE EL SISTEMA RADICULAR Y EL RENDIMIENTO DE DOS POBLACIONES DE TOMATE (*Lycopersicum esculentum* Mill). Cv. Mariana. TABACUNDO, PICHINCHA.

RESUMEN

Bajo condiciones de invernadero en la comunidad de Chaupiloma, provincia Pichincha, cantón Pedro Moncayo, parroquia Tupigachi, se desarrolló la siguiente investigación con el propósito de determinar la influencia de la profundidad del fertirriego por goteo, sobre el sistema radicular y el rendimiento bajo dos poblaciones de plantas de tomate industrial Cv. Mariana (Lycopersicum esculentum Mill). Se utilizó un diseño de parcela dividida donde la parcela principal constituyó las poblaciones y la secundaria las profundidades de riego. Se evaluó las variables: longitud y peso de raíz a dos etapas fenológicas y el rendimiento a cosecha. En el estudio se determinó estadísticamente, que la mejor profundidad de la cinta de goteo fue la de 5 cm, en la cual se obtuvieron valores más altos para longitud (46.25 cm y 86.5 cm en la etapa de floración y cosecha, respectivamente) y peso de raíz (66.5 g y 116.50 g para la etapa de floración y cosecha, respectivamente). El rendimiento alcanzado bajo el sistema de goteo a 5 cm de profundidad y con la población más alta fue de 31.48 t/ha.

PALABRAS CLAVE: RIEGO POR GOTEO, FERTIRRIEGO, SISTEMA RADICULAR

INFLUENCE OF THE DEPTH OF TRICKLE FERTIGATION ON THE RADICULAR SYSTEM AND YIELD OF TWO POPULATIONS *(Lycopersicum esculentum* Mill). Cv. Mariana. TABACUNDO, PICHINCHA.

ABSTRACT

This research work took place under greenhouse conditions, in the community of Chaupiloma, province of Pichincha, canton of Pedro Moncayo. The goal is to determine the influence of trickle fertigation depth on the radicular system and yield in two industrial Cv. Mariana tomato (*Lycopersicum esculentum* Mill) plant populations. This work used a divided parcel design where the main parcel consisted on the populations and the secondary one was irrigation depth. The variables assessed herein were root length and weight in two phenological stages, and harvest yield. The study statistically determined that the best depth for the trickle belt was 5 cm; this depth produced the highest values in length (46.25 cm and 86.5 cm in the flowering and harvest stages, respectively) and root weight (66.5 g and 116.50 g for the flowering and harvest stages, respectively). The highest yield value under the 5 cm trickle system was 31.48 tons per hectare.

KEY WORDS: Drip irrigation, Fertirrigation, Root System.

I CERTIFY that the above and foregoing is a true and correct translation of the original document in Spanish.

Silvia Donoso Acosta
Certified Translator
ID.: 0601890544

1. INTRODUCCIÓN

El tomate *(Lycopersicum esculentum)* es la hortaliza más cultivada en todo el mundo y la de mayor valor económico. Su demanda aumenta continuamente y con ella su cultivo, producción y comercio. El incremento anual de la producción en los últimos años se debe principalmente al aumento en el rendimiento y, en menor proporción, al aumento de la superficie (Escalona, 2009).

Las zonas más productoras de tomate riñón en el Ecuador son: Carchi con 801 hectáreas, Santa Elena con 572 hectáreas, Imbabura con 489 hectáreas y Chimborazo con 350 hectáreas (INEC, 2012).

El cultivo protegido constituye una tecnología promisoria para extender los calendarios de cosecha de las hortalizas, según Casanova et al. (2007) y es reconocida a nivel mundial como una tecnología agrícola de avanzada, que mantiene la producción de hortalizas frescas durante todo el año, la cual incluye la práctica de fertirriego para aplicar los nutrimentos de forma exacta y uniforme al volumen radicular humedecido, en función de las etapas fenológicas del cultivo.

Ante la creciente escasez de los recursos hídricos destinados para la agricultura y el alto costo de los insumos agrícolas, resulta indispensable buscar alternativas tecnológicas que reduzcan los costos de producción y que, al mismo tiempo, obtengan altos rendimientos. En este sentido, el fertirriego ha resultado una técnica promisoria en agroecosistemas hortícolas intensivos, para abastecer adecuadamente con agua y nutrimentos a estos cultivos durante su ciclo de producción mediante el empleo de sistemas de riego localizado (Bar-Yosef, 1999).

El riego por goteo es un sistema que proporciona agua filtrada y fertilizantes directamente sobre el suelo al lado de la planta. Este sistema elimina la aspersión y el agua que fluye sobre la superficie del suelo; permite que el agua liberada a baja presión en el punto de emisión, moje el perfil del suelo en una forma predeterminada (Gurovich, 1999).
El sistema de riego por goteo subterráneo es utilizado en varios países del mundo como: Estados Unidos, Hawai, Venezuela y Brasil de manera comercial; en los cultivos: melón, caña de azúcar, ornamentales y hortalizas, de manera general, observándose incrementos en el rendimiento entre el 16 y el 22% en Hawai y 7 y el 38% en Florida, Estados Unidos, en comparación con el sistema tradicional de riego (Subirós, 2000).

El riego subterráneo constituye una alternativa ecológicamente sustentable, técnicamente factible y económicamente viable. Entre otras ventajas con respecto al riego tradicional, se encuentra que no impide las labores agronómicas durante el riego, menor incidencia de plagas, malezas y enfermedades, e incremento en rendimiento (INIFAP 2006).

El volumen de agua aportado bajo la superficie del suelo (la más cercana a las plantas) genera una distribución espacial de la misma, denominada “bulbo húmedo”. La forma y tamaño de este “bulbo húmedo” es diferente a la del riego localizado superficial. La forma del “bulbo húmedo” depende del tipo de suelo, del caudal de los emisores y de la práctica de riego (duración y frecuencia de cada riego), (AZUD 2012).

La fertirrigación es el método por excelencia de aplicación de agua y fertilizantes, cuando se hace de forma adecuada puede maximizar la utilización de nutrientes por las plantas y minimizar el potencial de pérdida de nutrientes por debajo de la zona radicular (Lazcano, 1998).

El fertirriego ha permitido aumentos importantes de la productividad de los cultivos, lo que se traduce en un mejor control y aprovechamiento del agua y los nutrientes, donde ya no se habla de agua y nutrientes si no de riego y nutrición, de balance hídrico y nutricional, de monitoreo hídrico y monitoreo nutricional (Samuel y Col, 2001).

El abonado de fondo previo a la fertirrigación se justifica por dos razones fundamentales: como reserva de nutrientes en épocas de lluvia para cultivos que no se desarrollen en invernaderos y para cubrir dificultades en el abastecimiento de fertilizantes o deficiencias en la fertirrigación. Es decir, como reserva de seguridad que en cualquier caso se aplicará al comienzo del cultivo (Cadahia, 1998).

La evaluación de diferentes profundidades de riego en tomate está basado en la ubicación del sistema radicular que está compuesto por una raíz principal, raíces secundarias y raíces adventicias, formando un conjunto que puede tener un radio de hasta 1.5 m y alcanza más del 0.5 m de profundidad (FDA 1993). Sin embargo, el 70% de las raíces se localiza a menos de 0,20 m de la superficie. Todas las raíces absorben agua, pero los minerales son absorbidos por las raíces más próximas a la superficie, por lo que hay que tener cuidado al realizar el aporque para no destruir parte del sistema radicular que se encuentra a ese nivel (Universidad de Oriente, 2004).

Se menciona que el éxito del riego por goteo es el desarrollo radicular de la planta que se acumula en el sitio donde existe mayor humedad en el perfil y que permite tomar el agua y los nutrientes con mucha facilidad. Existe muy poca información sobre investigación realizada a nivel de las raíces de las plantas; por lo tanto, muy poco se conoce de cuáles deberían ser las condiciones óptimas para que los cultivos alcancen una buena producción. No se conoce mucho con respecto a la relación raíz y parte aérea de la planta y la verdadera ubicación de las raíces absorbentes para hacer de ellas más eficientes.

Por lo mencionado anteriormente se propone la realización del presente ensayo, planteando los siguientes objetivos.

1.1. Objetivo general

Estudiar el efecto de la fertirrigación sobre el desarrollo del sistema radicular a dos profundidades, bajo dos poblaciones de plantas, en la producción limpia del tomate doble propósito (Lycopersicum esculentum Mill.) Cv. Mariana, en la zona de Tupigachi.

1.2. Objetivos específicos

Determinar la profundidad óptima de fertirriego que permita un mayor desarrollo del sistema radicular con dos poblaciones de plantas e incremento en el rendimiento de tomate (Lycopersicum esculentum Mill).
Determinar la mejor población de plantas que permita un mayor desarrollo del sistema radicular e incremento en el rendimiento.

Determinar la mejor interacción de las profundidades de fertirriego con las poblaciones de plantas.
Realizar el análisis financiero de los tratamientos en estudio.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Cultivo de tomate

2.1.1. Generalidades

El tomate es una planta cuyo origen se localiza en la región andina de Sudamérica, concretamente en Perú, Ecuador y Chile; además, algunas plantas emparentadas con el tomate son parte de la flora nativa de las Islas Galápagos. En la actualidad se lo encuentra en estado silvestre en ambientes diversos y distintos que representan una fuente de investigación y mejora genética de la especie para lograr cierto tipo de resistencias (Jones 2001, citado por Amaguaña, 2009).

El tomate es una planta perteneciente a la familia de las solanáceas, denominada científicamente Lycopersicum esculentum Mill. (Rodríguez et al. 2001).

El tomate es la hortaliza más importante en numerosos países y su popularidad aumenta constantemente. En la actualidad, este cultivo ha adquirido importancia económica en todo el mundo (Nuéz, 2001). Además, constituye el 30% de la producción hortícola con alrededor de 2.9 millones de hectáreas sembradas y 72 744 000 toneladas de frutos cosechados (Vallejo y Estrada, 2004).

2.1.2. Clasificación botánica

Nuez (1995), señala la siguiente clasificación taxonómica:
Reino: Plantae
División: Magnoliophyta
Clase: Magnoliopsida
Subclase: Asteridae
Orden: Solanales
Familia: Solanaceae
Genero: Solanum
Especie: Lycopersicum

2.1.3. Características botánicas

2.1.3.1. Semilla

La semilla tiene forma lenticular, color grisáceo, mide de 3 a 5 mm de diámetro y está constituida por el embrión, el endospermo y la testa o cubierta seminal, un gramo contiene de 300 a 350 semillas. La semilla conserva su poder germinativo por cuatro o más años, manteniéndolas en condiciones adecuadas, con temperaturas máximas y mínimas para la germinación 35° y 10°C respectivamente. El tratamiento de semillas con ácido giberélico o indol acético provoca una aceleración en el crecimiento (Nuez, 1995).

2.1.3.2. Sistema radicular

La raíz de las plantas jóvenes de tomate es pivotante pero más tarde la ramificación es tan importante que es difícil distinguir la raíz principal de las secundarias. El sistema radicular del tomate puede llegar a una profundidad de más de 1.25 m, pero la mayoría de las raíces se sitúa en la capa superior del suelo (más del 70% en la zona de 0 hasta 20 cm y hasta el 95% en la zona de 0 hasta 50 cm de profundidad). En general, las variedades de crecimiento determinado tienen un sistema radicular más pequeño y superficial, también las plantas procedentes de siembra directa tienen una raíz principal más importante y un sistema radicular más profundo que las plantas trasplantadas. Los suelos ligeros y arenosos favorecen el desarrollo de raíces profundas.

El sistema radical del tomate es superficial y está constituido por la raíz principal (corta y débil), raíces secundarias (numerosas y potentes) y raíces adventicias (Jaramillo et al. 2007).

Dentro de la raíz se encuentra la epidermis, donde se ubican los pelos absorbentes especializados en tomar agua y nutrientes, además el córtex y el cilindro central donde se sitúa el xilema (Jaramillo et al. 2007).

2.1.3.3. Tallo

El tallo es cilíndrico cuando joven y anguloso cuando maduro, con pelos agudos, de color verde. Su longitud es de 50 cm en los cultivares enanos y llega hasta los 2,5 m en los cultivares de crecimiento indeterminado (Escudero 2004).

El tallo principal tiene 2 a 4 cm de diámetro en la base y está cubierto por pelos glandulares y no glandulares que salen de la epidermis; sobre el tallo se van desarrollando hojas, tallos secundarios e inflorescencias. Éste tiene la propiedad de emitir raíces cuando se pone en contacto con el suelo, característica importante que se aprovecha en las operaciones culturales de aporque dándole mayor anclaje a la planta (Jaramillo et al. 2007).

2.1.3.4. Hojas

Las hojas son compuestas imparipinadas con siete a nueve foliolos, los cuales generalmente son peciolados, lobulados y con borde dentado, recubiertos de pelos glandulares. Las hojas se disponen de forma alternativa sobre el tallo (Jaramillo et al. 2007).

2.1.3.5. Flor

Nuez (2001) menciona que la flor es perfecta o hermafrodita, regular e hipogea y consta de cinco o más sépalos y de seis o más pétalos; tiene un pistilo con cinco estambres unidos en sus anteras y formando

un tubo que encierra el pistilo. Esta conformación favorece la autopolinización. El pistilo está compuesto de un ovario y de un estilo largo, simple y levemente engrosado; el ovario tiene entre dos y 20 óvulos formados según la variedad y reflejan la forma del fruto que podría desarrollarse.

Villarroel (1997) destaca que las flores se agrupan en racimos simples ramificados que se desarrollan en el tallo y en las ramas del lado opuesto a las hojas. Un racimo puede reunir de cuatro a 20 flores, dependiendo de la variedad cultivada y las condiciones de desarrollo de la planta. Las flores son amarillas y normalmente pequeñas (uno a dos centímetros de diámetro). La primera flor se forma en la yema apical y las demás se disponen lateralmente por debajo de la primera alrededor del eje principal. Las inflorescencias se desarrollan cada dos o tres hojas.

2.1.3.6. Fruto

Rosas (2003) menciona que el fruto es una baya bi o plurilocular, presenta diferente tamaño, forma, color, consistencia y composición según el cultivo que se trate, se desarrolla a partir de un ovario de unos 5-10 g y alcanza un peso final en la madurez, que oscila entre los 5 y los 500 g, en función de la variedad y las condiciones de desarrollo.

El fruto contiene de 94-95% de agua, siendo el 5-6% restante una mezcla compleja en la que predominan los azúcares libres y ácidos orgánicos que dan al fruto su textura y sabor característicos.

2.1.4. Etapas fenológicas

Papon (1997) indica que la duración del ciclo del cultivo de tomate está determinado por las condiciones climáticas de la zona en la cual se establece el cultivo, el suelo, el manejo agronómico que se dé a la planta, el número de racimos que se van a dejar por planta y la variedad utilizada.

INIAP (1999) menciona que el desarrollo del cultivo comprende dos fases: una vegetativa y otra reproductiva. La fase vegetativa se inicia desde la siembra en semillero, seguida de la germinación, la emergencia y el transplante a campo, que se realiza con un promedio de tres a cuatro hojas verdaderas, entre 20 a 30 días después de la siembra y a partir del trasplante hasta el inicio o aparición del primer racimo floral; la fase reproductiva se inicia desde la formación del botón floral, que ocurre entre los 20 y los 30 días después del transplante, el llenado del fruto que dura aproximadamente 60 días para el primer racimo, iniciándose la cosecha a los 90 días, con una duración de tres meses para una cosecha de 8 a 10 racimos. En total la fase reproductiva tiene una duración de 180 días aproximadamente.

2.1.5. Variedades

El tipo de tomate a sembrar dependerá del propósito de consumo y el mercado de destino; ya que podemos clasificarlo en tomate de mesa o ensalada y tomate de pasta, industrial o de cocina.

Dependiendo del tipo de tomate que seleccionemos, la variedad tendrá que cumplir con los requerimientos que el mercado demande, siguiendo características como: buena firmeza, buen porcentaje de sólidos solubles, resistencia al manipuleo y al transporte, etc.

Además, el productor tiene que seleccionar aquellos materiales que tengan características de tolerancia o resistencia a enfermedades y plagas.

Otro criterio para decidir la variedad de tomate a sembrar es el hábito de crecimiento de la planta, el cual se clasifica en:

Crecimiento determinado

Son plantas arbustivas con un tamaño de planta definido, donde en cada extremo del crecimiento aparece una yema floral, tienen períodos restringidos de floración y cuajado. El tamaño de la planta varía según el cultivar, ya que se puede encontrar plantas compactas, medianas y largas; para las dos últimas clasificaciones se necesita poner tutores. La mayoría de cultivares de tomate de pasta o cocina sembrados en el país entran en esta clasificación.

Crecimiento indeterminado

Son plantas con crecimiento vegetativo continuo, pudiendo alcanzar su tallo principal hasta 10 m de largo o más, si es manejado a un solo eje de crecimiento; las inflorescencias aparecen lateralmente en el tallo. Florecen y cuajan uniformemente. Se eliminan los brotes laterales y el tallo generalmente se enreda en torno a un hilo de soporte. Se puede encontrar cultivares de cocina y ensalada.
Este tipo de crecimiento es el preferido para cultivarse en invernaderos.

2.1.6. Requerimientos nutricionales

Moraga (2000), indica que las necesidades de fertilización en cultivo bajo invernadero dependerán básicamente de tres factores:

a) Producción esperada: las extracciones de macronutrientes varían según los cultivares de tomate y el rendimiento obtenido y teóricamente se ha establecido que el tomate consume:

   500 – 700 kg de N/ha
   100 – 200 kg de P205/ha
   1000 – 1200 kg de K2O/ha
   100 – 200 kg de MgO/ha

b) Aporte del suelo: lo refleja el análisis de suelo que indica en qué nivel se encuentran los nutrientes, así como el porcentaje de materia orgánica, pH y grado de salinidad.

c) Eficiencia de uso de los fertilizantes: se refiere al porcentaje de fertilizante aplicado y que es absorbido por la planta.

2.2. Condiciones agroecológicas para el desarrollo del cultivo

2.2.1. Temperatura

Rodríguez (2001) señala al respecto que las temperaturas óptimas son las siguientes:
Temperaturas nocturnas: 15-18° C
Temperaturas diurnas: 24-25° C
Temperaturas óptimas para almácigos: 25° C
Temperatura ideal en floración: 21-22° C
Temperatura ideal para su desarrollo vegetativo: 22-23° C
Temperatura en que paraliza su desarrollo vegetativo: 10-12° C

2.2.2. Suelos

Barbado (2003) indica que el tomate prospera en diferentes tipos de suelo, aunque los más indicados son los suelos sueltos, fértiles, bien aireados y con buen drenaje interno y capacidad de retener humedad, de texturas francas a franco arcillosas, con contenidos de materia orgánica altos, por encima del 5% y buen contenido de nutrientes. El pH del suelo debe oscilar entre 5,8 a 6,8 para garantizar la máxima disponibilidad de nutrientes, debe estar libre de piedras y malas hierbas y, sobre todo, ser uniforme.

2.2.3. Humedad relativa

Barbado (2003) señala que la humedad relativa óptima para el desarrollo y crecimiento del cultivo oscila entre un 65 y 75%. Humedad relativa muy elevada favorece el desarrollo de enfermedades aéreas, agrietamiento del fruto y dificultan la fecundación, debido a que el polen se compacta, abortando parte de las flores.

2.2.4. Luminosidad

Agroinformación (2007) sostiene que el tomate requiere días soleados para un buen desarrollo de la planta y lograr una coloración uniforme en el fruto. Cuando la luminosidad es escasa dentro del invernadero las plantas tienden a un aislamiento, los tallos se vuelven débiles disminuyendo el potencial del cultivar, reflejándose en la producción. La baja luminosidad también incide en los procesos de floración, fecundación y desarrollo vegetativo de la planta ya que reduce la viabilidad del polen, limita la evapotranspiración y disminuye la absorción de agua y nutrientes, llevando la planta a una posible deficiencia de calcio, lo que se conoce comúnmente como podredumbre apical del fruto.

2.2.5. Agua

Agroinformación (2007) manifiesta que para tener una producción eficiente dentro del cultivo de tomate se requiere que siempre haya una disponibilidad de agua durante el transcurso de su desarrollo y producción, para ayudar a la formación de azúcares y mantener las células en buenas condiciones, se estima que la planta de tomate necesita un litro de agua diario.

2.2.6. Ventilación

Agroinformación (2007) señala que el porcentaje de humedad relativa dentro del invernadero determina el éxito de cada fase fenológica del cultivo, de ahí la importancia de su manejo. Los métodos o formas de aireamiento varían de acuerdo con el modelo de invernadero empleado. El porcentaje de ventilación varía en función del clima de cada región y de un tipo de cultivo a otro.

Villarroel (1997) destaca que una humedad elevada exige sistemas más eficientes de ventilación o mayor porcentaje de área de ventilación. Con la experiencia adquirida en el manejo de la ventilación dentro del invernadero, la investigación y la práctica se podrá determinar el porcentaje de ventilación para cada caso, cuyo cálculo se puede realizar mediante la siguiente formula:

(Área de las aberturas/área del invernadero)*100= % de ventilación

Los principales propósitos para la ventilación dentro del invernadero son: enriquecer el interior con CO2 y remover la humedad, el exceso de calor y los gases tóxicos.

2.3. Tecnología del cultivo

2.3.1. Siembra

Andaluz (2005) señala que de acuerdo con el estudio realizado por expertos del Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG), el marco de plantación se establece en función del porte de la planta que, a su vez, dependerá de la variedad o híbrido comercial cultivado.

2.3.2. Riego

De acuerdo con las experiencias en muchos países del mundo, el método de riego que mejor se adapta al tomate es el riego por goteo, que al incluir fuentes fertilizantes de alta solubilidad se logra el aporte combinado de agua y nutrientes, método conocido como fertirrigación, en función del estado fenológico de la planta que determina su requerimiento hídrico conocido como uso consuntivo del agua (Padilla, 2005).

El riego es uno de los factores de producción que más influye sobre el resultado final del tomate, especialmente durante el proceso de llenado de la fruta, ya que es la etapa de máximo requerimiento de agua, el mismo que está determinado por el tipo de suelo, la variedad o cultivar y las condiciones ambientales que determinan el proceso de evapotranspiración dentro del sistema suelo-agua-planta (Padilla, 2006).

Según Tigrero (1999) el parámetro principal para suministrar la lámina de agua es la evapotranspiración, que en la Costa es de 5 mm/día y en la Sierra varía entre 4 y 4.5 mm/día, con este parámetro en el cultivo se tendrán en cuenta tres períodos con distinta necesidad de agua, así:

a) Primera etapa: corresponde a la germinación y crecimiento inicial de la plántula hasta el trasplante, se suministra del 20 al 30% de la evapotranspiración potencial (ET) osea 1-2 mm/día de agua.
b) Segunda etapa: comprende el postrasplante hasta floración, aquí se suministra del 50 al 60% de la ET osea de 2 a 3 mm/día.
c) Tercera etapa: la producción que incluye fructificación y cosecha, debe suministrarse del 60 al 80% de la ET osea de 3 a 5 mm/día.

2.3.3. Fertirriego

La fertilización a través del sistema de riego, denominada fertirrigación ya sea vía riego por goteo o por microaspersión, es la forma que más se aproxima al ritmo de absorción de agua y de nutrientes por la planta, ya que diariamente puede entregar a los cultivos dichos elementos (Padilla, 1997).

La fertirrigación permite suministrar a las plantas los nutrientes en los momentos adecuados y en la proporción y cantidades específicas que requieren en las diferentes etapas de su ciclo, esto es, desarrollo de plántulas, crecimiento vegetativo, floración y maduración de frutos.

2.3.4. Fertilización

Andaluz (2005) destaca que el aporte de los nutrientes se realiza de forma generalizada mediante riego por goteo y en función del estado fenológico de la planta así como del ambiente en que ésta se desarrolla (tipo de suelo, condiciones climáticas, calidad del agua de riego, etc.).

2.3.5. Poda de Formación

Valverde (1998) destaca que la poda es una práctica imprescindible para las variedades de crecimiento indeterminado. Se realiza a los 15-20 días del trasplante con la aparición de los primeros tallos laterales, que serán eliminados al igual que las hojas más viejas, mejorando así la aireación del cuello y facilitando la realización del aporcado. Así mismo se determinará el número de brazos (tallos) a dejar por planta. Son frecuentes las podas a 1 ó 2 brazos.

2.3.6. Aporcado

Andaluz (2005) menciona que esta práctica se realiza tras la poda de formación, con el fin de favorecer la formación de un mayor número de raíces, consiste en cubrir la parte inferior de la planta con suelo. El rehundido es una variante del aporcado que se lleva a cabo doblando la planta, tras haber sido ligeramente rascada hasta que entre en contacto con la tierra cubriéndola ligeramente con arena, dejando fuera la yema terminal y un par de hojas.

La lucha contra las malas hierbas debe llevarse a cabo aplicando una estrategia que combine las labores mecánicas, los tratamientos herbicidas y las escardas manuales.

2.3.7. Tutoreo

INIAP (1999) indica que es una práctica imprescindible para mantener la planta erguida y evitar que los frutos toquen el suelo, mejorando así la aireación general de la planta y favoreciendo el aprovechamiento de la radiación y la realización de las labores culturales (destallados, recolección, etc.). Todo ello repercutirá en la producción final, calidad del fruto y control de las enfermedades. La sujeción suele realizarse con hilo de polipropileno (rafia) sujeto de un extremo a la zona basal de la planta (liado, anudado o sujeto mediante anillas) y de otro a un alambre situado a determinada altura por encima de la planta (1,8-2,4 m sobre el suelo).

2.3.8. Deshojado

Valverde (1998) destaca que es recomendable eliminar las hojas senescentes, con objeto de facilitar la aireación y mejorar el color de los frutos como en hojas enfermas, que deben sacarse inmediatamente del invernadero, eliminando así la fuente de inóculo.

2.3.9. Despunte de Inflorescencias y Aclareo de Frutos

Andaluz (2005) recomienda ambas prácticas ya que están adquiriendo cierta importancia desde hace unos años con la introducción del tomate en ramillete y se realizan con el fin de homogeneizar y aumentar el tamaño de los frutos restantes, así como su calidad.

2.3.10. Cosecha

Donoso & Asociados (2007) señalan que la recolección se realiza a los 65-75 días, de forma manual, dos cosechas por semana durante el ciclo del cultivo. La producción alcanza de 37 000 a 38 000 kilogramos por hectárea. El punto de cosecha es cuando posee un 25% de maduración. Se lo empaca para el mercado interno en cajas de madera con un peso de 20 a 22 kilogramos.

En tanto que los frutos del tomate para la industria deben ser recolectados cuando los frutos se encuentren bien maduros o hayan alcanzado su madurez fisiológica.

2.4. Plagas

2.4.1. Caída de Plántulas *(Damping off)*

Messiaen (1995) sostiene que esta enfermedad se presenta principalmente en semilleros a nivel del suelo cuando las plántulas tienen 2 a 3 hojas, los hongos en las raíces causan gran mortalidad en plántulas recién germinadas. A nivel del cuello estas quedan ennegrecidas y se doblan cayendo sobre el sustrato. Los agentes causantes son: Fusarium oxysporum, Phytopthora infestans y Rhizoctonia solani. Para su control debe realizarse una desinfección del sustrato (químico, vapor, solarización), restringir el riego, tratamiento de semilla con Captan o Thiram.

2.4.2. Fusarium *(Fusarium oxysporum)*

Naranjo (1995) manifiesta que el agente causal de esta enfermad es Fusarium oxysporum, la diseminación se realiza mediante semillas, viento, labores de suelo, plantas enfermas o herramientas contaminadas. La temperatura óptima de desarrollo es de 28º C, la presencia de esta enfermedad comienza con la caída de pecíolos de hojas superiores. Las hojas inferiores amarillean avanzando hacia el ápice y mueren. También puede ocurrir que se produzca un amarilleo que comienza en las hojas más bajas y que termina por secar la planta. Si se realiza un corte transversal al tallo se observa un oscurecimiento de los vasos. El hongo puede permanecer en el suelo durante años y penetra a través de las raíces hasta el sistema vascular. Una vez declarada la enfermedad no hay modo de combatirla.

2.4.3. Tizón Tardío *(Phytopthora infestans)*

Falconí (1999) menciona que el agente causal es Phytopthora infestans. Las esporas se transportan a largas distancias por viento y lluvia. Los síntomas de esta enfermedad comprende en las hojas unas manchas irregulares de aspecto aceitoso al principio y que rápidamente se necrosan e invaden casi todo el foliolo. En el tallo aparecen manchas pardas que se van agrandando y que suelen circundarlo. También afecta a frutos inmaduros, manifestándose como grandes manchas pardas, vítreas de superficie y contorno irregular. Las infecciones suelen producirse a partir del cáliz, por lo que los síntomas cubren la mitad superior del fruto. Para su control, se aplican tratamientos regulares con ingredientes activos como Mancozeb, Folpet, Clorotalonil, etc. Ademas eliminar los restos vegetales al final del cultivo ya que son fuentes de inóculo.

2.4.4. Tizón Temprano *(Alternaria solani)*

Jarvis (1998) indica que el agente causal es Alternaria solani y suele abreviarse como ASC por sus siglas en inglés (Alternaria Stem Canker), entre las fuentes de dispersión se citan las solanáceas silvestres y cultivadas, semillas infectadas y restos de plantas enfermas. Las conidias pueden ser

dispersadas por salpicaduras de agua, lluvia o por el viento. En las plántulas se produce un chancro negro en el tallo a nivel del suelo. En pleno cultivo las lesiones aparecen en hojas, tallos, frutos y pecíolos. En la hoja se producen pequeñas manchas circulares o angulares, con marcados anillos concéntricos, en el envés el hongo desarrolla fructificaciones. En el tallo y pecíolo se producen lesiones negras alargadas, en las que se pueden observar a veces anillos concéntricos.

También los frutos son atacados a partir de las cicatrices del cáliz, provocando lesiones pardo-oscuras ligeramente deprimidas y recubiertas de numerosas esporas del hongo. Los tratamientos son preventivos con Mancozeb, Clorotalonil, Folpet, etc.

2.4.5. Mancha Parda del Tomate *(Pseudomonas syringae)*

Gabor (1997) destaca que el agente causal es Pseudomonas syringae, se transmite por semillas contaminadas, restos vegetales contaminados y rizosfera de muchas plantas silvestres. El viento, la lluvia, las gotas de agua y riegos por aspersión diseminan la enfermedad que tiene como vía de penetración las estomas y las heridas de las plantas. Las condiciones óptimas de desarrollo son temperaturas de 20 a 25º C y períodos húmedos. La sintomatología se inicia en las hojas, donde se forman manchas pardas de 1-2 mm de diámetro, rodeadas de halo amarillo, que pueden confluir, llegando incluso a secar el foliolo. En tallos, pecíolos y bordes de los sépalos también aparecen manchas pardas de borde y contorno irregular. Las inflorescencias afectadas se desprenden. Solamente son atacados los frutos verdes, en los que se observan pequeñas manchas deprimidas.

2.4.6. Podredumbre Gris *(Botrytis cinerea)*

Hongo muy cosmopolita y polífago, capaz de atacar y colonizar numerosas plantas, (especialmente a partir de heridas, de los tejidos envejecidos que constituyen las “bases” nutritivas ideales para su desarrollo y proliferación del hongo).

En las hojas, la infección comienza con heridas que toman forma de V que se cubre de esporulaciones micóticas grises. Las lesiones del fruto son típicas podredumbres blandas con zonas afectadas blanquecinas, generalmente la piel se rompe en la zona central de la lesión, quedando intacta el resto de ella. Eventualmente, el fruto entero es afectado quedando momificado (Blancard, 2002).

La podredumbre gris se desarrolla en condiciones de ambientes relativamente frescos, aunque no requiere periodos prolongados de humedad alta y para su crecimiento óptimo necesita de temperaturas moderadas de 18 a 23° C (Blancard, 2002).

2.4.7. Virus del Mosaico del Tomate

Jarvis (1998) menciona que es uno de los virus más estables, capaz de sobrevivir en restos de plantas secas por 100 años. En el tomate puede transmitirse por la semilla y por la actividad humana. Puede estar presente en productos de tabaco (cigarros, cigarrillos, etc). Este virus ataca a las hojas de tomate y se observa un mosaico verde claro y oscuro, deformaciones sin presencia de mosaico y reducción del

crecimiento. En frutos se observan manchas café oscuro externas e internas en frutos maduros; manchas blancas anubarradas en frutos verdes y necrosis. Para su control se deben eliminar plantas enfermas, uso de cultivares resistentes y un control temprano de trips, que son los que difunden la enfermedad.

2.4.8. Nematodos nodulares *(Meloidogyne)*

La nodulación de raíces está causada por especies de Meloidogyne que son parásitos obligados y sedentarios de plantas vasculares.

Las infestaciones severas dan como resultado plantas de crecimiento reducido e inducen una alta proporción de raíces en relación a la parte aérea. La transferencia normal de sustancias desde la raíz hacia la parte aérea queda restringida, lo que ocasiona marchitez y deficiencias nutricionales (Jones, 2001).

2.4.9. Gusano enrollador *(Scobipalpula absoluta)*

Este lepidóptero de la familia Gelechiidae, es una de las plagas más importantes del cultivo de tomate. Históricamente esta especie ha sido difícil de combatir, ya que a lo largo de los años ha desarrollado de manera acelerada, gran resistencia a una amplia gama de insecticidas (Rodríguez, 2001). Para su control se puede utilizar Sunfire

2.4.10. Gusano trozador *(Agrotis ipsilon)*

Los trozadores son larvas subterráneas que cortan las plantas recién germinadas a ras del suelo o rodean las bases de las demás desarrolladas. Su labor destructora la cumple durante la noche y en el día permanece en el interior del suelo a pocos centímetros de la superficie cerca de las plantas. Para su control se deben utilizar cebos envenenados, constituidos por harina de maíz, afrecho, arroz y agua con insecticida (Guzmán, 1987).

2.4.11. Minador de la hoja *(Liriomyza trifoli)*

El adulto es una mosca muy móvil de 2 mm de longitud, coloreado de amarillo y negro. Larva de 1 mm de longitud que se desplaza en el grosor de la hoja. Pupa en forma de tonelete.
Los daños que produce son minúsculas puntuaciones amarillentas (picaduras nutricionales) y numerosas galerías sinuosas en los foliolos que se desecan posteriormente (Nuez, 1995).

2.4.12. Mosca blanca *(Trialeurodes vaporariorum)*

Las moscas blancas pasan todos sus estados vitales en el envés de las hojas de tomate. Los adultos son insectos chupadores (Aleuodidos) de 1,2 mm de longitud, de color amarillo, permanecen alados y poseen un polvo ceroso blanco sobre el cuerpo y las alas; los estados inmaduros son similares a

escamas y su longitud varía entre 0,3 y 0,7 mm. Tanto los adultos como las ninfas poseen aparato bucal picador-succionador y atacan el envés de las hojas chupando los jugos vegetales (Jones, 2001).
Los adultos tienen una atracción especial por las hojas jóvenes del extremo vegetativo de las plantas donde ovipositan y luego se desarrollan los estados larvarios, que incluyen la producción de melaza y posteriormente el abundante crecimiento del hongo negro conocido como "Fumagina", también produce moteado clorótico y clorosis foliar, moteado del fruto y enanismo y marchitamiento de las plantas (Rodríguez, 2001).

2.5. Conceptos preliminares para el fertirriego

Según García y Briones (1997) programar los riegos es un procedimiento usado para predecir las necesidades de agua de la planta a futuro, basándose en las mediciones del estatus de humedad actual en el suelo y en los datos climatológicos registrados históricamente. Los datos actuales de la humedad en el suelo permiten establecer las condiciones iniciales mientras que los datos climatológicos disponibles permiten extrapolar hacia el futuro dicha humedad en el suelo. Programar los riegos tiene como objetivo mejorar el manejo del agua, de tal manera que solo sea aplicada en el tiempo y en la cantidad necesaria.

2.5.1. Evaporación

Según Castañón (2000) la evaporación representa el paso del agua del estado líquido al estado de vapor, sea cual fuere la superficie en la que se produzca y necesita calor, prácticamente 600 calorías por gramo que, por lo general, es aportado por la energía radiante del sol.

La evaporación del agua depende del poder evaporante en cada punto en que se produce pero también de:
Cantidad de agua en la superficie evaporante.
Estado de dicha agua; es decir, de las fuerzas de retención a que puede estar sujeta.
Características de dicha superficie, tamaño, naturaleza, entre otros.

2.5.2. Transpiración

Para García y Briones (1997) la transpiración es la evaporación del agua de la superficie de la planta hacia la atmósfera o dentro de los espacios intercelulares y después por difusión a través de los estomas hacia la atmósfera.

Castañón (2000) acota que la transpiración foliar depende de la demanda evaporativa de la atmósfera que está en función de la humedad relativa del aire, la temperatura ambiente y el viento. Cuando dicha demanda es superior a la capacidad de transpiración de la planta, se corre el riesgo de deshidratación por pérdida de agua de constitución de las células. El único medio que dispone la planta para conservar el agua interior de sus células es cerrar sus estomas.

2.5.3. Requerimientos de agua de la planta

El requerimiento de agua de la planta es el indicativo de una deseada humedad en el suelo y un nivel de salinidad apropiado durante la estación de cultivo. Bajo condiciones prácticas, la cantidad de agua disipada por evaporación y transpiración es causada por un efecto combinado, ya que ambos no son entre sí interdependientes (evapotranspiración). La transpiración puede ser influenciada por la evaporación del suelo y la evaporación del suelo es influenciada por el grado de cobertura existente del cultivo y la disponibilidad de humedad en el suelo cerca de su superficie (García y Briones, 1997). Según Castañón (2000) dichas necesidades, que generalmente se denominan evapotranspiración del cultivo (ETc), dependen de los parámetros climáticos, de la disponibilidad de agua, del tipo y variedad de cultivo, de la densidad de siembra y del estado de su desarrollo.

2.5.4. Evapotranspiración

García y Briones (1997) indican que la evapotranspiración es la suma de la transpiración y del agua que se evapora del suelo.
Calvache (1993) expresa que el conocimiento de la evapotranspiración de los diferentes cultivos ayuda a determinar qué se debe plantar, cuándo se debe regar y cuánta agua se debe aplicar en cada riego.
Según la FAO (2006) la evapotranspiración se expresa normalmente en milímetros (mm) por unidad de tiempo. La unidad de tiempo puede ser una hora, día, 10 días, mes o incluso un completo período de cultivo o un año.

2.5.5. Evapotranspiración del cultivo

Cuando la evapotranspiración se produce sin ninguna restricción de agua en el suelo se conoce como evapotranspiración del cultivo (ETc) y corresponde a la cantidad de agua que debe ser aportada al suelo estacionalmente mediante lluvia o riego (Calvache, 2013).

$$\mathrm{ETc} = \mathrm{Eto} * \mathrm{Kc}$$

ETc = Evapotranspiración del cultivo, en mm/día
ETo = Evapotranspiración de referencia, en mm/día
Kc = Coeficiente de cultivo

Cely (2010) explica que la evapotranspiración ETc se define en unidades de una lámina de agua por unidad de tiempo, en mm/día, 1 mm de ETc equivale a un 1 dm3/m2. Para una hectárea, 1 mm de ETc equivale a 10 m3 de agua.

2.5.6. Coeficiente de cultivo

Según la FAO (2006) un importante parámetro para el manejo del riego es el Coeficiente de cultivo (Kc), que integra en un solo valor la influencia real de la evaporación del suelo y la transpiración de un

cultivo (ETc), en una relación con la evapotranspiración del cultivo de referencia (ETo), constituyendo una excelente herramienta para la planificación del riego y la programación de calendarios básicos de riego en períodos mayores a un día. Cely (2010) indica que el coeficiente de cultivo describe las variaciones de la cantidad de agua que las plantas extraen del suelo a medida que se van desarrollando desde la siembra hasta la cosecha, por ser dependiente de las características anatómicas, morfológicas y fisiológicas de la planta. El Kc varía con el período de crecimiento de la planta y con el clima; igualmente, depende de la capacidad de la planta para extraer agua del suelo, según su estado de desarrollo vegetativo.

El coeficiente de cultivo Kc describe las variaciones de la cantidad de agua que las plantas extraen del suelo a medida que se van desarrollando desde la siembra hasta la cosecha (Calvache, 2013).

En el Cuadro 1 se presentan los valores tabulados de Kc propuestos por la FAO (2006), para tomate en sus distintas fases de cultivo (Campillo et al. 2009).

Cuadro 1. Variación del coeficiente de cultivo de tomate (Lycopersicum esculentum Mill), según FAO

FASE DEL CULTIVO	Kc FAO
FASE INICIAL	0.60
FASE DE DESARROLLO (Cuajado y crecimiento de frutos)	0.60 – 1.15
FASE MEDIA (Maduración de frutos)	1.15 – 1.15
FASE FINAL (Frutos rojos hasta la recolección)	1.15 – 0.70

Fuente: FAO

2.5.6.1. Cálculo del coeficiente de cultivo

El Coeficiente de cultivo (Kc) es el resultado de la relación entre la evapotranspiración de un cultivo (ETc) durante una etapa definida con la evapotranspiración del cultivo de referencia (ETo).

$$\mathrm{Kc} = \frac{\mathrm{ETc}}{\mathrm{ETo}}$$

Según la FAO (2006) las diferencias en la anatomía de las hojas, características de los estomas, las propiedades aerodinámicas e incluso el albedo ocasionan que la evapotranspiración del cultivo difiera de la evapotranspiración del cultivo de referencia, bajo las mismas condiciones climáticas. Debido a variaciones en las características del cultivo durante los diferentes períodos de crecimiento para un determinado cultivo.

2.5.6.2. Propósitos del cálculo del coeficiente de cultivo

Según Cely (2010) los propósitos del Kc son:
Diseño y planificación del riego
Manejo del riego
Calendarios básicos de riego
Calendarios de riego en tiempo real para aplicaciones no frecuentes de agua
Según la FAO (2006), debido a las variaciones en las características propias del cultivo durante las diferentes etapas de crecimiento, el Kc cambia desde la siembra hasta la cosecha.

La curva generalizada del Kc que se observa en la Figura 1 representa los cambios del coeficiente del cultivo a lo largo de su ciclo de crecimiento; la forma de la curva representa los cambios en la vegetación y el grado de cobertura del suelo durante el desarrollo de la planta y la maduración, los cuales afectan el cociente entre ETc y ETo. A partir de esta curva se puede derivar el valor del coeficiente Kc y en consecuencia el valor de ETc, para cualquier período de la temporada de crecimiento

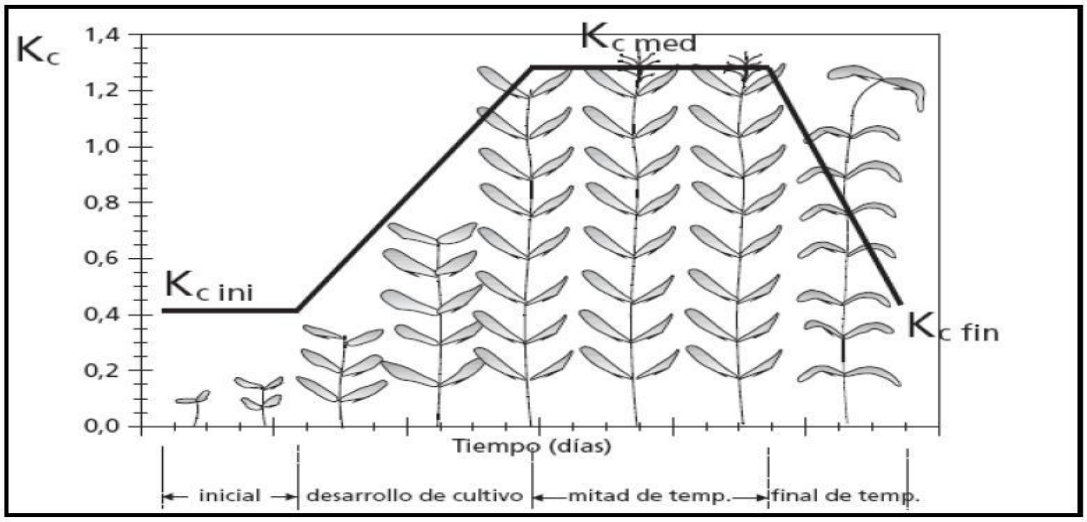


Figura 1. Curva generalizada del coeficiente de cultivo Kc
Fuente: FAO (2006)

Cely (2010) indica que generalmente los valores máximos de Kc se alcanzan en la floración, se mantienen durante la fase media y finalmente decrece durante la fase de maduración; entonces, el Kc depende del clima, del tipo de cultivo y del estado de desarrollo del mismo, representado en la absorción de la luz, la impedancia de su follaje, la fisiología y el nivel de humedad de su superficie.

Según Cely (2010) la aplicación del coeficiente de cultivo en el proceso de planificación y programación del riego cumple con un objetivo importante, hace más eficiente la utilización del recurso hídrico por relacionar dentro de un valor numérico el fenómeno natural de la evapotranspiración, en condiciones reales y óptimas, a la vez que tiene en cuenta las fases de desarrollo del cultivo, evidenciando de este modo los niveles de agua que consume el cultivo a lo largo su ciclo de desarrollo.

2.5.7. Evapotranspiración del cultivo de referencia (ETo)

La FAO (2006) indica que es una medida relacionada con el clima que expresa el poder evaporante de la atmósfera; este concepto se introdujo para estudiar la demanda de evapotranspiración de la atmósfera, independientemente del tipo y desarrollo del cultivo y de las prácticas de manejo; los únicos factores que afectan ETo son los parámetros climáticos. Según Cely (2010) la evapotranspiración del cultivo de referencia refleja la verdadera necesidad de agua para los cultivos que deben desarrollarse en condiciones óptimas de humedad.

Según Castañón (2000) es la pérdida de agua de una cubierta vegetal abundante, sin suelo desnudo, sin limitación de suministro hídrico, cuando los factores meteorológicos son los únicos que condicionan dicha evapotranspiración. Los cultivos tipificados son gramíneas o alfalfa. Anteriormente se ha utilizado la denominación de ETp, evapotranspiración potencial, determinada según el mismo método y su valor se puede considerar equivalente a la ETo.

Figura 2. Evapotranspiración del cultivo de referencia (ETo)
Fuente: FAO (2006)

Para Calvache (1998) el índice de la evapotranspiración del cultivo de referencia (ETo) es una función de la energía disponible para valorizar el agua, junto con el índice dispersión del vapor de la superficie de las hojas. Los valores típicos de ETo son de 1-3 mm de agua al día para los climas temperados, de 5-8 mm/día en trópicos húmedos y de 10-12 mm para regiones muy áridas.

Así también Calvache (1998) indica que es la cantidad de agua transpirada en una unidad de tiempo por un cultivo verde de altura pequeña y uniforme, el cual cubre completamente la superficie del suelo, sin presentar limitaciones de agua en ningún momento. Para la FAO (2006) el método FAO Penman-Monteith se recomienda actualmente como el método estándar para la definición y el cálculo de la evapotranspiración de referencia (ETo) con parámetros climáticos.

