

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE AGRONOMÍA  
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGRONÓMICAS**



**EVALUACIÓN DE LA DINÁMICA NUTRIMENTAL EN EL CULTIVO DE ZANAHORIA MORADA (*Daucus carota* L. hibr. *Deep purple* F1) EN FINCA LA SUIZA, SAN LUCAS SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA, C.A.**

**STEPHANY MARIAM GARCÍA NOVA**

**GUATEMALA, JULIO DE 2014**



**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE AGRONOMÍA**

**RECTOR MAGNÍFICO**

**Dr. Carlos Guillermo Alvarado Cerezo**

**JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA**

**DECANO**

**Dr. Lauriano Figueroa Quiñonez**

**VOCAL I**

**Dr. Ariel Abderramán Ortíz López**

**VOCAL II**

**Ing. Agr. MSc. Marino Barrientos García**

**VOCAL III**

**Ing. Agr. Erberto Raúl Alfaro Ortíz**

**VOCAL IV**

**P. For. Sindi Benita Simón Mendoza**

**VOCAL V**

**Br. Sergio Alexsander Soto Estrada**

**SECRETARIO**

**Dr. Mynor Raúl Otzoy Rosales**

**GUATEMALA, JULIO DE 2014**



**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE AGRONOMÍA  
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGRONÓMICAS**

**EVALUACIÓN DE LA DINÁMICA NUTRIMENTAL EN EL CULTIVO DE  
ZANAHORIA MORADA (*Daucus carota* L. hybr. *Deep purple* F1) EN FINCA  
LA SUIZA, SAN LUCAS SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA, C.A.**

**TESIS**

**PRESENTADA A LA HONORABLE JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE  
AGRONOMÍA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

**POR**

**STEPHANY MARIAM GARCÍA NOVA**

**EN EL ACTO DE INVESTIDURA COMO**

**INGENIERO AGRÓNOMO**

**EN**

**SISTEMAS DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA  
EN EL GRADO ACADÉMICO DE LICENCIADA**

**GUATEMALA, JULIO DE 2014**



Guatemala, Julio de 2014

Honorable Junta Directiva  
Honorable Tribunal Examinador  
Facultad de Agronomía  
Universidad de San Carlos de Guatemala

Honorables miembros:

De conformidad con las normas establecidas por la Ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a vuestra consideración el trabajo de tesis titulado: “**Evaluación de la dinámica nutrimental en el cultivo de zanahoria morada (*Daucus carota* L. hibr. *Deep purple* F1) en finca La Suiza, San Lucas Sacatepéquez, Guatemala, C.A.**”, como requisito previo a optar al título de Ingeniera Agrónoma en Sistemas de Producción Agrícola, en el grado académico de Licenciada.

Esperando que el mismo llene los requisitos necesarios para su aprobación, me es grato suscribirme.

Atentamente,

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

Stephany Mariam García Nova





## **ACTO QUE DEDICO A:**

- Dios** Por sus infinitas bendiciones y permitirme culminar este proceso, por dirigir mi camino siempre y colocar ángeles en él.
- Mis padres** Por brindarme siempre su apoyo. Agradezco todo lo que hacen por mí, espero algún día poder retribuirselos. Gracias a ustedes me es posible llegar acá. Este triunfo es un obsequio para ustedes. Los quiero con todo mi corazón.  
*William Shakespeare escribió, "Cuando un padre obsequia a su hijo, los dos ríen; cuando un hijo obsequia a su padre, los dos lloran."*
- Mi Angelito** Por ser una bendición de Dios y la alegría de mi corazón. Te quiero. No conocía un amor tan profundo e inigualable, gracias por enseñármelo y ser lo más lindo de este mundo.
- Mis abuelitos** Por ser el pilar y corazón de mi familia. Abuelita, te quiero con todo mi corazón. Que Dios te bendiga siempre.
- Mis tíos y primos** Por apoyarme y compartir este momento conmigo.
- Mis amigos** De la infancia y amigos que he hecho con el correr del tiempo. Gracias por brindarme su amistad incondicional, lealtad y cariño durante estos años y por estar presente en las etapas importantes de mi vida, los llevo siempre en mi corazón.

## **AGRADECIMIENTOS**

**A la Universidad de San Carlos  
de Guatemala**

Alma máter.

**A la facultad de Agronomía**

Por brindarme conocimientos.

**A Dr. Dimitri Santos**

Por su disponibilidad, apoyo y valiosa asesoría en esta investigación.

**A Ing. Agr. Aníbal Sacbajá**

Por su valiosa disponibilidad, su crítica constructiva, aporte de conocimientos y grande apoyo en la realización de esta investigación.

**A Ing. Celena Carías**

Por su valiosa colaboración en el proceso de laboratorio, por su apoyo y consejos.

**A Ing. Agr. Rafael Rodríguez**

Por su accesibilidad y colaboración en la redacción de este documento.

**A ENLASA**

Por brindarme el soporte financiero para realizar esta investigación.

**A finca La Suiza**

Por abrirme las puertas para realizar esta investigación.

**A Ing. Agr. Abraham Rasbot**

Por su disponibilidad y apoyo en la finca para realizar esta investigación.





## Índice general

Contenido	Página
Índice de figuras .....	vi
Índice de cuadros .....	viii
Resumen .....	xii
1 Introducción.....	1
2 Planteamiento del problema.....	2
3 Marco teórico .....	2
3.1 Marco conceptual .....	2
3.1.1 Generalidad botánica.....	2
3.1.2 Taxonomía.....	3
3.1.3 Fenología del cultivo de zanahoria ( <i>Daucus carota</i> L.).....	3
A. Fase vegetativa .....	3
a. Desarrollo de raíces absorbentes y hojas.....	3
b. Engrosamiento de raíz principal.....	3
B. Fase reproductiva .....	3
3.1.4 Variedades.....	4
A. Ámsterdam .....	4
B. Nantes .....	4
C. Berlikum.....	4
D. Chantenay .....	4
E. Flakee .....	4
F. Emperador .....	4
G. Zanahorias de colores .....	4
a. White satin F1 .....	4
b. Deep purple F1 .....	5
c. Yellowstone .....	5

<b>Contenido</b>	<b>Página</b>
3.1.5 Propiedades del cultivo de zanahoria ( <i>Daucus carota</i> L.).....	5
3.1.6 Características edafo-climáticas del cultivo de zanahoria ( <i>Daucus carota</i> L.) .....	5
3.1.7 Fertirrigación y fertilización .....	5
3.1.8 Plagas y enfermedades .....	6
A. Plagas.....	6
B. Enfermedades .....	7
3.1.9 Proceso realizado desde la finca hasta la planta empacadora para la exportación del cultivo de zanahoria morada ( <i>Daucus carota</i> L. <i>hibr. Deep purple</i> F1). .....	7
3.1.10 Importancia Económica de la zanahoria a nivel mundial .....	8
3.1.11 Curvas de crecimiento .....	8
3.1.12 Curvas de absorción de nutrientes .....	8
3.1.13 Antecedentes sobre el tema de investigación .....	8
3.1.14 Descripción de los tratamientos.....	9
A. Tratamiento I (Programa nutricional comercial) .....	9
B. Tratamiento II (Programa nutricional finca La Suiza).....	10
C. Tratamiento III (Testigo absoluto) .....	10
4 Marco referencial.....	14
4.1 Ubicación del área experimental .....	14
4.2 Suelos .....	14
4.3 Zonas de vida y clima.....	14
4.4 Antecedentes del cultivo en la finca .....	14
4.5 Área.....	15
4.6 Cultivos de exportación .....	15

<b>Contenido</b>	<b>Página</b>
5 Objetivos .....	16
5.1 General.....	16
5.2 Específicos .....	16
6 Hipótesis estadística .....	16
7 Metodología .....	16
7.1 Metodología experimental .....	16
7.1.1 Parcela experimental .....	16
7.1.2 Parcela neta de experimentación .....	17
7.1.3 Muestreo de material vegetal para la realización de las curvas de absorción de nutrientes.....	17
7.1.4 Manejo nutricional del cultivo en los tratamientos.....	17
7.1.5 Determinación de Rendimiento.....	18
7.1.6 Determinación de la longitud de la raíz principal .....	18
7.1.7 Determinación de la concentración de sólidos solubles .....	18
7.2 Diseño experimental.....	18
7.2.1 Modelo estadístico.....	18
7.3 Manejo del experimento .....	19
7.3.1 Preparación del terreno .....	19
7.3.2 Siembra .....	19
7.3.3 Control de malezas.....	19
7.3.4 Control de plagas y enfermedades .....	19
7.3.5 Riego .....	19
7.3.6 Fertilización.....	19
7.3.7 Cosecha.....	20
7.3.8 Toma de muestras (muestreo).....	20

<b>Contenido</b>	<b>Página</b>
7.3.9 Fase de laboratorio.....	20
7.3.10 Variables respuesta.....	21
A. Rendimiento.....	21
B. Longitud de la raíz principal.....	21
C. Aumento de concentración de sólidos solubles.....	21
7.3.11 Análisis de la información para las curvas de absorción de nutrientes.....	21
7.3.12 Análisis estadístico.....	22
8 Resultados y discusión.....	22
8.1 Variables de respuesta.....	22
8.1.1 Rendimiento.....	22
8.1.2 Longitud de la raíz principal.....	24
8.1.3 Sólidos solubles por tratamiento.....	26
8.2 Materia seca acumulada hasta los 72 días después de siembra en el cultivo de zanahoria morada ( <i>Daucus carota</i> hibr. <i>Deep purple</i> F1).....	27
8.3 Curvas de absorción de nutrientes.....	28
8.3.1 Absorción de elementos mayores.....	28
A. Nitrógeno.....	28
B. Fósforo.....	30
C. Potasio.....	32
D. Calcio.....	33
E. Magnesio.....	34
8.3.2 Absorción de elementos menores.....	36
A. Sodio.....	36
B. Cobre.....	37



<b>Contenido</b>	<b>Página</b>
C. Zinc.....	39
D. Hierro.....	41
E. Manganeso.....	42
8.4 Estimación de dosis a partir de las cantidades absorbidas.....	44
8.4.1 Plan de fertilización.....	44
8.5 Análisis económico.....	45
9 Costos de los programas nutricionales evaluados.....	46
10 Conclusiones.....	48
11 Recomendaciones.....	48
12 Bibliografía.....	49
13 Apéndices.....	53
13.1 Variables de respuesta.....	53
13.1.1 Rendimiento.....	53
13.1.2 Longitud de raíz.....	54
13.1.3 Concentración de sólidos solubles.....	54
13.1.4 Análisis físico y químico de suelo.....	55
A. Análisis físico del suelo.....	55
B. Análisis Químico de suelo inicial.....	55
C. Análisis Químico Final de suelo.....	55
13.2 Absorción de nutrientes en tratamiento II (programa nutricional finca La Suiza).....	69
13.3 Absorción de nutrientes en tratamiento III (Testigo absoluto).....	71

## Índice de figuras

Figura	Página
Figura 1. Mapa de ubicación de finca La Suiza. ....	15
Figura 2. Rendimiento medio expresado en Kg.ha <sup>-1</sup> en zanahoria morada bajo dos programas nutricionales en finca La Suiza, San Lucas Sacatepéquez.....	23
Figura 3. Longitud de raíz a cosecha (centímetros) en zanahoria morada bajo dos programas nutricionales en finca La Suiza, San Lucas Sacatepéquez.....	25
Figura 4. Valores promedio de sólidos solubles en zanahoria morada bajo dos programas nutricionales en finca La Suiza, San Lucas Sacatepéquez.....	26
Figura 5. Curva de acumulación de materia seca en zanahoria morada ( <i>Daucus carota</i> hybr. <i>Deep purple</i> F1) en finca La Suiza, San Lucas Sacatepéquez. ....	28
Figura 6. Curva de absorción de Nitrógeno en zanahoria morada hasta los 72 días después de siembra ( <i>Daucus carota</i> L. hybr. <i>Deep purple</i> F1) en finca La Suiza, San Lucas Sacatepéquez. ....	30
Figura 7. Curva de absorción de Fósforo hasta los 72 días después de siembra en zanahoria morada ( <i>Daucus carota</i> L. hybr. <i>Deep purple</i> F1) en finca La Suiza, San Lucas Sacatepéquez. ....	31
Figura 8. Curva de absorción de potasio hasta los 72 días después de siembra en zanahoria morada ( <i>Daucus carota</i> L. hybr. <i>Deep purple</i> F1) en finca La Suiza, San Lucas Sacatepéquez. ....	33
Figura 9. Curva de absorción de calcio hasta los 72 días después de siembra en zanahoria morada ( <i>Daucus carota</i> L. hybr. <i>Deep purple</i> F1) en finca La Suiza, San Lucas Sacatepéquez. ....	34
Figura 10. Curva de absorción de magnesio hasta los 72 días después de siembra en zanahoria morada ( <i>Daucus carota</i> L. hybr. <i>Deep purple</i> F1) en finca La Suiza, San Lucas Sacatepéquez. ....	36

<b>Figura</b>	<b>Página</b>
Figura 11. Curva de absorción de sodio hasta los 72 días después de siembra en zanahoria morada ( <i>Daucus carota</i> L. hybr. <i>Deep purple</i> F1) en finca La Suiza, San Lucas Sacatepéquez. ....	37
Figura 12. Curva de absorción de cobre hasta los 72 días después de siembra en zanahoria morada ( <i>Daucus carota</i> L. hybr. <i>Deep purple</i> F1) en finca La Suiza, San Lucas Sacatepéquez. ....	39
Figura 13. Curva de absorción de zinc hasta los 72 días después de siembra en zanahoria morada ( <i>Daucus carota</i> L. hybr. <i>Deep purple</i> F1) en finca La Suiza, San Lucas Sacatepéquez. ....	40
Figura 14. Curva de absorción de hierro hasta los 72 días después de siembra en zanahoria morada ( <i>Daucus carota</i> L. hybr. <i>Deep purple</i> F1) en finca La Suiza, San Lucas Sacatepéquez. ....	42
Figura 15. Curva de absorción de manganeso hasta los 72 días después de siembra en zanahoria morada ( <i>Daucus carota</i> L. hybr. <i>Deep purple</i> F1) en finca La Suiza, San Lucas Sacatepéquez. ....	43
Figura 16. Mapa de clasificación taxonómica de suelos de Guatemala. ....	56
Figura 17. Arreglo espacial de los tratamientos. ....	73
Figura 18. Preparación del terreno. ....	74
Figura 19. Lugar de siembra. ....	74
Figura 20. Semilla. ....	75
Figura 21. Siembra. ....	75
Figura 22. Zanahoria morada a los 24 días después de siembra en el Tratamiento I (Programa nutricional comercial) ....	76
Figura 23. Zanahoria morada a los 24 días después de siembra en el Tratamiento II (Programa nutricional finca La Suiza) ....	76
Figura 24. Plantación a los 36 días después de siembra. ....	77
Figura 25. Muestreo a los 36 días después de siembra. ....	77
Figura 26. Zanahoria morada a los 36 días después de siembra en Tratamiento I (Programa nutricional comercial) ....	78

<b>Figura</b>	<b>Página</b>
Figura 27. Zanahoria morada a los 36 días después de siembra en Tratamiento II (Programa nutricional finca La Suiza) .....	78
Figura 28. Plantación a los 48 días después de siembra .....	79
Figura 29. Zanahoria morada a los 48 días después de siembra en el tratamiento I (Programa nutricional comercial) .....	79
Figura 30. Zanahoria morada a los 48 días después de siembra en el tratamiento II (Programa nutricional finca La Suiza) .....	80
Figura 31. Plantación a los 60 días después de siembra .....	80
Figura 32. Cosecha de zanahoria morada a los 70 días después de siembra .....	81

### Índice de cuadros

<b>Cuadro</b>	<b>Página</b>
Cuadro 1. Principales plagas que afectan al cultivo de zanahoria .....	6
Cuadro 2. Principales enfermedades que afectan al cultivo de zanahoria .....	7
Cuadro 3. Descripción del programa nutricional comercial.....	10
Cuadro 4. Descripción del programa nutricional finca La Suiza.....	11
Cuadro 5. Total de nutrientes de tratamiento I (programa nutricional comercial) aplicados en Kg.ha <sup>-1</sup> en zanahoria morada ( <i>Daucus carota</i> L. hibr. <i>Deep purple</i> F1).....	12
Cuadro 6. Total de nutrientes de tratamiento II (programa nutricional finca La Suiza) aplicados en Kg.ha <sup>-1</sup> en zanahoria morada ( <i>Daucus carota</i> L. hibr. <i>Deep purple</i> <i>purple</i> F1).....	13
Cuadro 7. Muestreos para el análisis químico del tejido vegetal del cultivo de zanahoria morada ( <i>Daucus carota</i> L. hibr. <i>Deep purple</i> F1).....	20
Cuadro 8. Análisis de varianza del rendimiento en kg.ha <sup>-1</sup> de dos programas nutricionales en zanahoria morada. ....	24
Cuadro 9. Análisis de varianza de longitud a cosecha de raíz (centímetros) en zanahoria morada reportada por dos programas nutricionales en finca La Suiza, San Lucas Sacatepéquez. ....	25

<b>Cuadro</b>	<b>Página</b>
Cuadro 10. Análisis de varianza de sólidos solubles en zanahoria morada bajo dos programas nutricionales en finca La Suiza, San Lucas Sacatepéquez. ....	26
Cuadro 11. Acumulación de materia seca hasta los 72 días después de siembra en el cultivo de zanahoria morada ( <i>Daucus carota</i> hibr. <i>Deep purple</i> F1).....	27
Cuadro 12. Nitrógeno absorbido por la raíz hasta los 72 días después de siembra en el cultivo de zanahoria morada ( <i>Daucus carota</i> hibr. <i>Deep purple</i> F1).....	29
Cuadro 13. Nitrógeno absorbido por las hojas hasta los 72 días después de siembra en el cultivo de zanahoria morada ( <i>Daucus carota</i> hibr. <i>Deep purple</i> F1).....	29
Cuadro 14. Fósforo absorbido por la raíz hasta los 72 días después de siembra en el cultivo de zanahoria morada ( <i>Daucus carota</i> hibr. <i>Deep purple</i> F1).....	30
Cuadro 15. Fósforo absorbido por las hojas hasta los 72 días después de siembra en el cultivo de zanahoria morada ( <i>Daucus carota</i> hibr. <i>Deep purple</i> F1).....	31
Cuadro 16. Potasio absorbido por la raíz hasta los 72 días después de siembra en el cultivo de zanahoria morada ( <i>Daucus carota</i> hibr. <i>Deep purple</i> F1).....	32
Cuadro 17. Potasio absorbido por las hojas hasta los 72 días después de siembra en el cultivo de zanahoria morada ( <i>Daucus carota</i> hibr. <i>Deep purple</i> F1).....	32
Cuadro 18. Calcio absorbido por la raíz hasta los 72 días después de siembra en el cultivo de zanahoria morada ( <i>Daucus carota</i> hibr. <i>Deep purple</i> F1).....	33
Cuadro 19. Calcio absorbido por las hojas hasta los 72 días después de siembra en el cultivo de zanahoria morada ( <i>Daucus carota</i> hibr. <i>Deep purple</i> F1).....	34
Cuadro 20. Magnesio absorbido por la raíz hasta los 72 días después de siembra en el cultivo de zanahoria morada ( <i>Daucus carota</i> hibr. <i>Deep purple</i> F1).....	35
Cuadro 21. Magnesio absorbido por las hojas hasta los 72 días después de siembra en el cultivo de zanahoria morada ( <i>Daucus carota</i> hibr. <i>Deep purple</i> F1).....	35
Cuadro 22. Sodio absorbido por la raíz hasta los 72 días después de siembra en el cultivo de zanahoria morada ( <i>Daucus carota</i> hibr. <i>Deep purple</i> F1).....	36
Cuadro 23. Sodio absorbido por las hojas hasta los 72 días después de siembra en el cultivo de zanahoria morada ( <i>Daucus carota</i> hibr. <i>Deep purple</i> F1).....	37
Cuadro 24. Cobre absorbido por la raíz hasta los 72 días después de siembra en el cultivo de zanahoria morada ( <i>Daucus carota</i> hibr. <i>Deep purple</i> F1).....	38