2.5.7.1. Métodos para determinar la ETo

Calvache (1997) indica que existen varios métodos para determinar la ETo:

1. Método de Holdridge
2. Método de Thornthwaite
3. Método de Blaney - Cliddle

4. Método de Penman Monteith
5. Evaporación del tanque clase A

2.5.7.1.1. Método del tanque clase A

Castañón (2000) explica que de entre todos los métodos que se usan para conocer la ETp, este es sencillo, de fácil manejo y precio no muy alto, la evaporación del tanque se determina por diferencia de medidas del nivel de agua. Calvache (1993) indica que la evaporación diaria (Ep) de un tanque clase A se multiplica por el coeficiente del tanque (kp), el mismo que se halla publicado en tablas. Este valor de kp depende del tipo de tanque y de las condiciones del área que lo rodea como la humedad relativa y la velocidad del viento.

El valor de kp puede variar de 0.8 a 0.4. El valor es de 0.8 cuando el tanque está localizado en el centro de un área grande de riego y es de 0.4 cuando se encuentra en un área seca con vientos calientes (Calvache, 1993). El tanque clase A está construido en hierro galvanizado, circular, de 121 cm de diámetro y 25.5 cm de altura, se debe situar a 15 cm sobre el suelo.

2.5.7.2. Otros métodos

Para Calvache (2009), la ETo puede medirse por procedimientos directos, utilizando lisímetros y mediante la ecuación del balance hídrico e indirectamente utilizando el tanque de evaporación MC.

El evaporímetro MC es el procedimiento recomendado para el Ecuador y asume que la ETo es igual a la evaporación medida en el evaporímetro MC. El diagrama del lisímetro MC se puede ver en la Figura 3.

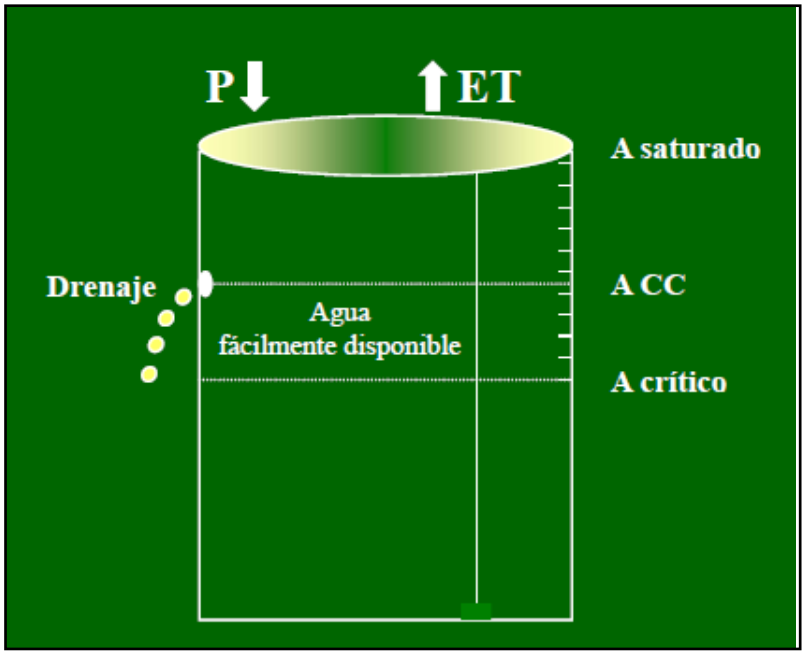


Figura 3. Calibración del lisímetro MC
Fuente: (Calvache, 2008)

2.5.8. Métodos generales de la estimación de la evapotranspiración

Si se tienen datos climáticos de la zona, se pueden usar métodos simples para estimar la evapotranspiración y el uso de agua de un cultivo determinado, para lo cual se siguen los siguientes pasos:

1. Determinar la evapotranspiración de un cultivo de referencia bien regado, esa ETo es tomada generalmente del pasto raygrass o la alfalfa.
2. Determinar el coeficiente del cultivo (kc).
3. Obtener la evapotranspiración real del cultivo (ETc), (Calvache, 1993).

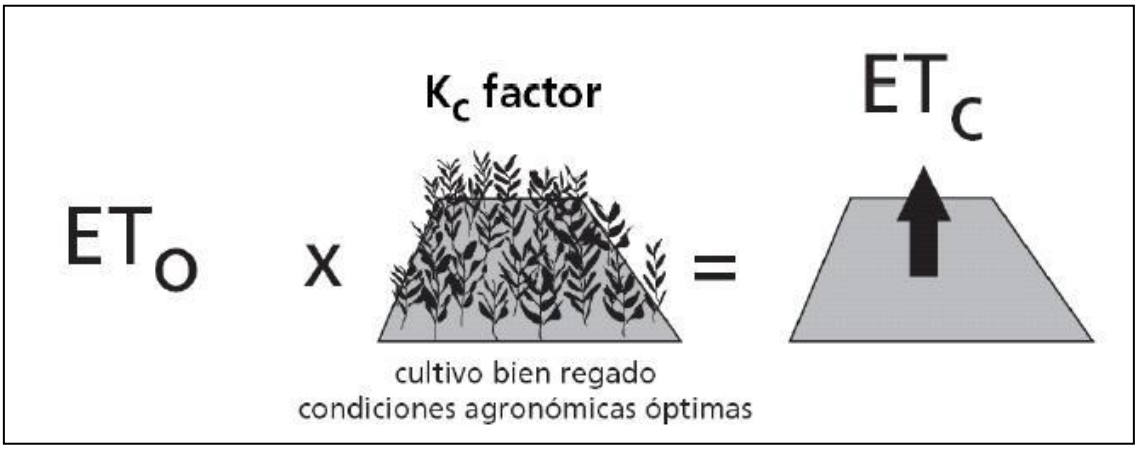


Figura 4. Evapotranspiración del cultivo (ETc)

Fuente: FAO (2006)

Donde:

ETo = Evapotranspiración del cultivo de referencia o ETp.

Kc = Coeficiente de cultivo, factor que corrige el consumo del cultivo según su fase vegetativa.

ETc = Evapotranspiración del cultivo.

2.5.9. Determinación de las láminas de riego

Para Calvache (1998) la lámina de riego se define como la cantidad de agua que se debe aplicar al suelo, dependiendo de la profundidad radicular o de la profundidad a la cual se desea llegar con el riego. Existen dos tipos de cálculos de la lámina de riego denominados lámina neta y lámina bruta, que consideran la eficiencia de aplicación de agua.

2.5.9.1. Lámina neta de riego

Según Calvache (1998) la lámina neta de riego es la cantidad de agua que se aplica al suelo y que en condiciones ideales es utilizada completamente por el cultivo. Existen dos procedimientos para calcular la lámina neta de riego: el procedimiento edafológico y el procedimiento analítico que se basa en la evapotranspiración real. Para efectos de cálculo y por simplicidad se recomienda utilizar el primer procedimiento.

2.5.9.2. Lámina bruta de riego

Calvache (1998) señala que normalmente la aplicación de agua no es uniforme, ni perfecta, debido a la heterogeneidad del suelo. Por esta razón es necesario aplicar un poco más de agua para uniformizar el riego hasta la profundidad de las raíces. Este exceso de agua generalmente se pierde por percolación profunda y por escurrimiento superficial. Se lo considera para efectos de cálculo en la eficiencia de aplicación.

Para calcular la lámina bruta de riego se usa la siguiente ecuación:

$$\mathrm{LB} = \frac{\mathrm{LN}}{\mathrm{Ea}}$$

Donde:
LB = Lámina bruta de riego (mm)
LN = Lámina neta de riego (mm)
Ea = Eficiencia de aplicación (valor < 1)

La eficiencia de aplicación está dada por el método de riego empleado, el grado de tecnificación del mismo, el cuidado en el manejo del agua dentro de la sistematización del terreno y del suelo. Para efecto de cálculo se recomienda usar las eficiencias de riego: para riego por goteo (90-95%), riego por aspersión (80-90%), riego por surcos (60-70%), (Calvache, 1998). Las láminas de riego se pueden expresar no solamente en espesor (mm) sino también en volumen o caudal, si se considera el área que se va a cultivar y el tiempo en el cual se debe regar. Para esto se emplean las siguientes ecuaciones:
1 mm = 1 dm3 / m2

$$\mathrm{Qt} = \mathrm{A} * \mathrm{L}$$

Donde:

Q = Caudal (dm3/s)
L = Lámina de agua (mm)
A = Área de riego (m2)
t = Tiempo de riego (segundo, minuto, hora)

2.5.9.3. Coeficiente de Uniformidad de Riego (CU)

Teniendo en cuenta que vamos a aplicar el fertilizante en el agua de riego, la eficiencia en la disponibilidad del nutriente estará en función directa de la eficiencia en la uniformidad del riego. El coeficiente de uniformidad de Christiansen, es un método rápido y práctico para determinar la uniformidad del riego y está expresado:

$$\mathrm{CU} = 100\left(\frac{1 - \sum[\mathrm{x}]}{\mathrm{m} * \mathrm{n}}\right)$$

Donde:

Σ [x] = Suma de las desviaciones respecto al promedio
m = Valor promedio
n = número de observaciones

	Clasificación %	
←		→
<90	90-110	>110
DÉFICIT	ÓPTIMO	EXCESO

2.6. Riego por goteo

Según Gómez (1979) el riego por goteo está concebido como una manera de entregar agua a las plantas en cantidad suficiente pero la estrictamente necesaria para que tengan un desarrollo óptimo; así también, García y Briones (1997) indican que el objetivo óptimo de un apropiado manejo de la irrigación es el de maximizar las eficiencias y minimizar los requerimientos de mano de obra y capital para un sistema de riego, tanto como sea posible y, al mismo tiempo, mantener un ambiente favorable para el crecimiento de la planta, a fin de maximizar el rendimiento del cultivo.

El riego en los sistemas de producción hortícola garantiza la obtención de un rendimiento potencial; pero, el rendimiento máximo, bajo una determinada oferta edafoclimatológica, sólo podrá obtenerse con tecnologías generadas y adaptadas a los diferentes sistemas de producción.

2.6.1. Descripción

Según García y Briones (1997) un sistema de riego por goteo es aquel donde se aplica agua filtrada (y fertilizante) dentro o sobre el suelo directamente a cada planta en forma individual, esto se realiza utilizando líneas laterales que corren a lo largo de cada hilera del cultivo. Los emisores que son anexados a la línea lateral suministran las necesidades de agua a cada planta. En el caso de algunos cultivos de vegetales existen mangueras de pared delgada las cuales tienen orificios pequeños perforados por un rayo láser, espaciados a intervalos regulares, a este tipo de emisores se les llama

comúnmente emisores de manguera. Con un sistema de riego por goteo, el agua puede ser suministrada al cultivo con base en una baja tensión y una alta frecuencia con lo cual se crea un ambiente óptimo de humedad necesaria en el suelo (García y Briones, 1997).

2.6.2. Eficiencia del sistema de riego por goteo

Debido a la alta frecuencia de los riegos se pueden obtener eficiencias muy altas. La eficiencia en el uso del agua se define como el rendimiento del cultivo por unidad de agua aplicada. Las investigaciones hechas por García y Briones (1997) indicaron que la eficiencia en el uso del agua podría ser aumentada en un 50% o más usando un riego por goteo en lugar de un riego por superficie. Debido a que solamente la zona radicular de la planta es suplida con agua bajo un apropiado manejo, sólo una pequeña cantidad de agua se pierde por percolación profunda, consumo por plantas no beneficiosas o evaporación desde la superficie del suelo (García y Briones, 1997).

Para alcanzar la más alta eficiencia en el uso del agua a través del riego con una cinta de goteo, Herrera (2013) encontró que enterrando la cinta a 5 cm de profundidad se pueden alcanzar resultados muy sorprendentes al reducir el consumo de agua, evitando la pérdida por evaporación y alcanzando una adecuada localización de los nutrientes transportados en el agua. El rendimiento alcanzado en su trabajo de investigación fue 180 t/ha.

2.6.3. Ventajas del sistema de riego por goteo

Según Gómez (1979), Padilla (2005) las ventajas son:

1. El fin perseguido en su desarrollo ha sido el ahorro de agua, como la característica más destacada del sistema.
2. Permite humedecer solamente la parte de terreno ocupada por la planta donde :

    - Se fuerza a la planta a desarrollar sus raíces en esa masa de tierra.
    - No se pierde agua mojando otros espacios de terreno que se mantienen secos durante todo el período de cultivo.
    - Las arvenses que podrían crecer en esos espacios no usan el agua, contribuyendo la evapotranspiración a la atmósfera.

3. Otra ventaja que se puede apuntar al riego por goteo es su facilidad de dosificación.
4. La pequeñez de los orificios de goteo exige un filtrado prácticamente perfecto del agua y con este filtrado desaparecen no solo las arvenses, sino sus semillas.
5. Mediante el riego por goteo puede practicarse la aplicación localizada de abonos complementando perfectamente la aplicación localizada de agua. En efecto, todos los recursos que se ponen a disposición de la planta quedan situados en la zona de raíces absorbentes de la raíz y, por tanto, la planta los aprovecha con gran facilidad.
6. En cuanto a la sencillez de explotación, las exigencias de mano de obra son reducidas.
7. Habitualmente las redes se sitúan bajo tierra, por lo que la duración de las tuberías es mayor (Gómez, 1979).

8. Posible uso de agua salina: debido al mantenimiento de una presión osmótica baja se reduce el esfuerzo de la planta para obtener agua cuando ésta es salina.
9. Una rápida maduración: experimentos en tomate, uva, remolacha azucarera, por nombrar sólo algunos cultivos, han demostrado una temprana maduración a la obtenida con otros sistemas de riego.
10. Minimiza la formación de costras en la superficie del suelo: un problema significante en algunos suelos es la formación de una superficie costrosa dura. Al mantener una alta humedad constante, la formación de costras es eliminada.
11. Mejora la penetración de las raíces: el alto promedio de humedad que se mantiene con un riego por goteo puede aliviar el problema de algunos suelos cuya penetración es mínima o imposible con un bajo contenido de humedad.
12. Puede operar en suelos con muy baja tasa de infiltración: teóricamente, el agua puede ser aplicada con un sistema de riego por goteo a tasas tan pequeñas como 0.025 cm/hora, con el correspondiente decrecimiento de las posibilidades de escurrimiento de agua en estos suelos.
13. Ahorro en pesticidas y control de ciertos patógenos en las plantas: las partes de las plantas arriba de la superficie del suelo se encuentran completamente secas bajo un sistema de riego por goteo. Reduciendo la incidencia de hongos y otras pestes que dependen de un ambiente húmedo (García y Briones, 1997).

2.6.4. Desventajas del sistema de riego por goteo

Según García y Briones (1997) y Padilla (2005) es axiomático que al corresponderle muchas ventajas a los sistemas de riego por goteo existan también algunas desventajas. De otra manera, todos los sistemas de riego serían realizados eventualmente por este método. Los siguientes son algunos problemas que se presentan en los sistemas de riego por goteo:

1. Sensibilidad a taparse: las pequeñas aperturas de los emisores o goteros los hacen extremadamente sensibles a taparse.
2. Peligros de salinidad: aunque los sistemas de riego por goteo pueden ser operados con agua de cierta salinidad deben ser manejados apropiadamente. De otra manera, las sales pueden depositarse dentro de la zona radicular si existe un cambio de dirección del flujo.
3. Problemas con la distribución de la humedad: existe la evidencia de que no todos los cultivos responden bien a una sola localización de región de humedad.
4. Suelo seco y formación de polvo durante las operaciones mecánicas: esto se debe a que sólo una parte del total del campo de cultivo recibe agua durante el riego y la mayor parte permanece seca creando los problemas antes mencionados.
5. Alta especialización y habilidad para el diseño, instalación y mantenimiento.
6. Alto costo comparado con los sistemas de superficie o los sistemas portátiles de aspersión.
7. Además Gómez (1979) añade que al sistema de riego por goteo se le asigna también el problema de que carece de versatilidad.
8. El riego por goteo no funciona bien con agua sin filtrar. Según el tipo de boquillas el inconveniente puede ser un leve obstáculo o un verdadero problema (Gómez, 1979).

2.6.5. Perfil de humedad

Según García y Briones (1997) en la zona radicular de la planta abajo de cada emisor se desarrolla un perfil de humedad. La forma de ese perfil depende de varias características del suelo y está limitado por el flujo horizontal en el suelo.

2.6.5.1. Formación del bulbo

Según Pizarro (1987), a pesar de que los emisores de riego localizado arrojan pequeños caudales, cuando el agua empieza a fluir incide sobre una superficie muy reducida del suelo, provocando un pequeño charco cuyo radio se va extendiendo a medida que el riego continúa. Cuanto más húmedo va estando el suelo, la velocidad de infiltración del agua disminuye ya que, aunque la conductividad hidráulica aumenta al aproximarse a la saturación, el gradiente del potencial disminuye en una proporción mucho mayor. La disminución de infiltración favorece aún más el incremento del radio del charco y cuando la «pluviometría» del riego (caudal del emisor dividido por la superficie del charco) iguala a infiltración, el charco se estabiliza.

Según Castañón (2000) la distribución del agua en el suelo se efectúa con carácter tridimensional, a diferencia de los otros métodos de riego. Depende principalmente de las características hidrofísicas del suelo, pero también influyen el caudal del gotero y el tiempo de aplicación del riego. Al aumentar este último aumenta el frente mojado en superficie y en profundidad. Estas tres variables determinan las dimensiones del bulbo mojado o volumen del suelo humedecido por cada gotero.

2.7. Riego por goteo subterráneo

El sistema de riego localizado subterráneo ha generado mayor aceptación gracias a la superación de problemas de diseño y calidad, donde la penetración de raíces y obstrucciones ya no son un problema cuando la filtración, manejo y mantenimiento se ejecutan bien (Ruskin s.f.). Además, este sistema de riego promueve un incremento en la eficiencia de aplicación de agua y nutrientes (Lucas y Alarcón, 2012).

El riego por goteo subterráneo es la aplicación frecuente y lenta de agua al perfil de suelo por emisores colocados a lo largo de una línea de entrega colocada bajo la superficie de suelo. Aunque el riego por goteo subterráneo sea uno de los métodos modernos más viejos de irrigación, avances relativamente recientes en tecnología de plásticos y de equipo lo han hecho más económico y duradero (INIFAP, 2007).

Los sistemas de riego por goteo subterráneo son diseñados para aplicar pequeñas cantidades de agua en forma frecuente. El sistema debe utilizarse a diario para evitar oscilaciones grandes en el contenido de humedad del suelo. El objetivo es mantener el contenido de humedad del suelo en un nivel que es óptimo para el crecimiento de la planta y desarrollo de la raíz. Por lo tanto, es importante que el riego por goteo subterráneo sea programado usando dispositivos como equipo de medición de humedad del

suelo o de la evapotranspiración o estaciones meteorológicas, al contrario de otros métodos de riego como calendarios fijos que no son basados en las necesidades del cultivo (INIFAP, 2007).

Cuando los cultivos son cosechados con maquinaria especializada y no permiten el uso de un riego por goteo utilizando mangueras que deberían ser retiradas una vez que el cultivo ha llegado a su madurez fisiológica, como el caso de la caña de azúcar en Brasil, se ha desarrollado el uso del riego por goteo subterráneo para evitar su retiro constante, lo mismo se ha hecho con otros cultivos como el banano en Ecuador y países centroamericanos (comunicación personal de W. Padilla.).
En trabajos realizados bajo condiciones de invernadero, Herrera (2013) y Jarrín (2014) en cultivos de tomate, encontraron que la profundidad de goteo que mejores rendimientos permitió alcanzar fue la de 5 cm, comparada con 10 y 15 cm.

Los mismos autores determinaron que las profundidades estudiadas redujeron el potencial para la evaporación desde el suelo y también permitieron una mayor facilidad para realizar prácticas de cultivo, especialmente la deshierba. Sin embargo, indicaron que las instalaciones más profundas pueden limitar la efectividad del sistema de riego subterráneo en la germinación de semillas, restringiendo la disponibilidad de agua y nutrientes hacia la superficie, pudiendo provocar salinidad cuando se riega con agua con sales, Herrera (2013), Jorgenson y Norum, citado por Tornería 2013 y Jarrín (2014).

Las profundidades de instalación típicas son 30 y 60 centímetros, pero la profundidad óptima es desconocida en cultivos con raíces más profundas, mas los últimos resultados alcanzados determinan que para cultivos con sistemas radiculares más superficiales como el tomate, la profundidad óptima es de 5 cm. Lo más probable es que exista más de una profundidad óptima, la cual va a depender del cultivo (Burt y Styles, citado por Tornería 2013), Herrera 2013 y Jarrín (2014).

2.7.1. Ventajas del riego por goteo subterráneo

1. Mayor ahorro de agua. Disminuye o evita la pérdida de agua por evaporación superficial, evita escorrentía y se consigue mayor uniformidad de riego.
2. Disminuye la presencia de malezas al no mojar la superficie del terreno.
3. Mejora la nutrición de la planta. Se administra el agua y los nutrientes directamente al sistema radicular, especialmente aquellos que son poco móviles en el suelo como el K y el P. Permite el ahorro de fertilizantes.
4. Permite la utilización de aguas recicladas. Evita las limitaciones que impone la calidad ambiental y sanitaria en cultivos que no está permitido regar por encima de la superficie.
5. Reduce la presencia de enfermedades y plagas ya que reduce la humedad en el tallo y las hojas de las plantas.
6. Evita los daños que producen roedores y pájaros en el sistema.
7. Ahorra los días de trabajo. Según el cultivo, los laterales no deben tenderse ni recogerse cada año. Permite el laboreo sin obstáculos.
8. Evita los riesgos por vandalismo.
9. En jardinería, permite regar a cualquier hora y no mojar zonas de paso (Regaber, 2006) y (Herrera, 2013).

2.7.2. Inconvenientes del riego por goteo subterráneo

1. No permite la inspección visual. Se puede solucionar con una buena distribución de tensiómetros que permita medir el grado de retención del agua en el suelo.
2. Posible penetración de raíces en los goteros que producen obturaciones. Actualmente algunas gamas de goteros disponen de sistemas físicos que lo evitan.
3. Absorción de partículas de suelo en los goteros y su obturación.
4. Dificultades para realizar reparaciones en las mangueras enterradas. Por ello, se debe efectuar la instalación de mangueras de alta calidad y con las máximas garantías.
5. Se debe tener en cuenta el riego en la etapa de germinación si el sistema está enterrado a profundidades que no permitan el humedecimiento de la parte superficial, es por eso que se recomienda en estos casos usar plantas pre germinadas o conocidas como pilones (Regaber, 2006) y (Herrera, 2013).

2.8. Fertirriego

Desde que el agricultor comenzó a considerar el agua como un bien escaso y dado el desarrollo de los sistemas de riego localizado, la horticultura intensiva se vio en la necesidad de adecuar los sistemas de fertilización empleados hasta entonces, a las nuevas tecnologías.

La fertilización a través del sistema de riego, denominada fertirrigación ya sea vía riego por goteo o por microaspersión, es la forma que más se aproxima al ritmo de absorción de agua y de nutrientes por la planta, ya que diariamente puede entregar a los cultivos dichos elementos (Padilla, 1997).

La fertirrigación permite suministrar a las plantas los nutrientes en los momentos que lo necesitan, en la proporción y cantidades específicas que requieren en las diferentes etapas de su ciclo, esto es: desarrollo de plántulas, crecimiento vegetativo, floración y maduración de fruto (Padilla, 2006).

El sistema de fertirrigación, hoy por hoy, es el método más racional para realizar una fertilización optimizada y respetando el medio ambiente dentro de la denominada agroecología (Cadahía 2005).

La aplicación de fertilizantes se realiza mediante la preparación de una “solución madre”, que contiene la cantidad de las sales minerales calculada en función de la lámina de agua a ser aplicada, la misma que se determina con el cálculo de la Evapotranspiración Potencial (EP) que luego se inyecta en el sistema de riego para conseguir una concentración uniforme a la salida de los emisores, para lo cual se debe calcular la tasa de inyección o grado de dilución de la solución madre preparada (Padilla, 2005).

Los conceptos de uso eficiente de nutrientes o de fertilizantes se fundamentan en el manejo del cultivo, de la calidad de las fuentes fertilizantes y en la eficiencia del sistema de riego utilizado (Padilla, 2005). Esta eficiencia describe qué tan bien las plantas o un sistema de producción usan los nutrientes. La eficiencia puede verse a corto o largo plazo y puede basarse en el rendimiento, recuperación o remoción (Cadahía, 2005).

El riego localizado presenta numerosas ventajas y los posibles inconvenientes respecto al sistema de riego tradicional, en relación a la utilización de aguas salinas y al ahorro de agua (Cadahía, 2005).

2.8.1. Ventajas del sistema de fertirrigación

- Dosificación racional de fertilizantes.
- Ahorro considerable de agua.
- Utilización de aguas de riego de baja calidad.
- Nutrición optimizada del cultivo y, por lo tanto, aumento de rendimientos y calidad de los frutos.
- Control de la contaminación.
- Mayor eficacia y rentabilidad de los fertilizantes.
- Alternativas en la utilización de diversos tipos de fertilizantes: simples, complejos cristalinos y disoluciones concentradas.
- Fabricación "a la carta" de fertilizantes concentrados, adaptados a un cultivo, suelo o sustrato, agua de riego y condiciones climáticas durante todos los días del ciclo del cultivo.
- Automatización de la fertilización (Cadahía, 2005).

2.8.2. Posibles inconvenientes del sistema de fertirrigación

- Costo inicial de infraestructura.
- Obturación de goteros.
- Manejo por personal especializado (Cadahía, 2005).

2.9. Nutrientes esenciales en la producción

El consumo mundial a lo largo de las últimas décadas indica que durante los años 60 y 70 hubo un paulatino aumento del consumo de todos los nutrientes, más agudizado en el nitrógeno. A finales de los 80 se empezó a frenar esta demanda tan fuerte, llegando a producirse una continua disminución del consumo que en los años 1993-1996 llegó a un mínimo, para luego ir aumentando hasta nuestros tiempos actuales, pero de forma menos pronunciada que en las décadas anteriores (Cadahía, 2005).

Los nutrientes no funcionan aisladamente. Es importante la interacción entre nutrientes ya que la deficiencia de uno limita la absorción y uso de otro. Numerosos estudios han demostrado la importancia del balance de nutrientes. El desbalance de nutrientes y la consecuente reducción de la eficiencia pueden resultar en un mayor potencial de pérdida de nutrientes al ambiente. La remoción de nutrientes por los cultivos también es un importante factor a considerar en la determinación de la dosis de nutrientes a utilizarse. Si los nutrientes removidos en el grano cosechado y en la biomasa del cultivo no son remplazados, la fertilidad del suelo se agota eventualmente (Stewart, 2007).

El tomate es uno de los cultivos hortícolas más extendidos en los diferentes mercados y uno en los que más investigación se ha realizado en el mundo. La fertirrigación del tomate como de cualquier otro cultivo parte de la información obtenida de un análisis de suelo, el mismo que provee de la información

necesaria de su estado de fertilidad y del aporte de los diferentes elementos que ofrece a la nutrición del cultivo (Padilla, 2005).

En el país se ha conseguido elaborar un cuadro referencial (Cuadro 2) de valores de niveles críticos y el nivel satisfactorio de los principales cationes y aniones para la interpretación de análisis de suelos para el cultivo de tomate bajo invernadero (Padilla, 2005).

Cuadro 2. Interpretación del análisis de suelo para el cultivo de tomate en el Ecuador

Elemento	Nivel crítico	Nivel de suficiencia
N (Mineral)	50 – 70 ppm	180 – 200 ppm
P (Olsen modif.)	1 – 7 ppm	8 – 14 ppm
K (Olsen modif.)	70 – 80 ppm	81 – 150 ppm
Ca (Olsen modif.)	30 – 40 ppm	41 – 140 ppm
Mg (Olsen modif.)	30 – 40 ppm	41 – 80 ppm
Zn (EDTA)	1 – 3 ppm	3.1 – 7 ppm

Fuente: Padilla, W. 2005

Con la finalidad de conocer el ritmo de absorción de los micronutrientes a lo largo del período vegetativo del tomate, varios estudios han sido realizados a nivel de diferentes países, llegando a concluir que el nitrógeno, el fósforo y el potasio mantienen una tendencia ascendente hasta prácticamente la cosecha, requiriendo más nitrógeno y fósforo en las primeras fases y más potasio en las subsiguientes. Por otra parte, los estudios sobre extracción de nutrientes por el cultivo de tomate han sido múltiples y recopilados por Domínguez, 1993, citado por Padilla 2005, se presentan en el Cuadro 3.

Cuadro 3. Extracción de nutrientes por el cultivo de tomate, según diversos autores

Autor	Producción (t/ha)	Extracción de Nutrientes		
		N (kg t-1)	P2O5 (kg t-1)	K2O (kg t-1)
Pérez Melián	120	3.66	4.46	5.8
A. Jacob	40	0.75	0.75	4
Besford	80	3.42	0.86	7.53
Serrano	40	2.75	0.63	3.75
Horta	50	5	1.6	5.4
Horta	100	3.6	1.2	7

Fuente: Padilla, W. 2005

2.9.1. Nitrógeno (N)

El nitrógeno es el elemento mineral que las plantas necesitan en buena cantidad (Zeiger y Taiz, 2006) pero debe ser aplicado en forma fraccionada y mantener una adecuada relación con el potasio durante el ciclo del cultivo, debido a la demanda constante de la planta y a la facilidad con que se pierde en el suelo por efecto del lavado (Cortéz, 1994).

Altas concentraciones de nitrógeno reducen la producción de compuestos fenólicos (fungistáticos) y de lignina de las hojas disminuyendo la resistencia a los patógenos obligados, pero no de los patógenos facultativos. Como regla general, todos los factores que favorecen las actividades metabólicas y de síntesis de las células que retardan la senescencia de la planta hospedera (como la fertilización nitrogenada) aumentan la resistencia a los parásitos facultativos, que prefieren tejidos senescentes. Por otro lado, las aplicaciones altas de nitrógeno aumentan la concentración de aminoácidos y de amidas en el apoplasto y en la superficie foliar, los que aparentemente tienen mayor influencia que los azúcares en la germinación y desarrollo de los conidios, favoreciendo el desarrollo de enfermedades fungosas (INPOFOS, 1996).

La carencia de nitrógeno inhibe rápidamente el crecimiento vegetal. Si dicha carencia persiste, la mayoría de las especies muestra clorosis, especialmente en las hojas más viejas cerca de la base de la planta. En condiciones de carencia aguda, estas hojas llegan a estar completamente amarillas y acaban cayendo de la planta. Las hojas más jóvenes no suelen mostrar estos síntomas inicialmente; así, una planta puede tener un color verde brillante en las hojas superiores y un color amarillo en las hojas inferiores. Cuando la carencia se desarrolla lentamente, las plantas pueden presentar tallos muy delgados y leños (Zeiger y Taiz, 2006).

2.9.2. Fósforo (P)

El fósforo debe ser aplicado en su totalidad en las primeras fases del cultivo, debido a que tiene una limitada movilidad en el suelo; por lo tanto, debe ser depositado en la zona próxima a las raíces para su mejor aprovechamiento (Cortéz, 1994).

A pesar de estar involucrado en la formación de una serie de compuestos bio-orgánicos o en procesos metabólicos de vital importancia para la planta, la acción del fósforo en la resistencia a las enfermedades es variable y parece no ser muy evidente. Por otro lado, es preciso recordar que el fósforo en el suelo puede reducir la disponibilidad de Fe, Mn y Zn, nutrientes que participan en los mecanismos de resistencia a las enfermedades. Por lo tanto, un exceso de fósforo podría afectar indirectamente la sanidad de las plantas (INPOFOS, 1996).

Los síntomas de la carencia de fósforo son el crecimiento raquítico de las plantas jóvenes y la presencia de una coloración verde oscura en las hojas, que pueden estar malformadas y presentar pequeñas manchas de tejido muerto llamadas manchas necróticas; además, pueden presentar tallos finos pero no leñosos (Zeiger y Taiz, 2006).

2.9.3. Potasio (K)

El potasio es el elemento más demandado por la planta de tomate y tiene gran relación con la calidad del fruto; el criterio de aplicación es similar al nitrógeno (Cortéz, 1994).
La deficiencia de potasio provoca acumulación de aminoácidos (que contribuyen a la degradación de los fenoles) y de azúcares solubles (que son nutrientes de los patógenos). Además la deficiencia de potasio retarda la cicatrización de las heridas, favoreciendo la penetración de los patógenos. El potasio tiene una acción clara y bien definida en la resistencia de las plantas a las enfermedades, causadas tanto por patógenos obligatorios como por patógenos facultativos (INPOFOS, 1996).

2.9.4. Calcio (Ca)

El contenido de calcio en el tejido de las plantas afecta la incidencia de enfermedades parasitarias de dos maneras. En primer lugar, el calcio es esencial para la estabilidad de las bio-membranas, cuando su nivel es bajo existe un incremento del flujo de compuestos de bajo peso molecular del citoplasma hacia el apoplasto. Segundo, los poligalacturonatos de calcio son requeridos en la lamela media para la estabilidad de la pared celular. Muchos hongos parasitarios y bacterias invaden el tejido vegetal a través de la producción extracelular de enzimas pectolíticas como la poligalacturonasa, que disuelve la lamela media. El calcio inhibe la actividad de esta enzima; además, se ha demostrado que el efecto del calcio en la resistencia a varias enfermedades (INPOFOS, 1996).

2.9.5. Magnesio (Mg)

El calcio y el magnesio son nutrientes importantes para la planta; generalmente, son proporcionados por los fertilizantes de enmienda (materiales calcáreos). Sin embargo, a menudo es necesario aplicarlos también en las fertilizaciones posteriores, durante el desarrollo del cultivo. Se ha encontrado respuesta a la aplicación de “microelementos” vía foliar como en el caso del zinc y boro (Cortéz, 1994).

2.10. Absorción y transporte de minerales

Es generalmente reconocido que la absorción de la mayoría de los nutrientes es más alta durante los períodos de intenso crecimiento vegetativo, generalmente los períodos inmediatamente antes de la floración; y, mientras más corto sea el ciclo vegetativo, mayor es la tasa de absorción diaria (Calvache, 1994).
Los minerales del suelo ingresan a las plantas a través del sistema radicular pero también es posible utilizar la vía foliar a través de aspersiones dirigidas al follaje (Padilla, 2005).

Absorción de los nutrientes por las raíces

Las raíces son el órgano oficial de absorción de agua y nutrientes desde el suelo. Es el órgano que durante millones de años se adaptó y evolucionó biológica, física, química y fisiológicamente para absorber nutrientes y agua. Cuenta con todos los sistemas enzimáticos, estructuras físicas y

coordinación con los sistemas de transporte para realizar su misión. Un sistema radicular abundante, vigoroso y sano que permita la absorción eficiente de nutrientes y agua desde el suelo, es un objetivo prioritario del manejo agronómico nutricional de los cultivos (Román, 2002).

Los minerales del suelo deben estar diluidos en la porción líquida del suelo para ser absorbidos. La mayoría de ellos se mueven por difusión, lo cual normalmente se da en la rizósfera (Padilla, 2005).

La entrada de los nutrientes en la planta pueden ser pasiva (por difusión a través de los espacios intercelulares) y activa (por procesos metabólicos a través de las membranas celulares). Cuando la raíz está sumergida en la solución del suelo, los nutrientes se pueden difundir en los espacios intercelulares, que incluyen las paredes celulares (Calvache, 1994).

2.10.1. Absorción de los nutrientes por las hojas

La hoja es el órgano de la planta más importante para el aprovechamiento de los nutrientes aplicados vía foliar (Tisdale et al. citados por Trinidad y Aguilar, 1999); sin embargo, parece ser que un nutrimento también puede penetrar a través de las ramas jóvenes o el tallo de las plantas en las primeras etapas de desarrollo (Trinidad y Aguilar, 1999).
Las hojas no son órganos especializados para la absorción de los nutrientes como son las raíces; sin embargo, los estudios han demostrado que los nutrientes en solución sí son absorbidos por las hojas y este proceso se lleva a cabo por las células epidérmicas y no exclusivamente a través de las estomas como se creyó inicialmente (Trinidad y Aguilar, 1999).
Para Padilla (2005) la fertilización foliar es recomendable cuando se requiere una rápida repuesta de la planta a uno o varios elementos y que para lograr este objetivo, las fuentes minerales a ser aplicadas deben estar quelatadas ya sea en un ácido orgánico natural o sintético, comprobándose que el agente quelatante basado en aminoácidos ha demostrado ser uno de los mejores.

2.11. Proceso del fertirriego (Venturi)

En un venturi se distinguen tres partes: tobera, garganta y difusor. La segunda es de un diámetro pequeño, de manera que el agua alcanza una velocidad tan elevada que la presión se hace negativa.

Se crea así una diferencia de presión entre la atmosférica y la establecida en la garganta, causante del flujo de solución fertilizante entre el depósito y la garganta. La presión en la garganta para una presión de entrada dada, es tanto menor cuanto mayor es el caudal (Cadahía, 2005).

2.12. Riego en tomate

Las necesidades de agua de un cultivo comercial de tomate varían de acuerdo con la fase fenológica en la que se encuentre el cultivo. Al principio del cultivo, la masa vegetal es muy pequeña y muy pequeño es también el consumo de agua. Este se incrementa paulatinamente conforme la planta va creciendo hasta que inicia el cuajado del fruto. Desde el inicio del cuajado del fruto, las necesidades hídricas se disparan y se prolonga en el tomate de crecimiento indeterminado hasta que un despunte ponga fin al

crecimiento de la planta y a la producción de nuevas flores y frutos. Finalmente, en la etapa de maduración de los últimos frutos, el consumo de agua disminuye (Nuéz 2001).

En primer lugar, suplir las necesidades hídricas del cultivo, durante todas sus etapas fenológicas, aportando la cantidad necesaria, la calidad requerida y en el momento oportuno el agua de riego.
Factores claves para la programación de riego:

Durante el desarrollo del cultivo de tomate, los periodos críticos en que necesita un buen suministro de agua son:

- Antes y después del trasplante
- 1 a 4 días después del trasplante
- En la etapa de crecimiento y desarrollo vegetativo
- Durante la floración y desarrollo del fruto
- Durante la fructificación y maduración del fruto

Estos períodos críticos están determinados por una serie de factores que influyen especialmente sobre la evapotranspiración [ET], las condiciones climáticas de la zona (vientos radiación, temperatura humedad relativa entre otras).

2.13. Densidades de siembra en tomate

Las densidades de siembra en las diferentes zonas van a variar dependiendo de las condiciones de suelo o clima así también dependerá de la variedad y el fin del producto, pudiendo ser para consumo en fresco o su industrialización.

Para el tomate de mesa, se recomienda realizar la siembra a una distancia de 1,2 a 1,5 m entre hileras y de 30 a 50 cm entre plantas.

El tomate industrial se siembra en camas de 30 cm de altura y 1.5 de ancho; la distancia entre plantas es de 35 cm y una densidad de 15 000 plantas por hectárea.

2.14. Híbrido Mariana

Mariana es un híbrido de crecimiento determinado muy productivo, presenta una planta mediana y compacta que facilita el control de plagas. Su fruta tiene vida prolongada por el menor contenido de agua y mayor concentración de sólidos.

Cuadro 4. Descripción del tomate hibrido determinado Mariana

a	Maduración relativa:	Tardía
b	Vigor de la planta:	Compacta y erecta
c	Peso promedio por fruto (g):	125
d	Forma del fruto:	Ovalado
e	Producción promedio:	3.0 a 4.0 kg/planta
f	Color:	Rojo
g	Firmeza:	Muy buena
h	Vida de anaquel:	Muy larga

Fuente: Casa productora

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Características del sitio experimental

3.1.1. Ubicación

El ensayo se desarrolló en la Granja Integral de la Comunidad de Chaupiloma, ubicada a 75 kilómetros de ciudad de Quito.

Provincia: Pichincha
Cantón: Pedro Moncayo
Cabecera cantonal: Tabacundo
Parroquia: Tupigachi
Comunidad: Chaupiloma
Sector: Granja Integral de la comunidad Chaupiloma
Altitud: 2 965 msnm
Longitu: 78°08'11''O
Latitud: 00°03'08''S

3.1.2. Características Climáticas[1]

Temperatura promedio anual: 14.77º C
Precipitación promedio anual: 1 248 mm
Humedad relativa promedio[2]: 70%

3.1.3. Características edafológicas[3]

Textura: Franco arcillo arenoso
pH: 6.5 (prácticamente neutro)
Topografía: Ondulada

3.2. Material experimental

[1] INAHMI, Datos registrados de los últimos 10 años
[2] Según estudios del FEDEP
[3] Resultados del análisis de suelos

3.2.1. Equipos, herramientas y material de campo

Tractor (arado y rastrado)
Sistema de riego por goteo
Venturi Libreta de campo, lápiz y calculadora
Balanza electrónica
Tensiómetro
Probeta
Termómetro de máxima y mínima
Flexómetro
Cámara fotográfica
Computador
Succionadores

3.2.2. Insumos

3.2.2.1. Material vegetal

Se utilizaron 1 953 plántulas de 5 semanas.

3.2.2.2. Fertilizantes

Los fertilizantes empleados para la ejecución del ensayo fueron:

Bioabono inicio (5-20.5-3) según análisis de suelos	1.5 sacos de 25 kg
Bioenmienda (1%N, 12% CaO, 2.5% MgO)	7 sacos de 25 kg
Humus de lombriz	7 sacos de 30 kg
Fuente de alta solubilidad 25 – 3 – 20 + micros	2 sacos de 25 kg
Fuente de alta solubilidad 12 – 3 – 40´+ micros	2 sacos de 25 kg

3.3. Instalaciones

- Invernadero metálico con cortinas plásticas laterales y senital en cubierta, con sistema de riego por goteo.
- Laboratorio de investigaciones (AGROBIOLAB).

3.4. Factores en estudio

En esta investigación se plantearon dos factores en estudio:

1. Profundidad de fertirriego (Pf)

En el ensayo se evaluaron dos profundidades de fertirriego, para lo cual se procedió a enterrar las mangueras de goteo a dos profundidades, 5 y 10 cm.

Pf_1= 5 cm
Pf_2 = 10 cm

2. Población de plantas (D)

Las poblaciones que se evaluaron fueron dos:

d1: 4 plantas m2 (46 pl/hilera) (dos brazos)
d2: 8 plantas m2 (186 pl/dos hileras) (un brazo)

3.5. Interacciones

Se evaluaron cuatro interacciones, resultado de la combinación de los niveles de los dos factores en estudio, detallados en el Cuadro 5.

Cuadro 5. Interacciones para determinar la influencia de la profundidad del fertirriego por goteo, sobre el sistema radicular y el rendimiento de dos poblaciones de tomate (Lycopersicum esculentum Mill). Cv. Mariana. Tupigachi, Pichincha, 2013

TRATAMIENTOS	INTERACCIONES	DESCRIPCIÓN
1	d1pf1	4pl m-2 / 5 cm
2	d1pf2	4pl m-2 / 10 cm
3	d2pf1	8pl m-2 / 5 cm
4	d2pf2	8pl m-2 / 10 cm

3.6. Análisis estadístico

3.6.1. Diseño experimental

Se utilizó un Diseño de Parcela Dividida, en la parcela grande se ubicaron las dos poblaciones de plantas y en la subparcela se dispuso las profundidades de fertirriego (Anexo 1).

Se dispuso las interacciones en cuatro repeticiones para un total de 16 unidades experimentales.

3.6.2. Unidad Experimental

La unidad experimental tuvo las siguientes características:

Área total del ensayo: 560 m2
Largo: 28 m
Ancho: 20 m
Parcela grande: 14.0 m x 20 m = 280 m2
Subparcela: 14 m x 10 m = 140 m2
Nº de unidades experimentales: 16 parcelas
Forma de las unidades experimentales: Rectangular
Área de las unidades experimentales: 11.20 m2
Largo: 14 m
Ancho: 0.80 m
Área de las unidades experimentales neta: 9.6 m2
Superficie parcelas netas: 153 m2
Número de plantas por repetición, población d1: 128
Número de plantas por repetición, población d2: 256
Número total de plantas: 768

El gráfico de disposición de los tratamientos en el sitio experimental se presenta en el Anexo 1.

3.6.3. Esquema del análisis de la varianza

En el Cuadro 6, se presenta el esquema del ADEVA.

Cuadro 6. Esquema del ADEVA del proyecto influencia de la profundidad del fertirriego por goteo, sobre el sistema radicular y el rendimiento de dos poblaciones de tomate (Lycopersicum esculentum Mill). Cv. Mariana. Tupigachi, Pichincha. 2013

FUENTE DE VARIACIÓN	G.L.
Total	15
Repeticiones	3
Población de plantas (D)	1
Error (a)	3
Profundidad de fertirriego (PF)	1
D x PF	1
Error (b)	6
Promedio = unidades	
CV (a) = %	
CV (b) = %	

3.6.4. Análisis funcional

Cuando se detectaron diferencias significativas, se utilizó:

Para poblaciones y profundidades de fertirriego, diferencia mínima significativa (DMS) al 5%.
Para interacciones, Tukey al 5%
Los coeficientes de variación fueron calificados de acuerdo a los rangos establecidos por González (2010).
0 - 10%: excelente
10.1 - 20%: muy bueno.
20.1 - 30%: bueno

3.7. Variables en estudio y métodos de evaluación

En la toma de datos de las variables en estudio las plantas evaluadas presentaban competencia completa.

3.7.1. Índices fisiológicos

3.7.1.1. Días a la floración

Para la toma de datos de esta variable se hizo un seguimiento del cultivo día a día (Padilla, 2007), donde se registró el 100% de plantas con flores abiertas en dos instancias: la primera etapa se presentó para los tratamientos T1, y T2 a los 55 días después del trasplante, mientras que en los tratamiento T3 y T4 se presentó a los 69 días después del trasplante.

3.7.1.2. Longitud de la raíz a la floración

Esta variable se evaluó cuando se registró el 100% de plantas con flores abiertas dentro de cada parcela neta, para lo cual se tomo al azar una planta; se procedió a delimitar el área de la planta y cuidadosamente cavar el suelo y descubrir su sistema radicular, con el fin de evitar dañar a la raíz y poderla extraerla por completo, luego se etiquetó y se llevó al laboratorio donde se la limpió de la tierra (sacudiéndola), se reunió todos los restos de la raíz y se tomó la longitud, desde el cuello hasta la punta de la raíz principal cuyo dato se expresó en centímetros (cm) (Padilla, 2007).