<b>Cuadro</b>	<b>Página</b>
Cuadro 25. Cobre absorbido por las hojas hasta los 72 días después de siembra en el cultivo de zanahoria morada ( <i>Daucus carota</i> hybr. <i>Deep purple</i> F1).....	38
Cuadro 26. Zinc absorbido por la raíz hasta los 72 días después de siembra en el cultivo de zanahoria morada ( <i>Daucus carota</i> hybr. <i>Deep purple</i> F1).....	39
Cuadro 27. Zinc absorbido por las hojas hasta los 72 días después de siembra en el cultivo de zanahoria morada ( <i>Daucus carota</i> hybr. <i>Deep purple</i> F1).....	40
Cuadro 28. Hierro absorbido por la raíz hasta los 72 días después de siembra en el cultivo de zanahoria morada ( <i>Daucus carota</i> hybr. <i>Deep purple</i> F1).....	41
Cuadro 29. Hierro absorbido por las hojas hasta los 72 días después de siembra en el cultivo de zanahoria morada ( <i>Daucus carota</i> hybr. <i>Deep purple</i> F1).....	41
Cuadro 30. Manganeso absorbido por la raíz hasta los 72 días después de siembra en el cultivo de zanahoria morada ( <i>Daucus carota</i> hybr. <i>Deep purple</i> F1).....	42
Cuadro 31. Manganeso absorbido por las hojas hasta los 72 días después de siembra en el cultivo de zanahoria morada ( <i>Daucus carota</i> hybr. <i>Deep purple</i> F1).....	43
Cuadro 32. Estimación de la dosis de elemento comercial (Kg.ha <sup>-1</sup> ) a partir de los requisitos del cultivo en el tratamiento I (programa nutricional comercial).....	44
Cuadro 33. Distribución porcentual de la propuesta de fertilización hasta los 72 días después de siembra en zanahoria morada ( <i>Daucus carota</i> L. hybr. <i>Deep purple</i> F1). .....	45
Cuadro 34. Costos del tratamiento I (programa nutricional comercial) .....	46
Cuadro 35. Costos del tratamiento II (programa nutricional finca La Suiza). .....	47
Cuadro 36. Comparación de medias .....	53
Cuadro 37. Valores de rendimiento expresado en Kg.ha <sup>-1</sup> en zanahoria morada bajo dos programas nutricionales en finca La Suiza, San Lucas Sacatepéquez. ....	53
Cuadro 38. Comparación de medias .....	54
Cuadro 39. Comparación de medias .....	54
Cuadro 40. Valores promedio de sólidos solubles en zanahoria morada bajo dos programas nutricionales en finca La Suiza, San Lucas Sacatepéquez. ....	54
Cuadro 41. Datos análisis físico del suelo .....	55

<b>Cuadro</b>	<b>Página</b>
Cuadro 42. Datos análisis químico de suelo inicial.....	55
Cuadro 43. Datos de análisis químico de suelo final .....	55
Cuadro 44. Concentración de elementos mayores en el tratamiento I .....	57
Cuadro 45. Absorción de elementos mayores en el tratamiento I .....	58
Cuadro 46. Concentración de elementos menores en el tratamiento I .....	59
Cuadro 47. Absorción de elementos menores en el tratamiento I .....	60
Cuadro 48. Concentración de elementos mayores en el tratamiento II .....	61
Cuadro 49. Absorción de elementos mayores en el tratamiento II .....	62
Cuadro 50. Concentración de elementos menores en el tratamiento II .....	63
Cuadro 51. Absorción de elementos menores en el tratamiento II .....	64
Cuadro 52. Concentración de elementos mayores en el tratamiento III .....	65
Cuadro 53. Absorción de elementos mayores en el tratamiento III .....	66
Cuadro 54. Concentración de elementos menores en el tratamiento III .....	67
Cuadro 55. Absorción de elementos menores en el tratamiento III .....	68
Cuadro 56. Absorción de elementos mayores en tratamiento II .....	69
Cuadro 57. Absorción de elementos menores en tratamiento II .....	70
Cuadro 58. Absorción de elementos mayores en tratamiento III .....	71
Cuadro 59. Absorción de elementos menores en tratamiento III .....	72

**“EVALUACIÓN DE LA DINÁMICA NUTRIMENTAL EN EL CULTIVO DE ZANAHORIA MORADA (*Daucus carota* L. hibr. *Deep purple* F1) EN FINCA LA SUIZA, SAN LUCAS SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA, C.A.”**

**“EVALUATION OF DYNAMIC NUTRIMENTAL OF PURPLE CARROT CROP (*Daucus carota* L. hibr. *Deep purple* F1) AT THE "LA SUIZA" FARM, SAN LUCAS SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA, C.A.”**

### **Resumen**

Se evaluó la demanda nutrimental del cultivo de zanahoria morada (*Daucus carota* L. hibr. *Deep purple* F1), mediante muestreos de raíz y hojas, programados durante las etapas fenológicas del cultivo, como base para ajustar las épocas de aplicación de fertilizantes bajo las condiciones de este lugar. Los tratamientos fueron: el tratamiento I, se basó en un programa nutricional recomendado (casa comercial) y el tratamiento II correspondió al programa de nutrición tradicional (finca La Suiza); asimismo, se consideró un testigo absoluto, que consistió únicamente en la aplicación de materia orgánica incorporada en la preparación del suelo. El modelo estadístico utilizado fue un diseño en bloques completos al azar. Se midieron las variables rendimiento, longitud de raíz y concentración de sólidos solubles, las cuales se analizaron mediante un análisis de varianza y se realizó la comparación de medias con la prueba de Tukey. Con el tratamiento I, estadísticamente se obtuvo un aumento del 16% en la variable rendimiento y un 4.3 % en la variable longitud de raíz, sobre el tratamiento II; con respecto a la variable concentración de sólidos solubles, no existió diferencia significativa entre los tratamientos. Además, se determinó que el cultivo absorbe en orden de importancia los nutrientes: potasio, nitrógeno, calcio, fósforo y magnesio; y que hasta los 72 días después de siembra, necesita  $110 \text{ kg-ha}^{-1}$  de nitrógeno,  $66 \text{ kg-ha}^{-1}$  de fósforo y  $166 \text{ kg-ha}^{-1}$  de potasio, los cuales deberán ser suministrados en los puntos críticos que muestran las curvas de absorción. El mayor beneficio económico se obtuvo con el tratamiento I, el costo fue 33 % menor con respecto al tratamiento II.



## 1 Introducción

Guatemala dedica un alto porcentaje de sus tierras cultivables a la producción de hortalizas. Entre estas, se encuentra el cultivo de zanahoria (*Daucus carota* L.) que representa el cultivo de mayor interés en algunas áreas hortícolas importantes del país.

Actualmente, la demanda de productos agrícolas de calidad es alta. Producir más para cubrir dichas demandas, contribuye a mejorar las condiciones económicas de productores y todos los involucrados en la cadena comercial; pero principalmente puede ser una fuente de ingresos adicionales para productores locales, generando fuentes de trabajo, que a su vez, impactarán positivamente los ingresos de las familias guatemaltecas. El cultivo de zanahoria morada (*Daucus carota* L. hibr. *Deep purple* F1) es de importancia económica, dado que la producción de Guatemala se exporta a los Estados Unidos y Europa.

El objetivo de la nutrición es mantener o aumentar la productividad de los cultivos, es importante que el cultivo sea nutrido de forma balanceada y con un programa específico para el mismo, ya que debido a las características genéticas, se han encontrado marcadas diferencias en la absorción de nutrimentos entre cultivares, lo cual es también asociado al contenido de nutrimentos que se presenta en cada lugar donde se desarrollan las producciones.

Los estudios de absorción, permiten conocer la cantidad de un nutrimento que es absorbida por determinado cultivo para producir un rendimiento dado en un tiempo definido; estos estudios generan información que contribuyen a dar solidez a los programas de nutrición (Bertsch 2003). Las curvas de absorción representan las cantidades de un nutrimento que fueron absorbidas por la planta en su ciclo de vida. En la gráfica se relaciona las absorciones de los nutrimentos en kilogramos o gramos por hectárea, en función de la edad del cultivo total o por órganos, y la curva de crecimiento, que es una expresión generalizada del crecimiento en las plantas.

En la actualidad es necesario generar información sustentada por investigación científica para lograr un buen manejo tecnológico del cultivo de zanahoria morada en Guatemala. Conociendo y considerando la importancia del cultivo, este estudio tiene como objetivo desarrollar información confiable sobre el proceso de absorción de nutrientes por parte de la planta; generando datos reales sobre la demanda nutrimental del cultivo, ayudando a ajustar las épocas de aplicación de los fertilizantes y la elaboración de un programa nutricional que se adapte a las condiciones del lugar y específico para este híbrido a través de las curvas de absorción de nutrientes.

## **2 Planteamiento del problema**

Todos los productores agrícolas inician sus ciclos de cultivo con el fin de colocar en el mercado sus productos. En Guatemala la tecnología aplicada en la producción, en ocasiones ofrece resultados no satisfactorios al momento de la cosecha y esto se debe muchas veces a la ausencia de información nutricional específica del cultivo, que demuestre con fundamentos científicos, que existen propuestas tecnológicas y modernas de producción que permiten conocer las épocas de mayor absorción de nutrientes durante el ciclo del cultivo.

Debido a la escasez de información nutricional del cultivo, muchas veces el productor invierte cantidades innecesarias de insumos agrícolas, creando un impacto ambiental negativo porque las aplicaciones muchas veces no son las correctas ni las necesarias. Al aplicar estas tecnologías equivocadas, en ocasiones no se logra un abastecimiento de la cantidad adecuada de cada nutriente que obedezca a las exigencias del cultivo mismo, generando una menor producción, lo que trae como consecuencia menores áreas dedicadas al cultivo y menor cantidad de mano de obra utilizada, perjudicando a la economía de campesinos del área rural e impactando en los ingresos de los productores, comercializadores y todos los involucrados en la cadena comercial.

## **3 Marco teórico**

### **3.1 Marco conceptual**

#### **3.1.1 Generalidad botánica**

La planta de la zanahoria posee una raíz napiforme, de forma y color diversos dependiendo de la variedad. La raíz presenta dos partes definidas que son el xilema y la médula. Las hojas son compuestas, tienen largo peciolo y forman en torno al cuello una roseta de la cual depende la facilidad mayor o menor para la recolección mecanizada (Edifarm 2003).

La zanahoria morada posee una clase de pigmentos llamados antocianinas, que otorgan el color rojo, púrpura o azul a las hojas, flores, raíces y frutos. Las antocianinas son un grupo de pigmentos hidrosolubles, distribuidos en el reino vegetal (Fennema, 2000). Estos pigmentos son normalmente encontrados disueltos uniformemente en la solución vacuolar de células epidérmicas. Sin embargo, en ciertas especies, las antocianinas son localizadas en regiones discretas de la vacuola celular, llamadas antocianoplastos (Pecket y Small, 1980).

### 3.1.2 Taxonomía

Origen: Europa y Asia

Nombre científico: *Daucus carota* L.

Familia: *Apiaceae*

### 3.1.3 Fenología del cultivo de zanahoria (*Daucus carota* L.)

Según García (2008), el crecimiento de forma anual se caracteriza por tener la fase vegetativa y la fase reproductiva.

#### A. Fase vegetativa

Durante la fase vegetativa se produce la estructura de almacenamiento o raíz napiforme; es la etapa de producción comercial de raíces. Dentro de esta fase se pueden visualizar dos etapas:

##### a. Desarrollo de raíces absorbentes y hojas

Es una fase de producción y utilización de carbohidratos. En proporción, se da mayormente el crecimiento en longitud de raíz. Es una etapa de activa división celular, en donde el alargamiento se produce principalmente en la primera mitad del ciclo, presentando al final de este período, el 80 % de la longitud medida a la cosecha.

##### b. Engrosamiento de raíz principal

Es una fase de producción, acumulación de carbohidratos y acumulación de agua, con agrandamiento celular. La extensión en diámetro (engrosamiento) de la raíz comienza lentamente, se acelera posteriormente para atender finalmente el máximo estado de grosor. El crecimiento no cesa, ya que si las hojas permanecen presentes la raíz continúa engrosando.

#### B. Fase reproductiva

La fase reproductiva comprende la producción de flores, frutos y semillas.

### 3.1.4 Variedades

Bejo (2012), describe las características de las siguientes variedades de este cultivo:

**A.     Ámsterdam**

Cilíndricas delgadas, dulces, pequeñas, textura suave. 2.0 – 3.0 centímetros de diámetro, 10-15 centímetros de largo.

**B.     Nantes**

Cilíndricas cortas, varios tamaños, texturas suaves. 3.0 – 4.0 centímetros de diámetro, 12-18 centímetros de largo.

**C.     Berlikum**

Cilíndricas grandes (Jumbos), largas, jugosas y altamente productivas. 4.5-7 centímetros de diámetro, 20- 30 centímetros de largo.

**D.     Chantenay**

Cónicas cortas, 5.0-8.0 centímetros de diámetro, 12-15 centímetros de largo.

**E.     Flakee**

Cónicas delgadas, con punta, 5.0-8.0 centímetros de diámetro, 20-25 centímetros de largo.

**F.     Emperador**

Delgadas, largas, excelente color, 2.0-2.5 centímetros de diámetro, 25-30 centímetros de largo.

**G.     Zanahorias de colores**

**a.     White satin F1**

Zanahoria blanca tipo Nantes, de follaje moderado, productiva y uniforme en la cosecha. Se adapta fácilmente a climas templado a frío. Ciclo de 110 a 120 días después de siembra.

### **b. Deep purple F1**

Zanahoria de tipo Nantes color púrpura profundo, productiva de follaje moderado y uniforme a la cosecha. Ideal para mercado fresco y mercado de industria. Puede utilizarse para obtener colores para la industria de alimentos o cosméticos. Tolera altas densidades. Ciclo de 100 a 120 días.

### **c. Yellowstone**

Zanahoria tipo Flakee color amarillo profundo. Altamente productiva y uniforme a la cosecha. Ciclo de 115 a 125 días después de siembra.

### **3.1.5 Propiedades del cultivo de zanahoria (*Daucus carota* L.)**

La zanahoria (*Daucus carota* L.), es un alimento nutritivo, colaborador de la digestión, depurativo, rico en sales minerales como hierro y calcio, neutralizante de la acidez de la sangre, a la que enriquece con glóbulos rojos. Con buen contenido de fósforo que comunica resistencia muscular y solidez a los nervios, posee azúcar y abunda en las vitaminas A, B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub> y C. Es notable que las hojas de la zanahoria contengan cuatro veces más vitamina B<sub>2</sub> que la raíz y que esta última contenga la provitamina D, poco frecuente en las hortalizas. (Lezaeta 2006).

### **3.1.6 Características edafo-climáticas del cultivo de zanahoria (*Daucus carota* L.)**

Se adapta preferiblemente a climas templados y fríos; bajo riego, podría adaptarse a climas cálidos. Prefiere altitudes de entre 600 y 2700 msnm y temperaturas de 15 °C a 21°C. Se cultiva en todo el país, pero especialmente en los departamentos de Quetzaltenango, Sololá, Chimaltenango, Sacatepéquez y Jalapa (Bejo 2012).

Según Edifarm (2003), los suelos más apropiados son los francos arcillosos, profundos, con buen contenido de materia orgánica y pH de 5.5 a 7, ricos en potasio, que mantengan la humedad y con suficiente porosidad para brindarle una buena aireación. Los terrenos pesados producen raíces de menor calidad, duras, fibrosas, de menor tamaño y coloración.

### **3.1.7 Fertirrigación y fertilización**

El amonio es la forma nitrogenada preferentemente absorbida por la zanahoria. El fósforo ayuda a asegurar un buen desarrollo de la zanahoria y permite una absorción equilibrada de otros

nutrientes, los abonos estabilizados estimulan la absorción de fósforo. El potasio es fundamental en el llenado y acumulación de reservas en la raíz. El calcio, en la rigidez y peso que éste pueda dar sobre el material cosechado, es esencial en la estructura de la pared celular, especialmente las que forman la raíz. El magnesio es absorbido en pequeñas cantidades, permite un desarrollo adecuado de la planta. (Edifarm 2003).

### 3.1.8 Plagas y enfermedades

#### A. Plagas

En el cuadro 1, se describen las principales plagas que atacan al cultivo de zanahoria.

Cuadro 1. Principales plagas que afectan al cultivo de zanahoria.

Nombre científico	Nombre común	Características
<i>Psylla rosae</i>	Mosca de la zanahoria	Ovipositan en el suelo u otros cultivos. A los diez-doce días, salen las larvas que penetran en el interior de la raíz. Las larvas penetran en la raíz, donde practican galerías que serán origen de pudriciones
<i>Cavariella aegopodii</i> , <i>Aphis</i> spp. <i>Myzus persicae</i>	Pulgones	Son vectores de enfermedades viróticas, se alimentan picando la epidermis, por lo que producen abarquillamientos en las hojas que toman un color amarillento.
<i>Agrotis</i> sp.	Gusanos grises	Las orugas consumen las partes aéreas de las plantas durante la noche, en tanto que permanecen en suelo o bajo las hojas secas durante el día.
<i>Agriotes obscurus</i> <i>A. sputator</i> <i>A. lineatus</i> spp.	Gusanos de alambre	Atacan las raíces de la zanahoria produciendo galerías que, en ocasiones generan podredumbre
<i>Heterodera carotae</i>	Nemátodos	Los síntomas de su ataque son plantas con follaje muy reducido y hojas de color rojizo. Las raíces se reducen y aparecen bifurcadas, provocando una cabellera anormal de raicillas oscuras.
<i>Meloidogine</i> spp.	Nemátodos	Se extiende en climas cálidos, produciendo daños sobre las raíces.

Fuente: Infoagro

## B. Enfermedades

A continuación, el cuadro 2 muestra las principales enfermedades que afectan al cultivo.

Cuadro 2. Principales enfermedades que afectan al cultivo de zanahoria

Nombre Científico	Nombre común	Características
<i>Plasmopara nívea</i>	Mildiu	Este hongo se caracteriza por presentar manchas sobre las hojas que posteriormente se pudren.
<i>Erysiphe umbelliferarum</i> <i>Leveillula taurica</i>	Oidio	Es una de las enfermedades más comunes que producen un tipo de pudrición blanca.
<i>Pythium violae</i> <i>P. sulcatum</i>	Picado o Cavity-spot	Los daños sobre la raíz aparecen como manchas elípticas y translúcidas. Estas, evolucionan a depresiones de color marrón, provocando un hundimiento y oscurecimiento de los lechos de células superficiales.
<i>Alternaria dauci</i>	Quemadura de las hojas	Se presentan primero en forma de pequeñas manchas parduzcas y diseminadas por el borde de las hojas. Al aumentar el número de las manchas, mueren los tejidos intermedios.

Fuente:Infoagro

### 3.1.9 Proceso realizado desde la finca hasta la planta empacadora para la exportación del cultivo de zanahoria morada (*Daucus carota* L. *hibr. Deep purple* F1).

1. Recolección en campo
2. Lavado
3. Transporte
4. Recepción
5. Pesado
6. Mesa de control de calidad para determinar porcentajes de rechazo
7. Lavado y desinfectado
8. Pelado

9. Empacado y etiquetado en sus presentaciones
10. Cadena de frío (cuarto frío 4°C)
11. Exportación.

### **3.1.10 Importancia Económica de la zanahoria a nivel mundial**

FAO (2010), sostiene que los principales países productores son: China y Estados Unidos con el 24 y 10.6 % del total mundial respectivamente; los países productores en conjunto del 50 % del total mundial son Japón, Rusia y Polonia. Los principales demandantes de zanahoria son los países industrializados de Europa y América.

### **3.1.11 Curvas de crecimiento**

Bertsch (2003), menciona que para poder hacer las curvas de absorción de nutrientes hay que generar, en forma previa, la curva de crecimiento del cultivo en términos de peso seco. Lo importante de esta curva es que se pueden establecer las principales etapas fenológicas del cultivo y la participación de cada tejido en ellas. El crecimiento de las plantas difiere en cuanto al tiempo que necesita para completar su desarrollo, por lo cual se clasifican en anuales o perennes. (Torres, PA. 2009).

### **3.1.12 Curvas de absorción de nutrientes**

Según Bertsch (2003), una curva de absorción es la representación gráfica de la extracción de un nutriente y representa las cantidades de este elemento extraídas por la planta durante su ciclo de vida. Con estas gráficas, es fácil comparar las distintas tendencias de absorción total y absorción de nutrientes en cada tejido, generando información valiosa para diseñar estrategias de manejo de la nutrición del cultivo, además de ser la vía más directa para saber lo que ocurre con los nutrimentos durante el ciclo del mismo.

### **3.1.13 Antecedentes sobre el tema de investigación**

Actualmente, no existen trabajos relacionados con la absorción de nutrientes en zanahoria morada (*Daucus carota* L. hibr. *Deep purple* F1) por lo que se consultaron bibliografías de trabajos realizados en diferentes cultivos.



Molina, et al. (1993), demostraron que la absorción de nutrientes en fresa durante las primeras nueve semanas de establecida la plantación es muy baja; luego, se incrementa la absorción de los diferentes elementos, encontrándose que los valores máximos de absorción ocurren en las semanas 18, 23 y 28, etapas que coinciden con las etapas de mayor producción de frutos. El período de mayor absorción se encuentra entre las semanas 9 y 26. Basándose en los datos obtenidos en el estudio de absorción de nutrientes, se determinó que, en términos prácticos, la fertilización de la fresa puede distribuirse en 3 etapas importantes del cultivo. Durante las primeras 12 semanas se debe agregar el 20% del fertilizante requerido, en el período comprendido entre las semanas 12 y 18 se debe aplicar 40% y entre las semanas 20 y 24 se debe aplicar el restante 40%.