3.7.1.3. Longitud de la raíz al período de cosecha completa

Esta variable se evaluó en la décimocuarta cosecha cuando se empezó a tomar frutos del sexto racimo, dentro de cada parcela neta se tomó al azar una planta y se procedió a delimitar el área de la planta para cuidadosamente cavar el suelo, con el fin de evitar dañar a la raíz y poderla extraerla por completo, luego se etiquetó y se llevó al laboratorio donde se la limpió de la tierra (sacudiéndola), se reunió todos

los restos de la raíz y se tomó la longitud desde el cuello hasta la punta de la raíz principal, cuyo dato se expresó en centímetros (cm) (Padilla, 2007).

3.7.1.4. Peso de la raíz a la floración

El dato de esta variable se tomó al momento de registrar la longitud de la raíz en la floración, con la ayuda de una balanza electrónica se procedió a tomar el peso de cada muestra y se expresó en gramos (g/planta) (Padilla, 2007).

Peso de la raíz al período de cosecha completa

El dato de esta variable se tomó al momento de registrar la longitud de la raíz en la cosecha completa, con la ayuda de una balanza electrónica se procedió a tomar los pesos de cada muestra y se expresó en gramos (g/planta) (Padilla, 2007).

3.7.1.5. Producción de tomate

Los datos correspondientes a variable se tomaron en cada periodo de cosecha, se cosechó de cada parcela neta, tratamiento y repetición, luego se clasificó en tres categorías (1era, 2da, 3era) y se procedió a pesar, los datos fueron expresados en kilogramos (kg) para luego expresarlos en t/ha.

3.7.1.6. Extracto celular de nutrientes (ECP) al inicio de la floración

Esta variable se evaluó cuando en el cultivo el 100% de plantas llegó a la etapa de floración, se tomó una muestra al azar de cada parcela neta de cada repetición y tratamiento, muestra que consistió en ocho hojas compuestas de aproximadamente 30 cm de longitud. Y se envió al laboratorio para un análisis completo (Padilla, 2007).

3.7.1.7. Análisis foliar al inicio de la primera floración

Esta variable se evaluó al momento del análisis del ECP, donde se realizó el análisis mineralógico y el contenido de materia seca producida (Padilla, 2007).

3.7.1.8. Concentración de Azúcares (Grados Brix)

Se tomaron tres frutos al azar de cada parcela neta, repetición, con la ayuda de un refractómetro se procedió a determinar las lecturas de cada muestra y luego se realizó un promedio, los resultados se expresaron en porcentaje (%) (Padilla, 2007).

3.7.1.9. Determinación de la acidez

Se tomaron tres frutos al azar de cada parcela neta, repetición, se extrajo el zumo del fruto y con la ayuda de un potenciómetro se procedió determinar las lecturas de acidez de cada muestra y luego se realizó un promedio (Padilla, 2007).

3.7.1.10. Determinación de la conductibilidad eléctrica del zumo del fruto

Se tomaron tres frutos al azar de cada parcela neta, repetición, se extrajo el zumo del fruto y con la ayuda de un conductímetro se procedió determinar las lecturas de conductividad de cada muestra y luego se realizó un promedio (Padilla, 2007).

3.7.1.11. Concentración de sólidos en el fruto

Para la evaluación de esta variable, se tomó frutos al azar de cada tratamiento y se envió al laboratorio para el análisis respectivo (Padilla, 2007).

3.7.1.12. Análisis Financiero

Se determinó el costo total de producción de cada uno de los tratamientos y se determinó la relación beneficio/costo.

3.8. Métodos de manejo del experimento

3.8.1. Análisis Químico del Suelo

Las submuestras se tomaron en forma aleatoria dentro del área asignada para el desarrollo de la investigación, una vez que se recolectó se procedió a homogenizar y se tomó una muestra final, la misma que se envió al laboratorio de suelos AGROBIOLAB, Anexo 2.

3.8.2. Preparación del suelo

En la preparación del suelo se utilizó un tractor y se procedió a pasar el arado y la rastra a fin de dejar el suelo completamente mullido, a continuación se procedió a delimitar el área del ensayo y se procedió a levantar camas de 0.80 m de ancho por 14 m de largo y 0.30 m de altura con caminos de 0.60 m, se instaló el sistema de riego, se realizó un riego hasta dejar el suelo a capacidad de campo y se realizó la desinfección del suelo en forma mineral con un desinfectante mineral.

3.8.3. Fertilización

La fertilización de base se realizó tomando en cuenta el análisis de suelo, para ello se incorporó al suelo una enmienda (1% N, 12% CaO, 2.5% MgO) en dosis de 4.5 kg/cama, un bioabono inicio (5% N, 20.5% P, 3% K) en dosis de 4.5 kg/cama y un saco de humus de 40 kg repartidos en toda el área del ensayo en dosis de (2.9 kg/cama).

Así también se realizaron fertilizaciones foliares complementarias cada ocho días, alternando con los siguientes productos y dosis:
Fórmula Fotosíntesis, quelatada en aminoácidos, 1 g/l de agua
Fórmula Elongación, quelatada en aminoácidos, 1 g/l
Fórmula Estructura, quelatada en aminoácidos, 1 g/l
Activador Radicular, PS1 (enraizador), 2 ml/l
Energizador Foliar (anti-estresante), 2 ml/l

El fertirriego se realizó a los 15 días después del trasplante, alternado de lunes a viernes con las fórmulas completas:
Fórmula de alta solubilidad 25 – 3 – 20 + micros
Fórmula de alta solubilidad 12 – 3 – 40 + micros

En dosis determinadas y recomendadas por el análisis de suelos para cubrir con los requerimientos del cultivo, Anexo 19.

3.8.4. Trasplante

Esta labor se realizó con plántulas de 5 semanas de edad en camas de 0.80 m de ancho por 14.00 m de largo en una y dos hileras/cama según el tratamiento, a una distancia de 0.30 m entre plantas y a 0.30 m entre hileras, colocándose un pilón por sitio.

3.8.5. Replanteo

Esta labor se realizó a los 15 días después del trasplante, remplazando plántulas que no prendieron.

3.8.6. Escardas

Las escardas se realizaron cada 15 días o cuando se lo requirió.

3.8.7. Tutoreo

El tutoreo se empezó a los 21 días después del transplante con el uso de paja plástica para guiar a la planta.

3.8.8. Poda de formación

Esta actividad se realizó según el manejo determinado para los tratamientos, donde para los tratamientos T1 y T2 población dos (d2), plantados a dos hileras, se manejó la planta a un brazo, mientras que para los tratamientos T3 y T4 población uno (d1) plantados a una hilera, se manejó la planta a dos brazos; esta actividad se fue realizando a partir de los 21 días después del trasplante, así también el desyeme se lo realizó durante todo su ciclo según su manejo.

3.8.9. Controles fitosanitarios

Los controles fitosanitarios se los realizaron de manera preventiva, esta manera permitió mantener al cultivo limpio durante todo su ciclo.

Dentro de los productos que se utilizaron, se tiene fungicidas, bactericidas e insecticida órgano – minerales y biológicos preventivos:
Bactericida (alcohol etílico y sulfato de cobre heptahidratado)
Fungicida – bactericida (yodo estabilizado y triclosan en solución alcohólica)
Cusfungal (IA = SO4Cu micronizado y estabilizado)
Iofungal (I micronizado y estabilizado))
Peroxifungal (H2O2 caracterizado para uso agrícola))

Todos los productos fueron utilizados en dosis de1 cc/litro de agua.

Así también los fungicidas fueron utilizados de manera rotativa mezclándolos entre sí con el fin de tener mejores resultados.

3.8.10. Riego

Antes de empezar con el fertirriego y enterrar las mangueras según los tratamientos ya establecidos, se realizó la prueba para dar uniformidad al sistema de riego y una vez determinado este valor se procedió a enterrar las mangueras previo sorteo, donde para los tratamientos T1(8 plantas/m2 y T3 (4 plantas/m2), se enterraron las mangueras de goteo a 5 cm de profundidad; mientras que para los tratamientos T2 (8 plantas/m2) y T4 (4 plantas/m2) se enterraron las mangueras de goteo a 10 cm de profundidad.

El riego fue suministrado tomando en cuenta los parámetros evapotranspiración diaria cuya lectura se obtuvo del lisímetro MC, coeficiente de cultivo (Kc) según su etapa fenológica y la eficiencia del sistema de riego.
Así también, para mejorar la eficiencia en el suministro de agua en el cultivo, se instaló tensiómetros a 30 cm de profundidad, lo cual permitió llevar un mejor manejo en el suministro de agua.

3.8.11. Toma de muestras de solución del suelo

Para realizar esta actividad se instalaron succionadores a 5 y 10 cm de profundidad, uno por cada tratamiento, se tomaron muestras cada mes y se enviaron al laboratorio para los análisis de nitritos, nitratos, pH y conductividad eléctrica.
Estos resultados permitieron hacer un seguimiento sobre el proceso de suministro y extracción de nutrientes.

3.8.12. Toma de datos

Durante todo el ensayo se registraron valores diarios de evapotranspiración con la ayuda del lisímetro MC; datos que en conjunto con el coeficiente de cultivo Kc y la eficiencia de riego, permitieron realizar el suministro exacto de la lámina de riego a lo largo de todo su ciclo.

3.8.13. Cosecha

La cosecha se realizó en forma manual a partir del cuarto mes después del transplante, se recolectó en gavetas y se llevó a la sala de poscosecha para la clasificación y toma de datos.

3.8.14. Poscosecha

Luego de la cosecha se procedió a clasificar en tres categorías (1era, 2da y 3era) y se procedió a pesar y los valores que se expresaron en kilogramos (kg).

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Días a la floración

El ADEVA, Cuadro 7, para días a la floración del proyecto influencia de la profundidad del fertirriego por goteo, sobre el sistema radicular y el rendimiento de dos poblaciones de tomate (Lycopersicum esculentum Mill). Cv. Mariana, se detectó diferencias significativas para Poblaciones (D) y ninguna significancia estadística para profundidades de fertirriego (Pf) e interacciones (D*Pf). El promedio fue de 69 días. El coeficiente de variación (a) fue de 6.04% y el coeficiente de variación (b) fue de 13.73%, siendo valores muy buenos para este tipo de investigación.

Cuadro 7. ADEVA Días a la floración del cultivo de tomate (Lycopersicum esculentum Mill.) Cv. Mariana en la evaluación influencia de la profundidad del fertirriego por goteo, sobre el sistema radicular y el rendimiento de dos poblaciones. Tupigachi, Pichincha. 2013

F de V	GL	CM
		Días a la floración
Total	15	
Repeticiones	3	0.33ns
Población (D)	1	870.25*
Error a	3	0.25
Prof. Fert.(PF)	1	0.00ns
D*PF	1	0.25ns
Error b	6	1.29
Promedio		68.50 días
CV (a)		6.04 %
CV (b)		13.73%

DMS al 5% para Poblaciones (D), Cuadro 8 y Gráfico 1, detectó dos rangos de significación, ubicándose en primer lugar con la mejor respuesta a d2 (8 pl m-2) con 61 días a la floración y en segundo lugar la densidad d1(4 pl m-2) con 76 días a la floración.

Benítez (2011) y Herrera (2013) manifiestan que en la floración la temperatura tiene una importancia fundamental en la velocidad de desarrollo de las flores después de su iniciación. Así, las flores se desarrollan más de prisa a una temperatura de 20° C que a 16° C y además promueve una floración más temprana en la segunda inflorescencia.

Por lo tanto, en los tratamientos T3 y T4 (4 plantas/m2) al haber menor densidad hay mayor aireación, lo que permite una pérdida pronta de temperatura, mientras que en los tratamientos T1 y T2 (8 plantas/m2) con una mayor densidad hay menor aireación, por tantola temperatura disminuye mas lentamente.

Cuadro 8. DMS al 5% para poblaciones en el número de días a la floración del cultivo de tomate (Lycopersicum esculentum Mill.) Cv. Mariana de la evaluación influencia de la profundidad del fertirriego por goteo, sobre el sistema radicular y el rendimiento de dos poblaciones. Tupigachi, Pichincha. 2013

CÓDIGO	SIGNIFICADO	DÍAS	RANGOS SIGNIFICACIÓN
d2	8pl m-2 dos hileras	61	a
d1	4pl m-2 una hilera	76	b

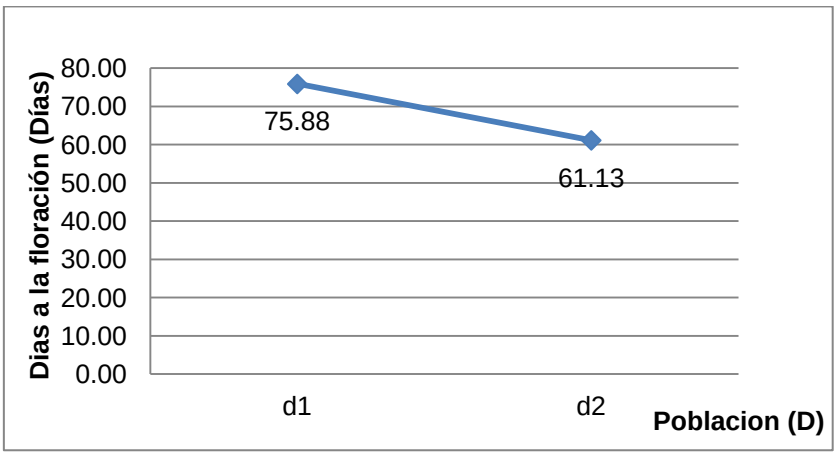


Gráfico 1. Promedio de días a la floración del cultivo de tomate (Lycopersicum esculentum Mill) Cv. Mariana en la evaluación influencia de la profundidad del fertirriego por goteo, sobre el sitema radicular y el rendimiento de dos poblaciones. Tupigachi, Pichincha. 2013

Promedios, Cuadro 9, para profundidades de fertirriego, se observa que los valores fueron iguales, con un promedio de 69 días.

Promedios, Cuadro 9, para interacciones (D*Pf) (población de plantas y profundidades de fertirriego) ubicó en primer lugar con la mejor respuesta la interacción d2*pf2 (8 pl m-2 / profundidad de fertirriego 10 cm) donde el 100% de plantas con flores abiertas se presentó a los 61 días después del trasplante, mientras que en último lugar con el mayor número de días corresponde a la interacción d1*pf1 (4 pl m-2/ profundidad de fertirriego5cm) donde el 100% de plantas con flores abiertas se presentó a los 76 días.

Cuadro 9. Promedios para profundidades de fertirriego e interacciones de los días a la floración del cultivode tomate (Lycopersicum esculentum Mill.) Cv. Mariana en la evaluación influencia de la profundidad del fertirriego por goteo, sobre el sistema radicular y el rendimiento de dos poblaciones. Tupigachi, Pichincha. 2013

FACTORES	DESCRIPCIÓN	PROMEDIOS
		Días a la floración
Profundidad de Fertirriego (Pf)		
pf1	5cm	68.5
pf2	10cm	68.5
Interacciones (D*Pf)		
d1*pf1	4 plantas/m2 (dos brazos)/ 5cm	76
d1*pf2	4 plantas/m2 (dos brazos)/ 10cm	75.75
d2*pf1	8 plantas/m2 (dos brazos)/ 5cm	61
d2*pf2	8 plantas/m2 (dos brazos)/ 10cm	61.25

4.2. Longitud de la raíz a la floración

En el ADEVA, Cuadro 10, se detectaron diferencias significativas para Poblaciones (D), profundidades de fertirriego (Pf) e interacciones (D*Pf) y ninguna significancia estadística para repeticiones. El promedio fue de 41.13 cm/raíz. El coeficiente de variación (a) fue de 10.07% y el coeficiente de variación (b) fue de 17.43%, siendo valores muy buenos para este tipo de investigación.

Cuadro 10. ADEVA de la longitud del sistema radicular del cultivo de tomate (Lycopersicum esculentum Mill.) Cv. Mariana en la evaluación influencia de la profundidad del fertirriego por goteo, sobre el sistema radicular y el rendimiento de dos poblaciones. Tupigachi, Pichincha. 2013

		CM
F de V	GL	Longitud de la raíz
Total	15	
Repeticiones	3	2.08 ns
Población (D)	1	420.25*
Error a	3	0.42
Prof. Fert. PF	1	20.25*
D*PF	1	12.25*
Error b	6	1.25
Promedio		41.13 cm/raíz
CV (a)		10.07 %
CV (b)		17.43 %

DMS al 5% para Poblaciones (D), Cuadro 11 y Gráfico 2, se detectaron dos rangos de significación, ubicándose en el primer lugar con la mejor respuesta d1 (4 pl m-2) con 46.25 cm/raíz y en segundo lugar d2 (8 pl m-2) con 36.00 cm/raíz.

Cuadro 11. DMS al 5% para poblaciones de la longitud del sistema radicular del cultivo de tomate (Lycopersicum esculentum Mill.) Cv. Mariana en la evaluación influencia de la profundidad del fertirriego por goteo, sobre el sistema radicular y el rendimiento de dos poblaciones. Tupigachi, Pichincha. 2013

CÓDIGO	SIGNIFICADO	PROMEDIO (cm/raíz)	RANGOS DE SIGNIFICACIÓN
d1	4 pl m-2	46.25	a
d2	8 pl m-2	36.00	b

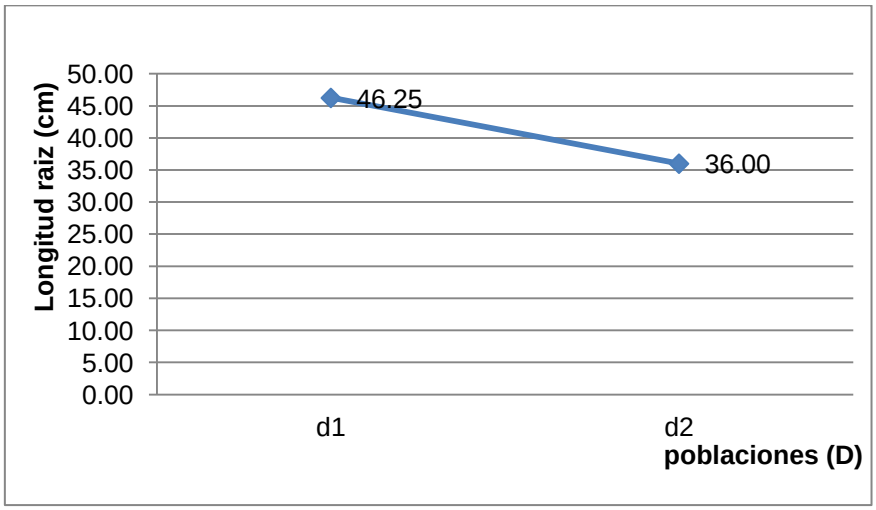


Gráfico 2. Promedio para poblaciones de la longitud del sistema radicular del cultivo de tomate (Lycopersicum esculentum Mill.) Cv. Mariana en la evaluación influencia de la profundidad del fertirriego por goteo, sobre el sistema radicular y el rendimiento de dos poblaciones. Tupigachi, Pichincha. 2013

Los resultados demuestran que la población d1(4 pl m-2) con un manejo a dos brazos, la planta aumentó el desarrollo del sistema radicular ofreciendo un mejor sostén de la planta y mayor absorción de agua y nutrientes necesarios para el desarrollo adecuado de toda su estructura; por tanto, ganó mayor longitud y peso; mientras que la población d2 (8pl m-2) al haber recibido un manejo a un solo brazo, la planta tuvo un crecimiento normal y, por lo tanto, concentró su sistema radicular en al área correspondiente al bulbo de humedecimiento, lo cual limitó un tanto su crecimiento en relación al otro tratamiento.

DMS al 5% para Profundidades de fertirriego (Pf), Cuadro 12 y Gráfico 3, detectó dos rangos de significación, ubicándose en primer lugar con un sistema radicular más largo pf2 (profundidad de

fertirriego 10 cm) con 42.25 cm/raíz y en segundo lugar pf1 (profundidad de fertirriego 5 cm) con 40.00 cm/raíz.

Cuadro 12. DMS al 5% para profundidades de fertirriego de longitud del sistema radicular del cultivo de tomate (Lycopersicum esculentum Mill.) Cv. Mariana en la evaluación influencia de la profundidad del fertirriego por goteo, sobre el sistema radicular y el rendimiento de dos poblaciones. Tupigachi, Pichincha. 2013

CÓDIGO	SIGNIFICADO	PROMEDIO (cm/raíz)	RANGOS DE SIGNIFICACIÓN
pf2	Profundidad de fertirriego 10 cm	42.25	a
pf1	Profundidad de fertirriego 5 cm	40.00	b

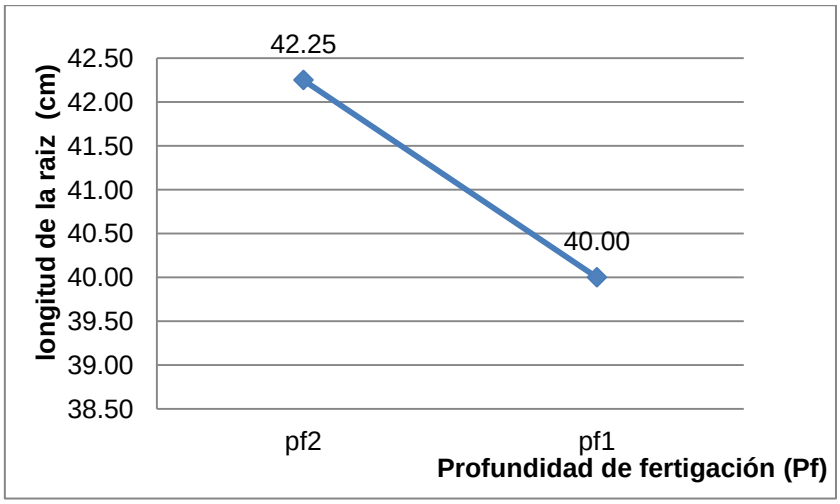


Gráfico 3. Promedio para profundidades de fertirriego de la longitud del sistema radicular del cultivo de tomate (Lycopersicum esculentum Mill.) Cv. Mariana en la evaluación influencia de la profundidad del fertirriego por goteo, sobre el sistema radicular y el rendimiento de dos poblaciones. Tupigachi, Pichincha. 2013

Al analizar los resultados obtenidos, la mayor longitud del sistema radicular se alcanzó con la profundidad de fertirriego Pf2 (10 cm) con 42.25 cm/raíz, con lo que se interpreta que las raíces siguieron el curso del bulbo de humedecimiento que llegó hasta esa profundidad, siguiendo el concepto de que las raíces se desarrollan donde existe humedad, confirmando así que las raíces no tienen hidrotropismo, sino que crecen donde la humedad está presente.

Tukey al 5% para interacciones (D*Pf), Cuadro 13 y Gráfico 4, detectó tres rangos de significación, ubicándose en primer lugar con la mejor respuesta la interacción d1*pf2 (4 pl m-2 /profundidad de fertirriego 10 cm) con 48.25 cm/raíz y en tercer lugar con la menor respuesta las interacciones d2pf2 (8 pl m-2/profundidad de fertirriego 10 cm) con 36.25 cm/raíz y d2pf1 (8 pl m-2/profundidad de fertirriego 5 cm) con 35.75 cm/raíz.

Cuadro 13. Tukey al 5% para interacciones en longitud del sistema radicular del cultivo de tomate (Lycopersicum esculentum Mill.) Cv. Mariana en la evaluación influencia de la profundidad del fertirriego por goteo, sobre el sistema radicular y el rendimiento de dos poblaciones. Tupigachi, Pichincha. 2013

CÓDIGO	SIGNIFICADO	PROMEDIO (cm/raíz)	RANGOS DE SIGNIFICACIÓN
d1*pf2	4 pl m-2/Prof. fertirriego 5cm	48.25	a
d1*pf1	4 pl m-2/Prof. fertirriego 10 cm	44.25	b
d2*pf2	8 pl m-2/Prof. fertirriego 5cm	36.25	c
d2*pf1	8 pl m-2/Prof. fertirriego 5cm	35.75	c

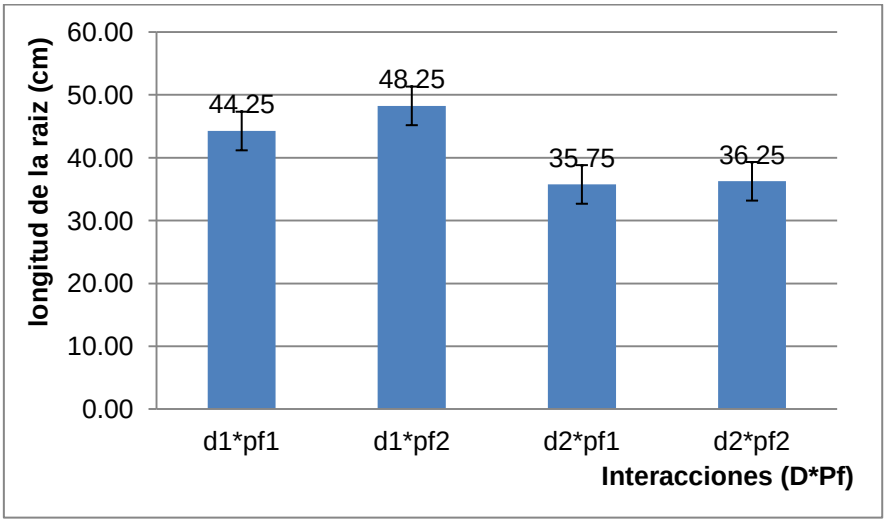


Gráfico 4. Promedios para interacciones de la longitud del sistema radicular del cultivo de tomate (Lycopersicum esculentum Mill.) Cv. Mariana en la evaluación influencia de la profundidad del fertirriego por goteo, sobre el sistema radicular y el rendimiento de dos poblaciones. Tupigachi, Pichincha. 2013

Los resultados obtenidos sobre el crecimiento de la raíz a la floración determinó que la mejor interacción corresponde a d1Pf2 (4 pl m-2/profundidad de fertirriego 10 cm) corroborando lo encontrado en los resultados anteriores ya discutidos.

4.3. Longitud de la raíz al período de cosecha completa

En el ADEVA, Cuadro 14, se detectaron diferencias significativas para Poblaciones (D), para Profundidades de fertirriego (Pf) e interacciones (D*Pf) y ninguna significancia estadística para repeticiones. El promedio fue de 72.72 cm/raíz. El coeficiente de variación (a) fue de 12.97% y el coeficiente de variación (b) de 11.45%, siendo valores muy buenos para este tipo de investigación.

Cuadro 14. ADEVA de la longitud del sistema radicular al final de la cosecha del cultivo de tomate (Lycopersicum esculentum Mill.) Cv. Mariana en la evaluación influencia de la profundidad del fertirriego por goteo, sobre el sistema radicular y el rendimiento de dos poblaciones. Tupigachi, Pichincha. 2013

F de V	GL	CM
		Longitud raíz
Total	15	
Repeticiones	3	2.52ns
Población (D)	1	2537.64*
Error a	3	1.22
Prof. Fert. PF	1	40.64*
D*PF	1	123.77*
Error b	6	0.95
Promedio		72.72cm/raíz
CV (a)		12.97%
CV (b)		11.45%

DMS al 5% para Poblaciones (D), Cuadro 15 y Gráfico 5, detectó dos rangos de significación, ubicándose en el primer lugar con la mejor respuesta d1 (4 pl m-2) con 85.31 cm/raíz y en segundo lugar d2 (8 pl m-2) con 60.13 cm/raíz.

Los resultados obtenidos al evaluar la longitud de la raíz al final de la cosecha coinciden con los resultados obtenidos a la floración, por lo que se puede afirmar que el mayor desarrollo del sistema radicular se obtiene con la población d1 (4 pl m-2). Un aspecto interesante que se pudo detectar es que la presencia de raíces absorbentes fue menor que la población d2 (8pl m-2). (Anexo 20).

Cuadro 15. DMS al 5% para poblaciones en la longitud del sistema radicular del cultivo de tomate (Lycopersicum esculentum Mill.) Cv. Mariana de la evaluación influencia de la profundidad del fertirriego por goteo, sobre el sistema radicular y el rendimiento de dos poblaciones. Tupigachi, Pichincha. 2013

CÓDIGO	SIGNIFICADO	PROMEDIO (cm/raíz)	RANGOS DE SIGNIFICACIÓN
d1	4 pl m-2	85.31	a
d2	8 pl m-2	60.13	b

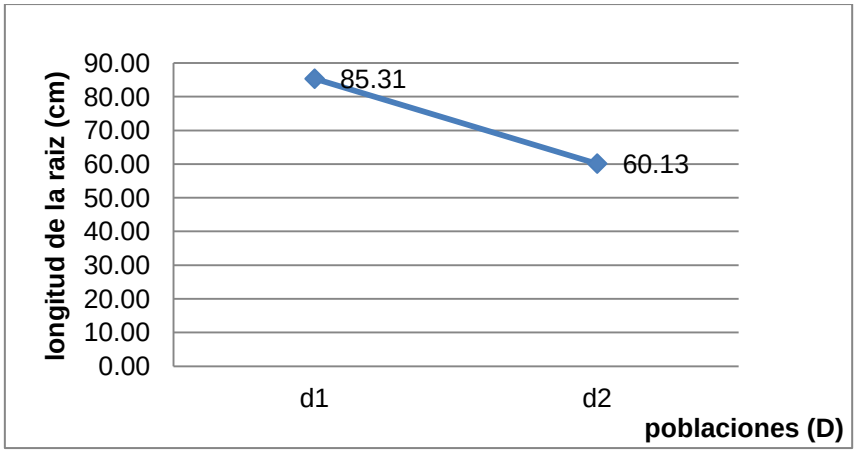


Gráfico 5. Promedios para poblaciones de la longitud del sistema radicular al final de cosecha del cultivo de tomate (Lycopersicum esculentum Mill.) Cv. Mariana en la evaluación influencia de la profundidad del fertirriego por goteo, sobre el sistema radicular y el rendimiento de dos poblaciones. Tupigachi, Pichincha. 2013

DMS al 5% para Profundidades de fertirriego (Pf), Cuadro 16 y Gráfico 6, detectó dos rangos de significación, ubicándose en primer lugar con la mejor respuesta pf1 (profundidad de fertirriego a 5 cm) con 74.31 cm/raíz y en segundo lugar pf2 (profundidad de fertirriego 10 cm) con 71.13 cm/raíz.

Cuadro 16. DMS al 5% para profundidades de fertirriego en longitud del sistema radicular al final de la cosecha del cultivo de tomate (Lycopersicum esculentum Mill.) Cv. Mariana en la evaluación influencia de la profundidad del fertirriego por goteo, sobre el sistema radicular y el rendimiento de dos poblaciones. Tupigachi, Pichincha. 2013

CÓDIGO	SIGNIFICADO	PROMEDIO (cm/raíz)	RANGOS DE SIGNIFICACIÓN
pf1	Profundidad de fertirriego 5 cm	74.31	a
pf2	Profundidad de fertirriego 10 cm	71.13	b

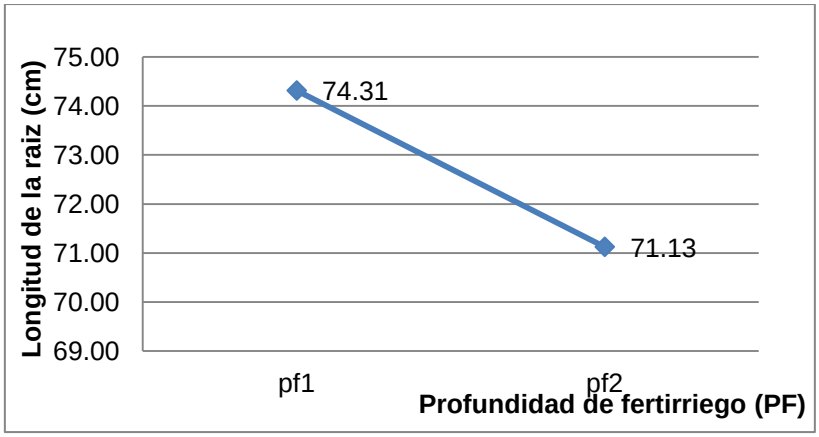


Gráfico 6. Promedio para profundidades de fertirriego de la longitud del sistema radicular al final de la cosecha del cultivo de tomate (Lycopersicum esculentum Mill.) Cv. Mariana en la evaluación influencia de la profundidad del fertirriego por goteo, sobre el sistema radicular y el rendimiento de dos pobalciones. Tupigachi, Pichincha. 2013

La mayor longitud del sistema radicular al final de la cosecha se obtuvo con pf1 (profundidad de fertirriego 5 cm), lo que puede ser explicado por la acumulación de las raíces en bulbo humedecido, que al ser más superficial dispone de la humedad y la nutrición adecuada para su desarrollo más compacto.

Por tal motivo, la raíz que estuvo influenciada por un fertirriego de 5 cm de profundidad no tuvo ningún tipo de interferencia o alteración en el crecimiento y desarrollo del sistema radicular, por lo que su crecimiento fue mayor; además, se pudo apreciar una mayor concentración de raíces absorbentes.

Tukey al 5% para interacciones (D*Pf), Cuadro 17 y Gráfico 7, detectó cuatro rangos de significación, ubicándose en primer lugar con la mejor respuesta la interacción d1*pf2 (4 pl m-2, profundidad de fertirriego 10 cm) con 86.50 cm/raíz y en último lugar con la menor respuesta la interacción d2pf1 (8 pl m-2 profundidad de fertirriego 5 cm) con 55.75cm/raíz.

Cuadro 17. Tukey al 5% para interacciones en longitud del sistema radicular del cultivo de tomate (Lycopersicum esculentum Mill.) Cv. Mariana en la evaluación influencia de la profundidad del fertirriegopor goteo, sobre el sistema radicular y el rendimiento de dos poblaciones. Tupigachi, Pichincha. 2013

CÓDIGO	SIGNIFICADO	PROMEDIO (cm/raíz)	RANGOS DE SIGNIFICACIÓN
d1*pf2	4 pl m-2/Prof. fertirriego 5cm	86.50	a
d1*pf1	4 pl m-2/Prof. fertirriego 10 cm	84.13	b
d2*pf2	8 pl m-2/Prof. fertirriego 5cm	64.50	c
d2*pf1	8 pl m-2/Prof. fertirriego 5cm	55.75	d

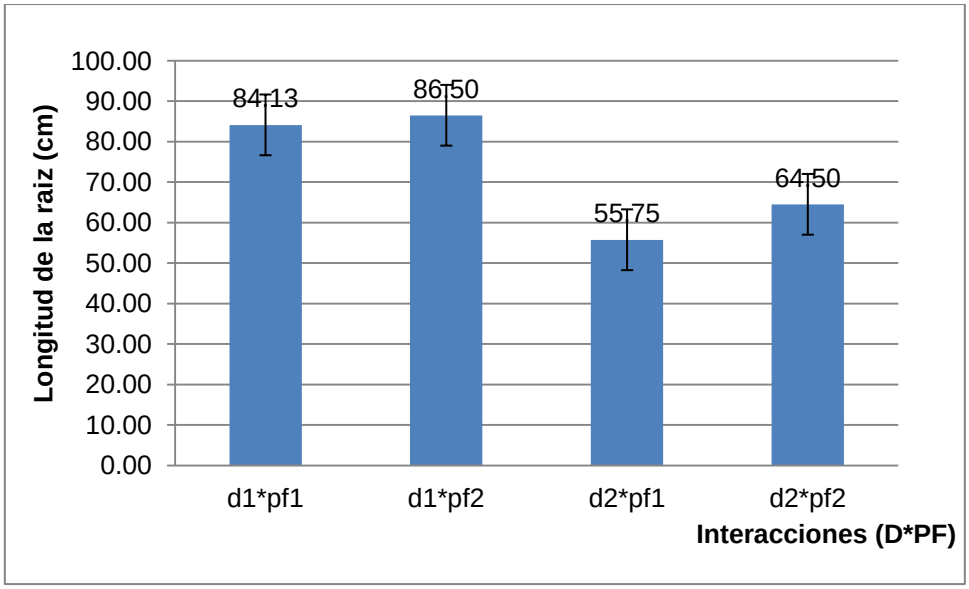


Gráfico 7. Promedio para interacciones de la longitud del sistema radicular del cultivo de tomate (Lycopersicum esculentum Mill.) Cv. Mariana en la evaluación influencia de la profundidad del fertirriego por goteo, sobre el sistema radicular y el rendimiento de dos poblaciones. Tupigachi, Pichincha. 2013

Los resultados obtenidos sobre el crecimiento de la raíz al final de la cosecha presentan los mejores valores para la interacción d1Pf2 (4pl m-2/profundidad de fertirriego 10 cm), valores que coinciden con los resultados encontrados en la evaluación de la longitud de la raíz a la floración, significando esto que el crecimiento radicular se fue incrementando paulatinamente según su necesidad. Padilla (2005) manifiesta que el sistema radicular se desarrolla en relación a la fenología del cultivo.

4.4. Peso de la raíz a la floración

En el ADEVA, Cuadro 18, se detectaron diferencias significativas para Poblaciones (D), Profundidades de fertirriego (Pf) e interacciones (D*Pf) y ninguna diferencia significativa para repeticiones. El promedio fue de 47.71 g/raíz. El coeficiente de variación (a) fue de 16.43% y el coeficiente de variación (b) fue 13.94%, siendo valores muy buenos para este tipo de investigación.

Cuadro 18. ADEVA del peso de la raíz a la floración del cultivo de tomate (Lycopersicum esculentum Mill.) Cv. Mariana en la evaluación influencia de la profundidad del fertirriego por goteo, sobre el sistema radicular y el rendimiento de dos poblaciones. Tupigacchi, Pichincha. 2013

F de V	GL	CM
		Peso de la raíz
Total	15	
Repeticiones	3	1.14 ns
Población (D)	1	2320.83 *
Error a	3	1.29
Prof. Fert. PF	1	9.46 *
D*PF	1	904.51*
Error b	6	0.93
Promedio		47.71g/raíz
CV (a)		16.43%
CV (b)		13.94%

DMS al 5% para Poblaciones (D), Cuadro 19 y Gráfico 8, detectó dos rangos de significación, ubicándose en el primer lugar con la mejor respuesta d1 (4 pl m-2) con 59.75 g/raíz y en segundo lugar d2 (8 pl m-2) con 35.66 g/raíz.

Cuadro 19. Promedio para interacciones de la longitud del sistema radicular del cultivo de tomate (Lycopersicum esculentum Mill.) Cv. Mariana en la evaluación influencia de la profundidad del fertirriego por goteo, sobre el sistema radicular y el rendimiento de dos poblaciones. Tupigachi, Pichincha. 2013

CÓDIGO	SIGNIFICADO	PROMEDIO (g/raíz)	RANGOS DE SIGNIFICACIÓN
d1	4 pl m-2	59.75	a
d2	8 pl m-2	35.66	b

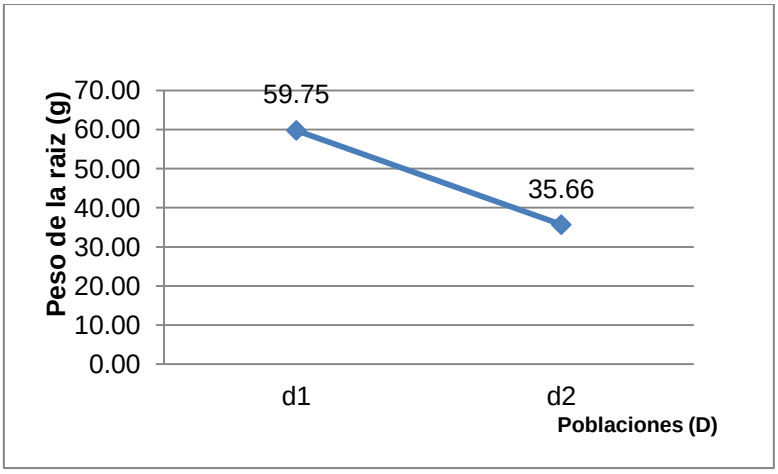


Gráfico 8. Promedios para poblaciones del peso del sistema radicular a la floración del cultivo de tomate (Lycopersicum esculentum Mill.) Cv. Mariana en la evaluación influencia de la profundidad del fertirriego por goteo, sobre el sistema radicular y el rendimiento de dos poblaciones. Tupigachi, Pichincha. 2013

Los resultados encontrados donde el mayor peso del sistema radicular a la floración se obtuvo con la población d1(4pl m-2) con 59.75 g/raíz confirma lo encontrado en relación a la longitud del sistema radicular a la floración donde la mejor respuesta se obtuvo con esta población, con una longitud de 46.25 cm /raíz cuyo sistema radicular tuvo un mayor crecimiento y desarrollo que la población d2 (8 pl m-2) con una longitud de 35.75 cm/raíz y un peso de 35.66 g/raíz.

DMS al 5% para Profundidades de fertirriego, Cuadro 20 y Gráfico 9, detectó dos rangos de significación, ubicándose en primer lugar con la mejor respuesta a pf1 (profundidad de fertirriego 5 cm) con 48.48 g/raíz y en segundo lugar a pf2 (profundidad de fertirriego 10 cm) con 46.94 g/raíz.

Los resultados encontrados donde mayor peso del sistema radicular se obtuvo con una profundidad de fertirriego de 5 cm con 48.48 g/raíz, nuevamente confirma lo encontrado en relación a la longitud del mismo, donde su sistema radicular al haber llegado más pronto al bulbo de humedecimiento, la raíz empezó a nutrirse y desarrollarse de manera más compacta, ganando mayor peso.

Cuadro 20. DMS al 5% para profundidades de fertirriego en el peso del sistema radicular a la floración del cultivo de tomate (Lycopersicum esculentum Mill.) Cv. Mariana de la evaluación influencia de la profundidad del fertirriego por goteo, sobre el sistema radicular y el rendimiento de dos poblaciones. Tupigachi, Pichincha. 2013

CÓDIGO	SIGNIFICADO	PROMEDIO (g/raíz)	RANGOS DE SIGNIFICACIÓN
pf1	Profundidad de fertirriego 5 cm	48.48	a
pf2	Profundidad de fertirriego 10 cm	46.94	b

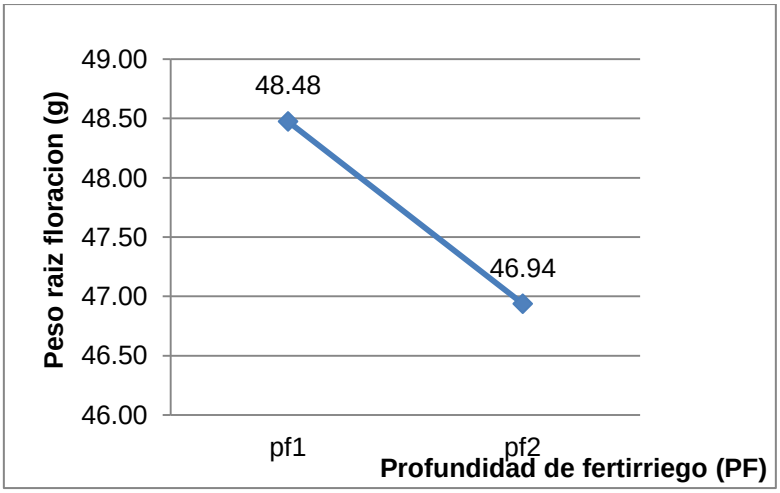


Gráfico 9. Promedio para profundidades de fertirriego del peso del sistema radicular a la floración del cultivo de tomate (Lycopersicum esculentum Mill.) Cv. Mariana en la evaluación influencia de la profundidad del fertirriego por goteo, sobre el sistema radicular y el rendimiento de dos poblaciones. Tupigachi, Pichincha. 2013

Tukey al 5% para interacciones (D*Pf), Cuadro 21 y Gráfico 10, detectó cuatro rangos de significación, ubicándose en primer lugar con la mejor respuesta la interacción d1*pf2 (4 pl m-2, profundidad de fertirriego 10 cm) con 66.50 g/raíz y en último lugar con la menor respuesta la interacción d2pf2 (8 pl m-2, profundidad de fertirriego 10 cm) con 27.38 g/raíz.

El peso de la raíz a la floración mantiene el mismo efecto encontrado con el de la longitud, lo que indica que a esta fase fenológica del cultivo las raíces mantiene una relación muy estrecha entre su longitud y su peso.

Cuadro 21. Promedio para profundidades de fertirriego del peso del sistema radicular a la floración del cultivo de tomate (Lycopersicum esculentum Mill.) Cv. Mariana en la evaluación influencia de la profundidad del fertirriego por goteo, sobre el sistema radicular y el rendimiento de dos poblaciones. Tupigachi, Pichincha. 2013

CÓDIGO	SIGNIFICADO	PROMEDIO (g/raíz)	RANGOS DE SIGNIFICACIÓN
d1*pf2	4 pl m-2/Prof. fertirriego 10cm	66.50	a
d1*pf1	4 pl m-2/Prof. fertirriego 5 cm	53.00	b
d2*pf1	8 pl m-2 /Prof. fertirriego 5cm	43.95	c
d2*pf2	8 pl m-2/Prof. fertirriego 10cm	27.38	d

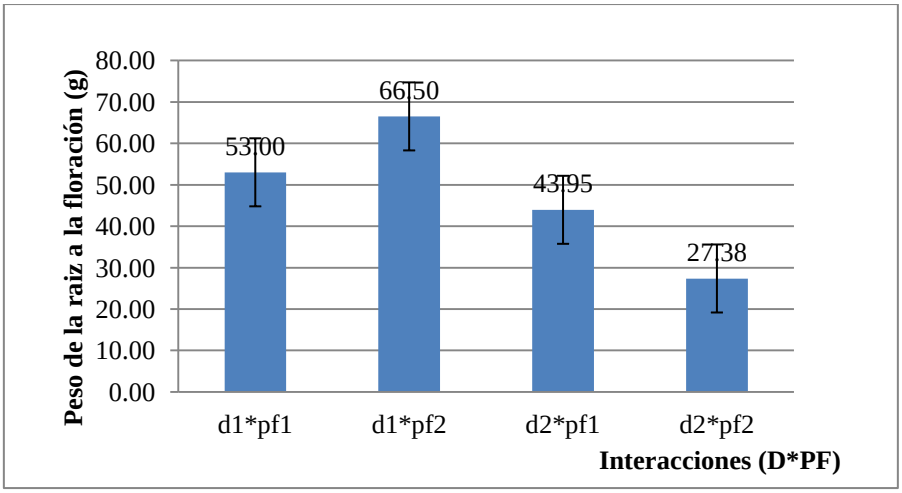


Gráfico 10. Promedio para interacciones de la longitud del sistema radicular del cultivo de tomate (Lycopersicum esculentum Mill.) Cv. Mariana en la evaluación influencia de la profundidad del fertirriego por goteo, sobre el sistema radicular y el rendimiento de dos poblaciones. Tupigachi, Pichincha. 2013

4.5. Peso de la raíz al período de cosecha completa

En el ADEVA, Cuadro 22, se detectaron diferencias significativas para Poblaciones (D), para Profundidades de fertirriego (Pf) e interacciones (D*Pf) y ninguna diferencia significativa para repeticiones. El promedio fue de 74.38g/raíz. El coeficiente de variación (a) fue de 12.07 % y el coeficiente de variación (b) fue de 10.04 %, siendo valores muy buenos para este tipo de investigación.

Cuadro 22. ADEVA del peso de la raíz al fin de cosecha del cultivo de tomate (Lycopersicum esculentum Mill.) Cv. Mariana en la evaluación influencia de la profundidad del fertirriego por goteo, sobre el sistema radicular y el rendimiento de dos poblaciones. Tupigachi, Pichincha. 2013

F de V	GL	CM
		Peso de la raíz
Total	15	
Repeticiones	3	1.08 ns
Población (D)	1	15750.25*
Error a	3	1.08
Prof. Fert. PF	1	132.25*
D*PF	1	992.25*
Error b	6	0.75
Promedio		74.38 g/raíz
CV (a)		12.07 %
CV (b)		10.04 %

DMS al 5% para Poblaciones (D), Cuadro 23 y Gráfico 11, detectó dos rangos de significación, ubicándose en el primer lugar con la mejor respuesta d1 (4 pl m-2) con 105.75 g/raíz y en segundo lugar la d2 (4 pl m-2) con 43.00 g/raíz.

El peso del sistema radicular al final de la cosecha mantiene la misma tendencia que la encontrada en la fase fenológica de floración, previamente discutida, lo que indica que el cultivo mantiene un ritmo muy constante durante todo su ciclo de crecimiento, disminuyendo únicamente al alcanzar su completa madurez.

Cuadro 23. DMS al 5% para poblaciones en el peso del sistema radicular al fin de cosecha del cultivo de tomate (Lycopersicum esculentum Mill.) Cv. Mariana de la evaluación influencia de la profundidad del fertirriego por goteo, sobre el sistema radicular y el rendimiento de dos poblaciones. Tupigachi, Pichincha. 2013

CÓDIGO	SIGNIFICADO	PROMEDIO (g/raíz)	RANGOS DE SIGNIFICACIÓN
d1	4 pl m-2	105.75	a
d2	8 pl m-2	43.00	b

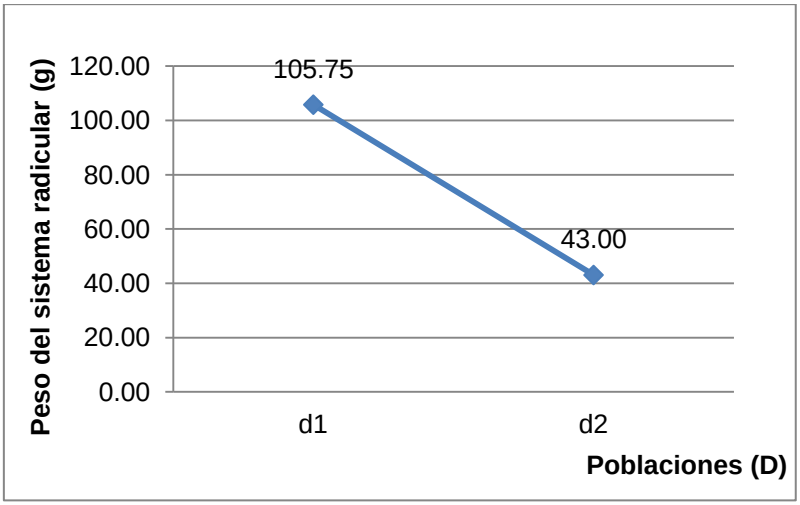


Gráfico 11. Promedios para poblaciones del peso del sistema radicular al final de la cosecha del cultivo de tomate (Lycopersicum esculentum Mill.) Cv. Mariana en la evaluación influencia de la profundidad del fertirriego por goteo, sobre el sistema radicular y el rendimiento de dos poblaciones. Tupigachi, Pichincha. 2013

DMS al 5% para Profundidades de fertirriego, Cuadro 24 y Gráfico 12, detectó dos rangos de significación, ubicándose en primer lugar con la mejor respuesta pf2 (profundidad de fertirriego 10 cm) con 77.25 g/raíz y en segundo lugar pf1 (profundidad de fertirriego 5 cm) con 71.50 g/raíz.

El mayor peso del sistema radicular al final de la cosecha correspondió a pf2 (profundidad de fertirriego 10 cm) con 77.25 g/raíz, confirmando los resultados obtenidos durante la fase de floración,

indicando con esto que las plantas desarrollan su sistema radicular y mantienen un peso muy relacionado al mismo, manteniendo en forma incremental hasta la fase final de cosecha.

Cuadro 24. DMS al 5% para profundidades de fertirriego en el peso del sistema radicular al final de la cosecha del cultivo de tomate (Lycopersicum esculentum Mill.) Cv. Mariana de la evaluación influencia de la profundidad del fertirriego por goteo, sobre el sistema radicular y el rendimiento de dos poblaciones. Tupigachi, Pichincha. 2013

CÓDIGO	SIGNIFICADO	PROMEDIO (g/raíz)	RANGOS DE SIGNIFICACIÓN
pf2	Profundidad de fertirriego 10cm	77.25	a
pf1	Profundidad de fertirriego 5cm	71.50	b

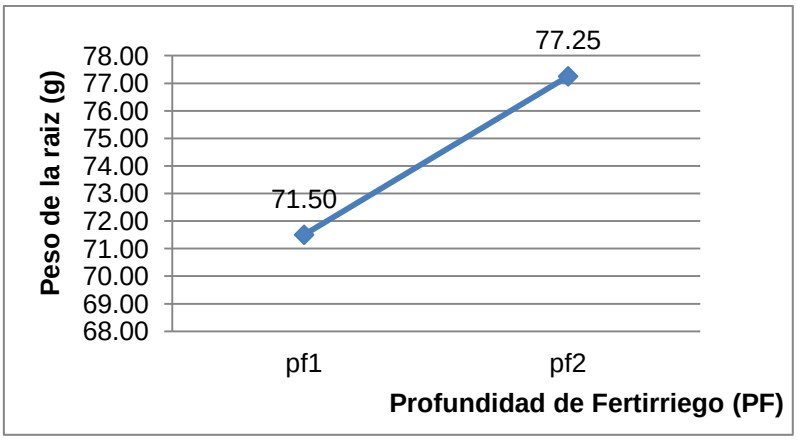


Gráfico 12. Promedio para profundidades de fertirriego del peso del sistema radicular al final de la cosecha del cultivo de tomate (Lycopersicum esculentum Mill.) Cv. Mariana en la evaluación influencia de la profundidad del fertirriego por goteo, sobre el sistema radicular y el rendimiento de dos poblaciones. Tupigachi, Pichincha. 2013

Tukey al 5% para interacciones (D*Pf), Cuadro 25 y Gráfico 13, detectó cuatro rangos de significación, ubicándose en primer lugar con la mejor respuesta la interacción d1*pf2 (4 pl m-2, profundidad de fertirriego 10 cm) con 116.50 g/raíz y en último lugar con la menor respuesta la interacción d2pf2 (8 pl m-2, profundidad de fertirriego 10 cm) con 38.00g/raíz.

El peso del sistema radicular al final de la cosecha coincide con el resultado obtenido sobre el peso de la raíz a la floración donde con la interacción d1pf2 se consigue un mayor peso del sistema radicular; por tanto, se puede indicar que la mejor interacción es d1Pf2 (4pl m-2/ profundidad de fertirriego 10 cm) con un peso de 116.50 g/raíz. Anexo 20.

Cuadro 25. Tukey al 5% para interacciones en el peso del sistema radicular al final de la cosecha del cultivo de tomate (Lycopersicum esculentum Mill.) Cv. Mariana de la evaluación influencia de la profundidad del fertirriego por goteo, sobre el sistema radicular y el rendimiento de dos poblaciones. Tupigachi, Pichincha. 2013

CÓDIGO	SIGNIFICADO	PROMEDIO (g/raíz)	RANGO SIGNIFICACIÓN
d1*pf2	4 pl m-2/Prof. fertirriego 10 cm	116.50	a
d1*pf1	4 pl m-2/Prof. fertirriego 5 cm	95.00	b
d2*pf1	8 pl m-2/Prof. fertirriego 5 cm	48.00	c
d2*pf2	8 pl m-2/Prof. fertirriego 5 cm	38.00	d

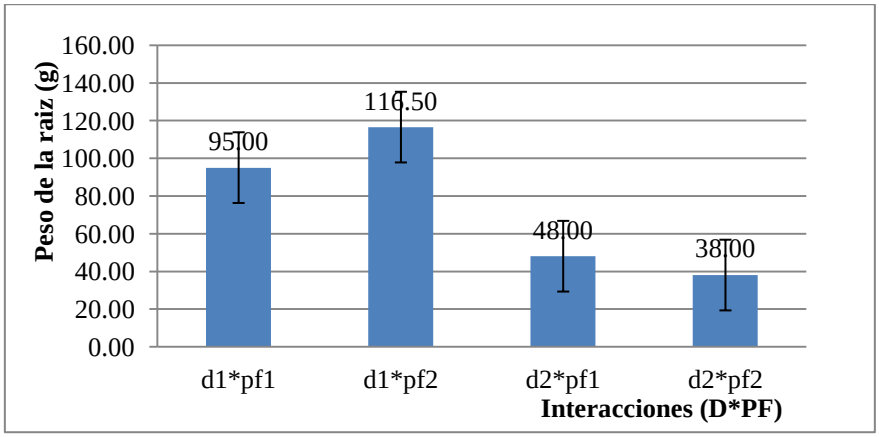


Gráfico 13. Promedio para interacciones del peso del sistema radicular al final de la cosecha del cultivo de tomate (Lycopersicum esculentum Mill.) Cv. Mariana en la evaluación influencia de la profundidad del fertirriego por goteo, sobre el sistema radicular y el rendimiento de dos poblaciones. Tupigachi, Pichincha. 2013

4.6. Producción de tomate

La producción alcanzada en el presente trabajo no fue la esperada; se tenía planificado llegar a un rendimiento mínimo de 35 a 40 t/ha, desafortunadamente la deficiencia de agua al momento del llenado de los frutos causada por diferentes razones que estuvieron fuera del alcance del ejecutor de este trabajo, no ayudó para poder llegar a la meta prevista; en todo caso, como la deficiencia hídrica fue para todo el ensayo, los bajos resultados alcanzados tuvieron como factor limitante el agua, pero esto no impidió realizar el resto de las evaluaciones planteadas.

Lo ocurrido durante la conducción de este trabajo es un indicativo de lo que acontece en forma muy regular en el área rural, donde se manifiesta un deficiente manejo del recurso hídrico y un muy limitado servicio de distribución.

Lo que lleva a concluir que por más esfuerzo que el agricultor ponga en el resto de factores que forman parte de la ecuación de rendimiento desarrollada por Fitts R=f (clima, suelo, manejo, cultivo), si el

agua es el factor limitante de hecho los rendimientos que se lograrán serán bajos, sin importar cuál sea el sistema de riego a ser utilizado.

El ADEVA, Cuadro 26, detectó diferencias significativas para Poblaciones (D), Profundidades de fertirriego (Pf) e interacciones (D*Pf) y ninguna diferencia significativa para repeticiones, lo que indica que el experimento tuvo una uniformidad necesaria en su manejo como para poder valorar las otras variables estudiadas, de allí que el coeficiente de variación (a) fue de 6.70% y el coeficiente de variación (b) fue de 7.56%, siendo valores excelentes para este tipo de investigación; el promedio de producción alcanzada en el ensayo fue de 29.93 t/ha.
Al estudiar el efecto de la producción de fruta en relación a la profundidad de fertirrigación utilizada (Pf) se pudo apreciar una diferencia significativa entre las dos profundidades, sobresaliendo la Pf1 (5 cm), confirmando lo encontrado en otros trabajos anteriores. Herrera (2013) y Jarrín (2014) explican que el mejor desarrollo de raíces se encuentra acumulado a esta profundidad, facilitando la asimilación del agua y los nutrientes presentes en esta zona del perfil del suelo; la cinta de goteo enterrada a esta profundidad además evita la evaporación del agua haciendo que el fertirriego sea más eficiente. El análisis de DMS al 5%, Cuadro 28, confirma este resultado al ubicar en dos rangos diferentes a y b a las dos profundidades estudiadas.

Cuadro 26. ADEVA de la producción del cultivo de tomate (Lycopersicum esculentum Mill.) Cv. Mariana en la evaluación influencia de la profundidad del fertirriego por goteo, sobre el sistema radicular y el rendimiento de dos poblaciones. Tupigachi, Pichincha. 2013

F DE V	GL	CM PRODUCCIÓN AL 5to. RACIMO
Total	15	
Repeticiones	3	0.03 ns
Población (D)	1	6.50 *
Error a	3	0.13
Prof. Fert. PF	1	4.00 *
D*PF	1	2.72 *
Error b	6	0.17
Promedio		29.93 t/ha
CV (a)		6.70%
CV (b)		7.56%

El análisis de la diferencia mínima significativa (DMS) al 5% para Poblaciones (D), Cuadro 27 y Gráfico 14, al determinar dos rangos de significación, confirma la significación de respuesta en producción de las dos poblaciones estudiadas y ubica en el primer lugar con la mejor respuesta a d2 (8 pl m-2) con 30.56 t/ha y en segundo lugar a d1 (4pl m-2) con 29.29 t/ha.

Los resultados obtenidos donde la mejor producción se obtuvo con la población d2 (8 pl m-2) con 30.56 t/ha se debe a que las condiciones de las raíces tanto a la floración como al final de la cosecha fueron favorables para el desarrollo de la planta, ya que como se sabe la absorción de agua y nutrientes es realizada por las raíces más superficiales.

Cuadro 27. DMS al 5% para poblaciones en la producción del cultivo de tomate (Lycopersicum esculentum Mill.) Cv. Mariana de la evaluación influencia de la profundidad del fertirriego por goteo, sobre el sistema radicular y el rendimiento de dos poblaciones. Tupigachi, Pichincha. 2013

CÓDIGO	SIGNIFICADO	PROMEDIO (t/ha)	RANGOS DE SIGNIFICACIÓN
d2	8pl m-2	30.56	a
d1	4 pl m-2	29.29	b

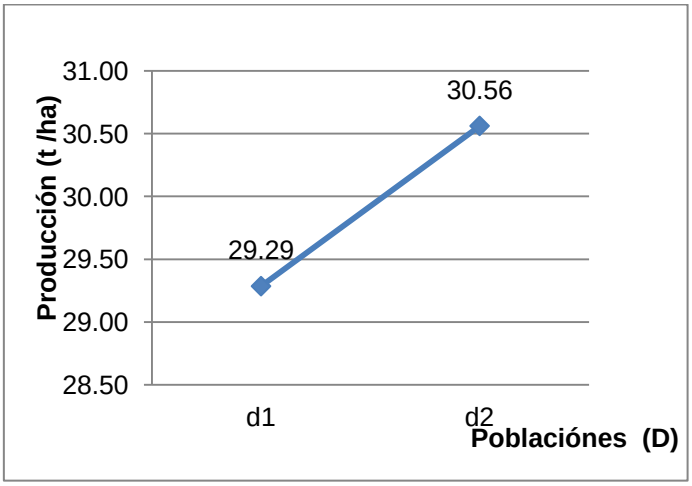


Gráfico 14. DMS al 5% para poblaciones en la producción del cultivo de tomate (Lycopersicum esculentum Mill.) Cv. Mariana de la evaluación influencia de la profundidad del fertirriego por goteo, sobre el sistema radicular y el rendimiento de dos poblaciones. Tupigachi, Pichincha. 2013

Uno de los propósitos del proyecto al trabajar con dos poblaciones de plantas fue ver en cuál de ellas se podía obtener un tamaño uniforme de fruto con un peso promedio de 80 g por fruto; situación que se alcanzó cuando la población fue de 8 plantas m-2 (d2) lo cual fue muy bien aceptado en la agroindustria dedicada a la deshidratación del tomate de características de doble propósito, industrial y de mesa.

La diferencia obtenida de 1.27 toneladas entre las poblaciones d1y d2 se hizo más notoria cuando más del 90% de los frutos obtenidos en d2 fueron utilizados en la agroindustria, en comparación con la población d1que sólo un 40% fue utilizado con este propósito ya que el restante 60% no fue utilizado por ser la fruta o muy grande -la que bien puede ser comercializada en fresco- o demasiado pequeña -la que fue determinada como rechazo.

DMS al 5% para Profundidades de fertirriego, Cuadro 28 y Gráfico 15, detectó dos rangos de significación, ubicándose en primer lugar con la mejor respuesta pf1 (profundidad de fertirriego a 5 cm) con 30.43 t/ha y en segundo lugar con la menor respuesta pf2 (profundidad de fertirriego 10 cm) con 29.43 t/ha.

La mejor producción se obtuvo con Pf1 (profundidad de fertirriego 5 cm) con 30.43 t/ha (Cuadro 28 y Grafico 15), nivel que brindó las mejores condiciones para el desarrollo del sistema radicular

encontrado tanto a la floración como al final de la cosecha, el mismo que fue favorable para el buen desarrollo de la planta, Cuadro 12 y Gráfico 3.

Cuadro 28. DMS al 5% para profundidades de fertirriego en la producción del cultivo de tomate (Lycopersicum esculentum Mill.) Cv. Mariana en la evaluación influencia de la profundidad del fertirriego por goteo, sobre el sistema radicular y el rendimiento de dos poblaciones. Tupigachi, Pichincha. 2013

CÓDIGO	SIGNIFICADO	PROMEDIO (t/ha)	RANGOS DE SIGNIFICACIÓN
pf1	Profundidad de fertirriego 5 cm	30.43	a
pf2	Profundidad de fertirriego 10 cm	29.43	b

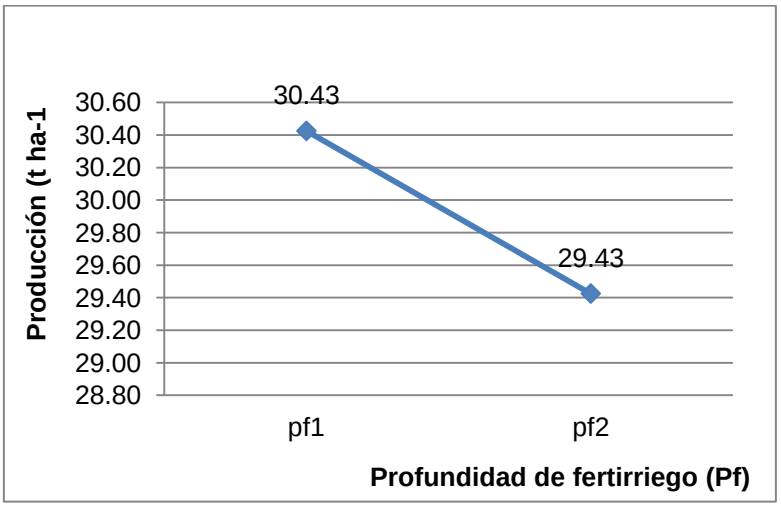


Gráfico 15. Promedio para profundidades de fertirriego de la producción del cultivo de tomate (Lycopersicum esculentum Mill.) Cv. Mariana en la evaluación influencia de la profundidad del fertirriego por goteo, sobre el sistema radicular y el rendimiento de dos poblaciones. Tupigachi, Pichincha. 2013

Es importante anotar que la mejor interacción encontrada entre las variables población de plantas y profundidad de cinta de goteo fue la d2Pf1, indicando que para el propósito del estudio: obtener uniformidad de frutos y eficiencia de aplicación de agua y fertilizantes esta fue la mejor alternativa, lo cual está estadísticamente valorado mediante la prueba de Tukey al 5% para interacciones (D*Pf), Cuadro 29 y Gráfico 16, que detectó dos rangos de significación, ubicándose en primer lugar con la mejor respuesta la interacción d2Pf1 (8pl/m-2, profundidad de fertirriego 5 cm) con 31.48 t/ha y compartiendo el segundo lugar las interacciones d2Pf2, d1Pf1 y d1Pf2, de las cuales está la de menor valor que corresponde a la interacción d1Pf2 (8 pl m-2/profundidad de fertirriego 10 cm) con 29.20 t/ha.

Los resultados encontrados donde d2pf1 es la interacción con la que se obtuvo la mejor producción están bien respaldados por lo encontrado en este estudio en relación al desarrollo del sistema radicular,

el mismo que se vio beneficiado por las condiciones presentes tanto por el efecto de población (d2) como de profundidad de la cinta de goteo (Pf1).

Otros estudios como el de Sanders (1989) que, bajo el empleo del método de riego por goteo localizado superficial y subterráneo en dos variedades de tomate, estudió la densidad y profundidad en el sistema radicular del cultivo (cm/cm3) para tres profundidades en el perfil del suelo y cuatro fechas después del trasplante. Los resultados indicaron que no hubo diferencias significativas entre las dos variedades utilizadas, pero sí en la densidad y profundidad de raíces al utilizar el riego subterráneo.

Herrera (2013) indica que la mejor absorción de nutrientes y con esto un mayor rendimiento se obtuvo con el riego subterráneo a 5 cm de profundidad, respecto a esta investigación los resultados corroboran dicho trabajo.

Cuadro 29. Tukey al 5% para interacciones de la producción del cultivo de tomate (Lycopersicum esculentum Mill.) Cv. Mariana de la evaluación influencia de la profundidad del fertirriego por goteo, sobre el sistema radicular y el rendimiento de dos poblaciones. Tupigachi, Pichincha. 2013

CÓDIGO	SIGNIFICADO	PROMEDIO (t/ha)	RANGO SIGNIFICACIÓN
d2*pf1	8 pl m-2/Prof. fertirriego 5cm	31.48	a
d2*pf2	8 pl m-2/Prof. fertirriego 10cm	29.65	b
d1*pf1	4 pl m-2/Prof. fertirriego 5 cm	29.38	b
d1*pf2	4 pl m-2/Prof. fertirriego 10cm	29.20	b

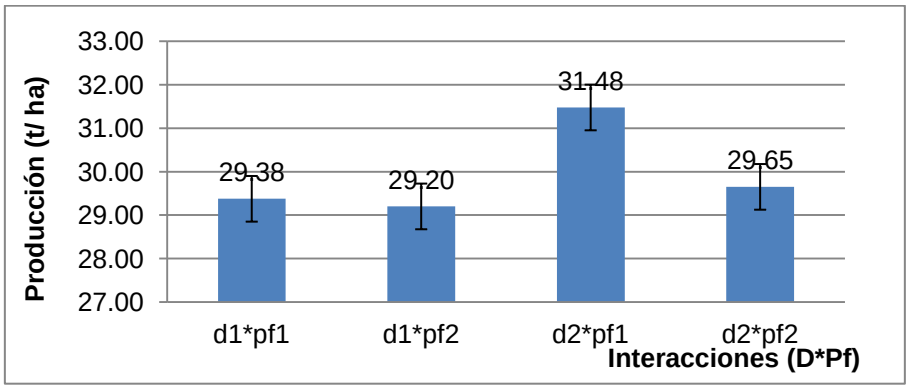


Gráfico 16. Promedio para interacciones de la producción del cultivo de tomate (Lycopersicum esculentum Mill.) Cv. Mariana en la evaluación influencia de la profundidad del fertirriego por goteo, sobre el sistema radicular y el rendimiento de dos poblaciones. Tupigachi, Pichincha. 2013

4.7. Contenido de nutrientes en el torrente circulatorio de las plantas ECP

Mediante el proceso de extracción del líquido que se encuentra en circulación tanto en el sistema apoplástico como simplástico de la planta en la etapa de floración, conocido como ECP, se realizaron varias determinaciones minerales:
Contenido de nitrógeno en su forma NH4

Según el ADEVA, Cuadro 30, se observó diferencias significativas para poblaciones (D), profundidades de fertirriego (Pf) e interacciones (D*PF). El promedio fue de 150.48 ppm y el coeficiente de variación (a) fue de 8.31% y el coeficiente de variación (b) fue de 15.15%, siendo valores muy buenos para este tipo de investigación.

DMS al 5% para Poblaciones (D), Cuadro 31 y Gráfico 17, detectó dos rangos de significación, ubicándose en el primer lugar con la mejor respuesta d1 (4 pl m-2) con 184 ppm y en segundo lugar d2 (8 pl m-2) con 116.40 ppm.

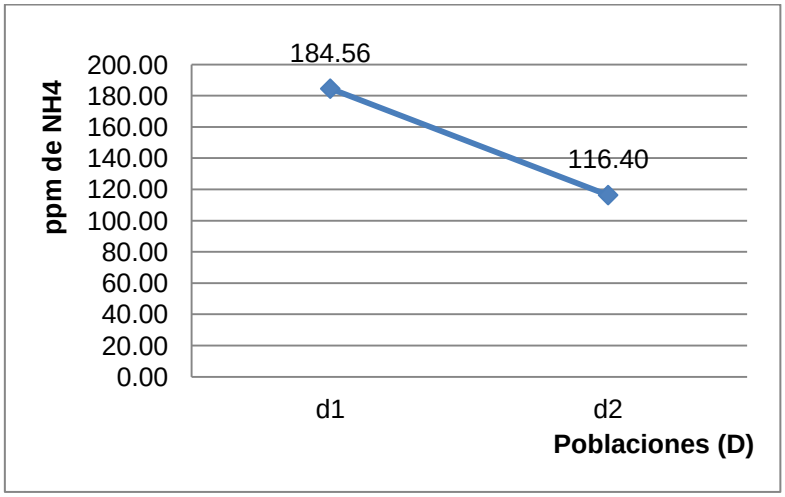


Gráfico 17. Promedios para poblaciones del contenido de NH4 en las plantas de tomate (Lycopersicum esculentum Mill.) Cv. Mariana en la evaluación influencia de la profundidad del fertirriego por goteo, sobre el sistema radicular y el rendimiento de dos poblaciones. Tupigachi, Pichincha. 2013

DMS al 5% para Profundidades de fertirriego, Cuadro 31 y Gráfico 18, detectó dos rangos de significación, ubicándose en primer lugar con la mejor respuesta pf2 (profundidad de fertirriego 10 cm) con 169.5 ppm y en segundo lugar con la menor respuesta pf1 (profundidad de fertirriego 5 cm) con 131.46 ppm.

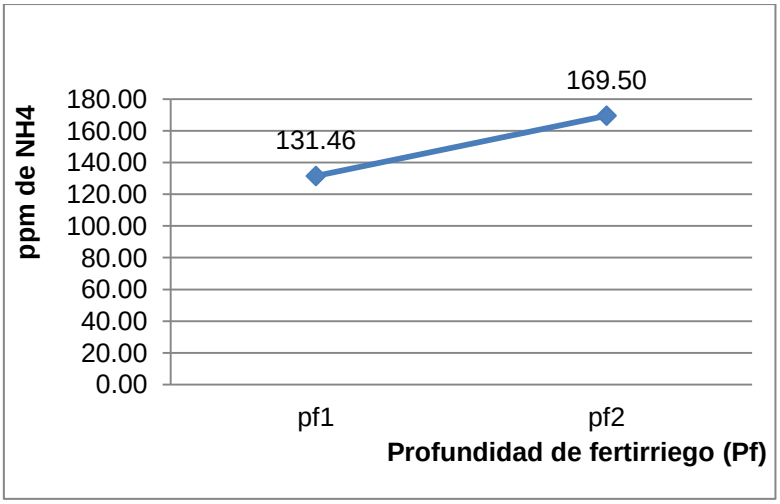


Gráfico 18. Promedios para profundidades de fertirriego del Contenido de NH4 en las plantas de tomate (Lycopersicum esculentum Mill.) Cv. Mariana en la evaluación influencia de la profundidad del fertirriego por goteo, sobre el sistema radicular y el rendimiento de dos poblaciones. Tupigachi, Pichincha. 2013

Tukey al 5% para interacciones (D*Pf), Cuadro 31 y Gráfico 19, detectó cuatro rangos de significación, ubicándose en primer lugar con la mejor respuesta la interacción d1*pf2 (4 pl m-2, profundidad de fertirriego 10 cm) con 215 ppm y en último lugar con la menor respuesta la interacción d2pf1 (8 pl m-2, profundidad de fertirriego 5 cm) con 109.3 ppm.

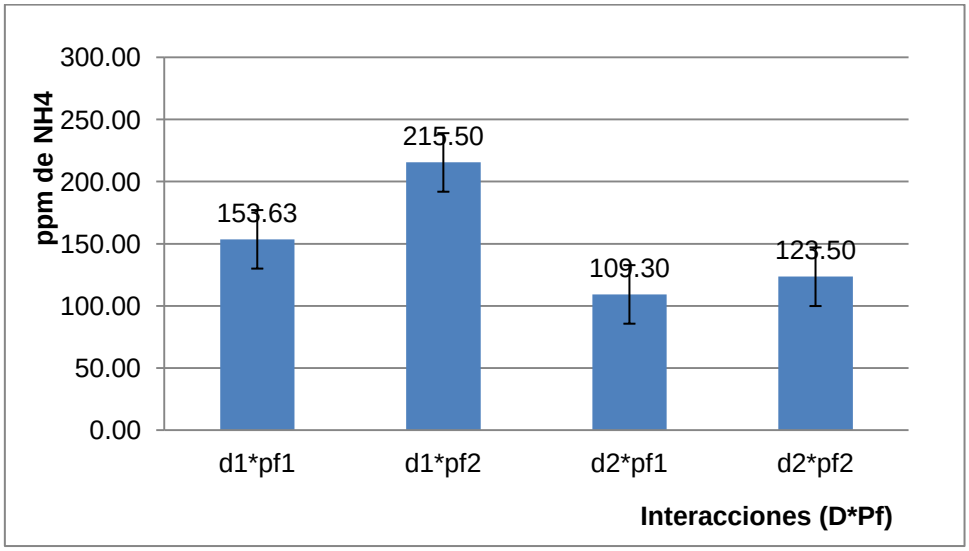


Gráfico 19. Promedios para interacciones del contenido de NH4 en las plantas de tomate (Lycopersicum esculentum Mill.) Cv. Mariana en la evaluación influencia de la profundidad del fertirriego por goteo, sobre el sistema radicular y el rendimiento de dos poblaciones. Tupigachi, Pichincha. 2013

Contenido de nitrógeno en su forma (NO3)

El nitrógeno en su forma nítrica se pudo encontrar que la concentración fue mayor significativamente hablando, en la variable profundidad de fertirrigación Pf1 (5 cm) no presentando mayor incidencia con la variable población de plantas, como se demuestra en el análisis de varianza (ADEVA), Cuadro 30, donde detectó diferencias significativas para profundidades de fertirriego Pf e interacciones (D*Pf) y ninguna significancia estadística para poblaciones D y repeticiones. El promedio fue de 18.06 ppm, el coeficiente de variación (a) fue de 29.41% y el coeficiente de variación (b) fue de 21.21%, siendo valores muy buenos para este tipo de investigación.

La prueba DMS al 5% para Profundidades de fertirriego, Cuadro 31 y Gráfico 20, determinó dos rangos de significación, ubicándose en primer lugar con la mayor concentración pf1 (profundidad de fertirriego 5 cm) con 21.63 ppm y en segundo lugar con la menor pf2 (profundidad de fertirriego 10 cm) con 14.50 ppm.

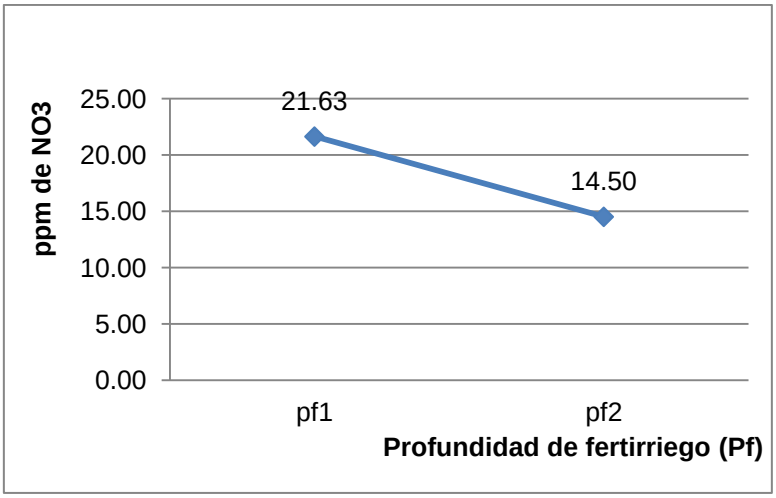


Gráfico 20. Promedios para profundidades de fertirriego del contenido de NO3 en las plantas de tomate (Lycopersicum esculentum Mill.) Cv. Mariana en la evaluación influencia de la profundidad del fertirriego por goteo, sobre el sistema radicular y el rendimiento de dos poblaciones. Tupigachi, Pichincha. 2013

La prueba de Tukey al 5% para interacciones (D*Pf), Cuadro 31 y Gráfico 21, detectó cuatro rangos de significación, ubicándose en primer lugar con la mejor respuesta la interacción d1*pf1 (4 plm-2, profundidad de fertirriego 5 cm) con 28.25 ppm y en último lugar con la menor respuesta la interacción d1pf2 (4 plm-2, profundidad de fertirriego 10 cm) con 7.5 ppm.

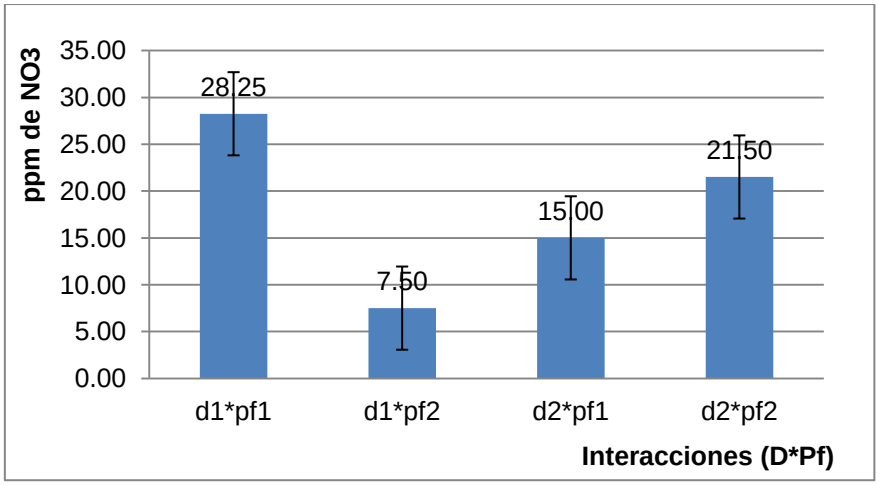


Gráfico 21. Promedios para interacciones del contenido de NO3 en las plantas de tomate (Lycopersicum esculentum Mill.) Cv. Mariana en la evaluación influencia de la profundidad del fertirriego por goteo, sobre el sistema radicular y el rendimiento de dos poblaciones. Tupigachi, Pichincha. 2013

Estos resultados encontrados pueden deberse a que la planta encontró con mayor facilidad al NO3 que estaba más disponible a la profundidad de 5 cm y con la ayuda de un sistema radicular con una mayor presencia de raíces absorbentes facilitó su absorción.

Contenido de fosforo en su forma (PO4)

Según el ADEVA, Cuadro 30, se observaron diferencias significativas para poblaciones D, profundidades de fertirriego Pf e interacciones (D*Pf). El promedio fue de 434.69 ppm, el coeficiente de variación (a) fue de 22.78% y el coeficiente de variación (b) fue de 10.52%, siendo valores muy buenos para este tipo de investigación.

DMS al 5% para Poblaciones (D), Cuadro 31 y Gráfico 22, detectó dos rangos de significación ubicándose en el primer lugar con la mejor respuesta d1 (4 pl m-2) con 510 ppm, mientras que en segundo lugar d2 (8 pl m-2) con 358.50 ppm.

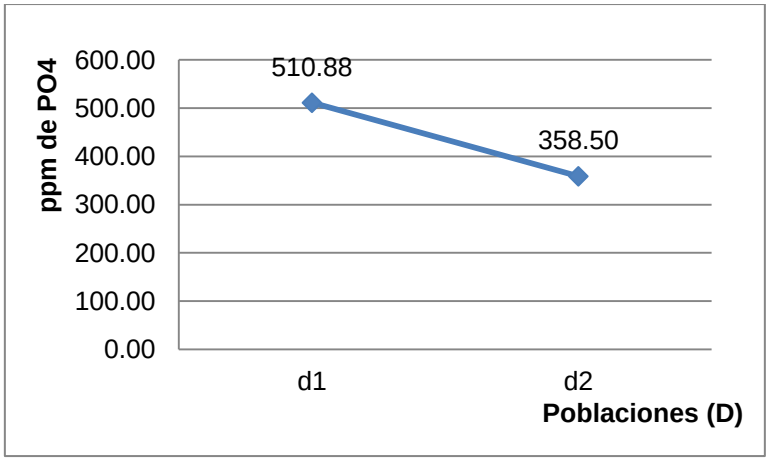


Gráfico 22. Promedios para poblaciones del contenido de PO4 en las plantas de tomate (Lycopersicum esculentum Mill.) Var. Mariana en la evaluación influencia de la profundidad del fertirriego por goteo, sobre el sistema radical y el rendimiento de dos poblaciones. Tupigachi, Pichincha. 2013

DMS al 5% para Profundidades de fertirriego, Cuadro 31 y Gráfico 23, detectó dos rangos de significación ubicándose en primer lugar con la mejor respuesta pf1 (profundidad de fertirriego 5 cm) con 442.38 ppm y en segundo lugar con la menor respuesta pf2 (profundidad de fertirriego 10 cm) con 427 ppm.

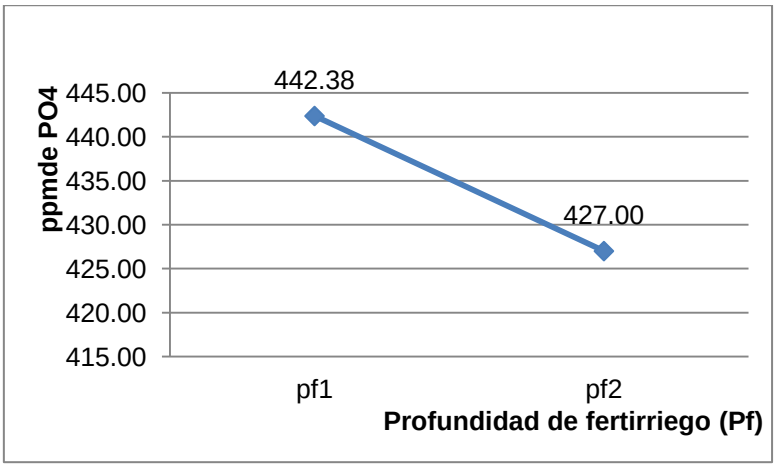


Gráfico 23. Promedio para profundidades de fertirriego del contenido de PO4 en las plantas de tomate (Lycopersicum esculentum Mill.) Var. Mariana en la evaluación influencia de la profundidad del fertirriego por goteo, sobre el sistema radical y el rendimiento de dos poblaciones. Tupigachi, Pichincha. 2013

Tukey al 5% para interacciones (D*Pf), Cuadro 31 y Gráfico 24, detectó cuatro rangos de significación ubicándose en primer lugar con la mejor respuesta la interacción d1*pf1 (4plm-2, profundidad de fertirriego 5 cm) con 533.5 ppm y en último lugar con la menor respuesta la interacción d2pf1 (8 pl m-2, profundidad de fertirriego 5 cm) con 351.25 ppm.

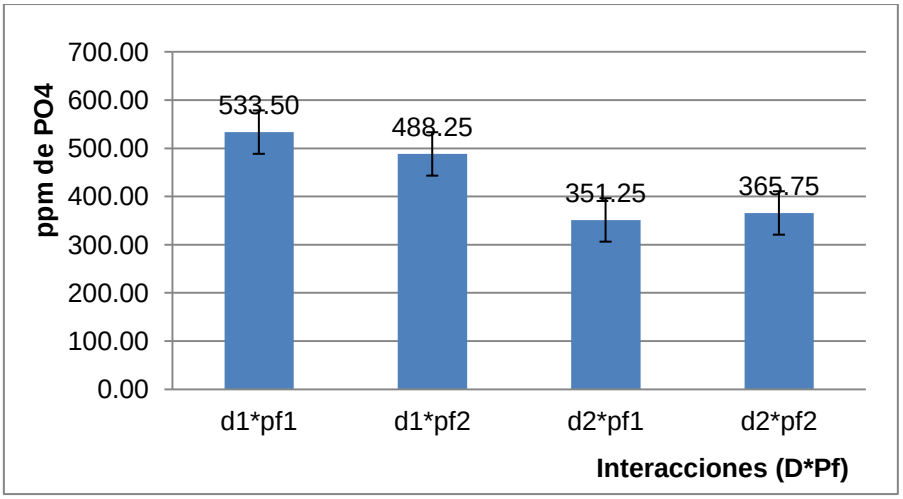


Gráfico 24. Promedio para interacciones del contenido de PO4 en las plantas de tomate (Lycopersicum esculentum Mill.) Var. Mariana en la evaluación influencia de la profundidad del fertirriego por goteo, sobre el sistema radical y el rendimiento de dos poblaciones. Tupigachi, Pichincha. 2013

Este mismo efecto se pudo observar en relación a la concentración de potasio, el mismo que según el ADEVA, Cuadro 30, alcanzó diferencias significativas para poblaciones D, profundidades de fertirriego Pf e interacciones (D*Pf). El promedio fue de 3 364.00 ppm, el coeficiente de variación (a) fue de 8.79% y el coeficiente de variación (b) fue de 10.33%, siendo valores muy buenos para este tipo de investigación.

Las concentraciones de potasio encontradas presentan valores similares a los ya encontrados en otras investigaciones, Herrera (2013) y Jarrín (2014), lo cual resulta ser muy importante para presentar una mejor calidad del producto, en especial lo relacionado a su sabor por un incremento en los grados brix.

De igual manera, los resultados encontrados pueden deberse a que la planta encontró con mayor facilidad al PO4 y el K que estaba más disponible a la profundidad de 5 cm y con la ayuda de un sistema radicular con una mayor presencia de raíces absorbentes, facilitó su absorción; así también para poblaciones el mejor resultado se obtuvo con la población 4 plm-2, resultados lógicos ya que al haber menor densidad en relación a 8 plm-2, mayor es la concentración de nutrientes en la solución del suelo disponibles para la planta.

Los valores de DMS al 5% para Poblaciones (D), Cuadro 31 y Gráfico 25, detectó dos rangos de significación ubicándose en el primer lugar con la mejor respuesta d1 (4 pl m-2) con 3 707 ppm, mientras que en segundo lugar d2 (8 pl m-2) con 3 021.00 ppm de K.

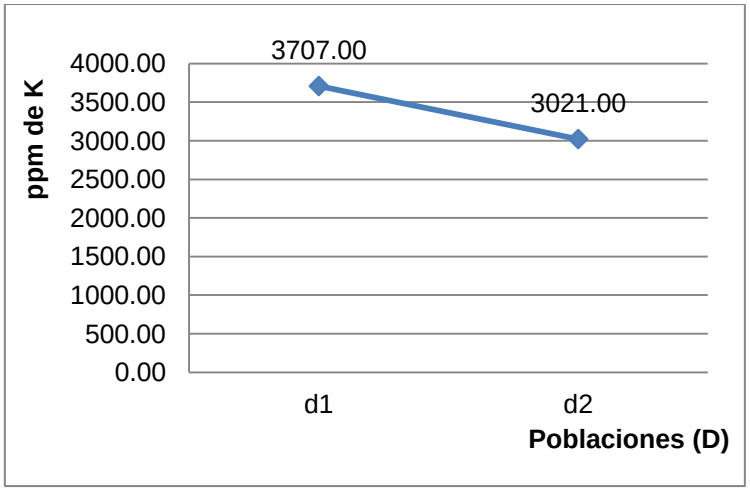


Gráfico 25. Promedios para poblaciones del contenido de K en las plantas de tomate (Lycopersicum esculentum Mill.) Cv. Mariana en la evaluación influencia de la profundidad del fertirriego por goteo, sobre el sistema radicular y el rendimiento de dos poblaciones. Tupigachi, Pichincha. 2013

DMS al 5% para Profundidades de fertirriego, Cuadro 31 y Gráfico 26, detectó dos rangos de significación ubicándose en primer lugar con la mejor respuesta pf1 (profundidad de fertirriego 5 cm) con 3 431.13 ppm y en segundo lugar con la menor respuesta pf2 (profundidad de fertirriego 10 cm) con 3 296.88 ppm.

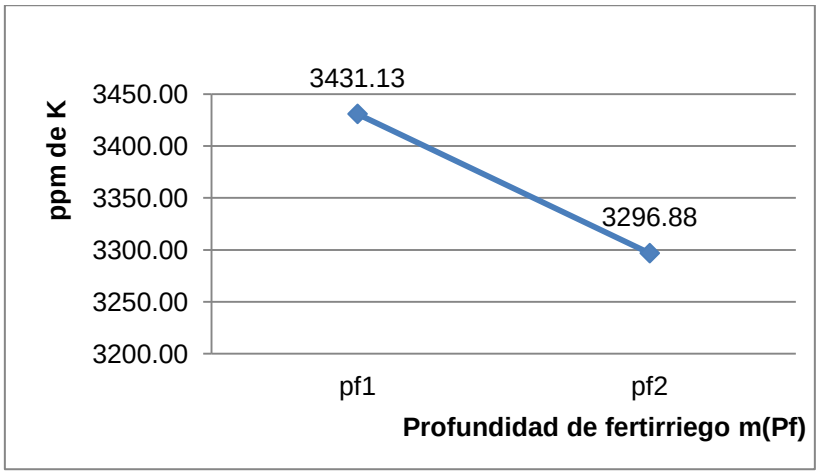


Gráfico 26. Promedios para profundidades de fertirriego del contenido de K en las plantas de tomate (Lycopersicum esculentum Mill.) Cv. Mariana en la evaluación influencia de la profundidad del fertirriego por goteo, sobre el sistema radicular y el rendimiento de dos poblaciones. Tupigachi, Pichincha. 2013

Tukey al 5% para interacciones (D*Pf), Cuadro 31 y Gráfico 27, detectó cuatro rangos de significación ubicándose en primer lugar con la mejor respuesta la interacción d1*pf2 (4 pl m-2, profundidad de fertirriego 10 cm) con 3 875.00 ppm y en último lugar con la menor respuesta la interacción d2pf2 (8 pl m-2, profundidad de fertirriego 10 cm) con 2 718.75 ppm.