Bertsch y Ramírez (datos por publicar), en el cultivo de sandía (*Citrullus lanatis* cv. *Crimson Jewel*) demostraron que las épocas de máxima absorción coinciden con la emisión de guías e inicio de floración (33-40 dds) y después del pico de floración e inicio de llenado de frutos. El 60% del N se consume antes de los 40 dds., el P sufre una absorción más gradual, mientras que el K sólo ha consumido un 35% del total a los 40 dds.

Las curvas de absorción de plátano (*Musa* AAB clon curaré semi gigante) calculadas por Sancho (datos sin publicar), demostraron que la absorción de nutrientes fue lenta durante la emisión de las primeras 16 hojas por la planta. A partir de este momento la planta incrementa la acumulación de nutrientes, lo que coincide con el establecimiento de los “hijos” y antecede a la diferenciación floral que ocurre alrededor de la hoja 22. La mayor absorción ocurre entre la hoja 16 y la emergencia de la inflorescencia. Este comportamiento sugiere un cambio en las prácticas de fertilización que actualmente se realizan en este cultivo. Con base en las curvas y las tasas porcentuales de absorción, se recomienda que en este clon de plátano la fertilización se puede dividir en tres etapas: hasta la emisión de la hoja 15 se puede agregar del 10 a 15% del fertilizante a aplicar; durante el período comprendido entre hoja 15 y la hoja 22 el 50% del total y finalmente el 40% restante entre la hoja 24 y la emergencia de la inflorescencia (parición).

### **3.1.14 Descripción de los tratamientos**

Se evaluó el efecto de dos programas nutricionales aplicados al cultivo de zanahoria morada (*Daucus carota* L. hibr. *Deep purple* F1). Asimismo, se consideró un testigo absoluto, para evaluar el aporte de nutrimentos por el suelo bajo ciertas condiciones específicas.

#### **A. Tratamiento I (Programa nutricional comercial)**

Consistió en el manejo del cultivo con un programa de nutrición recomendado por una casa comercial.

### B. Tratamiento II (Programa nutricional finca La Suiza)

Consistió en el manejo del cultivo con el programa de nutrición tradicional que maneja la finca La Suiza.

### C. Tratamiento III (Testigo absoluto)

Se consideró un testigo absoluto, con ausencia de un programa nutricional durante el ciclo del cultivo. Este tratamiento, consistió únicamente en la incorporación de 1117 kg.ha<sup>-1</sup> de materia orgánica en la preparación del suelo.

Los cuadros 3 y 4, se muestran los programas nutricionales aplicados al cultivo de zanahoria morada (*Daucus carota* L. hibr. *Deep purple* F1).

Cuadro 3. Descripción del programa nutricional comercial

Días después de siembra	Productos aplicados.	Dosis.ha <sup>-1</sup>
0	<ul style="list-style-type: none"> <li>(Ca – Mg – S) 30-15-15</li> <li>Fertilizante Orgánico (N, P, K y elementos menores)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>386 Kg.ha<sup>-1</sup></li> <li>1117 Kg.ha<sup>-1</sup></li> </ul>
21	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ácidos Orgánicos + macro y microelementos.</li> <li>Zn + B + Quelatos + Aminoácidos (10-5-10-8)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>0.43 Kg.ha<sup>-1</sup></li> <li>1.43 Litros.ha<sup>-1</sup></li> </ul>
25	<ul style="list-style-type: none"> <li>Fertilizante 12-12-17-2 (Humatos + Fulvatos + Macro + Microelementos)</li> <li>(70 + 4 + NPK) + Microelementos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>386 Kg.ha<sup>-1</sup></li> <li>2.86 Kg.ha<sup>-1</sup></li> </ul>
30	<ul style="list-style-type: none"> <li>Fósforo + Potasio (0 – 41 – 38) Aminoácidos + Nitrógeno + Microelementos</li> <li>(45 + 7 + Microelementos)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>1.43 Litros.ha<sup>-1</sup></li> <li>0.36 Kg.ha<sup>-1</sup></li> </ul>
37	<ul style="list-style-type: none"> <li>Calcio + Azufre (30 + 15)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>1.43 Litros.ha<sup>-1</sup></li> </ul>
45	<ul style="list-style-type: none"> <li>Fósforo + Potasio (0 – 41 – 38) Aminoácidos + Nitrógeno + Microelementos</li> <li>(45 + 7 + Microelementos)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>1.43 Litros.ha<sup>-1</sup></li> <li>0.36 gr.ha<sup>-1</sup></li> </ul>
50	<ul style="list-style-type: none"> <li>Fertilizante 12-10-25</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>386 Kg.ha<sup>-1</sup></li> </ul>
52	<ul style="list-style-type: none"> <li>Enzimas Orgánicas + B + K + Mg (5 + 26.40 + 16 + 3)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>2.15 Litros.ha<sup>-1</sup></li> </ul>
60	<ul style="list-style-type: none"> <li>Enzimas Orgánicas + B + K + Mg (5 + 26.40 + 16 + 3)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>2.15 Litros.ha<sup>-1</sup></li> </ul>
67	<ul style="list-style-type: none"> <li>Calcio + Azufre (30 + 15)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>1.43 Litros.ha<sup>-1</sup></li> </ul>

Cuadro 4. Descripción del programa nutricional finca La Suiza

<b>Días después de siembra</b>	<b>Productos aplicados</b>	<b>Dosis.ha<sup>-1</sup></b>
0	<ul style="list-style-type: none"> <li>Fertilizante orgánico N P K + Microelementos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>1117 Kg.ha<sup>-1</sup></li> </ul>
25	<ul style="list-style-type: none"> <li>N P K S (12-12-17-2)</li> <li>(M.0-N-K-Ca-ácidos Húmicos y Fúlvicos)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>386 Kg.ha<sup>-1</sup></li> <li>223.5 Kg.ha<sup>-1</sup>.</li> </ul>
30	<ul style="list-style-type: none"> <li>Multimineral foliar (Ca-Mg-Cu-Fe-Mn-Mo-Zn) <ul style="list-style-type: none"> <li>Ca-N</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>1.43 Litros.ha<sup>-1</sup></li> <li>223.5 Kg.ha<sup>-1</sup></li> </ul>
45	<ul style="list-style-type: none"> <li>Multimineral foliar (Ca-Mg-Cu-Fe-Mn-Mo-Zn)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>1.43 Litros.ha<sup>-1</sup></li> </ul>
50	<ul style="list-style-type: none"> <li>Fertilizante granulado (12-10-25)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>386 Kg.ha<sup>-1</sup></li> </ul>
60	<ul style="list-style-type: none"> <li>Potasio foliar K (0-0-34)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>1.43 Litros.ha<sup>-1</sup></li> </ul>
75	<ul style="list-style-type: none"> <li>Potasio foliar K (0-0-34)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>1.43 Litros.ha<sup>-1</sup></li> </ul>

Igual manejo agronómico se le aplicó a los tres tratamientos en cuanto a la incorporación de la misma cantidad de materia orgánica en la preparación del suelo, distanciamientos, control de plagas y enfermedades, control químico de malezas y el riego.

A continuación los cuadros 5 y 6, muestran el total de nutrimentos aplicados en Kg.ha<sup>-1</sup> en ambos tratamientos.

Cuadro 5. Total de nutrimentos de tratamiento I (programa nutricional comercial) aplicados en Kg.ha<sup>-1</sup> en zanahoria morada (*Daucus carota* L. hibrid. *Deep purple* F1).

DDS	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	Ca	MgO	Zn	Mo	S	Cu	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Mn	B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Am	Ez	AO	AH	AF
0				115.8	57.9			57.9									
	33.51	55.85	78.19			0.78			0.1117	11.17	0.4468	0.447					
21	0.01	0.003	0.04	0.01	0.01	0	0.0001	0.02	4E-05	4E-05	4E-05	0	0.004		0.3		0.02
						0.2						0.102	0.2			0.17	
25	46.32	46.32	65.62	19.3	7.72	0.04		23.16				0.077					
	0.04	0.02	0.29	0.03	0.04	0.02	0.001	0.12	0.0003	0.0003	0.0003	0.001				2	0.12
30		0.84	0.54														
	0.0261				0.01	0.003	0.0001	0.01	0.003	0.003	4E-05	0.006					
37				0.43				0.21									
45		0.84	0.78														
	0.03				0.01	0.003	0.0001	0.01	0.003	0.003	4E-05	0.01					
50	46.32	38.6	96.5														
52			0.34		0.06							0.17		0.11			
60			0.34		0.06							0.17		0.11			
67				0.43				0.2145									
<b>Total</b>	<b>126</b>	<b>142</b>	<b>243</b>	<b>136</b>	<b>66</b>	<b>1</b>	<b>0.0013</b>	<b>82</b>	<b>0.12</b>	<b>11</b>	<b>0.45</b>	<b>1</b>	<b>0.20</b>	<b>0.22</b>	<b>0.3</b>	<b>2</b>	<b>0.14</b>

DDS= Días después de siembra

AH= Ácidos Húmicos

AF=Ácidos fúlvicos

AO=Ácidos orgánicos

Am= Aminoácidos

Ez= Enzimas orgánicas

Cuadro 6. Total de nutrimentos de tratamiento II (programa nutricional finca La Suiza) aplicados en Kg.ha<sup>-1</sup> en zanahoria morada (*Daucus carota* L. hybr. *Deep purple* F1)

<b>DDS</b>	<b>N</b>	<b>P<sub>2</sub>O<sub>5</sub></b>	<b>K<sub>2</sub>O</b>	<b>Ca</b>	<b>MgO</b>	<b>Zn</b>	<b>S</b>	<b>Cu</b>	<b>Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>	<b>Mn</b>	<b>B<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>	<b>AO</b>	<b>Am</b>
0	33.51	55.85	78.19			0.78		0.11	11.17	0.45	0.45		
25	46.32	46.32	65.62	19.3	7.72	0.04	23.16				0.08	0.3	0.17
	3.13	2.66		6.26									
30	0.41	0.18	0.47										
	34.64			58.78									
45	0.41	0.18	0.47										
50	46.32	38.6	96.5										
60			0.7										
75			0.7										
<b>Total</b>	<b>165</b>	<b>144</b>	<b>243</b>	<b>84</b>	<b>8</b>	<b>0.8</b>	<b>23</b>	<b>0.11</b>	<b>11</b>	<b>0.45</b>	<b>1</b>	<b>0.3</b>	<b>0.2</b>

DDS= Días después de siembra

AO=Ácidos orgánicos

Am= Aminoácidos

## **4 Marco referencial**

### **4.1 Ubicación del área experimental**

El municipio de San Lucas Sacatepéquez se encuentra situado en la parte Este del departamento de Sacatepéquez, con las coordenadas siguientes: latitud 14° 36' 29" y longitud 90° 39'32". Limita al Norte con el municipio de Santiago Sacatepéquez (Sacatepéquez); al Sur con el municipio Santa Lucía Milpas Altas (Sacatepéquez); al Este con el municipio de Santiago Sacatepéquez (Sacatepéquez); y al Oeste con el municipio de San Bartolomé Milpas Altas (Sacatepéquez).