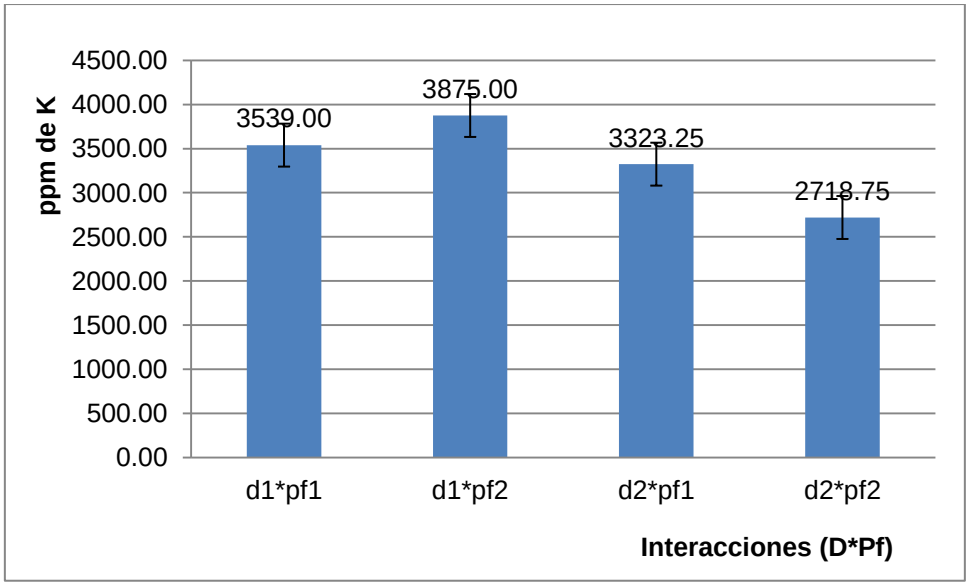


Gráfico 27. Promedios para interacciones del contenido de K en las plantas de tomate (Lycopersicum esculentum Mill.) Cv. Mariana en la evaluación influencia de la profundidad del fertirriego por goteo, sobre el sistema radicular y el rendimiento de dos poblaciones. Tupigachi, Pichimcha. 2013

Estos datos de mayor concentración de NO3 y de potasio encontrados en el torrente circulatorio de la planta se corrobora con el análisis de conductividad eléctrica, que está directamente correlacionado con la presencia de esta forma de nitrógeno y la concentración de iones como el K, que al combinarse forma la sal nitrato de potasio (Padilla 2005).

El análisis de varianza (ADEVA), Cuadro 30, corrobora lo dicho ya que presenta diferencias significativas en los valores de CE para poblaciones D, profundidades de fertirriego Pf e interacciones (D*Pf). El promedio fue de 11.18 dSm-1, el coeficiente de variación (a) fue de 7.54% y el coeficiente de variación (b) de 12.49%, siendo valores muy buenos para este tipo de investigación.

El análisis DMS al 5% para Poblaciones (D), Cuadro 31 y Gráfico 28, determinó dos rangos de significación ubicándose en el primer lugar con el mayor grado salino d2 (8 pl m-2) con 12.88 dSm-1, mientras que en segundo lugar d1 (4 pl m-2) con 9.48 dSm-1.

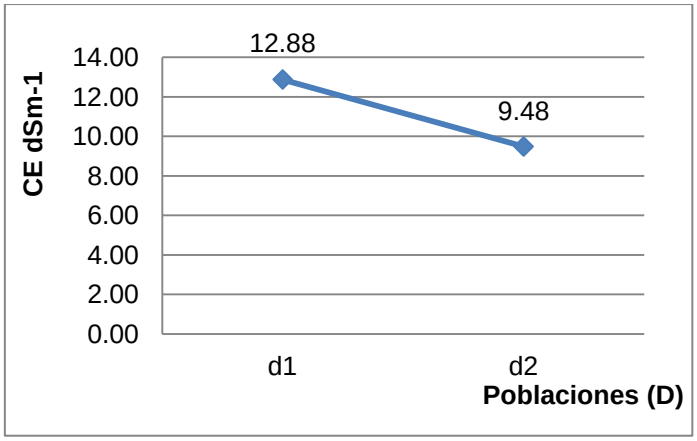


Gráfico 28. Promedios para poblaciones de la CE de las plantas de tomate (Lycopersicum esculentum Mill.) Cv. Mariana en la evaluación influencia de la profundidad del fertirriego por goteo, sobre el sistema radicular y el rendimiento de dos poblaciones. Tupigachi, Pichincha. 2013

El análisis de DMS al 5% para Profundidades de fertirriego, Cuadro 31 y Gráfico 29, determinó dos rangos de significación, ubicándose en primer lugar con la más alta CE a pf2 (profundidad de fertirriego 10 cm) con 12.04 dSm-1 y en segundo lugar con la menor respuesta pf1 (profundidad de fertirriego 5 cm) con 10.31 dSm-1 .

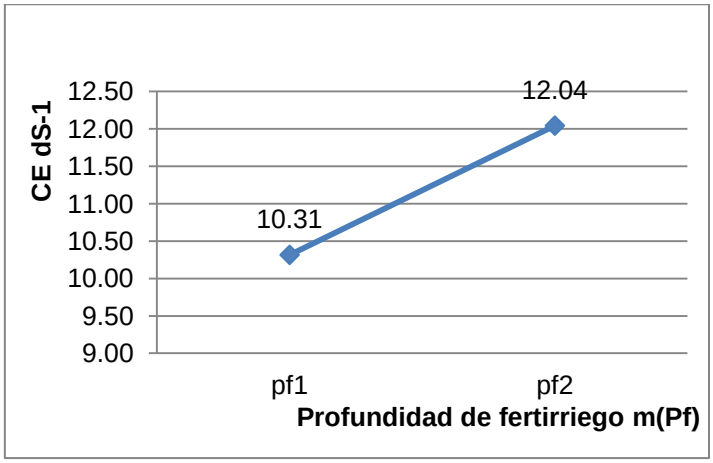


Gráfico 29. Promedios para profundidades de fertirriego de la CE de las plantas de tomate (Lycopersicum esculentum Mill.) Cv. Mariana en la evaluación influencia de la profundidad del fertirriego por goteo, sobre el sistema radicular y el rendimiento de dos poblaciones. Tupigachi, Pichincha. 2013

Tukey al 5% para interacciones (D*Pf), Cuadro 31 y Gráfico 30, detectó cuatro rangos de significación ubicándose en primer lugar con la mejor respuesta la interacción d1*pf12 (4 pl m-2, profundidad de fertirriego 10 cm) con 14.37 dSm-1 y en último lugar con la menor respuesta la interacción d2pf1 (8 pl m-2, profundidad de fertirriego 5 cm) con 9.25 dSm-1.

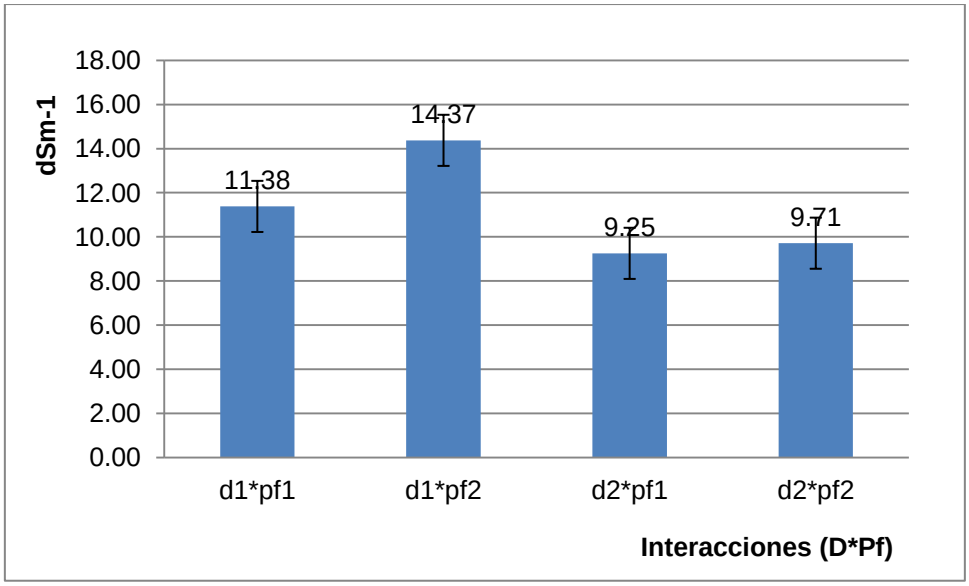


Gráfico 30. Promedios para interacciones de la CE de las plantas de tomate (Lycopersicum esculentum Mill.) Cv. Mariana en la evaluación influencia de la profundidad del fertirriego por goteo, sobre el sistema radicular y el rendimiento de dos poblaciones. Tupigacchi, Pichincha. 2013

pH

Según el ADEVA, Cuadro 30, se observó diferencias significativas para poblaciones D, profundidades de fertirriego Pf e interacciones (D*Pf). El promedio fue de 4.63, el coeficiente de variación (a) fue de 4.03% y el coeficiente de variación (b) de 6.78%, siendo valores excelentes para este tipo de investigación.

DMS al 5% para Poblaciones (D), Cuadro 31 y Gráfico 31, detectó dos rangos de significación ubicándose en el primer lugar con la mejor respuesta d1(4 pl m-2) con 4.96, mientras que en segundo lugar d2 (8 pl m-2) con 4.29.

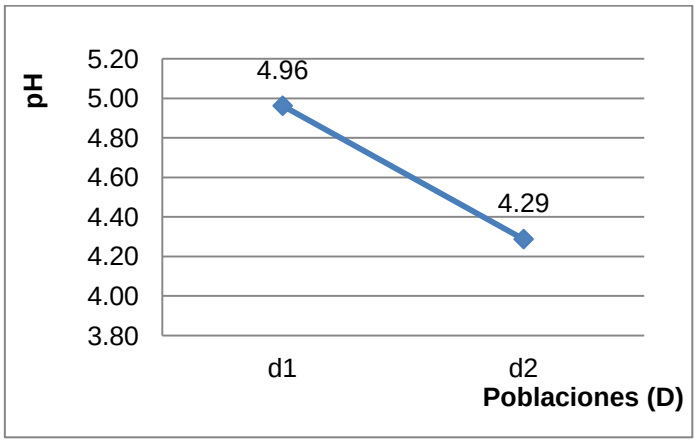


Gráfico 31. Promedios para poblaciones del pH de las plantas de tomate (Lycopersicum esculentum Mill.) Cv. Mariana en la evaluación influencia de la profundidad del fertirriego por goteo, sobre el sistema radicular y el rendimiento de dos poblaciones. Tupigachi, Pichincha. 2013.DMS al 5% para

Profundidades de fertirriego, Cuadro 31 y Gráfico 32, detectó dos rangos de significación ubicándose en primer lugar con la mejor respuesta pf2 (profundidad de fertirriego 10 cm) con 4.82 y en segundo lugar con la menor respuesta pf1 (profundidad de fertirriego 5 cm) con 4.43.

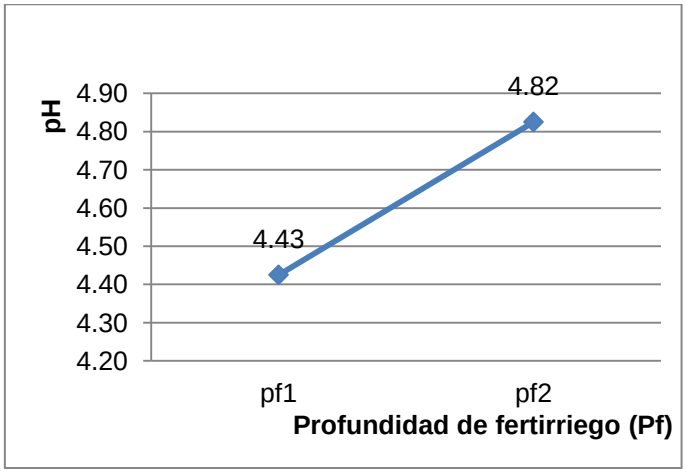


Gráfico 32. Promedio para profundidades de fertirriego del pH en las plantas de tomate (Lycopersicum esculentum Mill.) Cv. Mariana en la evaluación influencia de la profundidad del fertirriego por goteo, sobre el sistema radicular y el rendimiento de dos poblaciones. Tupigachi, Pichincha. 2013

Tukey al 5% para interacciones (D*Pf), Cuadro 31 y Gráfico 33, detectó tres rangos de significación ubicándose en primer lugar con la mejor respuesta la interacción d1*pf2 (4 pl m-2, profundidad de fertirriego 10 cm) con 5.43 y en último lugar con la menor respuesta la interacción d2pf2 (8 pl m-2, profundidad de fertirriego 10 cm) con 4.23.

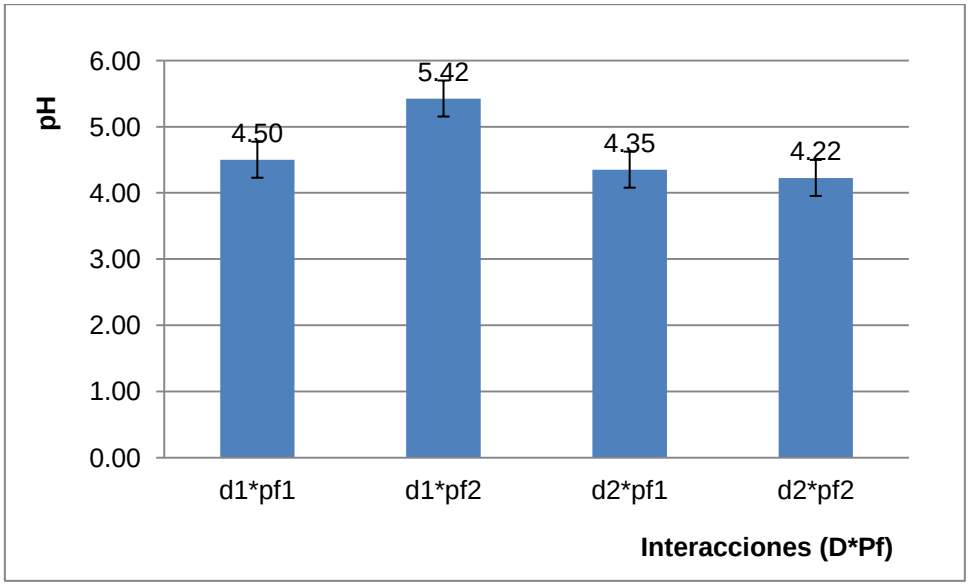


Gráfico 33. Promedio para interacciones del pH en las plantas de tomate (Lycopersicum esculentum Mill.)Cv. Mariana en la evaluación influencia de la profundidad del fertirriego por goteo, sobre el sistema radicular y el rendimiento de dos poblaciones. Tupigachi, Pichincha. 2013

Cuadro 30. ADEVA de la variable ECP: Contenido de NH4, NO3, PO4, K, pH y CE de las plantas de tomate (Lycopersicum esculentum Mill.) Cv. Mariana en la evaluación influencia de la profundidad del fertirriego por goteo, sobre el sistema radicular y el rendimiento de dos poblaciones. Tupigachi, Pichincha. 2013

F de V	GL	CM					
		NH4	NO3	PO4	K	pH	CE
Total	15						
Repeticiones	3	0.51ns	1.73ns	9.56ns	8.00ns	0.06ns	0.20ns
Población (d)	1	18584.51*	0.56ns	92872.56*	1882384.00*	1.82*	46.10*
Error a	3	1.04	1.56	22.56	26.00	0.01	0.06
Prof. Fert. Pf	1	5787.41*	203.06*	945.56*	72092.25*	0.64*	11.94*
D*Pf	1	2272.91*	742.56*	3570.06*	884540.25*	1.10*	6.43*
Error b	6	3.46	0.81	4.81	35.92	0.02	0.17
Promedio		150.48 ppm	18.06 ppm	434.69 ppm	3364.00 ppm	4.63	11.18 dSm-1
Cv (a)	%	8.31	29.41	22.78	8.79	4.03	7.54
Cv (b)	%	15.15	21.21	10.52	10.33	6.78	12.49

Cuadro 31. Pruebas de significación de la variable ECP: Contenido de NH4, NO3, PO4, K, pH y CE de las plantas de tomate (Lycopersicum esculentum Mill.) Cv. Mariana en la evaluación influencia de la profundidad del fertirriego por goteo, sobre el sistema radicular y el rendimiento de dos poblaciones. Tupigachi, Pichincha. 2013

FACTOR	DESCRIPCIÓN	NH4 ppm		NO3 ppm		PO4 ppm		K ppm		pH		CE dSm-1	
Poblaciones													
d1	8 plantas/m2	184.56	a	17.88	a	510.88	a	3707	a	4.96	a	12.88	a
d2	4 plantas/m2	116.4	b	18.25	a	358.5	b	3021	b	4.29	b	9.48	b
Prof. de Fert.													
pf1	5 cm	131.46	b	21.63	a	442.38	a	3431.1	a	4.43	b	10.31	a
pf2	10 cm	169.5	a	14.5	b	427	b	3296.9	b	4.83	a	12.04	b
Interacciones D*PF													
d1*pf1	4 plantas/m2/5 cm	153.63	b	28.25	a	533.5	a	3539	b	4.5	b	11.38	b
d1*pf2	4 plantas/m2/10 cm	215.5	a	7.5	d	488.25	b	3875	a	5.43	a	14.37	a
d2*pf1	8 plantas/m2/5 cm	109.3	d	15	c	351.25	d	3323.3	d	4.35	b	9.25	d
d2*pf2	8 plantas/m2/5 cm	123.5	c	21.5	b	365.75	c	2718.8	c	4.23	c	9.71	c

4.8. Análisis foliar al inicio de la floración

Por otra parte, al analizar los contenidos nutricionales de las plantas en función del porcentaje de materia seca producida, se encontraron los siguientes resultados:

4.8.1. Contenido de Nitrógeno (N)

El nitrógeno total según el análisis del ADEVA, Cuadro 32, presentó diferencias significativas para la interacción (d1*Pf2) con un promedio de 2.72%, con un coeficiente de variación (a) de 38.13% y el coeficiente de variación (b) de 19.77%, siendo valores buenos para este tipo de investigación.

Promedios, Cuadro 33, para poblaciones (D) ubica en el primer lugar con la mejor respuesta a d1 (4 pl m-2) 3.04% y en segundo lugar a d2 (8 pl m-2) con 2.40%, lo que puede ser interpretado como un mejor grado de asimilación y distribución en la planta cuando la población de plantas resulta ser más baja y mantiene un mayor grado de luminosidad, lo cual es aprovechado por la planta.

Promedios, Cuadro 33, para profundidades de fertirriego (PF) se observó que los valores fueron similares ubicándose en primer lugar con la mejor respuesta pf1 (profundidad de fertirriego 5 cm) con 2.72% y en segundo lugar pf2 (profundidad de fertirriego 10 cm) con 2.71%.

Tukey al 5% para interacciones (D*Pf), Cuadro 33 y Gráfico 34, detectó tres rangos de significación ubicándose en primer lugar con la mejor respuesta la interacción d1*pf2 (4 pl m-2, profundidad de fertirriego 10 cm) con 3.32% y en último lugar con la menor respuesta la interacción d2pf2 (8 pl m-2, profundidad de fertirriego 10 cm) con 2.10%.

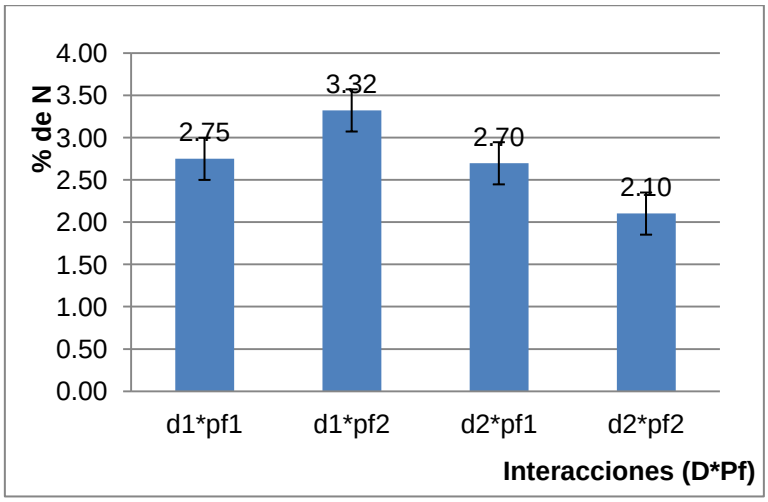


Gráfico 34. Promedios para interacciones del contenido de N de las plantas de tomate (Lycopersicum esculentum Mill.) Cv. Mariana en la evaluación influencia de la profundidad del fertirriego por goteo, sobre el sistema radicular y el rendimiento de dos poblaciones. Tupigachi, Pichincha. 2013

4.8.2. Contenido de Fósforo (P)

Según el ADEVA, Cuadro 32, se observarom diferencias significativas para poblaciones D y profundidades de fertirriego Pf y ninguna significancia para repeticiones e interacciones (D*PF). El promedio fue de 0.33%, el coeficiente de variación (a) fue de 8.16% y el coeficiente de variación (b) fue de 3.54%, siendo valores muy buenos para este tipo de investigación.

DMS al 5% para Poblaciones (D), Cuadro 33 y Gráfico 35, detectó dos rangos de significación, ubicándose en el primer lugar con la mejor respuesta d1 (4 pl m-2) con 0.38% y en segundo d2 (8 pl m-2) con 0.29%.

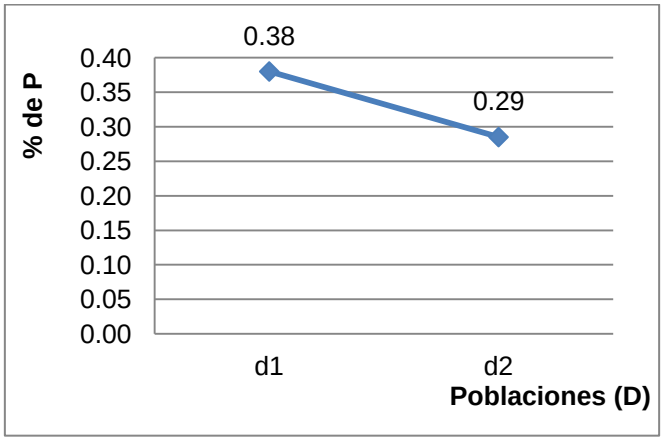


Gráfico 35. Promedios para poblaciones del contenido de P de las plantas de tomate (Lycopersicum esculentum Mill.) Cv. Mariana en la evaluación influencia de la profundidad del fertirriego por goteo, sobre el sistema radicular y el rendimiento de dos poblaciones. Tupigachi, Pichincha. 2013

DMS al 5% para Profundidades de fertirriego, Cuadro 33 y Gráfico 36, detectó dos rangos de significación ubicándose en primer lugar con la mejor respuesta pf2 (profundidad de fertirriego 10 cm) con 0.35% y en segundo lugar con la menor respuesta pf1 (profundidad de fertirriego 5 cm) con 0.32%.

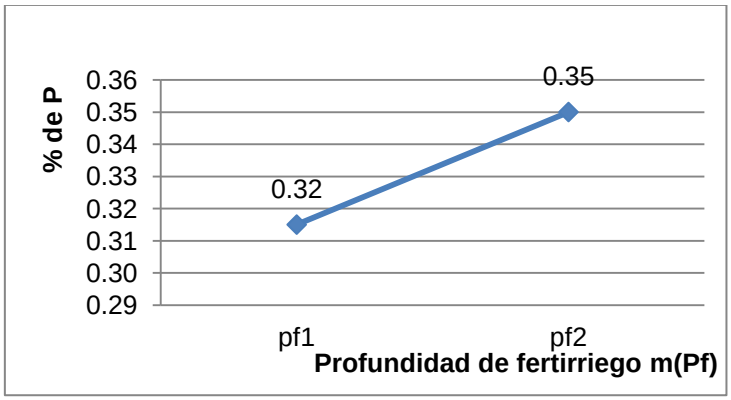


Gráfico 36. Promedio para profundidades de fertirriego del contenido de P de las plantas de tomate (Lycopersicum esculentum Mill.) Cv. Mariana en la evaluación influencia de la profundidad del fertirriego por goteo, sobre el sistema radicular y el rendimiento de dos poblaciones. Tupigachi, Pichincha. 2013

Promedios para interacciones (D*Pf), Cuadro 33 y Gráfico 37, ubica en primer lugar con la mejor respuesta la interacción d1*pf2 (4 pl m-2, profundidad de fertirriego 10cm) con 0.30% y en último lugar con la menor respuesta la interacción d2pf1 (8 pl m-2, profundidad de fertirriego 5 cm) con 0.26%.

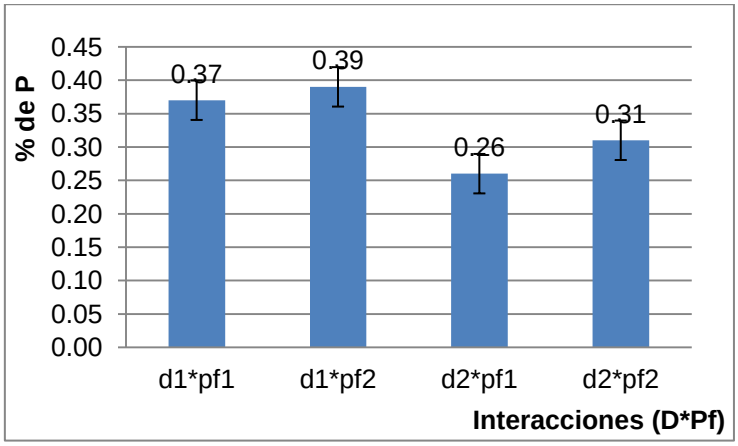


Gráfico 37. Promedio para interacciones del contenido de P de las plantas de tomate (Lycopersicum esculentum Mill.) Cv. Mariana en la evaluación influencia de la profundidad del fertirriego por goteo, sobre el sistema radicular y el rendimiento de dos poblaciones. Tupigachi, Pichincha. 2013

4.8.3. Contenido de Potasio (K)

Según el ADEVA, Cuadro 32, se observaron diferencias significativas para interacciones (D*Pf) y ninguna significancia para poblaciones D, profundidades de fertirriego Pf y repeticiones. El promedio fue de 2.09%, el coeficiente de variación (a) fue de 23.75% y el coeficiente de variación (b) fue de 13.05%, siendo valores buenos para este tipo de investigación.

Promedios para Poblaciones (D), Cuadro 33, ubica en primer lugar a d1 (4 pl m-2) con 2.27% y en segundo a d2 (8 pl m-2) con 1.91%.

Promedios para Profundidades de fertirriego (Pf), Cuadro 33, muestra que los valores fueron similares, ubicando en primer lugar con la mejor respuesta a pf2 con 2.10% y en segundo lugar a pf1 (profundidad de fertirriego 5 cm) con 2.08%.

Tukey al 5% para interacciones (D*Pf), Cuadro 33 y Gráfico 38, detectó tres rangos de significación ubicándose en primer lugar con la mejor respuesta la interacción d1*pf2 (4 pl m-2, profundidad de fertirriego 10 cm) con 2.41%% y en último lugar con la menor respuesta la interacción d2pf2 (8 pl m-2, profundidad de fertirriego 10 cm) con 1.78%.

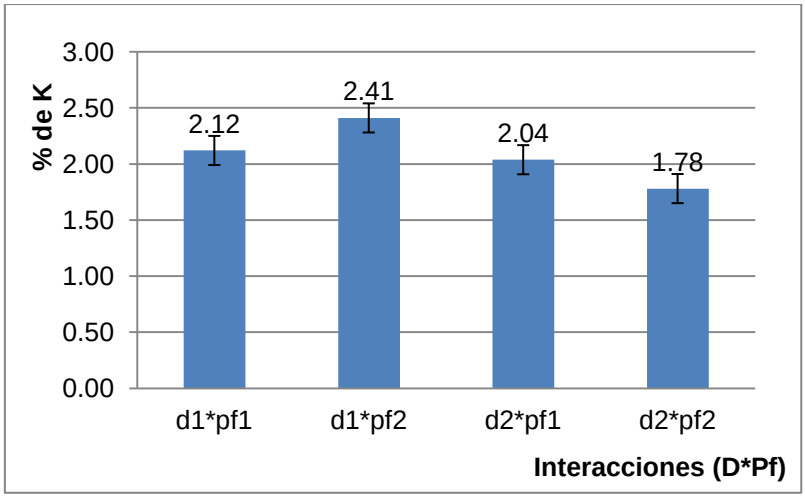


Gráfico 38. Promedios para interacciones del contenido de K de las plantas de tomate (Lycopersicum esculentum Mill.) Cv. Mariana en la evaluación influencia de la profundidad del fertirriego por goteo, sobre el sistema radicular y el rendimiento de dos poblaciones. Tupigachi, Pichincha. 2013

4.8.4. Contenido de Calcio (Ca)

Según el ADEVA, Cuadro 32, no se observó diferencias significativas para ninguno de los factores en estudio. El promedio fue de 3.95%, el coeficiente de variación (a) fue de 25.43% y el coeficiente de variación (b) fue de 18.89%, siendo valores muy buenos para este tipo de investigación.

Promedios para Poblaciones (D), Cuadro 33, ubica en primer lugar a d2 (8 pl m-2) con 4.23% y en segundo lugar a d1 (4 pl m-2) con 3.67%.

Promedios para Profundidades de fertirriego (PF), Cuadro 33, muestra que los valores fueron similares ubicándose en primer lugar con la mejor respuesta pf2 con 4.00% y en segundo lugar a pf1 (profundidad de fertirriego 5 cm) con 3.90%.

Promedios para interacciones (D*Pf), Cuadro 33 y Gráfico 39, ubica en primer lugar con la mejor respuesta a la interacción d2*pf1 (8 pl m-2, profundidad de fertirriego 5 cm) con 4.32% y en último lugar con la menor respuesta a la interacción d1pf1 (4 pl m-2, profundidad de fertirriego 5 cm) con 3.48%.

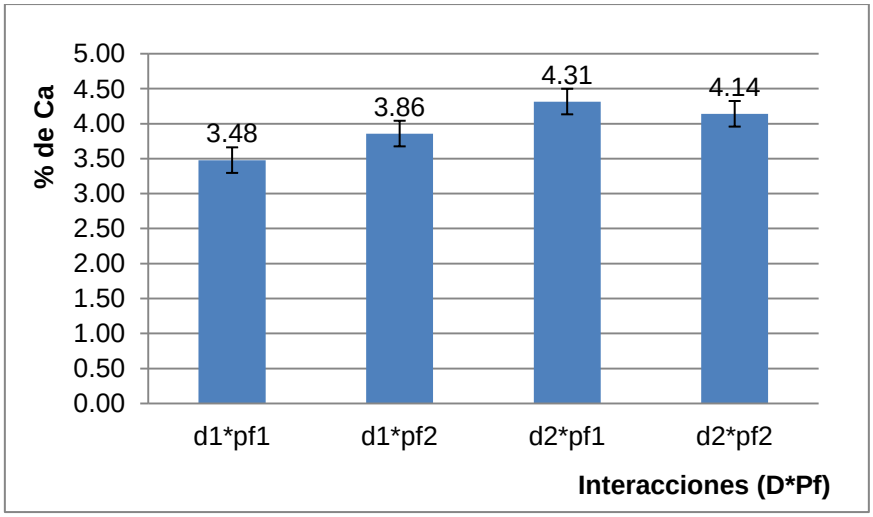


Gráfico 39. Promedios para interacciones del contenido de Ca de las plantas de tomate (Lycopersicum esculentum Mill.) Cv. Mariana en la evaluación influencia de la profundidad del fertirriego por goteo, sobre el sistema radicular y el rendimiento de dos poblaciones. Tupigachi, Pichincha. 2013

4.8.5. Contenido de Magnesio (Mg)

Según el ADEVA, Cuadro 32, no se observó diferencias significativas para ninguno de los factores en estudio. El promedio fue de 0.76%, el coeficiente de variación (a) fue de 19.42% y el coeficiente de variación (b) fue de 5.61%, siendo valores buenos para este tipo de investigación.

Promedios para Poblaciones (D), Cuadro 33, ubica en primer lugar a d1(4 pl m-2) con 0.81% y en segundo lugar d2 (8 pl m-2) con 0.71%.

Promedios para Profundidades de fertirriego (PF), Cuadro 33, muestra que los valores fueron similares, ubicando en primer lugar con la mejor respuesta a pf2 con 0.78% y en segundo lugar a pf1 (profundidad de fertirriego 5 cm) con 0.74%.

Promedios para interacciones (D*Pf), Cuadro 33 y Gráfico 40, ubica en primer lugar con la mejor respuesta a la interación d1*pf2 (4 pl m-2, profundidad de fertirriego 10 cm) con 0.85% y en último lugar con la menor respuesta a la interacción d2pf2 (8 pl m-2, profundidad de fertirriego 10 cm) con 0.70%.

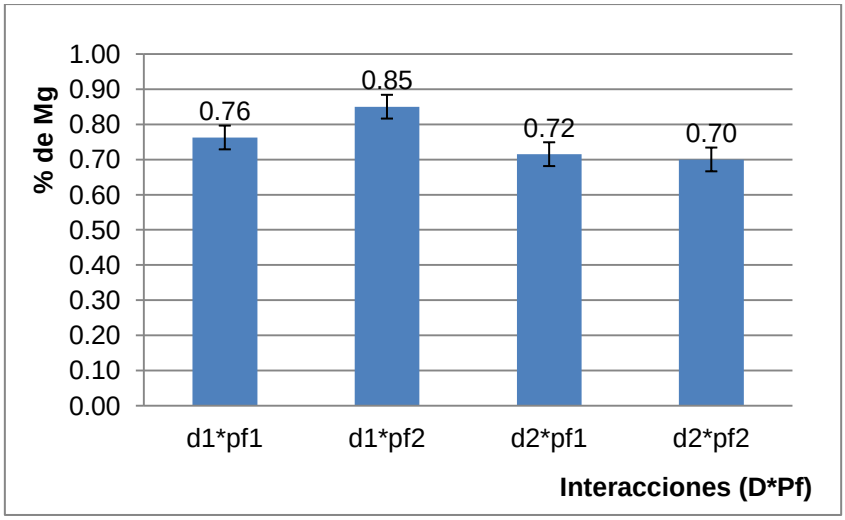


Gráfico 40. Promedios para interacciones del contenido de Mg de las plantas de tomate (Lycopersicum esculentum Mill.) Cv. Mariana en la evaluación influencia de la profundidad del fertirriego por goteo, sobre el sistema radicular y el rendimiento de dos poblaciones. Tupigachi, Pichincha. 2013

Cuadro 32. ADEVA de la variable Análisis foliar a la floración: Contenido de N, P, K, Ca, Mg, de las plantas de tomate (Lycopersicum esculentum Mill.) Cv. Mariana en la evaluación influencia de la profundidad del fertirriego por goteo, sobre el sistema radicular y el rendimiento de dos poblaciones.Tupigachi, Pichincha. 2013

F de V	GL	CM				
		N	P	K	Ca	Mg
Total	15					
Repeticiones	3	0.51 ns	0.001ns	0.163 ns	0.56 ns	0.007 ns
Población (d)	1	1.62 ns	0.036*	0.508 ns	1.25 ns	0.039 ns
Error a	3	0.40	0.002	0.118	0.26	0.029
Prof. Fert. PF	1	0.00 ns	0.005*	0.001 ns	0.04 ns	0.005 ns
D*PF	1	1.36 *	0.001ns	0.300 *	0.31 ns	0.011 ns
Error b	6	0.11	0.000	0.036	0.14	0.002
Promedio	%	2.72	0.33	2.09	3.95	0.76
CV (a)	%	38.13	8.16	23.75	25.43	19.42
CV (b)	%	19.77	3.54	13.05	18.89	5.61

Cuadro 33. Promedios y pruebas de significación de la variable Análisis foliar al inicio de la floración: Contenido de N, P, K, Ca y Mg de las plantas de tomate (Lycopersicum esculentum Mill.) Cv. Mariana en la evaluación influencia de la profundidad del fertirriego por goteo, sobre el sistema radicular y el rendimiento de dos poblaciones. Tupigachi, Pichincha. 2013

FACTORES	DESCRIPCIÓN	N (%)	P (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)
Poblaciones						
d1	8 plantas/m2	3.04	0.38 a	2.27	3.67	0.81
d2	4 plantas/m2	2.4	0.29 b	1.91	4.23	0.71
Profundidades de fertirriego						
pf1	5 cm	2.72	0.32 b	2.08	3.9	0.74
pf2	10 cm	2.71	0.35 a	2.1	4	0.78
Interacciones D*PF						
d1*pf1	4 plantas/m2 / 5cm	2.75 b	0.37	2.12 b	3.48	0.76
d1*pf2	4 plantas/m2 / 10 cm	3.32 a	0.39	2.41 a	3.86	0.85
d2*pf1	8 plantas/m2 / 5 cm	2.70 b	0.26	2.04 d	4.32	0.72
d2*pf2	8 plantas/m2 / 5 cm	2.10 c	0.31	1.78 c	4.14	0.7

4.9. Con centración de Azúcares (Grados Brix)

En el ADEVA, Cuadro 34, se detectó diferencias significativas para Poblaciones (D), Profundidades de fertirriego (Pf) e interacciones (D*Pf) y ninguna diferencia significativa para repeticiones. El promedio fue de 7.63%. El coeficiente de variación (a) fue de 2.16% y el coeficiente de variación (b) fue de 4.83%, siendo valores excelentes para este tipo de investigación.

Cuadro 34. ADEVA de los grados Brix del fruto de tomate (Lycopersicum esculentum Mill.) Cv. Mariana en la evaluación influencia de la profundidad del fertirriego por goteo, sobre el sistema radicular y el rendimiento de dos poblaciones. Tupigachi, Pichincha. 2013

		CM
F de V	GL	Grados Brix
Total	15	
Repeticiones	3	0.03 ns
Población (d)	1	0.39 *
Error a	3	0.00
Prof. Fert. PF	1	0.49 *
D*PF	1	0.60 *
Error b	6	0.02
Promedio		7.63 %
CV(a)		2.16 %
CV(b)		4.83 %

DMS al 5% para Poblaciones (D), Cuadro 35 y Gráfico 41, detectó dos rangos de significación ubicándose en el primer lugar con la mejor respuesta d1 (4 pl m-2) con 7.78%/fruto y en segundo lugar d2 (8 pl m-2) con 7.47%/fruto.

El potasio es el elemento más demandado por la planta de tomate y tiene gran relación con la calidad del fruto; el criterio de aplicación es similar al nitrógeno (Cortéz 1994).

Los resultados obtenidos donde el mayor porcentaje de grados brix se obtuvo con la población d1(4 plm-2) con 7.78% (Cuadro 35 y Gráfico 41) se debe al contenido de potasio (K) presentes en la planta, donde los resultados de los análisis foliares evaluados a la floración no mostraron diferencias significativas entre las poblaciones pero la población con la que se obtuvo una mayor concentración de potasio fue con d1(4 plm-2) con un promedio de 2.27% a diferencia de la población d2 (8 pl m-2) cuyo valor fue de 1.91% (Cuadro 33). En tanto que los resultados encontrados en el extracto celular de nutrientes (ECP) mostraron diferencias altamente significativas para poblaciones, donde con la población d1se obtuvo una mayor concentración con 3 707 ppm de K, mientras que con la densidad d2 el contenido fue de 3 021 ppm de K (Cuadro 31 y Gráfico 25), lo cual demuestra la obtención de frutos más dulces en la población d1. Estos resultados se encuntran relacionados con la mayor disponibilidad de nutrientes para la menor población de plantas d1; Así también la mayor concentración de azucares

se debe a que esta población al tener una menor densidad tuvo mayor aireación y un mayor paso de luz a diferencia de la población d2 (8 plm-2) donde disminuyó la aireación al igual que el paso de luz.

Cuadro 35. DMS al 5% para grados Brix del fruto de tomate (Lycopersicum esculentum Mill.) Cv. Mariana de la evaluación influencia de la profundidad del fertirriego por goteo, sobre el sistema radicular y el rendimiento de dos poblaciones. Tupigachi, Pichincha. 2013

CÓDIGO	SIGNIFICADO	PROMEDIO (%)	RANGOS DE SIGNIFICACIÓN
d1	4 pl m-2	7.78	a
d2	8 pl m-2	7.47	b

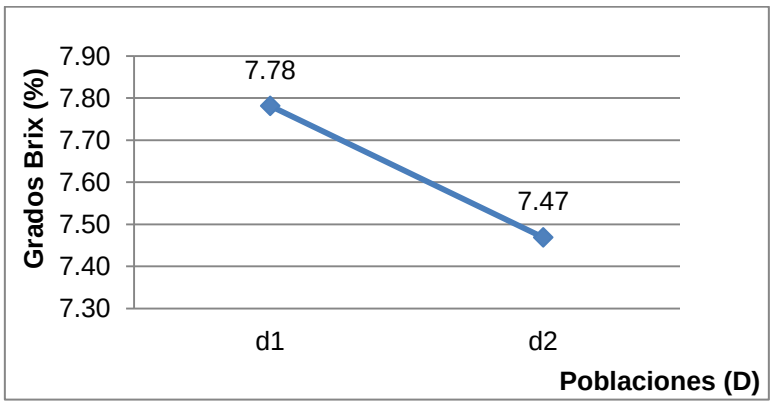


Gráfico 41. Promedios para poblaciones de grados Brix del fruto de tomate (Lycopersicum esculentum Mill.) Cv. Mariana en la evaluación influencia de la profundidad del fertirriego por goteo, sobre el sistema radicular y el rendimiento de dos poblaciones. Tupigachi, Imbabura. 2013

DMS al 5% para Profundidades de fertirriego, Cuadro 36 y Gráfico 42, detectó dos rangos de significación ubicándose en primer lugar con la mejor respuesta pf1 (profundidad de fertirriego a 5 cm) con 7.8% fruto-1 y en segundo lugar con la menor respuesta pf2 (profundidad de fertirriego 10 cm) con 7.45% fruto-1.

Los resultados obtenidos donde el mayor porcentaje de grados Brix se obtuvo con pf1 (profundidad de fertirriego 5 cm) con 7.8% (Cuadro 36 y Gráfico 42) se debe al contenido de potasio (K) presente en las plantas, lo que se halla relacionado con el sistema radicular, pues bajo esta profundidad tanto a la floración como al final de la cosecha se observó que hubo una mayor concentración de raíces absorbentes en su sistema radicular, lo que facilitó la absorción de los nutrientes.

Cuadro 36. DMS al 5% para grados Brix del fruto de tomate (Lycopersicum esculentum Mill.) Cv. Marianaen la evaluación influencia de la profundidad del fertirriego por goteo, sobre el sistema radicular y el rendimiento de dos poblaciones. Tupigachi, Pichincha. 2013

CÓDIGO	SIGNIFICADO	PROMEDIO (%)	RANGOS DE SIGNIFICACIÓN
pf1	Profundidad de fertirriego 5 cm	7.80	a
pf2	Profundidad de fertirriego 10 cm	7.45	b

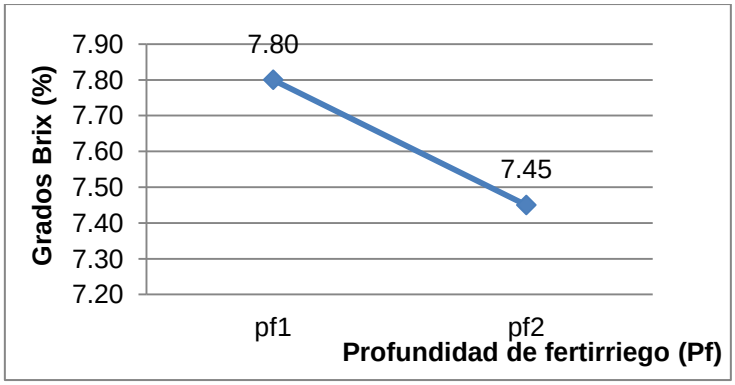


Gráfico 42. Promedios para profundidades de fertirriego de los grados brix del fruto de tomate (Lycopersicum esculentum Mill.) Cv. Mariana en la evaluación influencia de la profundidad del fertirriego por goteo, sobre el sistema radicular y el rendimiento de dos poblaciones. Tupigachi, Pichincha. 2013

Tukey al 5% para interacciones (D*Pf), Cuadro 37 y Gráfico 43, detectó dos rangos de significación ubicándose en primer lugar con la mejor respuesta la interacción d1*pf1 (4 pl m-2, profundidad de fertirriego 5 cm) con 8.15% y compartiendo el segundo lugar las interacciones d1*pf2, d2pf1, d2pf2 y de estas con la menor respuesta la interacción d2pf2 (8 pl m-2, profundidad de fertirriego 10 cm) con 7.41%.

Los resultados obtenidos donde el mayor porcentaje de grados brix se obtuvo con la interacción d1pf1 (4 pl m-2, profundidad de fertirriego 5 cm) con 8.15% (Cuadro37 y Gráfico 43) está relacionado con el contenido de potasio (K) diagnosticado en las plantas por medio del análisis foliar y de ECP, lo cual se puede relacionar con la mejor absorción de este catión y de los otros nutrientes por el mejor desarrollo del sistema radicular y el espaciamiento entre las plantas.

Cuadro 37. Tukey al 5% para grados Brix del fruto de tomate (Lycopersicum esculentum Mill.) Cv. Mariana de la evaluación influencia de la profundidad del fertirriego por goteo, sobre el sistema radicular y el rendimiento de dos poblaciones. Tupigachi, Pichincha. 2013

CÓDIGO	SIGNIFICADO	PROMEDIO (%)	RANGOS DE SIGNIFICACIÓN
d1*pf1	4 pl m-2/Prof. fertirriego 5 cm	8.15	a
d2*pf2	8 pl m-2/Prof. Fertirriego 10 cm	7.49	b
d2*pf1	8 pl m-2/Prof. fertirriego 5 cm	7.45	b
d1*pf2	4 pl m-2/Prof. fertirriego 10 cm	7.41	b

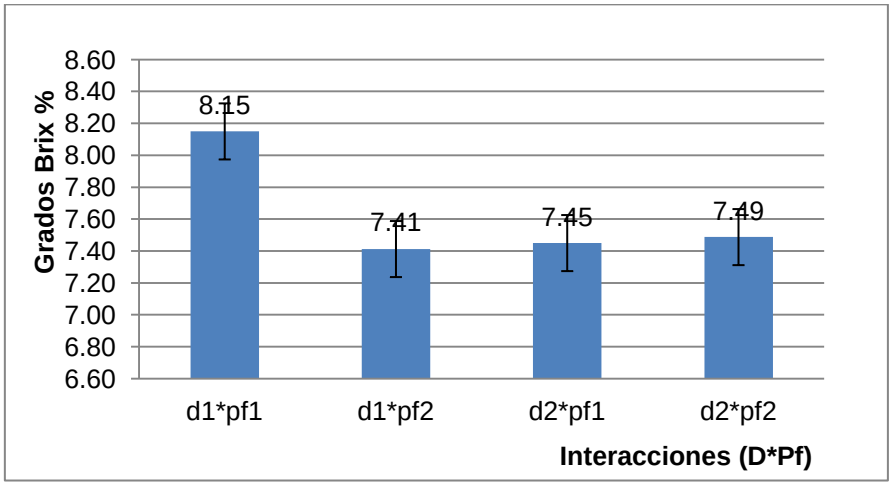


Gráfico 43. Promedios para interacciones de los grados Brix del fruto de tomate (Lycopersicum esculentum Mill.) Cv. Mariana en la evaluación influencia de la profundidad del fertirriego por goteo, sobre el sistema radicular y el rendimiento de dos poblaciones. Tupigachi, Pichincha. 2013

4.10. Determinación de la acidez

En el ADEVA, Cuadro 38, no se observó significancia estadística en ninguno de los factores. El promedio fue de 0.59 %. El coeficiente de variación (a) fue de 10.03% y el coeficiente de variación (b) fue de 6.77%, siendo valores excelentes para este tipo de investigación.