### **4.2 Suelos**

De acuerdo con la clasificación de reconocimiento de los suelos de Guatemala, Simmons indica que, para el municipio de San Lucas Sacatepéquez, la serie de suelos presente es Cauqué (Cq). El material madre es ceniza volcánica pomácea de color claro, pertenecientes a relieves fuertemente ondulados a inclinados, poseen drenaje interno muy bueno. El suelo superficial es de color café muy oscuro, de textura y consistencia franca friable, con un espesor entre 20-40 cm. El subsuelo es de color café amarillento oscuro, con una textura franco arcillosa y consistencia friable, con un espesor entre 60-75 cm. De acuerdo a la clasificación taxonómica de suelos de Guatemala, el orden del suelo es andisol (figura 16).

### **4.3 Zonas de vida y clima**

Según la clasificación de zonas de vida, por el sistema Holdridge, el municipio de San Lucas Sacatepéquez se encuentra ubicado en un bosque húmedo montañoso central bajo Subtropical. El patrón de lluvia varía entre 1972 y 1588 mm, y el promedio es de 1344 mm/año. La temperatura varía entre 16-23°C. La evapotranspiración potencial media es de 0.75 mm/día.

### **4.4 Antecedentes del cultivo en la finca**

El cultivo de zanahoria se implementó en la finca a partir del año 2011; el programa nutricional para este cultivo se ha manejado de manera sencilla. Actualmente se exportan zanahorias de colores (anaranjado, morado, amarillo y blanco). En zanahoria morada, amarilla y blanca, actualmente el porcentaje de pérdida en campo es de 25, 10 y 20 respectivamente.

## 4.5 Área

La finca tiene un área aproximada de 28 hectáreas, de las cuales 25.2 son cultivables y se encuentran distribuidas en lotes de producción.

## 4.6 Cultivos de exportación

Desde hace aproximadamente 33 años, la finca se dedica a la exportación de cultivos hortícolas. Entre los cultivos que se exportan se encuentra: arveja (*Pisum sativum* L), zucchini (*Cucúrbita pepo*) zanahorias (*Daucus carota* L.), ejote francés (*Phaseolus vulgaris* L), perejil (*Petroselinum crispum*) y mini puerro (*Allium porrum* L).

A continuación, la figura 1, muestra el mapa de ubicación de finca La Suiza.



Figura 1. Mapa de ubicación de finca La Suiza.

## 5 Objetivos

### 5.1 General

Determinar la dinámica de absorción de nutrientes, mediante curvas de absorción, para el cultivo de zanahoria morada (*Daucus carota* L. hibr. *Deep purple* F1).

### 5.2 Específicos

- Evaluar el efecto de dos programas nutricionales aplicados al cultivo de zanahoria morada (*Daucus carota* L. hibr. *Deep purple* F1) en el rendimiento, longitud de raíz y concentración de sólidos solubles.
- Generar una propuesta de programa nutricional basado en las curvas de absorción de nutrientes en el cultivo de zanahoria morada (*Daucus carota* L. hibr. *Deep purple* F1).
- Realizar un análisis económico parcial de los programas nutricionales a evaluar.

## 6 Hipótesis estadística

Ho:  $\bar{x}_A = \bar{x}_B$ . : No existe diferencia significativa en el rendimiento, longitud de la raíz y la concentración de sólidos solubles al comparar dos programas nutricionales aplicados al cultivo de zanahoria morada (*Daucus carota* L. hibr. *Deep purple* F1).

## 7 Metodología

### 7.1 Metodología experimental

#### 7.1.1 Parcela experimental

Existe un llamado efecto de borde que puede generar en la producción una estimación errónea de la respuesta de los tratamientos. Este efecto genera diferencias en las plantas situadas en los perímetros del lugar en donde se realiza la investigación. Con el fin de evitar esta situación se realizaron los muestreos de la parcela neta de experimentación.



El experimento estuvo compuesto por 24 unidades experimentales ( $t \times r = 3 \times 8 = 24$  U.E.) con un área de  $54.52 \text{ m}^2$  cada una. Cada unidad experimental estuvo compuesta por cuatro camas de siembra con tres hileras.

### **7.1.2 Parcela neta de experimentación**

La parcela neta contó con un área de  $14 \text{ m}^2$ ; consistió en 10 m lineales de cada hilera de la cama de siembra, por unidad experimental se muestrearon las dos camas de siembra centrales.

### **7.1.3 Muestreo de material vegetal para la realización de las curvas de absorción de nutrientes.**

En los tres tratamientos existieron ocho repeticiones con las mismas etapas fenológicas. Los muestreos se realizaron en cada repetición. En la fase vegetativa, iniciando en la fase de desarrollo de raíces absorbentes y hojas (00-48 DDS), los muestreos se realizaron a los 24, 36 y 48 días después de siembra, muestreando 256, 160 y 40 plantas respectivamente. En la etapa de engrosamiento de raíz principal (48-110 DDS) los muestreos se realizaron a los 60 y 72 días después de siembra, muestreando 24 y 16 plantas respectivamente.

En cada muestreo, se midió en peso húmedo y posteriormente seco (gr/planta) la producción de biomasa en hojas y raíz, en porcentajes sobre base seca el contenido de elementos mayores y en mg/Kg el contenido de elementos menores. Este último procedimiento se realizó en el laboratorio de suelos de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

### **7.1.4 Manejo nutricional del cultivo en los tratamientos**

En los cuadros 3 y 4, se observa el cronograma seguido para las aplicaciones de los programas nutricionales elaborados para ambos tratamientos.

En el tratamiento III (testigo absoluto), se realizaron muestreos de material vegetal con el fin de determinar la cantidad de nutrientes que aportó el suelo bajo condiciones de fertilización con materia orgánica.

### 7.1.5 Determinación de Rendimiento

En la fase de recolección, en los tres tratamientos se tomaron datos de peso fresco (kilogramos), asimismo se tomaron los datos de kilogramos de rechazo en campo.

### 7.1.6 Determinación de la longitud de la raíz principal

Para obtener este dato, en la fase de recolección de los tres tratamientos se midió con una regla la longitud en centímetros de las unidades que fueron consideradas para el mercado.

### 7.1.7 Determinación de la concentración de sólidos solubles

Para determinar la concentración de sólidos solubles, en la fase de recolección, se tomaron muestras de cada tratamiento, posteriormente fueron enviadas al laboratorio de Cooperativa Agrícola Integral “Unión de 4 Pinos” R.L, para determinar los datos correspondientes.

## 7.2 Diseño experimental

### 7.2.1 Modelo estadístico

El modelo estadístico utilizado fue un diseño de bloques completos al azar (DBA), en donde las unidades experimentales se distribuyeron en grupos homogéneos. Los tratamientos fueron distribuidos en las unidades experimentales dentro de cada bloque de forma aleatoria. Cada bloque constituyó una repetición.

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + \varepsilon_{ij} \quad \left\{ \begin{array}{l} i=1,2,3,\dots,\tau \\ j=1,2,3,\dots,r \end{array} \right.$$

Siendo:

$Y_{ij}$ = Variable de respuesta observada en el i-ésimo tratamiento y j-ésimo bloque (rendimiento).

$\mu$  = media general de la variable de respuesta (rendimiento).

$\tau_i$  = efecto del i-ésimo tratamiento.

$\beta_j$ = efecto del j-ésimo bloque

$\varepsilon_{ij}$ = error asociado a la ij-ésima unidad experimental.

## **7.3 Manejo del experimento**

### **7.3.1 Preparación del terreno**

La preparación del terreno comenzó con la eliminación de malezas y rastrojos del ciclo anterior. Posteriormente, utilizando tractor con implementos de arado y rastra, se realizaron ambas labores para profundizar y dar tanto aireación como retención de humedad.

### **7.3.2 Siembra**

La siembra inició la tercera semana del mes de abril y finalizó en la cuarta semana del mes de julio; para esta actividad, se utilizó una máquina sembradora. El distanciamiento utilizado fue de 0.3 m entre cama de siembra. La cama de siembra estuvo compuesta por tres hileras a un distanciamiento de 0.23 m.

### **7.3.3 Control de malezas**

Se realizaron aplicaciones de linuron en dosis recomendadas, posteriormente se realizó limpieza manual en los tres tratamientos.

### **7.3.4 Control de plagas y enfermedades**

Para el control de plagas se colocaron trampas azules con pegamento cerca y dentro de la plantación; en el control se aplicó abamectina. Para el control de enfermedades, se aplicaron fungicidas como tebuconazol y mancozeb utilizando las dosis recomendadas y considerando el intervalo a cosecha.

### **7.3.5 Riego**

El riego utilizado fue por goteo.

### **7.3.6 Fertilización**

Los cuadros 5 y 6, muestran el total de nutrientes aplicados en  $\text{Kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  para cada programa nutricional respectivamente. El tratamiento III (Testigo absoluto) contó únicamente con la incorporación de  $1117 \text{ Kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  de materia orgánica.

### 7.3.7 Cosecha

Esta práctica se realizó de forma manual, a los 70, 79 y 80 días después de siembra.

### 7.3.8 Toma de muestras (muestreo)

La toma de muestras se realizó en la fase vegetativa en las etapas de desarrollo de raíces absorbentes y hojas y engrosamiento de raíz principal. Para alcanzar el objetivo planteado se hizo necesario tomar plantas en cada una de estas etapas para llevarlas al laboratorio y realizar las determinaciones químicas correspondientes, que se describen posteriormente. Los muestreos como se describe en el cuadro 7, se realizaron cada 12 días, iniciando a los 24 días después de siembra.

Las plantas fueron seleccionadas al azar, muestreando raíz y hojas, se introdujeron en bolsas de papel individualmente, se etiquetaron y se enviaron al laboratorio de suelos de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala, para sus respectivos análisis químicos y cálculo de materia seca.

Cuadro 7. Muestreos para el análisis químico del tejido vegetal del cultivo de zanahoria morada (*Daucus carota* L. hibr. *Deep purple* F1).