Cuadro 38. ADEVA de la acidez del fruto de tomate (Lycopersicum esculentum Mill.) Cv. Mariana en la evaluación influencia de la profundidad del fertirriego por goteo, sobre el sistema radicular y el rendimiento de dos poblaciones. Tupigachi, Pichincha. 2013

F de V	GL	CM
		ACIDEZ
Total	15	
Repeticiones	3	0.001
Población (D)	1	0.006 ns
Error a	3	0.006
Prof. Fert. PF	1	0.000 ns
D*PF	1	0.000 ns
Error b	6	0.003
Promedio		0.59 %
CV (a)		10.03 %
CV (b)		7.77 %

Promedios, Cuadro 40, para Poblaciones (D) muestra que la mejor respuesta se obtuvo con la población d1 (4 pl/m2) con 0.57% mientras que en segundo lugar la población d2 (8 pl/m2) con un valor de 0.61%.

Promedios, Cuadro 40, para Profundidades de fertirriego, se observó que los valores fueron iguales con un promedio de 0.59%.

Promedios, Cuadro 40, para interacciones (D*Pf) (población de plantas y profundidades de fertirriego) ubicó en primer lugar a la interacción d1*pf2 (4 pl m-2, profundidad de fertirriego 10 cm) con 0.56% mientras que en último lugar las interacciones d2*pf1 (8 pl m-2, profundidad de fertirriego 5 cm) y d2*pf2 (8 pl m-2, profundidad de fertirriego 10 cm) con 0.61%.

En base a los resultados, según el ADEVA, Cuadro 38, se puede indicar que no existieron diferencias entre los tratamientos evaluados y los factores en estudio no tuvieron ningún efecto sobre la variable acidez. Por tanto, los tratamientos fueron iguales y sus valores se presentan en el Cuadro 40.

4.11. Determinación de la conductibilidad eléctrica del zumo del fruto

En el ADEVA, Cuadro 39, no se observó significancia estadística para ninguno de los factores. El promedio fue de 4.63 dSm-1. El coeficiente de variación (a) fue de 9.64% y el coeficiente de variación (b) fue de 12.98%, siendo valores muy buenos para este tipo de investigación.

Cuadro 39. ADEVA de la conductividad eléctrica del zumo del fruto de tomate (Lycopersicum esculentum Mill.) Cv. Mariana en la evaluación influencia de la profundidad del fertirriego por goteo, sobre el sistema radicular y el rendimiento de dos poblaciones. Tupigachi, Pichincha. 2013

F de V	GL	CM CE
Total	15	
Repeticiones	3	0.02 ns
Población (D)	1	0.08 ns
Error a	3	0.04
Prof. Fert. PF	1	0.00 ns
D*PF	1	0.20 ns
Error b	6	0.08
Promedio		4.63 dSm-1
CV (a)		9.64 %
CV (b)		12.98 %

Promedios, Cuadro 40, para Poblaciones (D) se observó que la mejor respuesta se obtuvo con la población d2 (8 plantas/m2) con un valor de 4.70 dSm-1 mientras en segundo lugar la población d1 (4 plantas/m2) con 4.56 dSm-1.

Promedios, Cuadro 40, para Profundidades de fertirriego (PF) se observó que la mejor respuesta se obtuvo con pf2 (profundidad de fertirriego 10 cm) con 4.64 dSm-1 y en segundo lugar pf1 (profundidad de fertirriego 5 cm) con 4.62 dSm-1.

Promedios, Cuadro 40, para interacciones (D*Pf) (población de plantas y profundidades de fertirriego) ubicó en primer lugar a la interacción d2*pf2 (8 pl m-2, profundidad de fertirriego 10 cm) con 4.83 dSm-1, mientras que en último lugar con la menor la interacción d1*pf2 (4 pl m-2, profundidad de fertirriego 10 cm) con 4.46 dSm-1

Al analizar los resultados obtenidos se puede decir que no existieron diferencias entre los tratamientos evaluados, los factores en estudio no tuvieron ninguna influencia sobre la variable conductividad eléctrica del zumo del fruto. Por tanto, sus tratamientos fueron iguales y los resultados se muestran en el Cuadro 40.

Cuadro 40. Promedios para dos variables del cultivo de tomate (Lycopersicum esculentum Mill.) Cv. Mariana en la evaluación influencia de la profundidad del fertirriego por goteo, sobre el sistema radicular y el rendimiento de dos poblaciones. Tupigachi, Pichincha. 2013

FACTORES	DESCRIPCIÓN	PROMEDIOS	
		ACIDEZ %	CE dSm-1
Población D			
d1	8 plantas/m2 (un brazo)	0.57	4.56
d2	4 plantas/m2 (dos brazos)	0.61	4.70
Prof. Fert. PF			
pf1	5 cm	0.59	4.62
pf2	10 cm	0.59	4.64
Interacciones D*PF			
d1*pf1	4 plantas/m2 (dos brazos)/10 cm	0.58	4.66
d1*pf2	4 plantas/m2 (dos brazos)/5 cm	0.56	4.46
d2*pf1	8 plantas/m2 (un brazo)/10 cm	0.61	4.58
d2*pf2	8 plantas/m2 (un brazo)/5 cm	0.61	4.83

4.12. Concentración de sólidos en el fruto

En el ADEVA, Cuadro 41, se detectó diferencias significativas para Poblaciones (D), Profundidades de fertirriego (Pf), interacciones (D*Pf) y repeticiones. El promedio fue de 9.58%. El coeficiente de variación (a) fue de 4.64% y el coeficiente de variación (b) fue de 11.30%, siendo valores muy buenos para este tipo de investigación.

Cuadro 41. ADEVA de la concentración de sólidos del fruto de tomate (Lycopersicum esculentum Mill.) Cv. Mariana en la evaluación influencia de la profundidad del fertirriego por goteo, sobre el sistema radicular y el rendimiento de dos poblaciones. Tupigachi, Pichincha. 2013

F de V	GL	CM
		Concentración de sólidos
Total	15	
Repeticiones	3	0.34 *
Población (D)	1	0.23 *
Error a	3	0.02
Prof. fert. PF	1	2.48*
D*PF	1	17.85*
Error b	6	0.12
Promedio		9.58 %
CV (a)		4.64 %
CV (b)		12.98 %

DMS al 5% para Poblaciones (D), Cuadro 42 y Gráfico 44, detectó dos rangos de significación ubicándose en el primer lugar con la mejor respuesta d2 (8 pl m-2) con 9.70% y en segundo lugar d1 (4 pl m-2) con 9.46%.

Los resultados obtenidos donde la mayor concentración de sólidos en el fruto se obtuvo con la población d2 (8plm-2) se debe a que al haberse obtenido frutos de tamaño más regular, condición requerida, la concentración de sólidos en el fruto tuvo una mejor distribución, dando una condición de mejor uniformidad de los mismos. La condición de haber tenido un mejor sistema radicular, de seguro ayudó a una mejor absorción de los nutrientes para provocar una mejor concentración de los sólidos en los frutos cosechados (Anexo 20)

Cuadro 42. DMS al 5% para concentración de sólidos en el fruto de tomate (Lycopersicum esculentum Mill.) Cv. Mariana de la evaluación influencia de la profundidad del fertirriego por goteo, sobre el sistema radicular y el rendimiento de dos poblaciones. Tupigachi, Pichincha. 2013

CÓDIGO	SIGNIFICADO	PROMEDIO % de sólidos	RANGOS DE SIGNIFICACIÓN
d2	8 pl m-2	9.70	a
d1	4 pl m-2	9.46	b

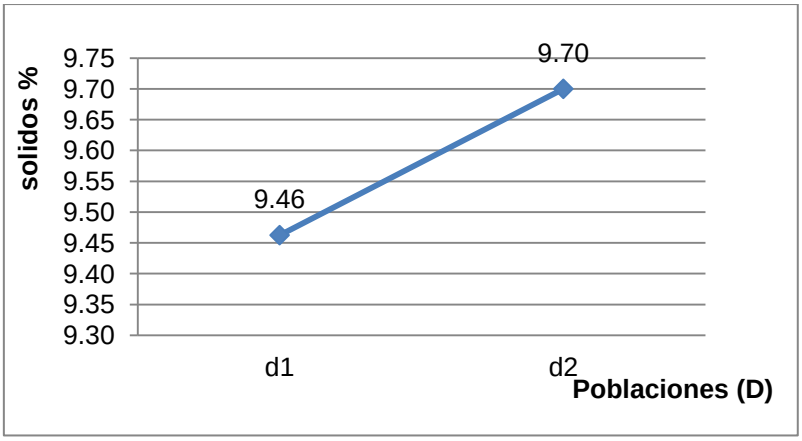


Gráfico 44. Promedios para poblaciones de la concentración de sólidos del fruto de tomate (Lycopersicum esculentum Mill.) Cv. Mariana en la evaluación influencia de la profundidad del fertirriego por goteo, sobre el sistema radicular y el rendimiento de dos poblaciones. Tupigachi, Pichincha. 2013

DMS al 5% para Profundidades de fertirriego, Cuadro 43 y Gráfico 45, detectó dos rangos de significación ubicándose en primer lugar con la mejor respuesta pf1 (profundidad de fertirriego 5 cm) con 9.98% y en segundo lugar con la menor respuesta pf2 (profundidad de fertirriego a 10 cm) con 9.19%.

Los resultados obtenidos donde la mayor concentración de sólidos en el fruto se obtuvieron con pf1, confirma lo ya manifestado sobre el sistema radicular de las plantas fertirrigadas a 5 cm de profundidad, las que presentaron un buen desarrollo radicular en las dos etapas de evaluación a la floración y al final de cosecha (Anexo 20); por tanto, la planta tuvo mayor capacidad de absorción de agua y nutrientes de la solución del suelo.

Cuadro 43. DMS al 5% para concentración de sólidos del fruto de tomate (Lycopersicum esculentum Mill.) Cv. Mariana en la evaluación influencia de la profundidad del fertirriego por goteo, sobre el sistema radicular y el rendimiento de dos poblaciones. Tupigachi, Pichincha. 2013

CÓDIGO	SIGNIFICADO	PROMEDIO % de sólidos	RANGOS DE SIGNIFICACIÓN
pf1	Profundidad de fertirriego 5 cm	9.98%	a
pf2	Profundidad de fertirriego 10 cm	9.19%	b

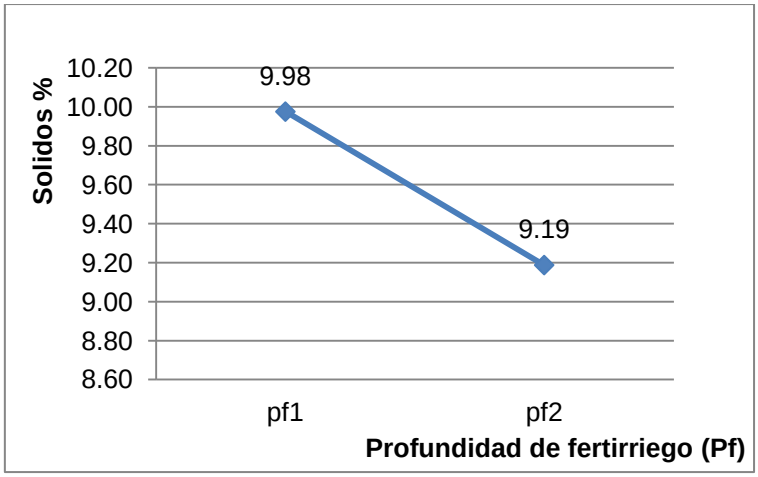


Gráfico 45. Promedios para profundidades de fertirriego de la concentración de sólidos del fruto de tomate (Lycopersicum esculentum Mill.) Cv. Mariana en la evaluación influencia de la profundidad del fertirriego por goteo, sobre el sistema radicular y el rendimiento de dos poblaciones. Tupigachi, Pichincha. 2013

Tukey al 5% para interacciones (D*Pf), Cuadro 44 y Gráfico 46, detectó cuatro rangos de significación ubicándose en primer lugar con la mejor respuesta la interacciones d2pf1 (8 pl m-2, profundidad de fertirriego 5 cm) con 11.15% y en último lugar con la menor respuesta la interacción d2*pf2 (8 pl m-2, profundidad de fertirriego 10 cm) con 8.25%.

Los resultados obtenidos donde la mayor concentración de sólidos en el fruto se obtuvo con la interacción d2pf1 (8 pl m-2, profundidad de fertirriego 5 cm), coinciden con los resultados obtenidos al evaluar la variable producción (Cuadro 29 y Gráfico 16, Anexo 20). Por tanto, se puede afirmar que un mayor desarrollo radicular permite a la planta tomar una mayor cantidad de nutrientes, lo cual se vio reflejada en una mayor producción y una mayor concentración de sólidos en la fruta (Cuadro 44 y Gráfico 46).

Cuadro 44. Tukey al 5% para concentración de sólidos del fruto de tomate (Lycopersicum esculentum Mill.) Cv. Mariana de la evaluación influencia de la profundidad del fertirriego por goteo, sobre el sistema radicular y el rendimiento de dos poblaciones. Tupigachi, Pichincha. 2013

CÓDIGO	SIGNIFICADO	PROMEDIO % de sólidos	RANGOS DE SIGNIFICACIÓN
d2*pf1	8 pl m-2/Prof. fertirriego 10 cm	11.15	a
d1*pf2	4 pl m-2/Prof. fertirriego 5 cm	10.13	b
d1*pf1	4 pl m-2/Prof. fertirriego 10 cm	8.80	c
d2*pf2	8 pl m-2/Prof. fertirriego 5 cm	8.25	d

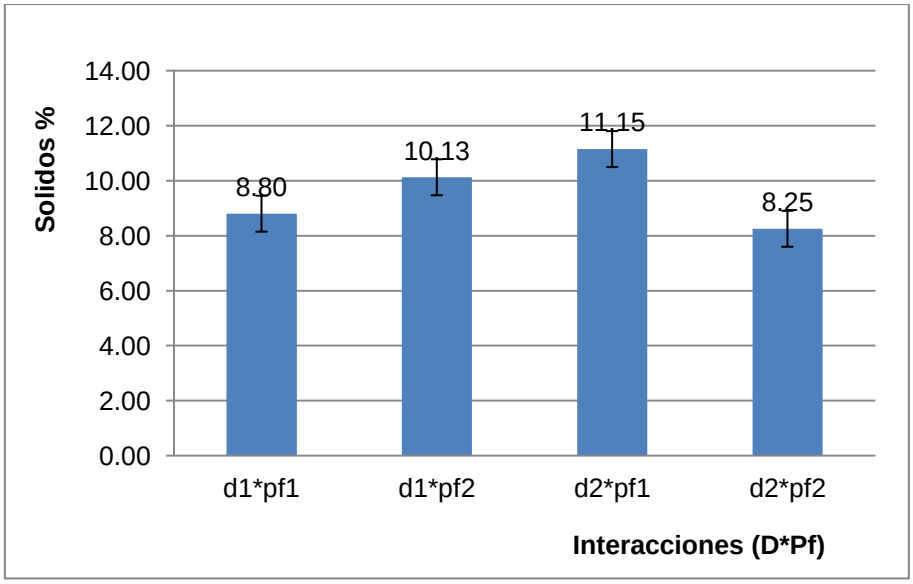


Gráfico 46. Promedios para interacciones de la concentración de sólidos del fruto de tomate (Lycopersicum esculentum Mill.) Cv. Mariana en la evaluación influencia de la profundidad del fertirriego por goteo, sobre el sistema radicular y el rendimiento de dos poblaciones. Tupigachi, Pichincha. 2013

4.13. Análisis Financiero

Se calculó el costo total de los tratamientos (Anexo 19, 20, 21) tomando en cuenta que el ciclo de cultivo corresponde a siete meses, además se evaluó hasta el quinto racimo por ser un cultivar de crecimiento determinado y se determinó la relación B/C. Es necesario indicar que el tomate doble propósito se comercializó a 0.50 centavos de dólar el kg en el período comprendido entre junio–agosto de 2013.

Al determinar la relación B/C, Cuadro 45, se observa que la mejor relación B/C, corresponde a la interacción Pf1d2 con 1.56; es decir, que por cada dólar invertido se obtiene una utilidad 0.56 USD; mientras que, Pf2d2 es la interacción que presenta la menor relación B/C con 1.47, indicando que por cada dólar invertido se gana .47 USD. Lo cual significa que una utilidad de 0.56 centavos por cada dólar invertido es rentable para la producción de tomate doble propósito bajo invernadero. Ya que como se mencionó la evaluación se a realizó hasta el 5 racimo únicamente.

Cuadro 45. Análisis financiero del cultivo de tomate doble propósito (Lycopersicum esculentum Mill.) Cv. Mariana de la evaluación influencia de la profundidad del fertirriego por goteo, sobre el sistema radicular y el rendimiento de dos poblaciones. Tupigachi, Pichincha. 2013

CODIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN	RENDIMIENTO t/ha	COSTO TOTAL USD/ha	BENEFICIO BRUTO USD/ha	UTILIDAD USD/ha	RELACIÓN B/C
Pf1 d1	5cm /4 pl m2	29.38	20 183.94	29 380.0	9 196.06	1.456
Pf1 d2	5cm /8 pl m2	31.48	20 183.94	31 480.0	11 296.06	1.560
Pf2 d1	10cm/4 plm2	29.20	20 183.94	29 200.0	9 016.06	1.447
Pf2 d2	10cm/8 pl m2	29.65	20 183.94	29 650.0	9 466.06	1.469

5. CONCLUSIONES

1. La profundidad de la cinta de goteo con la que se obtuvo mejor desarrollo del sistema radicular y por tanto, mejor desarrollo de las plantas fue la Pf1 (Profundidad de fertirriego 5 cm), alcanzando el mejor rendimiento con 30.43 t/ha.
2. La población con la que se obtuvo un mejor desarrollo del sistema radicular y, por tanto, mejor desarrollo de las plantas fue la d2 (8 pl m-2), donde se obtuvieron frutos de tamaño uniforme y de características organolépticas muy aceptables para uso en la agroindustria del tomate en el país; además, fue la que alcanzó el mayor rendimiento, con 30.56 t/ha.
3. La interacción Pf1 d2 (Profundidad de fertirriego 5 cm/8 pl m^{-2}) fue considerada estadísticamente la mejor y fue con la que se obtuvo el mayor rendimiento, con 31.48 t/ha.
4. El análisis económico al calcular la relación B/C determinó que la interacción profundidad de fertirriego 5 cm de 8 pl m-2 fuera la mejor, con 1.56 USD; es decir, que por cada dólar invertido se obtiene una utilidad 0.56 USD.

6. RECOMENDACIONES

1. Utilizar el fertirriego subterráneo a 5 cm de profundidad ya que a ese nivel se encuentra la mayor parte de las raíces absorbentes (aproximadamente el 70%) porque con este se obtienen los mejores rendimientos; este resultado comprueba una vez más lo encontrado por otros autores en tesis similares (Herrera 2013, Jarrín 2014).
2. Utilizar una densidad de siembra de 8 plantas/m^2 para variedades o híbridos industriales porque con esta se obtienen los mejores rendimientos con frutos uniformes, con pesos que oscilan entre 100 y 125 gramos, ideales para el proceso de industrialización.
3. Realizar una nueva investigación en la que se involucren otros factores en estudio y bajo otras condiciones edafo-climáticas y que se asegure la dotación permanente del agua.

7. RESUMEN

El tomate (Lycopersicum esculentum) es la hortaliza más cultivada en todo el mundo y la de mayor valor económico. Su demanda aumenta continuamente y con ella su cultivo, producción y comercio. El incremento anual de la producción en los últimos años se debe principalmente al aumento en el rendimiento y, en menor proporción, al aumento de la superficie (Escalona, 2009).

El cultivo protegido constituye una tecnología promisoria para extender los calendarios de cosecha de las hortalizas, según Casanova et al. (2007) y es reconocida a nivel mundial como una tecnología agrícola de avanzada, que mantiene la producción de hortalizas frescas durante todo el año, lo cual incluye la práctica de fertirriego para aplicar los nutrimentos de forma exacta y uniforme al volumen radicular humedecido, en función de las etapas fenológicas del cultivo.

El agua es el elemento esencial para el desarrollo de los procesos fisiológicos de todo ser vivo. Constituye el medio primario para las reacciones químicas y el movimiento de sustancias a través de las diversas partes de las plantas. Este recurso natural es el primer factor que determina el rendimiento de los cultivos, así un cultivo sin humedad cerrará sus estomas, enrollará sus hojas, reduciendo el crecimiento de sus partes, afectando notablemente al rendimiento. El objetivo del riego es proveer de agua a los cultivos en cantidad adecuada para evitar daños que repercutan en la disminución del rendimiento. Los productores deben entonces obtener respuestas a los siguientes aspectos: cómo regar, cuánto regar y cuándo regar (INIFAP 2006).

La fertilización a través del sistema de riego, denominada fertirrigación, ya sea vía riego por goteo o por microaspersión, es la forma que más se aproxima al ritmo de absorción de agua y de nutrientes por la planta ya que diariamente puede entregar a los cultivos dichos elementos (Padilla 1996).
El riego por goteo subterráneo comenzó a difundirse porque generalmente logra mayores eficiencias de aplicación y uso del agua y fertilizantes que el goteo superficial, además controla el almacenamiento.

La evaluación de diferentes profundidades de riego en tomate está basado en la ubicación del sistema radicular que está compuesto por una raíz principal, raíces secundarias y raíces adventicias, formando un conjunto que puede tener un radio de hasta 1.5 m, alcanza más de 0.5 m de profundidad (FUNDAGRO, 1993). Sin embargo, el 70% de raíces se localiza a menos de 0.20 m de la superficie. Todas las raíces absorben agua pero los minerales son absorbidos por las raíces más próximas a la superficie, por lo que hay que tener cuidado al realizar el aporque para no destruir parte del sistema radicular que se encuentra a ese nivel (Universidad de Oriente, 2004).

Además, se menciona que el éxito del riego por goteo es el desarrollo radical de la planta que se acumula en el sitio donde existe mayor humedad en el perfil y que permite tomar el agua y los nutrientes con mucha facilidad. Existe muy poca información sobre investigación realizada a nivel de las raíces de las plantas; por lo tanto, muy poco se conoce sobre cuáles deberían ser las condiciones óptimas para que los cultivos alcancen una buena producción. No se conoce mucho con respecto a la relación raíz y parte aérea de la planta ni la verdadera ubicación de las raíces absorbentes para hacer de ellas más eficientes.

Por lo mencionado, se propone la realización del presente ensayo, para lo cual se plantearon los siguientes objetivos:

1. Estudiar el efecto de la fertirrigación sobre el desarrollo del sistema radical a dos profundidades, bajo dos poblaciones de plantas de tomate doble propósito (*Lycopersicum esculentum* Mill.) Cv. Mariana, en la zona de Tupigachi, Pichincha.

2. Determinar la profundidad óptima de fertirriego que permita un mejor desarrollo del sistema radicular e incremento de la producción.
3. Determinar la mejor población de plantas, que permita un mejor desarrollo del sistema radicular e incremento de la producción de tomate.

4. Determinar la interacción de las profundidades de fertirriego y poblaciones de plantas, que permita obtener un mejor desarrollo del sistema radicular e incremento de la producción.

5. Realizar el análisis financiero de las interacciones en estudio.

La investigación se realizó en la Granja Integral de la comunidad de Chaupiloma, ubicada en la provincia de Pichincha, cabecera cantonal Tabacundo, parroquia Tupigachi, a una altitud de 2 965 msnm.

Las interacciones resultaron de la combinación de dos profundidades de fertirriego y dos poblaciones de plantas. Las profundidades de fertirriego fueron 0, 5 y 10 cm. Las poblaciones fueron de 4 y 8 plantas m^{-2}.

Para el análisis estadístico, se utilizó un diseño de parcela dividida y cuatro repeticiones, se utilizaron 16 parcelas experimentales de 9.6 m^{-2} (12 m x 0.8 m).

Las variables estudiadas fueron: días a la floración, longitud de la raíz a la floración, peso de la raíz a la floración, longitud de la raíz al final de la cosecha, peso de la raíz al final de la cosecha, Extracto Celular de Nutrientes (ECP) a la floración, análisis foliar a la floración, producción de tomate, concentración de sólidos en el fruto, concentración de azúcares en el fruto (grados brix), acidez del zumo del fruto, conductividad eléctrica del zumo del fruto (CE) y análisis financiero.

Se debe señalar que durante el ensayo el cultivo pasó por un periodo de estrés ocasionado por un déficit hídrico, el cual estuvo fuera del alcance y manejo del ejecutor. En todo caso, como la deficiencia hídrica fue para todo el ensayo, los bajos resultados alcanzados respecto a la producción, tuvieron un factor limitante que fue el agua, pero esto no impidió realizar el resto de las evaluaciones planteadas.

Lo ocurrido durante la conducción de este trabajo es un indicativo de lo que acontece en forma muy regular en el área rural, donde se manifiesta un deficiente manejo del recurso hídrico y un muy limitado servicio de distribución.

El déficit hídrico coincidió con la fecundación y llenado de frutos del primer racimo, donde se observaron lecturas de los tensiómetros con valores de 18 y 16 centibares, a 15 y 30 cm de profundidad respectivamente.

El riego se fundamentó en la evapotranspiración de referencia o potencial, los datos obtenidos oscilaron entre 1.5 mm hasta 4.0 mm de evaporación diaria, realizando un suministro de una lámina promedio de 3.0 mm/día.

Además, el suministro de agua en el cultivo se lo realizó tomando en cuenta como referencia las lecturas obtenidas de los tensiómetros instalados en las parcelas experimentales.

Los principales resultados de la investigación fueron:

1. Para la variable días a la floración, se detectaron diferencias significativas para Poblaciones (D) y ninguna significancia estadística para repeticiones, profundidades de fertirriego (Pf) e interacciones (D*Pf). El promedio fue de 69 días. Para poblaciones se detectaron dos rangos de significación, ubicándose en primer lugar la población a d2 (8 plm^{-2}), con 61 días y en segundo lugar d1 (4 plm^{-2}), con 76 días.
2. Para la variable longitud de la raíz a la floración, se detectaron diferencias significativas para poblaciones (D), profundidades de fertirriego (Pf) e interacciones (D*Pf) y ninguna significancia estadística para repeticiones. El promedio fue de 41.13 cm/raíz. Para poblaciones (D), se detectaron dos rangos de significación, ubicando en el primer lugar con la mejor respuesta a d1 (4 pl m^{-2}) con 46.25 cm/raíz y en segundo lugar la d2 (8 pl m^{-2}), con 36.00 cm/raíz, donde se observó una mayor concentración de raíces absorbentes. Para Profundidades de fertirriego (Pf), se detectaron dos rangos de significación, ubicando en primer lugar a pf2 (10 cm), con 42.25 cm/raíz y en segundo lugar a pf1 (5 cm) con 40.00 cm/raíz, que pese a tener el menor tamaño se observó una mayor concentración de raíces absorbentes. Para interacciones, se detectaron tres rangos de significación, encabezando el primer lugar la interacción d1pf2 (4 plm^{-2}/10 cm), con 48.25 cm/raíz y compartiendo el tercer lugar las interacciones d2pf2 (8plm^{-2}/10cm), con 36.25 cm/raíz y d2pf1 (8 plm^{-2}/5cm), con 35.75 cm/raíz.
3. Para la variable Peso de la raíz a la floración, se detectaron diferencias significativas para poblaciones (D), profundidades de fertirriego (Pf) e interacciones (D*Pf) y ninguna diferencia significativa para repeticiones. El promedio fue de 47.71 g/raíz. Para Poblaciones se detectaron dos rangos de significación, ubicándo en primer lugar con la mejor respuesta d1 (4 pl m^{-2}) con 59.75 g/raíz y en segundo lugar d2 (8 pl m^{-2}) con 35.66 g/raíz. Para Profundidades de fertirriego (Pf), se detectaron dos rangos de significación ubicando en primer lugar con la mejor respuesta a pf1 (5 cm) con 48.48 g/raíz y en segundo lugar a pf2 (10 cm), con 46.94 g/raíz. Para interacciones, se detectaron cuatro rangos de significación, ubicando en primer lugar con la mejor respuesta a la interacción d1*pf2 (4 pl m^{-2}, 10 cm), con 66.50 g/raíz y en último lugar, con la menor respuesta la interacción d2pf2 (8 pl m^{-2}, 10 cm), con 27.38 g/raíz.
4. Para la variable longitud de la raíz al final de la cosecha, se detectaron diferencias significativas para poblaciones (D), profundidades de fertirriego (Pf) y para interacciones (D*Pf). El promedio fue de 72.72 cm/raíz. Para poblaciones (D), se detectaron dos rangos de significación, ubicando en el primer lugar con la mejor respuesta a d1 (4 pl m^{-2}), con 85.31 cm/raíz y en segundo lugar d2 (8

pl m^{-2}), con 60.13 cm/raíz, población donde se pudo observar una mayor cantidad de raíces absorbentes. Para profundidades de fertirriego (Pf), se detectaron dos rangos de significación, ubicando con la mejor respuesta a pf1 (5 cm), con 74.31 cm/raíz, además se observó una mayor concentración de raíces absorbentes y, en segundo lugar, pf2 (10 cm), con 71.13 cm/raíz. Para interacciones, se detectaron cuatro rangos de significación, ubicando en primer lugar con la mejor respuesta a la interacción d1*pf2 (4 pl m^{-2}, 10 cm), con 86.50 cm/raíz y en último lugar con la menor respuesta la interacción d2pf2 (8 pl m^{-2}, 10 cm), con 55.75 cm/raíz, tendencia que coincide con la encontrada en la floración.

5. Para la variable Peso de la raíz al final de la cosecha, se detectaron diferencias significativas para Poblaciones (D), Profundidades de fertirriego (Pf) y para interacciones (D*Pf), y ninguna diferencia significativa para repeticiones. El promedio fue de 74.38 g/raíz. Para poblaciones, se detectaron dos rangos de significación, ubicando en primer lugar con la mejor respuesta a d1 (4 pl m^{-2}), con 105.75 g/raíz y en segundo lugar la d2 (4 pl m^{-2}), con 43.00 g/raíz. Para Profundidades de fertirriego (Pf), se detectaron dos rangos de significación, ubicando en primer lugar con la mejor respuesta a pf2 (10 cm) con 77.25 g/raíz y en segundo lugar pf1 (5 cm), con 71.50 g/raíz. Para interacciones, se detectaron cuatro rangos de significación, ubicando en primer lugar con la mejor respuesta a la interacción d1*pf2 (4 pl m^{-2}, 10 cm), con 116.50 g/raíz y en último lugar con la menor respuesta la interacción d2pf2 (8 pl m^{-2}, 10 cm), con 38.00 g/raíz, tendencia que coincide con los datos obtenidos a la floración.
6. Para la variable producción, los resultados obtenidos no fueron los esperados pues se tenía planificado llegar a un rendimiento de 35 a 40 t/ha. En todo caso, se debe señalar que la evaluación únicamente se realizó hasta el quinto racimo, detectando diferencias altamente significativas para Poblaciones (D), para Profundidades de fertirriego (Pf), para interacciones (D*Pf) y ninguna diferencia significativa para repeticiones. El promedio fue de 29.93 t/ha. Para poblaciones, se detectaron dos rangos de significación, ubicando en el primer lugar con la mejor respuesta a d2 (8 pl m^{-2}), con 30.56 t/ha debido al mejor desarrollo del sistema radicular y en segundo lugar d1 (4pl m^{-2}), con 29.29 t/ha. Para Profundidades de fertirriego (Pf), se detectaron dos rangos de significación, ubicándose en primer lugar con la mejor respuesta pf1 (5 cm), con 30.43 t/ha y en segundo lugar con la menor respuesta pf2 (10 cm), con 29.43 t/ha, tendencia que coincide con los resultados obtenidos por otros trabajos anteriores, Herrera (2013) y Jarrín (2014). Para interacciones, se detectaron dos rangos de significación, ubicándose en primer lugar con la mejor respuesta la interacción d2Pf1 (8 pl/m^{-2}, 5 cm), con 31.48 t/ha y compartiendo el segundo lugar las interacciones d2Pf2, d1Pf1 y d1Pf2, de las cuales la de menor valor la interacción d1Pf2 (8 pl m^{-2},10 cm) con 29.20 t/ha.
7. Los valores encontrados sobre los tratamientos con los que se obtuvieron mejores respuestas en la variable producción está relacionado con el mejor desarrollo del sistema radicular y la mayor concentración de raíces absorbentes encontrados en la evaluación de la longitud y peso del sistema radicular tanto a la floración como al final de la cosecha.
8. Para la variable Extracto Celular de Nutrientes (ECP) a la floración, se realizaron varias determinaciones minerales, tal como el caso del nitrógeno en su forma nítrica y en ellos se pudo encontrar que la concentración de esta forma de nitrógeno fue mayor significativamente hablando, en la variable profundidad de fertirrigación Pf1 (5 cm), no presentando mayor incidencia con la variable población de plantas.

9. Este mismo efecto se pudo observar en relación a la concentración de potasio (K) para poblaciones D, profundidades de fertirriego Pf e interacciones (D*Pf). El promedio fue de 3 364.00 ppm. Para poblaciones (D), se detectaron dos rangos de significación, ubicándose en el primer lugar con la mejor respuesta a d1 (4 pl m^{-2}), con 3 707 ppm, mientras que en segundo lugar d2 (8 pl m^{-2}) con 3 021.00 ppm. Para profundidades de fertirriego, se detectaron dos rangos de significación, ubicándose en primer lugar con la mejor respuesta pf1 (5 cm), con 3 431.13 ppm y en segundo lugar con la menor respuesta pf2 (10 cm), con 3 296.88 ppm. Para interacciones (D*Pf), se detectaron cuatro rangos de significación, ubicándose en primer lugar con la mejor respuesta la interacción d1*pf2 (4 pl m^{-2}, 10 cm), con 3 875.00 ppm y en último lugar, con la menor respuesta la interacción d2pf2 (8 pl m^{-2},10 cm), con 2 718.75 ppm.
10. Los datos de mayor concentración de NO3 y de potasio encontrados en el torrente circulatorio de la planta, se corroboran con el análisis de conductividad eléctrica.
11. Para el parámetro CE, se encontraron diferencias significativas para poblaciones (D), profundidades de fertirriego (Pf) e interacciones (D*Pf). El promedio fue de 11.18 dSm^{-1}. Para poblaciones (D), se determinaron dos rangos de significación, ubicándose en el primer lugar con el mayor grado salino d2 (8 pl m^{-2}), con 12.88 dSm^{-1}, mientras que en segundo lugar d1 (4 pl m^{-2}), con 9.48 dSm^{-1}. Para profundidades de fertirriego, se determinaron dos rangos de significación, ubicándose en primer lugar con la más alta CE pf2 (10 cm), con 12.04 dSm^{-1} y en segundo lugar, con la menor respuesta pf1 (5 cm), con 10.31 dSm^{-1}. Para interacciones (D*Pf), se detectaron cuatro rangos de significación, ubicándose en primer lugar con la mejor respuesta la interacción d1*pf2 (4 pl m^{-2}, 10 cm) con 14.37 dSm^{-1} y en último lugar, con la menor respuesta la interacción d2pf1 (8 pl m^{-2}, 5 cm), con 9.25 dSm^{-1}.
12. El parámetro pH, detecto diferencias significativas para poblaciones D, profundidades de fertirriego PF e interacciones (D*PF). El promedio fue de 4.63. Para Poblaciones (D), se detectaron dos rangos de significación, ubicándose en el primer lugar con la mejor respuesta d1(4 pl m^{-2}), con 4.96, mientras que en segundo lugar d2 (8 pl m^{-2}), con 4.29. Para profundidades de fertirriego (Pf), se detectaron dos rangos de significación, ubicándose en primer lugar con la mejor respuesta a pf2 (10 cm), con 4.83 y en segundo lugar con la menor respuesta pf1 (5 cm) con 4.43. Para interacciones (D*Pf), se detectaron tres rangos de significación, ubicándose en primer lugar con la mejor respuesta la interacción d1*pf2 (4 pl m^{-2}, 10 cm), con 5.43 y en último lugar, con la menor respuesta la interacción d2pf2 (8 pl m^{-2}, 10 cm), con 4.23.
13. Para la variable Análisis foliar a la floración para contenido de nitrógeno total, se detectaron diferencias significativas para interacciones (D*Pf), con un promedio de 2.72%. Para interacciones, se detectaron tres rangos de significación, ubicándose en primer lugar con la mejor respuesta la interacción d1*pf2 (4 pl m^{-2}, 10 cm), con 3.32% y en último lugar, con la menor respuesta la interacción d2pf2 (8 pl m^{-2}, 10 cm), con 2.10%.
14. Para el contenido de fósforo, se detectaron diferencias significativas para poblaciones (D) y profundidades de fertirriego (Pf). El promedio fue de 0.33%. Para poblaciones (D), se detectaron dos rangos de significación, ubicándose en el primer lugar con la mejor respuesta d1 (4 pl m^{-2}), con 0.38% y en segundo d2 (8 pl m^{-2}), con 0.29%. Para profundidades de fertirriego (Pf), se detectaron dos rangos de significación, ubicándose en primer lugar con la mejor respuesta pf2 (10 cm), con 0.35% y en segundo lugar, con la menor respuesta pf1 (5 cm), con 0.32%.
15. Para el contenido de Potasio, se detectaron diferencias significativas para interacciones (D*PF). El promedio fue de 2.09%. Para interacciones, se detectaron tres rangos de significación, ubicándose

en primer lugar con la mejor respuesta la interacción d1*pf2 (4 pl m^{-2}, 10 cm), con 2.41% y en último lugar, con la menor respuesta la interacción d2pf2 (8 pl m^{-2}, 10 cm), con 1.78%.

16. Para el contenido de Calcio y Magnesio no se observaron diferencias significativas para ninguno de los factores en estudio.
17. Para la variable concentración de azúcares (Grados brix), se detectaron diferencias significativas para Poblaciones (D), Profundidades de fertirriego (Pf), interacciones (D*Pf). El promedio fue de 7.63%. Para Poblaciones (D), se detectaron dos rangos de significación, ubicándose en el primer lugar con la mejor respuesta d1 (4 pl m^{-2}) con 7.78%/fruto y en segundo lugar d2 (8 pl m^{-2}), con 7.47%/fruto. Para profundidades de fertirriego (Pf), se detectaron dos rangos de significación, ubicándose en primer lugar con la mejor respuesta pf1 (5 cm), con 7.8%/fruto y en segundo lugar, con la menor respuesta pf2 (10 cm), con 7.45%/fruto. Para interacciones (D*Pf), se detectaron dos rangos de significación, ubicándose en primer lugar con la mejor respuesta la interacción d1*pf1 (4 pl m^{-2}, 5 cm), con 8.15% y compartiendo el segundo lugar las interacciones d1*pf2, d2pf1, d2pf2, y de estas, con la menor respuesta la interacción d2pf2 (8 pl m^{-2}, 10 cm), con 7.41%.
18. Los resultados obtenidos se hallan relacionados con las altas concentraciones de potasio presentes en los factores en estudio encontrados en los resultados de los análisis foliares y del ECP.
19. Para las variables acidez y conductividad eléctrica del zumo del fruto, no se observaron diferencias significativas para ninguno de los factores en estudio.
20. Para la variable concentración de sólidos en el fruto, se detectaron diferencias significativas para Poblaciones (D), Profundidades de fertirriego (Pf), interacciones (D*Pf) y repeticiones. El promedio fue de 9.58%. Para Poblaciones (D), se detectron dos rangos de significación, ubicándose en el primer lugar con la mejor respuesta d2 (8 pl m^{-2}), con 9.70% y en segundo lugar d1 (4 pl m^{-2}), con 9.46%. Para profundidades de fertirriego (Pf), se detectaron dos rangos de significación, ubicándose en primer lugar con la mejor respuesta pf1 (5 cm) con 9.98% y en segundo lugar, con la menor respuesta pf2 (10 cm), con 9.19%. Para interacciones (D*Pf), se detectaron cuatro rangos de significación, ubicándose en primer lugar con la mejor respuesta la interacción d2pf1 (8 pl m^{-2}, 5 cm), con 11.15% y en último lugar, con la menor respuesta la interacción d2*pf2 (8 pl m^{-2}, 10 cm), con 8.25%.
21. Los resultados obtenidos donde la mayor concentración de sólidos en el fruto se obtuvo con la interacción d2pf1 (8 pl m^{-2}, profundidad de fertirriego 5 cm), coinciden con los resultados obtenidos al evaluar la variable producción. Por tanto, se puede afirmar que un mayor desarrollo radicular permite a la planta tomar una mayor cantidad de nutrientes, lo cual se vio reflejada en mayor producción y mayor concentración de sólidos en la fruta.
22. Al determinar la relación B/C, se observa que la mejor relación B/C corresponde a la interacción Pf1d2 con 1.56; es decir, que por cada dólar invertido, se obtiene una utilidad 0.56 USD; mientras que Pf2d2 es la interacción que presenta la menor relación B/C con 1.47, indicando que por cada dólar invertido se gana 0.47 USD. Esto significa una utilidad de 0.56 centavos por cada dólar invertido es rentable para la producción de tomate doble propósito bajo invernadero, ya que como se mencionó, la evaluación se ha realizó hasta el quinto racimo únicamente.
23. Al término del estudio, se concluyó que: 1) La profundidad de la cinta de goteo con la que se obtuvo mejor desarrollo del sistema radicular y, por tanto, mejor desarrollo de las plantas fue la Pf1 (Profundidad de fertirriego 5 cm), alcanzando el mejor rendimiento con 30.43 t/ha. 2) La población con la que se obtuvo mejor desarrollo del sistema radicular y, por tanto, mejor desarrollo de las plantas fue la d2 (8 pl m^{-2}), donde se obtuvieron frutos de tamaño uniforme y de

características organolépticas muy aceptables para uso en la agroindustria del tomate en el país; además fue la que alcanzó el mayor rendimiento con 30.56 t/ha. 3) La interacción Pf1d2 (Profundidad de fertirriego 5 cm/8 pl m^{-2}) fue considerada estadísticamente la mejor y fue con la que se obtuvo el mayor rendimiento, con 31.48 t/ha. 4) El análisis económico al calcular la relación B/C determinó que la interacción profundidad de fertirriego 5 cm de y 8 pl m^{-2} fue la mejor, con 1.56 USD; es decir, que por cada dólar invertido se obtiene una utilidad 0.56 USD.

24. De acuerdo con las conclusiones, se recomienda: 1) Utilizar el fertirriego subterráneo a 5 cm de profundidad ya que a ese nivel se encuentra la mayor parte de las raíces absorbentes (aproximadamente el 70%) por que con esta se obtienen los mejores rendimientos y este resultado comprueba una vez más lo encontrado por otros autores en tesis similares. 2) Utilizar una densidad de siembra de 8 plantas/m^2 para variedades o híbridos industriales, porque con esta se obtienen los mejores rendimientos con frutos uniformes, con pesos que oscilan entre 100 y 125 gramos, ideales para el proceso de industrialización. 3) Realizar una nueva investigación en la que se involucren otros factores en estudio y bajo otras condiciones edafoclimaticas.

8. SUMMARY

The tomato (Lycopersicon esculentum) is the most widely grown vegetable in the world and the highest economic value. Their demand is continuously increasing and with it the growing, production and trade. The annual increase in production in recent years is mainly due to the increase in performance, and to a lesser extent to the increase in the surface. (Escalona, 2009)
Protected cultivation, is a promising technology for extending the harvest schedules of vegetables, according to Casanova et.al. (2007) and is recognized worldwide as an agricultural technology advanced, maintaining the production of fresh vegetables throughout the year, which includes the practice of fertigation to apply nutrients exactly and uniformly to the wetted root volume, in terms of crop growth stages.

Water is essential for the development of the physiological processes of all living element. Is the primary medium for chemical reactions and movement of substances across the various parts of plants. This natural resource is the first factor that determines crop yields.

Fertilization through the irrigation system, called fertigation either through drip irrigation or micro, is the form that most closely matches the rate of absorption of water and nutrients by the plant, as daily can deliver to these crops elements. (Padilla 1996).

The subsurface drip irrigation began to spread that usually achieves higher application efficiency and use of water and fertilizer than surface drip and also controls the storage.

Evaluation of different depths of irrigation tomato is based on the location of the root system that is composed of a main root, secondary roots and adventitious roots, forming a group that may have a radius of up to 1.5 m, and reaches more than 0.5 m deep (Agricultural Development Foundation 1993). However, 70% of roots are located less than 0.20 meters from the surface. All roots absorb water, but minerals are absorbed by those closest to the surface roots, so be careful when doing it aporque not to destroy the root system is at that level (Universidad de Oriente 2004).
Furthermore, it is mentioned that success is drip irrigation root development of the plant that accumulates at the site where there is more moisture profile and allows to take water and nutrients easily. There is very little information on research conducted at the level of plant roots and thus very little is known about what should be the optimal conditions to achieve good crop production. Not much is known about the relative root and aerial parts of the plant and the true location of the absorbing roots to make them more efficient.

As mentioned, the performance of this test is proposed, for which the following objectives:
To study the effect of fertigation on the development of the root system at two depths under two populations of double purpose tomato plants (*Lycopersicon esculentum* Mill.) Cv. Mariana, in the area of Tupigachi Pichincha. To determine the optimal depth of fertigation allows better root development and increased production. Determine the best plant population to allow better root development and increased tomato production. To determine the interaction of the depths of fertigation and plant populations for obtaining a better root development and increased production. Perform financial analysis of the interactions under study.

The research was conducted in Complete farm Chaupiloma community, located in the province of Pichincha, cantonal head Tabacundo parish Tupigachi at an altitude of 2 965 meters.

The interactions resulting from the combination of two depths fertigation and two populations of plants. Fertigation depths were 0, 5 and 10 cm. Silver stocks were 4 and 8 plants m^{-2}.

For statistical analysis we used a design split plot and four replications, 16 experimental plots of 9.6 m^{-2} (12 m x 0.8 m) were used.

The variables studied were: days to flowering, root length at flowering, root weight at flowering, root length at the end of the harvest, root weight at the end of the harvest, cell extract nutrients (ECP) to flowering, flowering foliar analysis, production of tomato solids concentration in the fruit, concentration of sugars in the fruit (Brix), fruit juice acidity, electrical conductivity of fruit juice (CE) and financial analysis.

During the test it should be noted that the culture went through a period of stress caused by a water deficit, which was out of scope and management of the executor. In any case as water deficiency was for all the test results achieved on low production had a limiting factor was water, but this did not stop performing the remaining assessments raised.

What happened during the conduct of this work is indicative of what happens on a very regular basis in rural areas, donate poor management of water resources and a very limited distribution service manifests.

Water deficit coincided with fertilization and fruit filling the first cluster where the blood pressure readings were observed with values of 18 and 16 centibars 15 and 30 cm depth respectively.

Irrigation was based on reference evapotranspiration or potential data obtained ranged from 1.5 mm to 4.0 mm of daily evaporation, carrying a supply of an average sheet of 3.0 mm day^{-1}.
Besides the water supply in the culture, it made taking into account the readings obtained by reference tensiometers installed in the experimental plots.

The main results of the research were:
1. For the variable days to flowering, significant differences Towns (D) and no statistical significance for repetitions, depths fertigation (Pf) and interactions (D * Pf) were detected. The average was 69 days. For stocks two ranges of significance, ranking first people to d2 (8 plm-2), with 61 days and secondly d1 (4 plm-2), were detected 76 days.
2. For the variable length from root to bloom, significant differences populations (D), depths fertigation (Pf) and interactions (D * Pf) were detected and no statistical significance for repetitions. The average was 41.13 cm / root. To populations (D), two ranges of significance was detected, placing in the top spot with the best answer to d1 (4 pl m^{-2}) with 46.25 cm / root and secondly the d2 (8 pl m-2), with 36.00 cm / root, where a higher concentration of absorbent roots was observed. Depths for fertigation (Pf), two ranges of meaning, firstly placing pf2 (10 cm), with a 42.25 cm / second root and a pf1 (5 cm) to 40.00 cm / root, which were detected despite smaller have a greater concentration of

absorbing roots was observed. To interactions, three ranges of significance was detected, leading the First d1pf2 (4 plm^{-2}/10 cm) interaction with 48.25 cm / root and sharing third place d2pf2 interactions (8plm^{-2} / 10cm), 36.25 cm / root and d2pf1 (8 plm^{-2} / 5cm) with 35.75 cm / root.

3. For the variable weight from root to bloom, significant differences populations (D), depths fertigation (Pf) and interactions (D * Pf) and no significant difference was detected repetitions. The average was 47.71 g / root. To Populations two ranges of significance, placing first with the best answer d1 (4 pl m-2) with 59.75 g / root and secondly d2 (8 pl m-2) with 35.66 g / root were detected. To Depths fertigation (Pf), two ranges of significance placing first with the best answer to pf1 (5cm) with 48.48 g / root and secondly to pf2 (10 cm), with 46.94 g / root were detected. To interactions, four ranges of significance, placing first with the best answer to the interaction d1 * pf2 (4 pl m-2, 10 cm), with 66.50 g / root and finally, with the lowest response is detected the d2pf2 interaction (8 pl m-2, 10 cm), with 27.38 g / root.

4. For the variable length of the root to the end of the harvest, significant differences populations (D), depths fertigation (Pf) and interactions (D * Pf) were detected. The average was 72.72 cm / root. To populations (D), two ranges of significance was detected, placing in the top spot with the best answer to d1 (4 pl m-2), with 85.31 cm / root and secondly d2 (8 pl m-2), with 60.13 cm / root population was observed where a greater amount of absorbing roots. For depths of fertigation (Pf), two ranges of significance, locating the best answer to pf1 (5cm) with 74.31 cm / root, and a higher concentration of absorbing roots was observed and, secondly, pf2 were detected (10 cm), with 71.13 cm / root. To interactions, four ranges of significance were detected interaction, placing first with the best answer to the interaction d1 * pf2 (4 pl m-2, 10 cm), with 86.50 cm / root and last with the lowest response d2pf2 (8 pl m-2, 10 cm), with 55.75 cm / root, a trend that coincides with that found in bloom.

5. For the variable weight following the end of the harvest, significant differences Towns (D), fertigation Depths (Pf) and interactions (D * Pf), and no significant differences were detected for repetitions. The average was 74.38 g / root. To populations, two ranges of significance, placing first with the best answer to d1 (4 pl m-2), 105.75 g / root and secondly the d2 (4 pl m-2), with 43.00 g were detected / root. To Depths fertigation (Pf), two ranges of significance, placing first with the best answer to pf2 (10 cm) with 77.25 g / root and secondly pf1 (5cm) with 71.50 g / root were detected. To interactions, four ranges of significance were detected interaction, placing first with the best answer to the interaction d1 * pf2 (4 pl m-2, 10 cm), with 116.50 g / root and last with the lowest response d2pf2 (8 pl m-2, 10 cm), with 38.00 g / root, a trend that coincides with the data obtained flowering.

6. For the production variable, the results were not as expected since they had planned to reach a yield of 80-100 t / ha. In any case, it should be noted that the evaluation was conducted only through fifth cluster, detecting highly significant differences for Towns (D) for fertigation Depths (Pf) for interactions (D * Pf) and no significant difference for repetitions. The average was 29.93 t / ha. To populations, two ranges of significance was detected, placing in the top spot with the best answer to d2 (8 pl m-2), with 30.56 t / ha due to better root development and secondly d1 (4pl m- 2) with 29.29 t / ha. To Depths fertigation (Pf), two ranges of significance, ranking first with the best answer pf1 (5cm) with 30.43 t / ha and secondly with the lowest response pf2 (10 cm), with 29.43 Detected t / ha, a trend that coincides with the results obtained by previous works, Herrera (2013) and Jarrin (2014). To interactions, two ranges of significance, ranking first with the best answer d2Pf1 (8 pl / m-2, 5 cm), interaction with 31.48 t / ha and sharing second place the d2Pf2 interactions were detected d1Pf1 and d1Pf2 , of which the lowest value d1Pf2 (8 pl m-2.10 cm) interaction with 29.20 t / ha.

7. The values found on the treatments that the best responses were obtained varying production is related to the better root development and the highest concentration of absorbing roots found in the evaluation of the length and weight of both the root system flowering and end of the harvest.
8. For the variable Nutrient cell extract (ECP) at flowering, various mineral measurements were performed as in the case of nitrogen in the nitrate form and they could be found that the concentration of nitrogen was thus significantly higher speaking in the variable depth of fertigation Pf1 (5cm), showing no increased incidence with variable plant population.
9. The same effect was observed in relation to the concentration of potassium (K) to D locations, depths and interactions fertigation Pf (D * Pf). The average was 3 364.00 ppm. To populations (D), two ranges of significance, ranking first with the best answer to d1 (4 pl m-2), with 3707 ppm were detected while second d2 (8 pl m-2) 3 021.00 ppm. For depths of fertigation, two ranges of significance, ranking first with the best answer pf1 (5cm) with 3 431.13 ppm and secondly with the lowest response pf2 (10 cm), with 3 296.88 ppm were detected. To interactions (D * Pf), four ranges of significance, ranking first with the best answer interaction d1 * pf2 (4 pl m-2, 10 cm), with 3 875.00 ppm and last, were detected with the less responsive interaction d2pf2 (8 pl m-2.10 cm), with 2 718.75 ppm.
10. Data highest concentration of NO3 and potassium found in the bloodstream of the plant, are corroborated by the analysis of electrical conductivity.
11. For CE parameter populations significant differences (D), depths fertigation (Pf) and interactions (D * Mp) is found. The average was 11.18 dS m-1. To populations (D), two ranges of significance, ranking first with saline greater degree d2 (8 pl m-2), with 12.88 dS m-1, were determined while second d1 (4 pl m-2) with 9.48 dS m-1. For depths of fertigation, two ranges of significance, ranking first with the highest CE pf2 (10 cm), with 12.04 dSm-1 and secondly, with the lowest response pf1 (5cm) with 10.31 dSm were determined -1. To interactions (D * Pf), four ranges of significance, ranking first with the best answer interaction d1 * pf2 (4 pl m-2, 10 cm) with 14.37 dS m-1 were detected and finally, with the less responsive interaction d2pf1 (8 pl m-2, 5 cm) with 9.25 dS-1.
12. The pH parameter, I detect significant differences for D locations, depths and interactions fertigation PF (D * PF). The average was 4.63. To Populations (D), two ranges of significance, ranking first with the best answer d1 (4 pl m-2), with 4.96, were detected while second d2 (8 pl m-2), 4.29 . For depths of fertigation (Pf), two ranges of significance, ranking first with the best answer to pf2 (10 cm), with 4.83 and secondly with the lowest response pf1 (5cm) with 4.43 were detected. To interactions (D * Pf), three ranges of significance, ranking first with the best answer interaction d1 * pf2 (4 pl m-2, 10 cm), with 5.43 and finally, with the lowest response was detected d2pf2 interaction (8 pl m-2, 10 cm) with 4.23.
13. For foliar flowering variable Analysis for total nitrogen content, interactions significant differences (D * Pf), with an average of 2.72% were found. To interactions, three ranges of significance, ranking first with the best answer interaction d1 * pf2 (4 pl m-2, 10 cm), with 3.32% and finally, with the lowest response was detected interaction d2pf2 (8 pl m-2, 10 cm), with 2.10%.
14. For the phosphorus content, significant differences populations (D) and depths of fertigation (Pf) were detected. The average was 0.33%. To populations (D), two ranges of significance, ranking first with the best answer d1 (4 pl m-2), with 0.38% and secondly d2 (8 pl m-2), with 0.29% were detected. For depths of fertigation (Pf), two ranges of significance, ranking first with the best answer pf2 (10 cm), with 0.35% and secondly, with the lowest response pf1 (5cm) with 0.32% were detected .

15. For the content of potassium, significant differences interactions (D * PF) were detected. The average was 2.09%. To interactions, three ranges of significance, ranking first with the best answer interaction d1 * pf2 (4 pl m-2, 10 cm), with 2.41% and finally, with the lowest response was detected interaction d2pf2 (8 pl m-2, 10 cm), with 1.78%.
16. For the content of calcium and magnesium no significant differences for any of the factors studied were observed.
17. For the variable concentration of sugars (degrees brix), significant differences Towns (D), fertigation Depths (Pf), interactions (D * Pf) were detected. The average was 7.63%. To Populations (D), two ranges of significance, ranking first with the best answer d1 (4 pl m-2) with 7.78% / fruit and secondly d2 (8 pl m-2), with 7.47 were detected % / fruit. For depths of fertigation (Pf), two ranges of significance, ranking first with the best answer pf1 (5cm) with 7.8% / fruit and secondly, with the lowest response pf2 (10 cm), were detected 7.45% / fruit. To interactions (D * Pf), two ranges of significance, ranking first with the best answer interaction d1 * pf1 (4 pl m-2, 5 cm), with 8.15%, sharing second place d1 interactions were detected * pf2, d2pf1, d2pf2, and of these, with the lowest response interaction d2pf2 (8 pl m-2, 10 cm), with 7.41%.
18. The results obtained are associated with high concentrations of potassium present in the studied factors found in the results of foliar analysis and the ECP.
19. For variables acidity and fruit juice electrical conductivity, no significant differences for any of the factors studied were observed.
20. For the variable concentration of solids in the fruit, significant differences Towns (D), fertigation Depths (Pf), interactions (D * Pf) and repetitions were detected. The average was 9.58%. To Populations (D), two ranges of significance, ranking first with the best answer d2 (8 pl m-2), with 9.70% and secondly d1 (4 pl m-2) DETECTRON, with 9.46% . For depths of fertigation (Pf), two ranges of significance, ranking first with the best answer pf1 (5cm) with 9.98% and secondly, with the lowest response pf2 (10 cm), with 9.19% were detected. To interactions (D * Pf), four ranges of significance, ranking first with the best answer interaction d2pf1 (8 pl m-2, 5 cm), with 11.15% and finally, with the lowest response is detected the pf2 interaction d2 * (8 pl m-2, 10 cm), with 8.25%.
21. The results where the greatest concentration of solids in the fruit was obtained with the interaction d2pf1 (8 pl m-2, fertigation depth of 5 cm), consistent with the results obtained when measuring the output variable. Therefore, it can be said that a greater root development allows the plant to take a more nutrients, which was reflected in increased production and higher concentration of solids in the fruit.
22. When determining the ratio B / C, it appears that the best ratio B / C is the interaction Pf1d2 1.56; ie that for every dollar invested, a utility 0.56 USD is obtained; while Pf2d2 is the interaction that has the lowest ratio B / C to 1.47, indicating that for every dollar spent earns 0.47 USD. This means a gain of 0.56 cents for every dollar invested is profitable for tomato production under greenhouse dual purpose because as mentioned, the evaluation was performed through the fifth cluster only.
23. At the end of the study, it was concluded that: 1) The depth of the drip tape with better root development was obtained, and therefore, better plant growth was Pf1 (fertigation 5 cm depth) reaching the best performance with 30.43 t / ha. 2) The population with better root development was obtained and, therefore, better plant growth was d2 (8 pl m-2), where fruits of uniform size and very acceptable organoleptic characteristics were obtained for use Tomato in agribusiness in the country; also was the one that achieved the highest performance with 30.56 t / ha. 3) The Pf1d2 (fertigation depth 5cm / 8 pl m-2) interaction was statistically considered the best and it was with the highest yield

was obtained with 31.48 t / ha. 4) The economic analysis to calculate the ratio B / C determined the interaction of fertigation depth 5 cm and 8 pl m-2 was the best with 1.56 USD; ie that for every dollar invested 0.56 USD utility is obtained.

24. According to the findings, it is recommended: 1) Use the subsurface fertigation a 5 cm deep and at that level is most of the absorbing roots (about 70%) that this the best are obtained performance and this result proves once more that found by other authors in similar thesis. 2) Use a seeding density of 8 plants / m2 for industrial varieties or hybrids, because with this the best yields are obtained with uniform fruit, with weights ranging between 100 and 125 grams, ideal for the industrialization process. 3) Perform a new research that other factors are involved in the study and edaphoclimatic under other conditions.

9. BIBLIOGRAFÍA

AGROINFORMACIÓN. (22/01/2013). *El Cultivo del Tomate 1ª parte*. (En línea). Disponible en URL: http://www.infoagro.com/hortalizas/tomate.htm. [Consultado 06 de mayo de 2015]

AMAGUAÑA. (2009). *Evaluación de tres biofertilizantes frente a tres dosis de aplicación en el tomate riñón (Solanum lycopersicum) bajo invernadero.* Trabajode Grado presentado como requisito parcial para optar al titulo de Ing. Agr. Quito: Universidad Central del Ecuador, Facultad de Ciencias Agricolas.

ANDALUZ, J. (05/05/2013). *Tomate Incrementa Fuentes de Trabajo*. Disponible en URL: http://www.diariocorreo.com.ec/.[Consultado 06 de mayo de 2015]

AZUD. s.f. (13/03/2014) *Riego por goteo subterráneo.* Disponible en URL: http://www.azud.com/riego/Aplicaciones/riego_por_goteo_subterraneo.aspx [Consultado 06 de mayo de 2015]

BAR-YOSEF, B. (1999). *Advances in fertigation*, Adv.Agron, 65, pp. 1-77.

BARBADO, J. (2003). *Huertas Orgánicas, (1 edición)* Argentina: Albatros.

BLANCARD, D. (2002). *Enfermedades del tomate. Observar, Identificar, Luchar.* Traducido del francés por Antonio Peña Iglesias, Madrid: Mundi Prensa.

CADAHIA. (1998). *Fertirrigación: Cultivos hortícolas y ornamentales*. Madrid: Mundi – Prensa.

CALVACHE, M. (2013). *Riego andino tecnificado*. Quito: Universidad Central del Ecuador, Facultad de Ciencias Agrícolas.

----------(2009). *Física de suelos en agronomía.* Quito: Universidad Central del Ecuador, Facultad de Ciencias Agrícolas.

---------- (04/02/2013). *Evaluación del riego en suelos de laderas*. (Disponible en URL: http://www.secsuelo.org/XICongreso/Plenaria/Presentacion/2.%20Dr.%20Marcelo%0Calvache.pdf [Consultado 06 de mayo de 2015]

---------- (1998). *Manejo del agua en fertigación*. Quito: SECS. p. 45-64

---------- (1994). *Nutrición mineral de cultivos de exportación.* Quito: Universidad Central del Ecuador, Facultad de Ciencias Agrícolas..

---------- (1993). *Requerimientos hídricos de cultivos agrícolas en la zona de Tumbaco-Pichincha.* Quito:

CAMPILLO, C.; MOÑINO, M.; PÉREZ, J.; PICÓN, J. (13/03/2014). *Necesidades hídricas y estrategias de riego en los principales cultivos de regadío. s.n.t.* Disponible en URL: http://158.49.61.11/EIIAA/IAG/2009/2009_14%20Necesidades%20h%C3%ADdricas%20y%20estrategias%20de%20riego%20en%20los%20principales%20cultivos%20de%20regad%C3%ADo.pdf [Consultado 06 de mayo de 2015]

CASANOVA, S.A., O. GÓMEZ, F. R. PUPO y M. HERNÁNDEZ. (2007). *Manual para la producción protegida de hortalizas*, Maracay, Venezuela: Ministerio de la Agricultura.

CASTAÑÓN, G. (2000). *Ingeniería del Riego utilización racional del agua.* Madrid:. Paraninfo.

CELY, G. (04/02/2013). *Determinación de parámetros de riego para el cultivo cebolla de bulbo en el Distrito de riego del Alto Chicamocha*. (En línea). Disponible en URL: http://www.bdigital.unal.edu.co/2743/1/790551.2010.pdf [Consultado 06 de mayo de 2015]

DONOSO & ASOCIADOS. (22/05/2008). *Recomendaciones para Manejo de Tomate Tipo Daniela Bajo Invernadero.* (En línea). Disponible en URL: http://www.hazera.co.il. [Consultado 06 de mayo de 2015]

ESCALONA, (13/01/2013). *Manual del cultivo de tomate (Lycopersicum esculentum* Mill.*)*. Disponible en URL: www.agronomia.uchile.cl [Consultado 06 de mayo de 2015]

ESCUDERO, P. (22/05/2008). *Evaluación de la Competitividad del sistema agroalimentario del tomate riñón.* Disponible en URL: http://www.sica.gov.ec/agronegocios/biblioteca/Ing%20Rizzo/perfiles_productos /tomate.pdf [Consultado 06 de mayo de 2015]

FALCONÍ, C. (1999). *Fitopatógenos. Enfermedades, plagas, malezas y nemátodos fitopatógenos de cultivos en el Ecuador*. Quito: Universidad San Francisco de Quito.

FAO. (2006). *Evapotranspiración del cultivo: Guías para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos.* Roma.

FDA, DO. (13/03/2014). *Cultivo de tomate de mesa*. Disponible en URL: http://www.rediaf.net.do/publicaciones/guias/download/tomate.pdf [Consultado 06 de mayo de 2015]

GABOR, B. (1997). *Enfermedades del Tomate*. Barcelona, España: Editorial Mundi-Prensa.

GARCÍA, I; BRIONES, G. (1997). *Sistemas de Riego: por aspersión y goteo*. México DF, MX. Trillas.

GÓMEZ, P. (1979). *Riegos a presión, aspersión y goteo*. *(2 ed).* Barcelona: Aedos.

GUROVICH, L. (1985). *Fundamentos y diseño de sistemas de riego.* IICA.

GUZMAN, P. (1987). *El cultivo del tomate.* (*2 ed).* Caracas: Espasande.

HERRERA, G. (2013). *Evaluación del sistema de riego por goteo a tres profundidades, con dos dosis de abonamiento órgano - mineral edáfica, en la producción limpia de tomate de mesa (Lycopersicum esculentum* Mill*).*Trabajode Grado presentado como requisito parcial para optar al titulo de Ing. Agr. Quito: Universidad Central del Ecuador, Facultad de Ciencias Agricolas.

INEC. (2012). *Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua*, Quito: Instituto Nacional de Estadística y Censos.

INIAP. (1999). *Guía de Cultivo,* Ecuador: Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias,

INIFAP MX. (13/03/2014). *Sistema de riego por goteo subterráneo. Entendiendo el sistema de riego por goteo subterráneo*.Compilador Chávez A. Fundación Produce. Disponible en URL: http://simorg.geocyt.com/pdfs/ESTABLECIMIENTOS-Y-MANEJO-DECULTIVOSFORRAJEROS DERIEGO/Sistema%20Riego%20Subterraneo%20para%20la%20alfalfa.pdf [Consultado 06 de mayo de 2015]

JARAMILLO J., V. Rodríguez, M. Guzmán, M. Zapata, T. Rengifo. (12/01/2007). *Manual técnico: buenas prácticas agrícolas (BPA) en la producción de tomate bajo condiciones protegidas*. Disponible en URL: ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/010/a1374s/a1374s02.pdf [Consultado 06 de mayo de 2015]

JARRIN, G. (2014). *Efecto de la aplicación foliar complementaria y la profundidad de aplicación de fertirriego en dos variedades de tomate riñón (Lycopersicum esculentum* Mill*)*. Trabajode Grado presentado como requisito parcial para optar al titulo de Ing. Agr. Quito: Universidad Central del Ecuador, Facultad de Ciencias Agricolas.

JARVIS, W. (1998). *Control de enfermedades en cultivos de invernaderos, (1 edición)*. España: Mundi Prensa.

JONES, J.B. (2001). *Plagas y enfermedades del Tomate*. Traducido del inglés por María del Mar Jiménez Gasco. Madrid: Mundi Prensa, p 74.

LAZCANO. (1998). *Estratificación de nitrógeno, fósforo y potasio en suelos agrícolas, utilizando sistemas de fertirrigación*. México: III Simposium Internacional de fertirrigación.

LEÓN, H. (1980). *El cultivo del tomate para consumo fresco en el valle del Culiacán*. México: Secretaria de Agricultura y Recursos Hidráulicos.

LUCAS, F., ALARCÓN, A. (13/03/2014). *Fertirrigación en cultivos intensivos*. Cartagena. Disponible en URL: http://www.infoagro.com/riegos/riego_localizado_ventajas_incovenientes.htm [Consultado 06 de mayo de 2015]

MESSIAEN, C. (1995). *Enfermedades de las Hortalizas, (2 edición).* España: Mundi Prensa.

MORAGA, C. (2000*). Manual de Cultivo de Tomates Bajo Invernadero*. Quillola – Chile.

NARANJO, S. (1995). *Evaluación de genotipos de Tomate (Lycopersicon esculentum Mill) en condiciones de Invernadero, Considerando Criterios Fenológicos y Fisiológicos.* Tesis de Licenciatura. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

NUEZ, F. (2001). *El Cultivo del Tomate.* Barcelona, España: Reimpresión. Editorial Mundi-Prensa.

PADILLA, W. (1996*). La Fertirrigación como alternativa de nutrición vegetal*. *(9° Edición)*, Guayaquil:

---------- (1997). *Primer curso internacional de fertigación en cultivos bajo invernadero.* Quito:

---------- (2005). *Fertilización de suelos y nutrición vegetal.* Quito: Publicación magnética CD. Grupo Clínica Agrícola.

---------- (2006). *Memorias del Curso de Fertirrigación y Nutrición Vegetal*. Quito.

PIZARRO, F. (1987). *Riegos localizados de alta frecuencia: goteo, microaspersión, exudación.* Madrid: Mundi-Prensa. p. 141-287

RODRÍGUEZ, R, TABARES RODRÍGUEZ, M., MEDINA SAN JUAN, J. A. (2001). *Cultivo moderno del tomate. (2 ed).* Madrid: Mundi – Prensa.

ROMÁN, S. (2002). Libro Azul, *Manual de Fertirriego de SQM*. (*3 ed).* Santiago: Soquimich Comercial.

ROSAS, A. (2003). *Agricultura Orgánica Práctica, (1ed).* Arístides Gómez. Colombia. Pp 283.

SANDERS. (13/01/2014), *Cultivo tomate riñon*. Disponible en URL: http://sian.inia.gob.ve/repositorio/revistas_ci/Agronomia%20Tropical/at4504/arti/mendez_f.htm [Consultado 06 de mayo de 2015]

STEWART, W. (13/03/2014). *Consideraciones en el uso eficiente de nutrientes. Informaciones Agronómicas. N° 67*: Disponible en URL: http://www.ipni.net/publication/ialahp.nsf/0/EC5D7D4A78BB6D6D852579A3006CB4D4/$FILE/Consideraciones%20en%20el%20Uso%20Eficiente%20de%20Nutrientes.pdf [Consultado 06 de mayo de 2015]

SUBIRÓS, F. (2000). *El cultivo de la caña de azúcar*. San José, CR. EUNED. 448 p.

TIGRERO, J. (1999*). El cultivo de tomate en ambiente protegido.* Sangolquí, Ecuador: IASA. p 15.

TORNERÍA MRTÍNEZ, M. s.f.(13/03/2014) *Riego localizado subterráneo*. Santiago, Disponible enURL: http://www.monografias.com/trabajos14/riego-subterr/riego-subterr.shtml [Consultado 06 de mayo de 2015]

TRINIDAD SANTOS, AGUILAR MANJARREZ, D. (13/03/2014). *Fertilización foliar, un respaldo importante en el rendimiento de los cultivos.* Chapingo, MX. TERRA. Disponible en URL: http://www.fertilizando.com/articulos/fertilizacionfoliarrespaldoimportante.pdf [Consultado 06 de mayo de 2015]

RODRÍGUEZ, R & TABARES, J. (2001). *Cultivo Moderno del Tomate.* Madrid: Mundi Prensa, p 255.

REGABER. (2006). *Manual de Riego Enterrado. Riego por goteo enterrado.* Madrid, s.e.

REGABER, (13/03/2014). *Manual de riego enterrado.* Disponible en URL: http://regantespozoalcon.com/archivos_subidos/Documentos/MANUAL_RIEGO_ENTERRADO.pdf. p.3 [Consultado 06 de mayo de 2015]

UNIVERSIDAD DE ORIENTE. (13/03/2014). *Riego subterráneo.* San Miguel. Disponible enURL: http://www.univo.edu.sv:8081/tesis/013892/013892_Cap1.pdf [Consultado 06 de mayo de 2015]

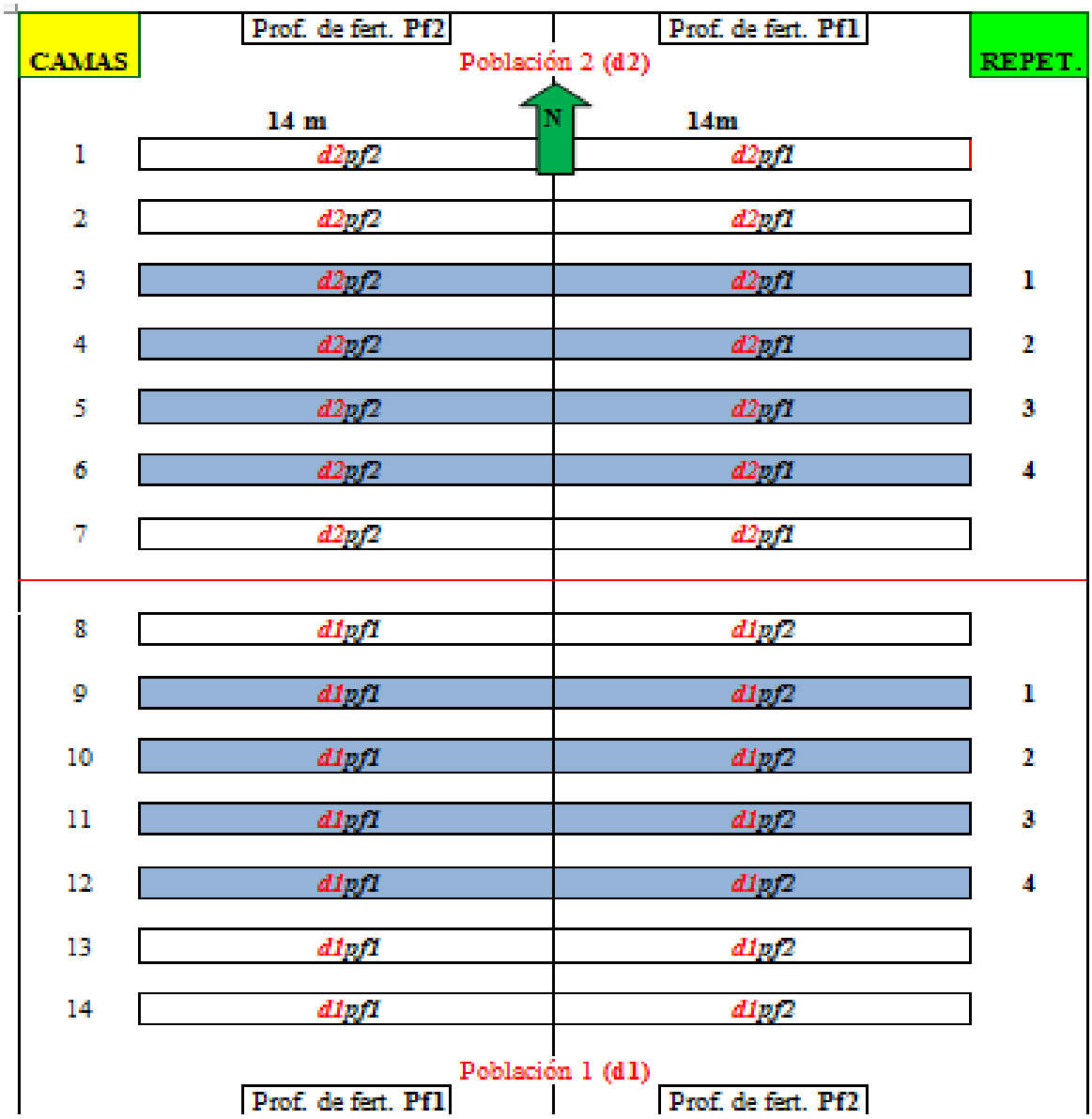
VALLEJO CABRERA, F. A., ESTRADA SALAZAR, E. I. (13/03/2014*). Producción de hortalizas de clima cálido.* Cali. Disponible en URL: http://books.google.com.ec/books?id=UpyfvNokkroC&pg=PA33&dq=BOT%C3%81NICA++del+tomate&hl=es&sa=X&ei=2sm2UPyeLYn09gT2t4A4&ved=0CC8Q6AEwATgK#v=onepage&q=BOT%C3%81NICA%20%20del%20tomate&f=false [Consultado 06 de mayo de 2015]

VILLARROEL, F. (1997). *Introducción a la botánica sistemática*. Quito: Universidad Central del Ecuador.

ZEIGER, E.; TAIZ, L. (2006). *Fisiología vegetal*. Trad. por Beatriz Blat Egea. Castelló de la Plana, España: Universidad Jaume.

10. ANEXOS

Anexo 1. Distribución de los tratamientos en campo para el proyecto influencia de la profundidad del fertirriego, sobre el sistema radicular y el rendimiento de dos poblaciones de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill). Cv. Mariana. Tupigachi, Pichincha. 2013



d1= Población 1 (Una hilera, 4pl m^{-2})
d2 = Población 2 (Dos hileras, 8 pl m^{-2})
pf1 = Profundidad de fertirriego (5cm)
pf2 = Profundidad de fertirriego (10cm)

Anexo 2. Resultados de análisis químico y físico de suelos del lote donde se llevó a cabo la evaluación influencia de la profundidad del fertirriego por goteo, sobre el sistema radicular y el rendimiento de dos poblaciones. Tupigachi, Pichincha. 2013

AGROBIOLAB

Informe de Análisis de Suelos, Plantas, Aguas y E.C.P.

LABORATORIO DE ENSAYO, BAJO LA NORMA INTERNACIONAL ISO 17025

Gonzalo Zaldumbide N49-204 y Luis Calisto Urb. Dammer 2 (El Inca) Telfs: (593-2) 241-2383 241-2385 Fax: (593-2) 241-3312 Quito - Ecuador

Página Web: www.clinica-agricola.com E-mail: agrobiolab@clinica-agricola.com

SUELOS

Datos del Cliente	Referencia	Interpretación		
Cliente : COMUNIDAD CHAUPILOMA	No. Doc.: 46171	Textura (Boul, S.W. 1973)	Elementos (INIAP, Inf.Téc.1979)	pH (Knott, J.E. 1962)
Prop / Dir : FINCA INTEGRAL COMUNIDAD CHAUPILOMA	Emisión: 15/02/2013	Fco = Franco	B = Bajo	Ac = Acido
Cultivo : TOMATE DE MESA	Impreso: 24/06/2013	Arc = Arcilloso	M = Medio	LAc= Lig. Acido
Ingreso : 13/02/2013 **Ensayo : 13/02/2013	Página: 1 de 2	As = Arenoso	S = Suficiente	Pn = Prac. Neutro
No. Lab. : Desde : 140235 Hasta : 140235		Li = Limoso	A = Alto	LAl = Lig. Alcalino
		Are = Arena	E = Exceso	Al = Alcalino
		Fca = Franca		

Nombre : TESIS EN TOMATE, Inicio

No. Lab. : 140235 **Profund (cm):** 0-20

*pH	*C.E. mmhos/cm	*M.O. %	*NH4 ppm	*NO3 ppm	P ppm	K meq/100ml	Ca meq/100ml	Mg meq/100ml	*Na meq/100ml		CICE meq/100ml
6.50 Pn	0.22B	2.40M	33.80M	13.00B	45.00A ± 7.20	0.75A ± 0.13	8.86A ± 1.59	2.52A ± 0.42	0.04B		12.17M
Cu ppm	**Fe ppm**	**Mn ppm**	**Zn ppm**	***B ppm**	***SO4 ppm**	**Fe/Mn R1**	**Ca/Mg R2**	**Mg/K R3**	**Ca+Mg/K R4**		
6.70E ± 1.34	113.90E ± 29.61	8.50M ± 2.29	12.10E ± 4.59	0.05B	4.60B	13.40A	3.51A	3.36A	15.17E		

AGROBIOLAB

Informe de Análisis de Suelos, Plantas, Aguas y E.C.P.

LABORATORIO DE ENSAYO, BAJO LA NORMA INTERNACIONAL ISO 17025

Gonzalo Zaldumbide N49-204 y Luis Calisto Urb. Dammer 2 (El Inca) Telfs: (593-2) 241-2383 / 241-2385 Fax: (593-2) 241-3312 Quito - Ecuador

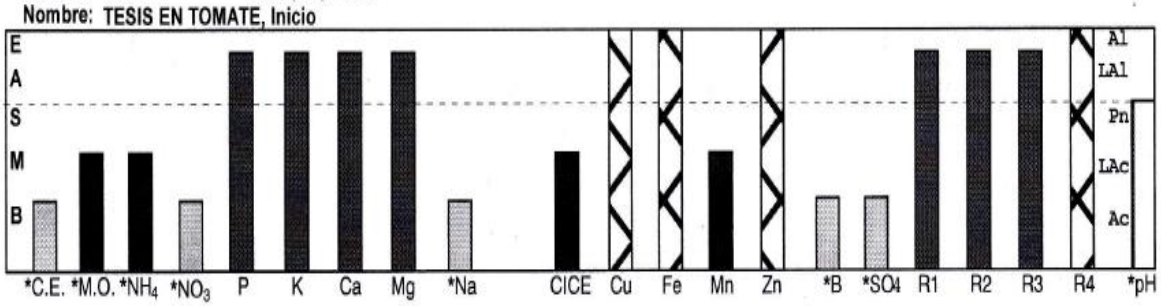
Página Web: www.clinica-agricola.com E-mail: agrobiolab@clinica-agricola.com

SUELOS

Datos del Cliente	Referencia	Interpretación		
Cliente : COMUNIDAD CHAUPILOMA	No. Doc.: 46171	Textura	Elementos	pH
Prop / Dir : FINCA INTEGRAL COMUNIDAD CHAUPILOMA	Emisión: 15/02/2013	Fco = Franco	B = Bajo	Ac = Acido
Cultivo : TOMATE DE MESA	Impreso: 24/06/2013	Arc = Arcilloso	M = Medio	LAc= Lig. Acido
Ingreso : 13/02/2013 Ensayo: 13/02/2013	Página: 2 de 2	As = Arenoso	S = Suficiente	Pn = Prac. Neutro
No. Lab. : Desde : 140235 Hasta : 140235		Li = Limoso	A = Alto	LAl = Lig. Alcalino
		Are = Arena	E = Exceso	Al = Alcalino
		Fca = Franca		

No.Lab.: 140,235 **Prof. (cm):** 0-20

Nombre: TESIS EN TOMATE, Inicio



Anexo 3. Resultados del análisis químico del compost, que se usó en el lote donde se llevó a cabo la evaluación influencia de la profundidad del fertirriego por goteo, sobre el sistema radicular y el rendimiento de dos poblaciones. Tupigachi, Pichincha. 2013

AGROBIOLAB - GRUPO CLINICA AGRICOLA

Informe de Análisis de Suelos, Plantas, Aguas y E.C.P.

Gonzalo Zaldumbide N49-204 y César Frank Urb. Dammer 2 (El Inca)
Telfs: (593-2) 241-2383 / 241-2385 Fax: (593-2) 241-3312 Quito - Ecuador
Página Web: www.clinica-agricola.com E-mail: agrobiolab@clinica-agricola.com

HUMUS

Datos del Cliente	Referencia	Interpretación	
Cliente : PADILLA WASHINGTON DR.	No. Documento: 44637	Elementos	pH
Propiedad: INVESTIGACION	Emisión: 27/01/2012	B = Bajo	Ac = Acido
Cultivo : HUMUS	Impresión: 25/06/2013	M = Medio	LAc= Lig. Acido
Ingreso : 14/01/2012 Ensayo: 23/01/2012	Página: 1 de 1	S = Suficiente	Pn = Prac. Neutro
No. Lab. : Desde: 938 Hasta: 938		A = Alto	LAl = Lig. Alcalino
		E = Exceso	Al = Alcalino

Nombre : HUMUS DE CAYAMBE

No. Lab. : 938

pH	NO3 ppm	M.O. %	N %	P ppm	Zn ppm	Cu ppm	Fe ppm	Mn ppm	B ppm		K meq/l
9.70 Al	89.60B	12.99B	0.78 B	705.00E	50.00E	6.90A	260.40E	70.00E	3.19M		21.00B
Ca meq/l	**Mg meq/l**	**Na meq/l**			**C.E. mmhos/cm**	**C %**	**Humedad %**	**C/N**	**S ppm**		
15.72M	4.07 B	3.50E			17.31E	7.53 B	4.93 B	9.65B	433.60E		

Anexo 4. Resultados del análisis de agua, que se usó para el riego en la evaluación influencia de la profundidad del fertirriego por goteo, sobre el sistema radicular y el rendimiento de dos poblaciones. Tupigachi, Pichincha. 2013

AGROBIOLAB - GRUPO CLINICA AGRICOLA

Informe de Análisis de Suelos, Plantas, Aguas y E.C.P.

Gonzalo Zaldumbide N49-204 y César Frank Urb. Dammer 2 (El Inca)
Telfs: (593-2) 241-2383 / 241-2385 Fax: (593-2) 241-3312 Quito - Ecuador
Página Web: www.clinica-agricola.com E-mail: agrobiolab@clinica-agricola.com

AGUAS

Datos del Cliente	Referencia	Interpretación	
		Elementos	pH
Cliente :COMUNIDAD CHAUPILOMA	No. Doc: 45714	B = Bajo	Ac = Acido
Propiedad:FINCA INTEGRAL COMUNIDAD CHAUPILOMA	Emisión: 15/02/2013	M = Medio	LAc= Lig. Acido
Cultivo :AGUA	Impreso: 24/06/2013	S = Suficiente	Pn = Prac. Neutro
Ingreso :13/02/2013 Ensayo: 13/02/2013	Página: 1 de 1	A = Alto	LAl = Lig. Alcalino
No. Lab : Desde: 7423 Hasta : 7423		E = Exceso	Al = Alcalino

Nombre: MUESTRA 1

No. Lab.: 7,423

pH	NH4 ppm	NO3 ppm	P ppm	Zn ppm	Cu ppm	Fe ppm	Mn ppm	B ppm	Cl meq/l	K meq/l	Ca meq/l
8.00LAl	0.46B	2.26B	0.32B	0.01B	0.06B	0.49B	0.08B	0.01B	0.40B	0.171B	0.71B

Mg meq/l	Na meq/l	CO3 meq/l	HCO3 meq/l	C.E. mmho	SO_4 ppm				RAS		
1.04M	0.90M	0.16B	2.52M	0.30B	13.69E				0.96B		

Anexo 5. Resultados de análisis foliar de cultivo en la etapa de floración en la evaluación influencia de la profundidad del fertirriego por goteo, sobre el sistema radicular y el rendimiento de dos poblaciones. Tupigachi, Pichincha. 2013

AGROBIOLAB

Informe de Análisis de Suelos, Plantas, Aguas y E.C.P.

LABORATORIO DE ENSAYO, BAJO LA NORMA INTERNACIONAL ISO 17025

Gonzalo Zaldumbide N49-204 y Luis Calisto Urb. Dammer 2 (El Inca) Telfs: (593-2) 241-2383 / 241-2385 Fax: (593-2) 241-3312 Quito - Ecuador
Página Web: www.clinica-agricola.com E-mail: agrobiolab@clinica-agricola.com

FOLIAR

Datos del Cliente		Referencia		Interpretación (FA World Fertilizer Use Manual)
Cliente	: CENTENO JULIO / TESIS	No. Documento:	46426	D = Deficiente
Prop / Dir	: CHAUPILOMA	Emisión:	17/05/2013	B = Bajo
Cultivo	: TOMATE DE MESA	Impresión:	15/01/2014	M = Medio
Ingreso	: 10/05/2013 **Ensayo : 13/05/2013	Página:	1 de 14	S = Suficiente
No. Lab.	: Desde : 77274 Hasta : 77278			A = Alto
				E = Exceso

Nombre: T1 R1 RAIZ 39 cm
No. Lab.: 77,274

*N %	P %	K %	Ca %	Mg %	Zn ppm	Cu ppm	Fe ppm	Mn ppm	*B ppm	N/P	Fe/Mn
2.15 D	0.32 A ± 0.04	2.35 B ± 0.42	1.45 S ± 0.27	0.34 B ± 0.08	181.50 E ± 21.78	21.00 A ± 2.94	2522.50 E ±359.15	84.80 S ± 12.72	112.62 E	6.71 B	29.74 E

Ca/Mg	Mg/K	N/K+Ca+Mg		*SO4 %							
4.26 E	0.14 B	0.51 M		0.17 D							

Nombre: T1 R1 HOJAS
No. Lab.: 77,275

*N %	P %	K %	Ca %	Mg %	Zn ppm	Cu ppm	Fe ppm	Mn ppm	*B ppm	N/P	Fe/Mn
3.13 B	0.29 A ± 0.04	2.14 B ± 0.38	5.35 E ± 1.01	0.78 E ± 0.19	194.50 E ± 29.34	56.50 E ± 7.91	1136.00 E ±159.04	87.00 S ± 13.05	138.79 E	10.79 M	13.05 E

Ca/Mg	Mg/K	N/K+Ca+Mg		*SO4 %							
6.85 E	0.36 S	0.37 B		0.96 A							

Nombre: T1 R2 RAIZ 37 CM
No. Lab.: 77,276

*N %	P %	K %	Ca %	Mg %	Zn ppm	Cu ppm	Fe ppm	Mn ppm	*B ppm	N/P	Fe/Mn
1.55 D	0.27 A ± 0.03	1.60 B ± 0.29	1.33 S ± 0.25	0.33 B ± 0.08	178.00 E ± 21.12	24.00 A ± 3.36	2470.00 E ±345.80	74.00 S ± 11.10	100.62 E	5.74 B	33.37 E

Ca/Mg	Mg/K	N/K+Ca+Mg		*SO4 %							
4.03 E	0.20 B	0.46 B		0.20 D							

Nombre: T1 R2 HOJAS
No. Lab.: 77,277

*N %	P %	K %	Ca %	Mg %	Zn ppm	Cu ppm	Fe ppm	Mn ppm	*B ppm	N/P	Fe/Mn
2.31 D	0.25 S ± 0.03	1.73 B ± 0.31	3.85 E ± 0.75	0.69 E ± 0.17	150.50 E ± 18.06	50.50 E ± 7.07	847.00 E ±118.58	80.60 S ± 13.59	102.46 E	9.24 B	9.34 E

Ca/Mg	Mg/K	N/K+Ca+Mg		*SO4 %							
5.58 E	0.39 S	0.36 B		0.65 A							

Nombre: T1 R3 RAIZ 35 cm
No. Lab.: 77,278

*N %	P %	K %	Ca %	Mg %	Zn ppm	Cu ppm	Fe ppm	Mn ppm	*B ppm	N/P	Fe/Mn
2.01 D	0.29 A ± 0.04	2.03 B ± 0.36	1.40 S ± 0.26	0.34 B ± 0.08	241.50 E ± 28.98	20.80 A ± 2.91	2125.00 E ±297.50	78.60 S ± 11.79	90.15 E	6.93 B	27.03 E

Ca/Mg	Mg/K	N/K+Ca+Mg		*SO4 %							
4.11 E	0.16 B	0.53 M		0.20 D							

AGROBIOLAB

Informe de Análisis de Suelos, Plantas, Aguas y E.C.P.