Etapa Fenológica (Fase vegetativa)	Número de Muestreo	Días después de Siembra	Número de plantas/Repetición
Desarrollo de raíces absorbentes y hojas.	1	24	32 Plantas (256 plantas)
	2	36	20 plantas (160 plantas)
	3	48	5 plantas (40 plantas)
Engrosamiento de raíz principal	4	60	3 plantas (24 plantas)
	5	72	2 plantas (16 plantas)

### 7.3.9 Fase de laboratorio

En esta fase se realizaron los análisis químicos, como también la determinación de materia seca.

Para determinar la concentración de nitrógeno, fósforo y potasio, se utilizó el método de combustión seca, que consiste en la incineración de la muestra vegetal durante cuatro horas a 450° C. Se emplearon 25 ml de solución HCl (1N) para recuperar los minerales (Cu, Zn, Fe, Mn).

Para cuantificar la concentración de N, P, K, Ca, Mg se utilizaron los siguientes métodos:

- Nitrógeno: Semimicro Kjeldahl
- Fósforo: Colorimetría
- Potasio, Calcio y Magnesio: Absorción atómica

### 7.3.10 Variables respuesta

#### A. Rendimiento

Se cosecharon las raíces correspondientes a la parcela neta de cada tratamiento, cuantificando su peso total.

#### B. Longitud de la raíz principal

Se cosecharon las plantas correspondientes a la parcela neta de cada tratamiento, midiendo en centímetros la longitud de las raíces cosechadas.

#### C. Aumento de concentración de sólidos solubles

Se cosecharon las plantas correspondientes a la parcela neta de cada tratamiento, para medir la concentración de sólidos solubles presente en la raíz.

### 7.3.11 Análisis de la información para las curvas de absorción de nutrientes

De los tres tratamientos, en cada muestreo se obtuvo la materia seca (gr/planta) y el contenido de nutrimentos en cada órgano.

Se graficó la curva de crecimiento del cultivo, considerando la materia seca (gr) acumulada en cada muestreo en el eje "Y", y el tiempo en días después de siembra (DDS) en el eje "X".

Las curvas de absorción de nutrientes se realizaron para los siguientes nutrimentos: Nitrógeno "N", Fósforo "P", Potasio "K", Calcio "Ca", Magnesio "Mg", representando la absorción en Kg.ha<sup>-1</sup>. En los nutrimentos Sodio "Na", Zinc "Zn", Hierro "Fe", Cobre "Cu" y Manganeseo "Mn", representando la absorción en gr.ha<sup>-1</sup>. Estas curvas, se obtuvieron con las cantidades absorbidas

de cada uno de los nutrimentos en cada muestreo en el eje “Y” y el tiempo en días después de siembra (DDS) en el eje “X”.

### **7.3.12 Análisis estadístico**

Las variables que estuvieron sujetas al análisis estadístico fueron: rendimiento, longitud de la raíz principal y aumento de la concentración de sólidos solubles. Se realizó un análisis de varianza con una comparación de medias. En el análisis de datos se utilizó como herramienta el programa estadístico InfoStat.

## **8 Resultados y discusión**

### **8.1 Variables de respuesta**

#### **8.1.1 Rendimiento**

En el cuadro 37 (ver apéndice) y figura 2, se observa el rendimiento medio expresado en  $\text{Kg.ha}^{-1}$  para los tratamientos evaluados. El tratamiento I (programa nutricional comercial) incrementó el rendimiento en un 16 % sobre el tratamiento II (programa nutricional finca La Suiza). El porcentaje de rechazo reportado por el tratamiento I, tratamiento II y testigo absoluto fue de 23, 25 y 33 respectivamente; observaciones que corresponden en cierta forma a la distribución y a las cantidades aplicadas de los nutrimentos. La zanahoria responde mejor con varias aplicaciones ligeras de fertilizantes, se obtienen mayores rendimientos y con mejor calidad (Morales Payán 1995).

En el tratamiento I, mejoró la calidad de la raíz, en la homogeneidad del engrosamiento; con el mayor nivel de calcio, debido a que el calcio es necesario para el desarrollo apropiado de raíces y membranas celulares; la zanahoria es exigente en este nutriente, la deficiencia de este elemento provoca disminución en la calidad de raíz, sobre todo en el sabor (Morales Payán 1995).

En el tratamiento II, la distribución y la cantidad aplicada de nitrógeno pudo conducir a un desarrollo desequilibrado de las hojas respecto de la raíz, con la consecuente reducción de la calidad de la cosecha, pues se produce una disminución del tamaño y la concentración de azúcares, ya que la transferencia de azúcares hacia las raíces queda afectada de alguna forma, además se producen más agrietamiento en las raíces. Las plantas absorben  $\text{NO}_3$  desde el suelo y son capaces de mantener concentraciones mayores de este ión en sus células o en la savia

xilemática. Para esto, el  $\text{NO}_3$  atraviesa la membrana plasmática de células epiteliales de la raíz mediante transportadores específicos con gasto de ATP (Díaz, Borsani, Signorelli, y Monza 2011).

Es importante mencionar que la cosecha se inició a los 70 días después de siembra. El tratamiento I, presentó el índice de cosecha en menor tiempo, esto probablemente fue influenciado por la distribución de las aplicaciones foliares de Boro, nutriente que influye en la utilización del calcio; un bajo nivel de boro está asociado a un crecimiento lento. Asimismo, pudo ser influenciado por las aplicaciones de Molibdeno, debido a que éste favorece la fijación simbiótica de nitrógeno atmosférico, nutriente que aumenta el crecimiento y desarrollo de los tejidos.

El tratamiento III (testigo absoluto), debido a que el cultivo contó únicamente con una nutrición basada en materia orgánica, el rendimiento y la calidad del cultivo fue menor con respecto a los demás programas nutricionales evaluados. El porcentaje de rechazo reportado fue debido a causas como: una deficiente coloración de la raíz, poca extensión en diámetro (engrosamiento) de la raíz y bifurcación de raíces.

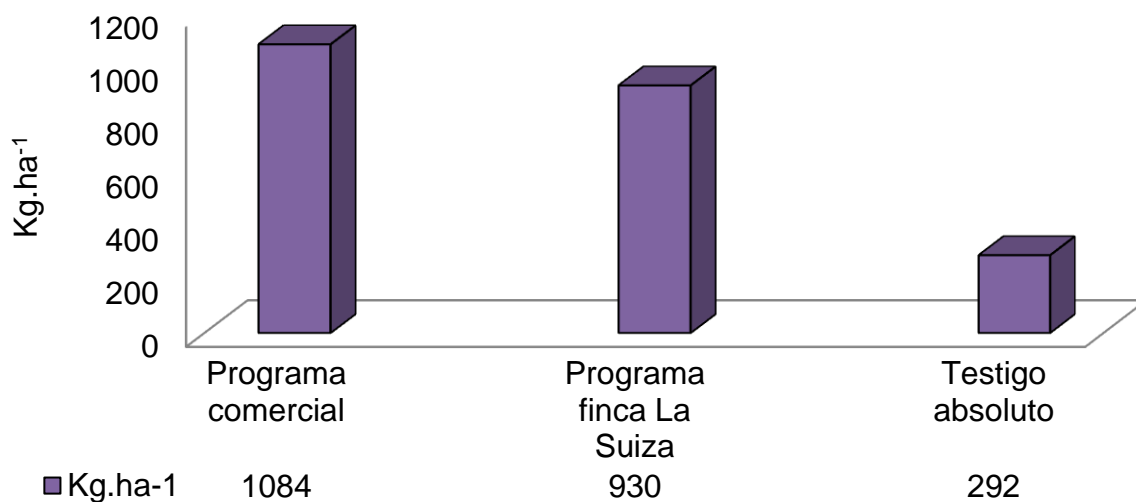


Figura 2. Rendimiento medio expresado en  $\text{Kg.ha}^{-1}$  en zanahoria morada bajo dos programas nutricionales en finca La Suiza, San Lucas Sacatepéquez.

Las diferencias que muestra el análisis de varianza (cuadro 8) son altamente significativas entre los tratamientos, por lo que se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna.

Cuadro 8. Análisis de varianza del rendimiento en  $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  de dos programas nutricionales en zanahoria morada.

<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>GI</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>p-valor</b>
Tratamiento	2823700.35	2	1411850.17	346.29	<0.0001
Repeticiones	64579.21	7			
Error	57078.49	14	4077.04		
Total	2945358.05	23			

En la comparación de medias (ver apéndice) el testigo absoluto fue el que presentó el menor rendimiento ( $292 \text{ Kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ), el programa nutricional comercial obtuvo el mayor rendimiento ( $1084 \text{ Kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ), por lo que representa la mejor alternativa en un programa nutricional aplicado en zanahoria morada.

### 8.1.2 Longitud de la raíz principal

La longitud de la raíz, con respecto al testigo absoluto, incrementó significativamente 2.5 cm. al usar el programa nutricional propuesto y 1.88 cm. al usar el programa nutricional de finca La Suiza. Lo anterior se puede observar en la figura 3. Se presentó significancia entre los tres tratamientos según el análisis de varianza (cuadro 9) y el coeficiente de variación fue igual a 13.91 %. Es importante mencionar que entre los dos programas nutricionales evaluados, aunque la diferencia en esta variable no fue significativa, el resultado de mayor rendimiento que presentó el tratamiento I, parece estar influenciado por el diámetro de la raíz, observaciones éstas basadas en valores parciales de diámetro que no fueron sujetos de muestreos completos que oscilan entre los 2.5 y 3.0 centímetros.

El tratamiento I presentó la mayor homogeneidad en la longitud de raíz, probablemente debido a que los nutrientes estuvieron disponibles en el momento adecuado, principalmente el fósforo que acelera el crecimiento de las raíces y la maduración. El fósforo penetra en la planta a través de las capas externas de las células de los pelos radiculares y de la punta de la raíz. Una vez dentro de la raíz, el fósforo puede quedarse almacenado en esta área o puede ser transportado a las partes superiores de la planta. A través de varias reacciones químicas el fósforo se incorpora a compuestos orgánicos como ácidos nucleicos (ADN y ARN), fosfoproteínas, fosfolípidos, enzimas y compuestos fosfatados ricos en energía como la adenosina trifosfato (ATF) (IPNI 2012).



.Cuadro 9. Análisis de varianza de longitud a cosecha de raíz (centímetros) en zanahoria morada reportada por dos programas nutricionales en finca La Suiza, San Lucas Sacatepéquez.

<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>GI</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>p-valor</b>
Tratamiento	27.08	2	13.54	3.72	0.0505
Repeticiones	28.96	7			
Error	50.92	14	3.64		
Total	106.96	23			

Las diferencias observadas entre los programas nutricionales comparados, muestran que la variable de respuesta es afectada positivamente por el aporte de los nutrimentos en sus diferentes combinaciones. Ambos tratamientos superaron al tratamiento testigo, en un 15.3 % (programa nutricional La Suiza) y en un 20.4% (programa nutricional comercial).