LABORATORIO DE ENSAYO, BAJO LA NORMA INTERNACIONAL ISO 17025

Gonzalo Zaldumbide N49-204 y Luis Calisto Urb. Dammer 2 (El Inca) Telfs: (593-2) 241-2383 / 241-2385 Fax: (593-2) 241-3312 Quito - Ecuador
Página Web: www.clinica-agricola.com E-mail: agrobiolab@clinica-agricola.com

FOLIAR

Datos del Cliente		Referencia		Interpretación (IFA Word Fertilizer Use Manual)
Cliente : CENTENO JULIO / TESIS		No. Documento:	46426	D = Deficiente
Prop / Dir : CHAUPILOMA		Emisión:	17/05/2013	B = Bajo
Cultivo : TOMATE DE MESA		Impresión:	15/01/2014	M = Medio
Ingreso : 10/05/2013	**Ensayo : 13/05/2013	Página:	2 de 14	S = Suficiente
No. Lab. : Desde : 77279	Hasta : 77283			A = Alto
				E = Exceso

Nombre: T1 R3 HOJAS
No. Lab.: 77.279

*N %	P %	K %	Ca %	Mg %	Zn ppm	Cu ppm	Fe ppm	Mn ppm	*B ppm	N/P	Fe/Mn
2.58 B	0.25 S ± 0.03	2.13 B ± 0.38	4.08 E ± 0.77	0.74 E ± 0.16	98.00 E ± 11.76	53.50 E ± 7.49	903.50 E ± 120.49	53.20 S ± 7.98	127.71 E	10.32 M	16.98 E
Ca/Mg	Mg/K	N/K+Ca+Mg		*SO_4 %							
5.51 E	0.34 S	0.37 B		0.59 A							

Nombre: T1 R4 RAIZ 35 cm
No. Lab.: 77.280

*N %	P %	K %	Ca %	Mg %	Zn ppm	Cu ppm	Fe ppm	Mn ppm	*B ppm	N/P	Fe/Mn
2.32 D	0.29 A ± 0.04	2.24 B ± 0.40	1.61 S ± 0.30	0.41 S ± 0.10	191.50 E ± 99.98	26.00 E ± 9.64	3982.50 E ± 557.55	115.90 S ± 17.38	98.15 E	8.00 B	34.36 E
Ca/Mg	Mg/K	N/K+Ca+Mg		*SO_4 %							
3.92 A	0.18 B	0.54 M		0.21 B							

Nombre: T1 R4 HOJAS
No. Lab.: 77.281

*N %	P %	K %	Ca %	Mg %	Zn ppm	Cu ppm	Fe ppm	Mn ppm	*B ppm	N/P	Fe/Mn
2.77 B	0.25 S ± 0.03	2.15 B ± 0.38	3.98 E ± 0.75	0.65 A ± 0.16	94.60 E ± 11.35	63.50 E ± 8.89	803.00 E ± 112.42	69.40 S ± 10.41	136.95 E	11.08 M	11.57 E
Ca/Mg	Mg/K	N/K+Ca+Mg		*SO_4 %							
6.12 E	0.30 S	0.40 B		0.73 A							

Nombre: T4 R1 RAIZ 48 cm
No. Lab.: 77.282

*N %	P %	K %	Ca %	Mg %	Zn ppm	Cu ppm	Fe ppm	Mn ppm	*B ppm	N/P	Fe/Mn
1.49 D	0.24 M ± 0.03	1.76 B ± 0.31	1.16 S ± 0.21	0.28 B ± 0.07	54.70 A ± 6.56	24.00 A ± 3.36	5805.00 E ± 812.70	144.10 S ± 21.61	80.91 E	6.20 B	40.26 E
Ca/Mg	Mg/K	N/K+Ca+Mg		*SO_4 %							
4.10 E	0.15 B	0.46 B		0.18 D							

Nombre: T4 R1 HOJAS
No. Lab.: 77.283

*N %	P %	K %	Ca %	Mg %	Zn ppm	Cu ppm	Fe ppm	Mn ppm	*B ppm	N/P	Fe/Mn
2.92 B	0.38 A ± 0.05	2.16 B ± 0.38	3.68 E ± 0.73	0.81 E ± 0.20	46.40 S ± 5.56	57.50 E ± 8.05	818.50 E ± 114.59	65.90 S ± 9.88	124.63 E	7.68 B	12.42 E
Ca/Mg	Mg/K	N/K+Ca+Mg		*SO_4 %							
4.79 E	0.37 S	0.42 B		0.64 A							

AGROBIOLAB

Informe de Análisis de Suelos, Plantas, Aguas y E.C.P.

LABORATORIO DE ENSAYO, BAJO LA NORMA INTERNACIONAL ISO 17025

Gonzalo Zaldumbide N49-204 y Luis Calisto Urb. Dammer 2 (El Inca) Telfs: (593-2) 241-2383 / 241-2385 Fax: (593-2) 241-3012 Quito - Ecuador

Página Web: www.clinica-agricola.com E-mail: agrobiolab@clinica-agricola.com

FOLIAR

Datos del Cliente	Referencia	Interpretación
Cliente : CENTENO JULIO / TESIS Prop / Dr : CHAUPILOMA Cultivo : TOMATE DE MESA Ingreso : 10/05/2013 **Ensayo : 13/05/2013 No. Lab. : Desde : 77284 Hasta : 77288	No. Documento: **46426** Emisión: 17/05/2013 Impresión: 15/01/2014 Página: 3 de 14	FA World Fertilizer Use Manual D = Deficiente B = Bajo M = Medio S = Suficiente A = Alto E = Exceso

Nombre: T4 R2 RAIZ 52 cm
No. Lab.: 77,284

*N %	P %	K %	Ca %	Mg %	Zn ppm	Cu ppm	Fe ppm	Mn ppm	*B ppm	N/P	Fe/Mn
1.28 D	0.22 B ± 0.03	1.70 B ± 0.30	1.01 S ± 0.19	0.33 B ± 0.08	59.20 E ± 7.10	43.00 E ± 6.02	9837.50 E ± 1377.25	199.20 S ± 29.88	78.76 E	5.81 B	49.38 E
Ca/Mg	Mg/K	N/K+Ca+Mg		*SO_4 %							
3.06 S	0.19 B	0.42 B		0.20 D							

Nombre: T4 R2 HOJAS
No. Lab.: 77,285

*N %	P %	K %	Ca %	Mg %	Zn ppm	Cu ppm	Fe ppm	Mn ppm	*B ppm	N/P	Fe/Mn
2.78 B	0.36 A ± 0.05	2.19 B ± 0.39	3.75 E ± 0.71	0.73 E ± 0.18	66.80 E ± 9.01	56.00 E ± 7.84	1697.50 E ± 237.45	80.60 S ± 12.09	139.41 E	7.72 B	21.06 E
Ca/Mg	Mg/K	N/K+Ca+Mg		*SO_4 %							
5.13 E	0.33 S	0.41 B		0.60 A							

Nombre: T4 R3 RAIZ 40 cm
No. Lab.: 77,286

*N %	P %	K %	Ca %	Mg %	Zn ppm	Cu ppm	Fe ppm	Mn ppm	*B ppm	N/P	Fe/Mn
1.48 D	0.25 S ± 0.03	1.79 B ± 0.32	1.30 S ± 0.24	0.30 B ± 0.07	77.50 E ± 9.30	25.00 A ± 3.50	7412.50 E ± 1037.75	148.10 S ± 22.21	86.45 E	5.92 B	50.05 E
Ca/Mg	Mg/K	N/K+Ca+Mg		*SO_4 %							
4.33 E	0.16 B	0.43 B		0.19 D							

Nombre: T4 R3 HOJAS
No. Lab.: 77,287

*N %	P %	K %	Ca %	Mg %	Zn ppm	Cu ppm	Fe ppm	Mn ppm	*B ppm	N/P	Fe/Mn
3.86 M	0.39 A ± 0.05	2.55 B ± 0.45	3.60 E ± 0.65	0.83 E ± 0.20	53.60 A ± 6.43	55.50 E ± 7.77	964.50 E ± 135.03	76.90 S ± 11.53	127.71 E	9.89 B	12.54 E
Ca/Mg	Mg/K	N/K+Ca+Mg		*SO_4 %							
4.33 E	0.32 S	0.55 M		0.59 A							

Nombre: T4 R4 RAIZ 46 cm
No. Lab.: 77,288

*N %	P %	K %	Ca %	Mg %	Zn ppm	Cu ppm	Fe ppm	Mn ppm	*B ppm	N/P	Fe/Mn
1.36 D	0.29 A ± 0.04	2.31 B ± 0.41	1.26 S ± 0.23	0.28 B ± 0.07	82.50 E ± 9.90	19.60 S ± 2.74	5000.00 E ± 700.00	112.10 S ± 16.81	108.00 E	4.69 B	44.60 E
Ca/Mg	Mg/K	N/K+Ca+Mg		*SO_4 %							
4.50 E	0.12 B	0.35 B		0.18 D							

AGROBIOLAB

Informe de Análisis de Suelos, Plantas, Aguas y E.C.P.

LABORATORIO DE ENSAYO, BAJO LA NORMA INTERNACIONAL ISO 17025

Gonzalo Zaldumbide N49-204 y Luis Calisto Urb. Dammer 2 (El Inca) Telfs: (593-2) 241-2383 / 241-2385 Fax: (593-2) 241-3312 Quito - Ecuador
Página Web: www.clinica-agricola.com E-mail: agrobiolab@clinica-agricola.com

FOLIAR

Datos del Cliente	Referencia	Interpretación
Cliente : CENTENO JULIO / TESIS Prop / Dir : CHAUPILOMA Cultivo : TOMATE DE MESA Ingreso : 10/05/2013 **Ensayo : 13/05/2013 No. Lab. : Desde : 77289 Hasta : 77293	No. Documento: **46426** Emisión: 17/05/2013 Impresión: 15/01/2014 Página: 4 de 14	IFA World Fertilizer Use Manual D - Deficiente B - Bajo M - Medio S - Suficiente A - Alto E - Exceso

Nombre: T4 R4 HOJAS
No. Lab.: 77,289

*N %	P %	K %	Ca %	Mg %	Zn ppm	Cu ppm	Fe ppm	Mn ppm	*B ppm	N/P	Fe/Mn
3.93 M	0.43 A ± 0.06	2.74 M ± 0.49	4.20 E ± 0.79	1.03 E ± 0.25	97.50 E ± 11.70	62.00 E ± 6.88	2347.50 E ± 329.65	65.90 S ± 9.88	136.33 E	9.14 B	35.62 E

Ca/Mg	Mg/K	N/K+Ca+Mg		*SO_4 %							
4.07 E	0.37 S	0.49 B		0.69 A							

Nombre: T2 R1 RAIZ 36 cm
No. Lab.: 77,290

*N %	P %	K %	Ca %	Mg %	Zn ppm	Cu ppm	Fe ppm	Mn ppm	*B ppm	N/P	Fe/Mn
1.24 D	0.20 D ± 0.02	1.71 B ± 0.30	1.48 S ± 0.28	0.30 B ± 0.07	114.40 E ± 19.72	23.80 A ± 3.33	3720.00 E ± 520.80	81.40 S ± 12.21	116.78 E	6.20 B	45.70 E

Ca/Mg	Mg/K	N/K+Ca+Mg		*SO_4 %							
4.93 E	0.17 B	0.35 B		0.19 D							

Nombre: T2 R1 HOJAS
No. Lab.: 77,291

*N %	P %	K %	Ca %	Mg %	Zn ppm	Cu ppm	Fe ppm	Mn ppm	*B ppm	N/P	Fe/Mn
2.00 D	0.31 A ± 0.04	1.83 B ± 0.32	4.55 E ± 0.86	0.85 E ± 0.21	74.60 E ± 8.95	74.50 E ± 10.43	1587.50 E ± 222.25	88.80 S ± 13.32	118.47 E	6.45 B	17.87 E

Ca/Mg	Mg/K	N/K+Ca+Mg		*SO_4 %							
5.35 E	0.46 S	0.27 B		0.64 A							

Nombre: T2 R2 RAIZ 37cm
No. Lab.: 77,292

*N %	P %	K %	Ca %	Mg %	Zn ppm	Cu ppm	Fe ppm	Mn ppm	*B ppm	N/P	Fe/Mn
1.18 D	0.23 B ± 0.03	2.04 B ± 0.36	1.70 S ± 0.32	0.31 B ± 0.07	97.30 E ± 11.67	23.20 A ± 3.24	3365.00 E ± 471.10	83.20 S ± 12.48	98.77 E	5.13 B	40.44 E

Ca/Mg	Mg/K	N/K+Ca+Mg		*SO_4 %							
5.48 E	0.15 B	0.29 B		0.20 D							

Nombre: T2 R2 HOJAS
No. Lab.: 77,293

*N %	P %	K %	Ca %	Mg %	Zn ppm	Cu ppm	Fe ppm	Mn ppm	*B ppm	N/P	Fe/Mn
1.92 D	0.30 A ± 0.04	1.79 B ± 0.32	3.98 E ± 0.75	0.71 E ± 0.17	45.70 S ± 5.48	68.00 E ± 9.52	1140.50 E ± 159.67	70.80 S ± 10.62	127.71 E	6.40 B	16.10 E

Ca/Mg	Mg/K	N/K+Ca+Mg		*SO_4 %							
5.60 E	0.39 S	0.29 B		0.52 A							

AGROBIOLAB

Informe de Análisis de Suelos, Plantas, Aguas y E.C.P.

LABORATORIO DE ENSAYO. BAJO LA NORMA INTERNACIONAL ISO 17025

Gonzalo Zaldumbide N49-204 y Luis Calisto Urb. Dammar 2 (El Inca) Telfs. (593-2) 241-2383 / 241-2385 Fax: (593-2) 241-3312 Quito - Ecuador
Página Web: www.clinica-agricola.com E-mail: agrobiolab@clinica-agricola.com

FOLIAR

Datos del Cliente		Referencia		Interpretación (FA World Fertilizer Use Manual)
Cliente	: CENTENO JULIO : TESIS	No. Documento:	46426	D = Deficiente
Prop / Dir	: CHAUPILOMA	Emisión:	17/05/2013	B = Bajo
Cultivo	: TOMATE DE MESA	Impresión:	15/01/2014	M = Medio
Ingreso	: 10/05/2013 **Ensayo : 13/05/2013	Página:	6 de 14	S = Suficiente
No. Lab.	: Desde : 77299 Hasta : 77303			A = Alto
				E = Exceso

Nombre: T3 R1 HOJAS
No. Lab.: 77,299

*N %	P %	K %	Ca %	Mg %	Zn ppm	Cu ppm	Fe ppm	Mn ppm	*B ppm	N/P	Fe/Mn
2.53 B	0.32 A ± 0.04	2.03 B ± 0.36	4.00 E ± 0.76	0.76 E ± 0.19	26.10 S ± 3.13	26.00 E ± 3.64	787.50 E ±110.25	49.60 S ± 7.44	114.47 E	7.90 D	15.87 E

Ca/Mg	Mg/K	N/K+Ca+Mg		*SO_4 %							
5.26 E	0.37 S	0.37 B		0.59 A							

Nombre: T3 R2 RAIZ 44 cm
No. Lab.: 77,300

*N %	P %	K %	Ca %	Mg %	Zn ppm	Cu ppm	Fe ppm	Mn ppm	*B ppm	N/P	Fe/Mn
1.30 D	0.27 A ± 0.03	1.60 B ± 0.28	1.38 S ± 0.26	0.35 B ± 0.08	47.20 S ± 5.66	23.50 A ± 3.29	6837.50 E ±957.25	159.30 S ± 23.89	89.22 E	4.81 B	42.92 E

Ca/Mg	Mg/K	N/K+Ca+Mg		*SO_4 %							
3.94 A	0.21 B	0.39 B		0.18 D							

Nombre: T3 R2 HOJAS
No. Lab.: 77,301

*N %	P %	K %	Ca %	Mg %	Zn ppm	Cu ppm	Fe ppm	Mn ppm	*B ppm	N/P	Fe/Mn
2.01 D	0.34 A ± 0.04	1.68 B ± 0.30	2.56 S ± 0.46	0.66 E ± 0.16	23.70 S ± 2.84	41.00 E ± 5.74	1028.50 E ±143.99	56.40 S ± 8.46	110.78 E	5.91 B	18.23 E

Ca/Mg	Mg/K	N/K+Ca+Mg		*SO_4 %							
3.87 A	0.39 S	0.41 B		0.56 A							

Nombre: T3 R3 RAIZ 44 cm
No. Lab.: 77,302

*N %	P %	K %	Ca %	Mg %	Zn ppm	Cu ppm	Fe ppm	Mn ppm	*B ppm	N/P	Fe/Mn
1.19 D	0.25 S ± 0.03	1.38 B ± 0.24	3.48 A ± 0.66	0.35 B ± 0.08	56.70 E ± 6.80	26.80 E ± 3.75	9412.50 E ±1318.75	218.90 S ± 32.83	68.90 E	4.76 B	44.82 E

Ca/Mg	Mg/K	N/K+Ca+Mg		*SO_4 %							
9.94 E	0.25 M	0.22 B		0.17 D							

Nombre: T3 R3 HOJAS
No. Lab.: 77,303

*N %	P %	K %	Ca %	Mg %	Zn ppm	Cu ppm	Fe ppm	Mn ppm	*B ppm	N/P	Fe/Mn
2.66 B	0.30 A ± 0.05	1.98 B ± 0.35	3.55 E ± 0.67	0.79 E ± 0.19	24.50 S ± 2.94	48.50 E ± 6.79	801.50 E ±112.21	62.90 S ± 9.43	136.02 E	6.82 B	12.74 E

Ca/Mg	Mg/K	N/K+Ca+Mg		*SO_4 %							
4.50 E	0.39 S	0.42 B		0.57 A							

AGROBIOLAB

Informe de Análisis de Suelos, Plantas, Aguas y E.C.P.

LABORATORIO DE ENSAYO, BAJO LA NORMA INTERNACIONAL ISO 17025

Gonzalo Zaldumbide N49-204 y Luis Calisto Urb. Dammer 2 (El Inca) Telfs. (593-2) 241-2383 / 241-2385 Fax. (593-2) 241-3312 Quito - Ecuador
Página Web: www.clinica-agricola.com E-mail: agrobiolab@clinica-agricola.com

FOLIAR

Datos del Cliente		Referencia		Interpretación (IFA World Fertilizer Use Manual)
Cliente	: CENTENO JULIO / TESIS	No. Documento:	46426	D = Deficiente
Prop / Dir	: CHAUPILOMA	Emisión:	17/05/2013	B = Bajo
Cultivo	: TOMATE DE MESA	Impresión:	15/01/2014	M = Medio
Ingreso	: 10/05/2013 **Ensayo : 13/05/2013	Página:	7 de 14	S = Suficiente
No. Lab.	: Desde : 77304 Hasta : 77305			A = Alto
				E = Exceso

Nombre: T3 R4 RAIZ 44 cm
No. Lab.: 77,304

*N %	P %	K %	Ca %	Mg %	Zn ppm	Cu ppm	Fe ppm	Mn ppm	*B ppm	N/P	Fe/Mn
1.28 D	0.28 A ± 0.03	2.23 B ± 0.40	1.41 S ± 0.26	0.30 B ± 0.07	68.50 E ± 6.82	22.40 A ± 3.13	5775.00 E ± 808.50	155.00 S ± 23.25	103.08 E	4.57 B	37.25 E

Ca/Mg	Mg/K	N/K+Ca+Mg		*SO_4 %							
4.70 E	0.13 B	0.32 B		0.15 D							

Nombre: T3 R4 HOJAS
No. Lab.: 77,305

*N %	P %	K %	Ca %	Mg %	Zn ppm	Cu ppm	Fe ppm	Mn ppm	*B ppm	N/P	Fe/Mn
3.80 M	0.43 A ± 0.06	2.79 M ± 0.50	3.80 E ± 0.72	0.85 E ± 0.21	31.90 S ± 3.82	39.50 E ± 5.53	879.00 E ± 123.06	58.10 S ± 8.71	113.85 E	8.83 B	15.12 E

Ca/Mg	Mg/K	N/K+Ca+Mg		*SO_4 %							
4.47 E	0.30 B	0.51 M		0.60 A							

Anexo 6. Resultados de análisis del extracto celular de peciolos ECP en la etapa de floración en la evaluación influencia de la profundidad del fertirriego por goteo, sobre el sistema radicular y el rendimiento de dos poblaciones. Tupigachi, Pichincha. 2013

AGROBIOLAB - GRUPO CLINICA AGRICOLA

Informe de Análisis de Suelos, Plantas, Aguas y E.C.P.

Gonzalo Zaldumbide N49-204 y César Frank Urb. Dammer 2 (El Inca)
Telfs: (593-2) 241-2383 / 241-2385 Fax: (593-2) 241-3312 Quito - Ecuador
Página Web: www.clinica-agricola.com E-mail: agrobiolab@clinica-agricola.com

E.C.P.
(Extracto Celular de Peciolos)

Datos del Cliente		Referencia	Interpretación	
Cliente : CENTENO JULIO / TESIS		No. Doc: **46446**	**Elementos**	**pH**
Propiedad : CHAUPILOMA		Emisión: 17/05/2013	B = Bajo	Ac = Acido
Cultivo : EXT.CEL.TOMATE RIÑON		Impreso: 15/01/2014	M = Medio	LAc = Lig. Acido
Ingreso : 10/05/2013	Ensayo: 13/05/2013	Página: 1 de 4	S = Suficiente	Pn = Prac. Neutro
No. Lab. : Desde : 2586	Hasta : 2592		A = Alto	LAl = Lig. Alcalino
			E = Exceso	Al = Alcalino

Nombre: T1 R1
No. Lab.: 2.588

pH		NO3 ppm	PO4 ppm	Zn ppm	Cu ppm	Fe ppm	Mn ppm	B ppm		K ppm	Ca ppm
4.4		133.0	354.0	23.50	1.80	63.75	4.70	2.30		3337	786.3
Mg ppm	Na ppm			C.E mmho	S ppm						
775	77.50			10.72	642.8						

Nombre: T1 R2
No. Lab.: 2.589

pH		NO3 ppm	PO4 ppm	Zn ppm	Cu ppm	Fe ppm	Mn ppm	B ppm		K ppm	Ca ppm
4.2		11.0	288.0	21.00	1.25	92.50	3.55	1.40		2675	597.5
Mg ppm	Na ppm			C.E mmho	S ppm						
525	67.50			8.29	453.5						

Nombre: T1 R3
No. Lab.: 2.590

pH		NO3 ppm	PO4 ppm	Zn ppm	Cu ppm	Fe ppm	Mn ppm	B ppm		K ppm	Ca ppm
4.4		4.0	300.0	23.50	1.30	88.75	2.65	0.90		2950	626.3
Mg ppm	Na ppm			C.E mmho	S ppm						
575	57.50			9.60	371.8						

Nombre: T1 R4
No. Lab.: 2.591

pH	NH4 ppm	NO3 ppm	PO4 ppm	Zn ppm	Cu ppm	Fe ppm	Mn ppm	B ppm		K ppm	Ca ppm
4.4	109.2	14.0	356.0	21.00	1.75	76.25	3.40	0.95		3062	780.0
Mg ppm	Na ppm			C.E mmho	S ppm						
700	62.50			10.39	535.2						

Nombre: T4 R1
No. Lab.: 2.592

pH	NH4 ppm	NO3 ppm	PO4 ppm	Zn ppm	Cu ppm	Fe ppm	Mn ppm	B ppm		K ppm	Ca ppm
6.0	217.0	7.0	556.0	14.00	1.80	102.50	3.25	2.25		4500	530.0
Mg ppm	Na ppm			C.E mmho	S ppm						
700	85.00			14.03	717.1						

AGROBIOLAB - GRUPO CLINICA AGRICOLA

Informe de Análisis de Suelos, Plantas, Aguas y E.C.P.

Gonzalo Zaldumbide N49-204 y César Frank Urb. Dammer 2 (El Inca)
Telfs: (593-2) 241-2383 / 241-2385 Fax: (593-2) 241-3312 Quito - Ecuador
Página Web: www.clinica-agricola.com E-mail: agrobiolab@clinica-agricola.com

E.C.P. (Extracto Celular de Peciolos)

Datos del Cliente		Referencia	Interpretación	
Cliente : CENTENO JULIO / TESIS		No. Doc: **46446**	Elementos	pH
Propiedad : CHAUPILOMA		Emisión: 17/05/2013	B - Bajo	Ac - Acido
Cultivo : EXT.CEL.TOMATE RIÑON		Impreso: 15/01/2014	M - Medio	LAc - Lig. Acido
Ingreso : 10/05/2013	Ensayo: 13/05/2013	Página: 2 de 4	S - Suficiente	Pn - Prac. Neutro
No. Lab : Desde : 2590	Hasta : 2597		A - Alto	LAl - Lig. Alcalino
			E - Exceso	Al - Alcalino

Nombre: T4 R2
No. Lab.: 2,593

pH	NH4 ppm	NO3 ppm	PO4 ppm	Zn ppm	Cu ppm	Fe ppm	Mn ppm	B ppm		K ppm	Ca ppm
5.1	124.6	4.0	392.0	10.50	1.55	77.50	3.20	1.90		3875	697.5
Mg ppm	**Na ppm**			**C.E mmho**	**S ppm**						
612	90.00			13.28	594.6						

Nombre: T4 R3
No. Lab.: 2,594

pH	NH4 ppm	NO3 ppm	PO4 ppm	Zn ppm	Cu ppm	Fe ppm	Mn ppm	B ppm		K ppm	Ca ppm
5.0	267.4	541.0	488.0	15.00	1.65	30.00	3.85	20.00		3475	705.0
Mg ppm	**Na ppm**			**C.E mmho**	**S ppm**						
775	60.00			15.58	668.8						

Nombre: T4 R4
No. Lab.: 2,595

pH	NH4 ppm	NO3 ppm	PO4 ppm	Zn ppm	Cu ppm	Fe ppm	Mn ppm	B ppm		K ppm	Ca ppm
4.6	217.0	734.0	456.0	9.25	1.05	33.75	2.15	16.70		3912	535.0
Mg ppm	**Na ppm**			**C.E mmho**	**S ppm**						
512	47.00			14.46	501.8						

Nombre: T2 R1
No. Lab.: 2,596

pH		NO3 ppm	PO4 ppm	Zn ppm	Cu ppm	Fe ppm	Mn ppm	B ppm		K ppm	Ca ppm
4.3		57.0	314.0	24.00	1.95	53.75	4.30	1.85		3312	807.5
Mg ppm	**Na ppm**			**C.E mmho**	**S ppm**						
700	65.00			10.83	383.0						

Nombre: T2 R2
No. Lab.: 2,597

pH		NO3 ppm	PO4 ppm	Zn ppm	Cu ppm	Fe ppm	Mn ppm	B ppm		K ppm	Ca ppm
4.1		21.0	364.0	19.50	1.70	50.00	3.45	1.35		2700	650.0
Mg ppm	**Na ppm**			**C.E mmho**	**S ppm**						
637	52.50			9.52	416.4						

AGROBIOLAB - GRUPO CLINICA AGRICOLA

Informe de Análisis de Suelos, Plantas, Aguas y E.C.P.

Gonzalo Zaldumbide N49-204 y César Frank Urb. Dammer 2 (El Inca)
Telfs: (593-2) 241-2383 / 241-2386 Fax: (593-2) 241-3312 Quito - Ecuador
Página Web: www.clinica-agricola.com E-mail: agrobiolab@clinica-agricola.com

E.C.P.
(Extracto Celular de Perlita)

Datos del Cliente	Referencia	Interpretación	
Cliente : CENTENO JULIO / TESIS	No. Doc: **46446**	Elementos	pH
Propiedad : CHAUPILOMA	Emisión: 17/05/2013	B - Bajo	Ac - Acido
Cultivo : EXT CEL TOMATE RIÑON	Impreso: 15/01/2014	M - Medio	LAc - Lig. Acido
Ingreso : 10/05/2013 Ensayo: 13/05/2013	Página: 3 de 4	S - Suficiente	Pn - Prac. Neutro
No. Lab : Desde : 2598 Hasta : 2602		A - Alto	LAl - Lig. Alcalino
		E - Exceso	Al - Alcalino

Nombre: T2 R3
No. Lab.: 2,598

pH		NO3 ppm	PO4 ppm	Zn ppm	Cu ppm	Fe ppm	Mn ppm	B ppm		K ppm	Ca ppm
4.2		33.0	432.0	17.75	1.50	51.25	3.40	0.55		2725	508.8
Mg ppm	Na ppm			C.E mmho	S ppm						
562	42.50			9.54	394.1						

Nombre: T2 R4
No. Lab.: 2,599

pH		NO3 ppm	PO4 ppm	Zn ppm	Cu ppm	Fe ppm	Mn ppm	B ppm		K ppm	Ca ppm
4.3		11.0	370.0	16.75	1.00	47.50	2.45	1.05		2800	427.5
Mg ppm	Na ppm			C.E mmho	S ppm						
475	38.00			8.64	264.2						

Nombre: T3 R1
No. Lab.: 2,600

pH	NH4 ppm	NO3 ppm	PO4 ppm	Zn ppm	Cu ppm	Fe ppm	Mn ppm	B ppm		K ppm	Ca ppm
4.5	152.6	29.0	604.0	11.75	1.25	72.50	2.60	1.85		3400	533.8
Mg ppm	Na ppm			C.E mmho	S ppm						
500	55.00			11.62	449.8						

Nombre: T3 R2
No. Lab.: 2,601

pH	NH4 ppm	NO3 ppm	PO4 ppm	Zn ppm	Cu ppm	Fe ppm	Mn ppm	B ppm		K ppm	Ca ppm
4.4	194.6	19.0	532.0	16.00	1.35	63.75	3.70	1.45		3750	460.0
Mg ppm	Na ppm			C.E mmho	S ppm						
637	62.50			12.00	542.6						

Nombre: T3 R3
No. Lab.: 2,602

pH	NH4 ppm	NO3 ppm	PO4 ppm	Zn ppm	Cu ppm	Fe ppm	Mn ppm	B ppm		K ppm	Ca ppm
4.6	169.4	29.0	584.0	13.75	1.55	96.25	3.25	2.25		3937	382.5
Mg ppm	Na ppm			C.E mmho	S ppm						
525	52.50			11.47	431.2						

AGROBIOLAB - GRUPO CLINICA AGRICOLA

Informe de Análisis de Suelos, Plantas, Aguas y E.C.P.

Gonzalo Zaldumbide N49-204 y Cesar Frank Urb. Dammer 2 (El Inca)
Telfs. (593-2) 241-2383 / 241-2385 Fax: (593-2) 241-3312 Quito - Ecuador
Página Web: www.clinica-agricola.com E-mail: agrobiolab@clinica-agricola.com

E.C.P.

Datos del Cliente		Referencia	Interpretación	
Cliente : CENTENO JULIO / TESIS		No. Doc: **46446**	Elementos	pH
Propiedad : CHAUPILOMA		Emisión: 17/05/2013	B - Bajo	Ac - Acido
Cultivo : EXT.CEL.TOMATE RIÑON		Impreso: 15/01/2014	M - Medio	LAc - Lig. Acido
Ingreso : 10/05/2013	Ensayo: 13/05/2013	Página: 4 de 4	S - Suficiente	Pn - Prac. Neutro
No. Lab. : Desde : 2603	Hasta 2603		A - Alto	LAl - Lig. Alcalino
			E - Exceso	Al - Alcalino

Nombre: T3 R4
No. Lab.: 2,603

pH	NH4 ppm	NO3 ppm	PO4 ppm	Zn ppm	Cu ppm	Fe ppm	Mn ppm	B ppm		K ppm	Ca ppm
4.5	203.0	410.0	508.0	12.25	1.30	70.00	3.05	11.50		397.5	437.5
Mg ppm	**Na ppm**			**C.E mmho**	**S ppm**						
612	50.00			13.40	498.1						

Anexo 7. Datos de campo de los días a la floración en la evaluación influencia de la profundidad del fertirriego por goteo, sobre el sistema radicular y el rendimiento de dos poblaciones. Tupigachi, Pichincha. 2013

PG (D) POBLACIONES	SP (PROF. FERT.)	REPETICIONES				∑ D * PF	X D * PF
		I	II	III	IV		
d1	pf1	76.00	75.00	77.00	76.00	304.00	76.00
	pf2	75.00	76.00	75.00	77.00	303.00	75.75
	∑ PG	151.00	151.00	152.00	153.00	607.00	75.88
d2	pf1	61.00	62.00	61.00	60.00	244.00	61.00
	pf2	61.00	60.00	62.00	62.00	245.00	61.25
	∑ PG	122.00	122.00	123.00	122.00	489.00	61.13
∑ R		273.00	273.00	275.00	275.00	1 096.00	68.50

Anexo 8. Datos de campo de la longitud de la raíz a la floración en la evaluación influencia de la profundidad
del fertirriego por goteo, sobre el sistema radicular y el rendimiento de dos poblaciones. Tupigachi, Pichincha. 2013

PG (D) POBLACIONES	SP (PROF. FERT.)	REPETICIONES				∑ D * PF	X D * PF
		I	II	III	IV		
d1	pf1	45.00	44.00	44.00	44.00	177.00	44.25
	pf2	48.00	50.00	49.00	46.00	193.00	48.25
	∑ PG	93.00	94.00	93.00	90.00	370.00	46.25
d2	pf1	35.00	37.00	35.00	36.00	143.00	35.75
	pf2	36.00	37.00	37.00	35.00	145.00	36.25
	∑ PG	71.00	74.00	72.00	71.00	288.00	36.00
∑ R		164.00	168.00	165.00	161.00	658.00	41.13

Anexo 9. Datos de campo del peso de la raíz a la floración en la evaluación influencia de la profundidad del fertirriego por goteo, sobre el sistema radicular y el rendimiento de dos poblaciones. Tupigachi, Pichincha. 2013

PG (D) POBLACIONES	SP (PROF. FERT.)	REPETICIONES				∑ D * PF	X D * PF
		I	II	III	IV		
d1	pf1	52.00	53.00	53.00	54.00	212.00	53.00
	pf2	65.00	68.00	66.00	67.00	266.00	66.50
	∑ PG	117.00	121.00	119.00	121.00	478.00	59.75
d2	pf1	43.00	44.00	43.80	45.00	175.80	43.95
	pf2	27.90	26.00	28.60	27.00	109.50	27.38
	∑ PG	70.90	70.00	72.40	72.00	285.30	35.66
∑ R		187.90	191.00	191.40	193.00	763.30	47.71

Anexo 10. Datos de campo de la longitud de la raíz al periodo de cosecha completa en la evaluación influencia de la profundidad del fertirriego por goteo, sobre el sistema radicular y el rendimiento de dos poblaciones. Tupigachi, Pichincha. 2013

PG (D) POBLACIONES	SP (PROF. FERT.)	REPETICIONES				∑ D * PF	X D * PF
		I	II	III	IV		
d1	pf1	86.50	84.00	83.00	83.00	336.50	84.13
	pf2	87.00	88.00	86.00	85.00	346.00	86.50
	∑ PG	173.50	172.00	169.00	168.00	682.50	85.31
d2	pf1	65.00	65.00	64.00	64.00	258.00	64.50
	pf2	56.00	55.00	57.00	55.00	223.00	55.75
	∑ PG	121.00	120.00	121.00	119.00	481.00	60.13
∑ R		294.50	292.00	290.00	287.00	1 163.50	72.72

Anexo 11. Datos de campo del peso de la raíz al periodo de cosecha completa en la evaluación influencia
de la profundidad del fertirriego por goteo, sobre el sistema radicular y el rendimiento de dos poblaciones. Tupigachi, Pichincha. 2013

PG (D) POBLACIONES	SP (PROF. FERT.)	REPETICIONES				∑ D * PF	X D * PF
		I	II	III	IV		
d1	pf1	96.00	95.00	94.00	95.00	380.00	95.00
	pf2	117.00	116.00	115.00	118.00	466.00	116.50
	∑ PG	213.00	211.00	209.00	213.00	846.00	105.75
d2	pf1	48.00	48.00	47.00	49.00	192.00	48.00
	pf2	37.00	38.00	39.00	38.00	152.00	38.00
	∑ PG	85.00	86.00	86.00	87.00	344.00	43.00
∑ R		298.00	297.00	295.00	300.00	1 190.00	74.38

Anexo 12. Datos de campo del rendimiento (t/ha) al quinto piso en la evaluación influencia de la profundidad del fertirriego por goteo, sobre el sistema radicular y el rendimiento de dos poblaciones. Tupigachi, Pichincha. 2013

PG (D) POBLACIONES	SP (PROF. FERT.)	REPETICIONES				∑ D * PF	X D * PF
		I	II	III	IV		
d1	pf1	28.70	29.10	29.80	29.90	117.50	29.38
	pf2	29.40	29.20	28.90	29.30	116.80	29.20
	∑ PG	58.10	58.30	58.70	59.20	234.30	29.29
d2	pf1	31.80	31.50	31.60	31.00	125.90	31.48
	pf2	29.50	29.60	29.80	29.70	118.60	29.65
	∑ PG	61.30	61.10	61.40	60.70	244.50	30.56
∑ R		119.40	119.40	120.10	119.90	478.80	29.93

Anexo 13. Datos de la concentración de azucares (grados Brix) en la evaluación influencia de la profundidad del fertirriego por goteo, sobre el sistema radicular y el rendimiento de dos poblaciones. Tupigachi, Pichincha. 2013

PG (D) POBLACIONES	SP (PROF. FERT.)	REPETICIONES				∑ D * PF	X D * PF
		I	II	III	IV		
d1	pf1	8.00	8.30	8.20	8.10	32.60	8.15
	pf2	7.50	7.25	7.60	7.30	29.65	7.41
	∑ PG	15.50	15.55	15.80	15.40	62.25	7.78
d2	pf1	7.40	7.60	7.50	7.30	29.80	7.45
	pf2	7.40	7.50	7.60	7.45	29.95	7.49
	∑ PG	14.80	15.10	15.10	14.75	59.75	7.47
∑ R		30.30	30.65	30.90	30.15	122.00	7.63

Anexo 14. Datos de la acidez del fruto en la evaluación influencia de la profundidad del fertirriego por goteo, sobre el sistema radicular y el rendimiento de dos poblaciones. Tupigachi, Pichincha. 2013

PG (D) POBLACIONES	SP (PROF. FERT.)	REPETICIONES				∑ D * PF	X D * PF
		I	II	III	IV		
d1	pf1	0.66	0.52	0.57	0.55	2.30	0.58
	pf2	0.53	0.51	0.67	0.54	2.25	0.56
	∑ PG	1.19	1.03	1.24	1.09	4.55	0.57
d2	pf1	0.57	0.68	0.61	0.56	2.42	0.61
	pf2	0.60	0.64	0.58	0.61	2.43	0.61
	∑ PG	1.17	1.32	1.19	1.17	4.85	0.61
∑ R		2.36	2.35	2.43	2.26	9.40	0.59

Anexo 15. Datos de la conductividad eléctrica del zumo del fruto en la evaluación influencia de la profundidad del fertirriego por goteo, sobre el sistema radicular y el rendimiento de dos poblaciones. Tupigachi, Pichincha. 2013

PG (D) POBLACIONES	SP (PROF. FERT.)	REPETICIONES				∑ D * PF	X D * PF
		I	II	III	IV		
d1	pf1	5.00	4.87	4.45	4.32	18.64	4.66
	pf2	4.37	4.43	4.65	4.39	17.84	4.46
	∑ PG	9.37	9.30	9.10	8.71	36.48	4.56
d2	pf1	4.90	4.51	4.47	4.44	18.32	4.58
	pf2	4.66	4.70	4.80	5.15	19.31	4.83
	∑ PG	9.56	9.21	9.27	9.59	37.63	4.70
∑ R		18.93	18.51	18.37	18.30	74.11	4.63

Anexo 16. Datos de la concentración de sólidos del fruto en la evaluación influencia de la profundidad del fertirriego por goteo, sobre el sistema radicular y el rendimiento de dos poblaciones. Tupigachi, Pichincha. 2013

PG (D) POBLACIONES	SP (PROF. FERT.)	REPETICIONES				∑ D * PF	X D * PF
		I	II	III	IV		
d1	pf1	8.70	9.00	8.50	9.00	35.20	8.80
	pf2	9.60	9.80	10.60	10.50	40.50	10.13
	∑ PG	18.30	18.80	19.10	19.50	75.70	9.46
d2	pf1	10.50	11.20	11.60	11.30	44.60	11.15
	pf2	7.90	8.30	8.20	8.60	33.00	8.25
	∑ PG	18.40	19.50	19.80	19.90	77.60	9.70
∑ R		36.70	38.30	38.90	39.40	153.30	9.58

Anexo 17. Costos de insumos en la evaluación influencia de la profundidad del fertirriego por goteo, sobre el sistema radicular y el rendimiento de dos poblaciones. Tupigachi, Pichincha. 2013

COSTOS INSUMOS					
RUBRO	**UNIDAD**	**CANTIDAD**	**COSTO UNITARIO (USD)**	**SUBTOTAL (USD)**	**TOTAL (USD)**
ANÁLISIS DE LABORATORIO					**1 554.56**
Análisis de suelo	muestra	1	42.56	42.56	
Análisis de agua de riego	muestra	1	42.56	42.56	
Análisis de extracto celular	muestra	16	49.28	788.48	
Análisis foliar	muestra	16	42.56	680.96	
SIEMBRA					**254.48**
Pilones	unidad	1954	0.12	234.48	
Siembra manual	jornal	2	10.00	20.00	
INSUMOS					**509.48**
Bioabono enmienda	saco 25kg	3.5	10.11	35.39	
Bioabono inicio	saco 25kg	1.5	20.39	30.59	
25 – 3 – 20 + micros	saco 25kg	2	35	70.00	
12 – 3 – 40 + micros	saco 25kg	2	38	76.00	
Desinfectante de suelo mineral	kg	1	18	18.00	
Insecticida órgano mineral	litro	2	16	32.00	
Bactericida órgano mineral	litro	2	32	64.00	
Cusfungal	litro	3	23.12	69.36	
Iofungal	litro	3	21.39	64.17	
Peroxifungal	litro	2	5.55	11.10	
Nutranim estructura Ca y Mn	kg	2	5.03	10.06	
Nutranim engrose K y B	kg	2	5.03	10.06	
Nutranim fotosíntesis Mg y Fe	kg	2	5.03	10.06	
Humus	saco 40kg	1	8.7	8.70	
SUBTOTAL INSUMOS					**2 318.52**

Anexo 18. Gastos operativos de producción en la evaluación influencia de la profundidad del fertirriego
por goteo, sobre el sistema radicular y el rendimiento de dos poblaciones. Tupigachi, Pichincha. 2013

GASTOS OPERATIVOS DE PRODUCCIÓN					
RUBRO	**UNIDAD**	**CANTIDAD**	**COSTO UNITARIO (USD)**	**SUBTOTAL (USD)**	**TOTAL (USD)**
PREPARACIÓN DEL SUELO					**40.00**
Elaboración de camas	jornal	4	10.00	40.00	
LABORES CULTURALES					**600.00**
Deshierbas	tesista	12	10.00	120.00	
Fertirriego	tesista	12	5.00	60.00	
Poda y tutoreo	tesista	12	10.00	120.00	
Control fitosanitario	tesista	12	5.00	60.00	
Cosecha	jornal	12	10.00	120.00	
Poscosecha	tesista	12	10.00	120.00	
SUBTOTAL GASTOS OPERATIVOS DE PRODUCCIÓN					**640.00**

Anexo 19. Gastos de infraestructura en la evaluación influencia de la profundidad del fertirriego por goteo, sobre el sistema radicular y el rendimiento de dos poblaciones. Tupigachi, Pichincha. 2013

GASTOS INFRAESTRUCTURA					
RUBRO	**UNIDAD**	**CANTIDAD**	**COSTO UNITARIO (USD)**	**TOTAL INVERSIÓN**	**GASTO CICLO**
Construcción invernadero (20 ciclos)	m2	520	10.00	5200.00	**260**
Inversión plástico (10 ciclos)	m2	520	2.50	1300.00	**65**
SUBTOTAL GASTOS OPERATIVOS DE PRODUCCIÓN					**325.00**

Anexo 20. Programa de fertirriego que se usó en el proyecto influencia de la profundidad del fertirriego por goteo, sobre el sistema radicular y el rendimiento de dos poblaciones de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill). Cv. Mariana. Tupigachi, Pichincha. 2013

BIOAGROTECSA - GRUPO CLÍNICA AGRÍCOLA
Gonzalo Zaldumbide N49-204 y Luís Calisto Urb. Dammer 2 Telef. 593-2-2412383
QUITO- ECUADOR

CLIENTE: Invernadero en Tupigachi DOCUMENTO # 46123
HACIENDA: Julio Centeno
FECHA: 05-mar-13 Muestras #: 140235
PLAN DE FERTIRRIGACIÓN DEL CULTIVO DE TOMATE RIÑÓN
SEMANA # 6 Lámina de agua 3mm

Fuente	**Desarrollo + Micros**	**Elongación + Micros**	**Bioabono inicio**	Enraizador Primavera PS. 1
kg/Riego	0.58	0.28	13 g/planta	200 ml /bomba de 20 l
Días de aplicación	L, M y V	M y J		L
Materia Orgánica	Bioenmienda	550 g/m2 14 kg por cama de 28 metros de largo		Desinfectante del suelo 2 g/l de agua, drench

SEMANA # 7

Fuente	**Elongación + Micros**	**Desarrollo + Micros**	Par sinérgico Estructura	**Fung. Protectantes**
kg/Riego	0.28	0.58	1 g/l de agua	1 ml/l de agua
Días de Aplicación	L, M y V	M y J	Mi	Mi

SEMANA # 8

Fuente	**Desarrollo + Micros**	**Elongación + Micros**	Par sinérgico Estructura	Bioestimulante AuroraPS2
kg/ha/Riego	0.58	0.28	1 g/l de agua	2 ml/l de agua
Días de Aplicación	L, M y V	M y J	Mi	L y S

SEMANA # 9

Fuente	**Elongación + Micros**	**Desarrollo + Micros**	Par sinérgico Fotosíntesis	Fung. Protectantes
kg/ha/Riego	0.28	0.58	1 g/l de agua	1 ml/l de agua
Días de Aplicación	L,M y V	M y V	Mi	Mi

SEMANA # 10

Fuente	**Desarrollo + Micros**	Elongación + Micros	Par sinérgico Elongación	Vacuna de protección
kg/ha/Riego	0.58	0.28	1 g/l de agua	1 ml/l de agua
Días de Aplicación	L, M y V	M y V	Mi	Mi

SEMANA # 11

Fuente	**Elongación + Micros**	**Desarrollo + Micros**	Par sinérgico Fotosíntesis	Fung. Protectantes
kg/ha/Riego	0.28	0.58	1 g/l de agua	1 ml/l de agua
Días de Aplicación	L, M y V	M y V	Mi	Mi

Según el crecimiento y desarrollo de las plantas, ir incrementando la dosis en un 5 %.

Preparado por:

Especialista

Anexo 21. Fotografías de la evaluación influencia de la profundidad del fertirriego por goteo, sobre el sistema radicular y el rendimiento de dos poblaciones. Tupigachi, Pichincha. 2013

Fotografías 1. Preparación de terreno y levantamiento de camas

Fotografías 2. Equipos usados en el ensayo

Fotografías 3. Trasplante

Fotografías 4. Aforo de goteros

Fotografías 5. Enterrado de líneas de goteo a 5cm y 10 cm

Fotografía 6. Mangueras enterradas

Fotografías 7. Tutoreo

Fotografía 8. Floración

Fotografías 9. Cultivo de tomate cultivar Mariana

Fotografías 10. Aplicación de productos preventivos

Fotografías 11. Toma de lecturas Humedad

Fotografías 12. Extracción del sistema radicular a la floración

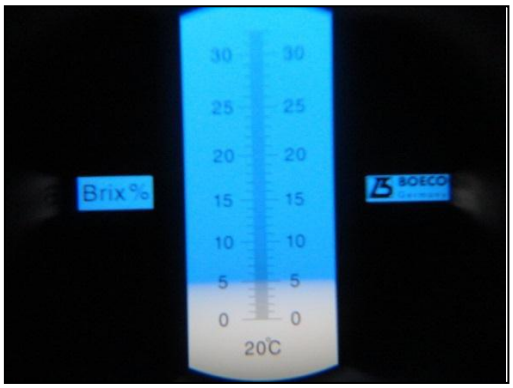
Fotografías 13. Extracción del sistema radicular al final de la cosecha

Fotografía 14. Limpieza del sistema radicular

Fotografías 15. Toma de muestras y datos (longitud, pesos, análisis foliares y ECP)

Fotografía 16. Toma de datos de la longitud y peso de las raíces

Fotografía 17. Tratamientos y repeticiones del sistema radicular



Fotografía 18. Lectura de grados Brix

Fotografía 19. Cosecha y poscosecha