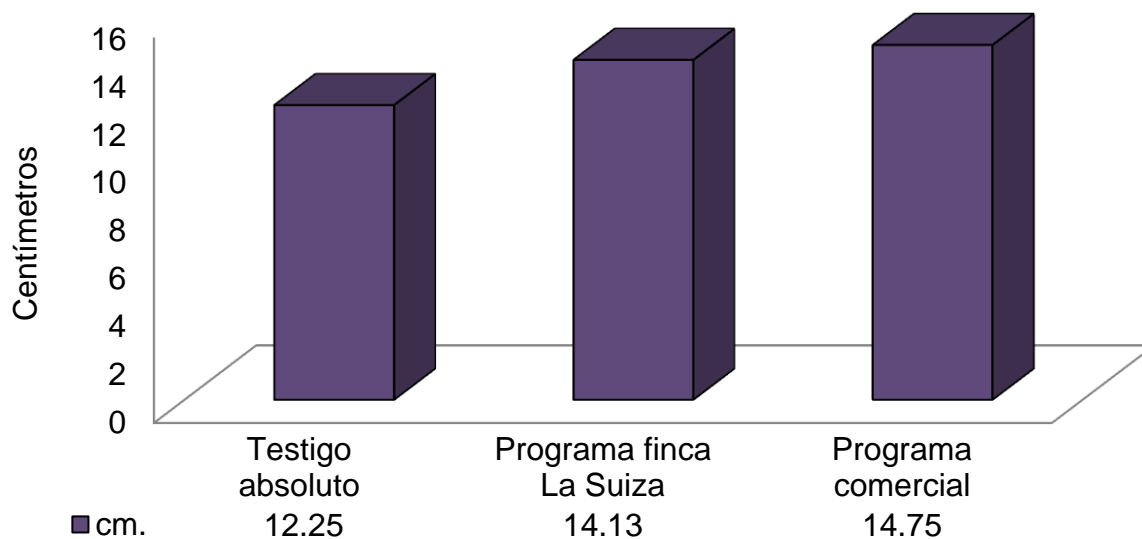


Figura 3. Longitud de raíz a cosecha (centímetros) en zanahoria morada bajo dos programas nutricionales en finca La Suiza, San Lucas Sacatepéquez.

### 8.1.3 Sólidos solubles por tratamiento

Los valores promedio de los sólidos solubles en raíz a la cosecha, en los tres tratamientos, se presentan en el cuadro 40 y figura 4. De acuerdo con el análisis de varianza (cuadro 10), no se presentó significancia estadística entre tratamientos, y el coeficiente de variación fue igual a 14.21 %.

Cuadro 10. Análisis de varianza de sólidos solubles en zanahoria morada bajo dos programas nutricionales en finca La Suiza, San Lucas Sacatepéquez.

F.V.	SC	GI	CM	F	p-valor
Tratamiento	6.33	2	3.17	1.45	0.2687
Repeticiones	14.33	7			
Error	30.67	14	2.19		
Total	51.33	23			

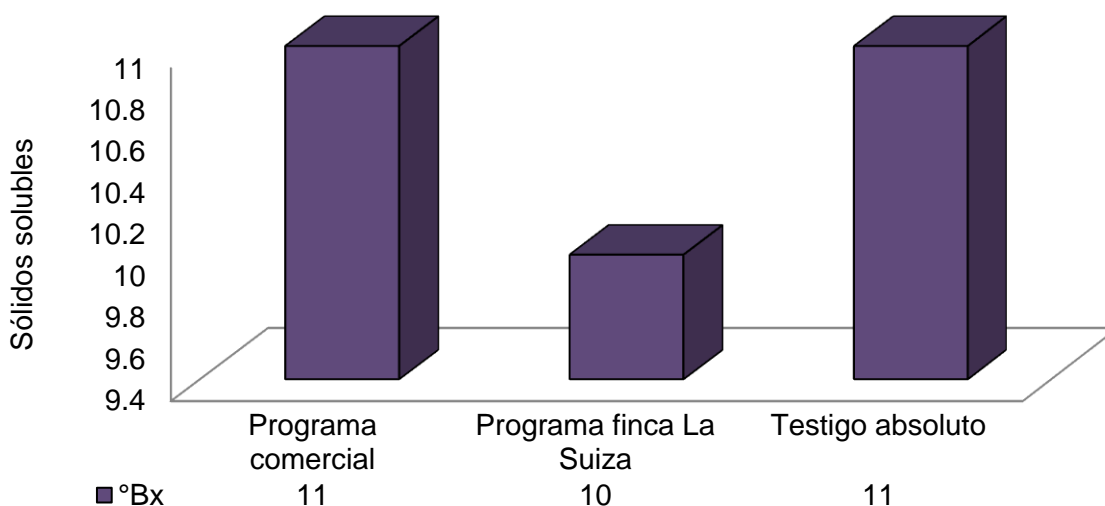


Figura 4. Valores promedio de sólidos solubles en zanahoria morada bajo dos programas nutricionales en finca La Suiza, San Lucas Sacatepéquez

De acuerdo con el análisis de varianza, se estableció significancia entre los tratamientos en las variables de respuesta de rendimiento (cuadro 8) y longitud de raíz principal (cuadro 9). El tratamiento I, reportó el mayor rendimiento y la mayor longitud de raíz a cosecha, siendo superior y diferente estadísticamente a todos los tratamientos. Por esta razón, a continuación se presenta el análisis de absorción de nutrientes en el tratamiento I (programa nutricional comercial).

## 8.2 Materia seca acumulada hasta los 72 días después de siembra en el cultivo de zanahoria morada (*Daucus carota* hibr. *Deep purple* F1)

La acumulación de biomasa en los órganos analizados (raíz y hojas) aumentó durante el periodo analizado del cultivo, produciéndose el mayor incremento entre los 60 y 72 días después de siembra. Lo anterior se puede observar en el cuadro 11 y en la figura 5.

Cuadro 11. Acumulación de materia seca hasta los 72 días después de siembra en el cultivo de zanahoria morada (*Daucus carota* hibr. *Deep purple* F1)

Acumulación de Materia seca por órgano y planta total				
Días después de siembra	Peso seco (gr.) Raíz	Peso seco (gr.) Hojas	Total acumulado (gr.)	Diferencia por etapa (gr.)
24	0.002	0.01	0.02	0.02
36	0.03	0.32	0.35	0.33
48	0.31	1.50	1.81	1.46
60	0.98	2.17	3.15	1.34
72	1.68	3.02	4.70	1.55

La curva que se observa en la figura 5, muestra el crecimiento de la planta con base en la ganancia de biomasa expresada como peso seco (gr) a través de la fase vegetativa del ciclo del cultivo. Durante el desarrollo de raíces absorbentes y hojas (0-48 DDS) la planta acumuló 1.81 gramos de biomasa y en la etapa de engrosamiento de raíz principal (48-110 DDS), hasta los 72 días después de siembra acumuló 4.70 gramos, siendo en esta etapa la máxima acumulación de biomasa.

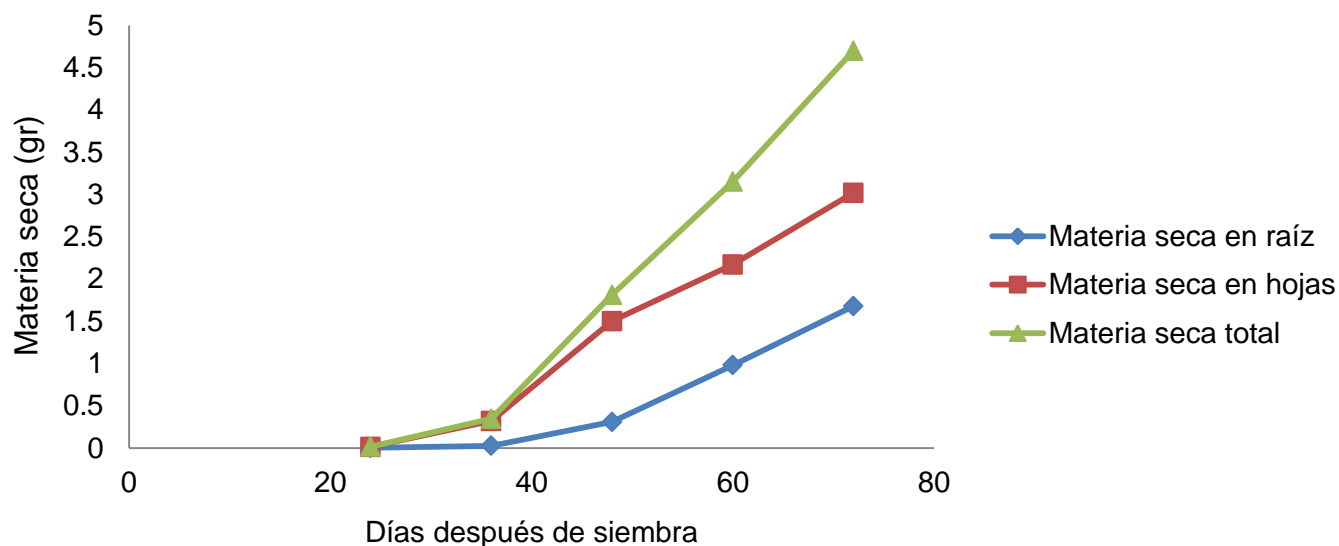


Figura 5. Curva de acumulación de materia seca en zanahoria morada (*Daucus carota* hibr. *Deep purple* F1) en finca La Suiza, San Lucas Sacatepéquez.

### 8.3 Curvas de absorción de nutrientes

Los estados fenológicos de la zanahoria morada (*Daucus carota* hibr. *Deep purple* F1) reportan necesidades nutritivas diferentes, por lo que se han determinado diferentes niveles de absorción de los nutrimentos analizados. La incorporación de la información que generan las curvas de absorción de nutrientes procura el normal desarrollo de la planta y también alcanzar altos rendimientos por unidad de superficie, al aplicar lo que el cultivo necesita, influyendo así en la toma de decisiones económicas al generar y aplicar un programa nutricional basado en las necesidades reales de la planta según el estado fenológico en el que se encuentre alcanzando fenotípicamente su máxima expresión.

#### 8.3.1 Absorción de elementos mayores

##### A. Nitrógeno

En los órganos analizados (raíz y hojas), la mayor concentración de nitrógeno se encontró en las hojas. En la fase de desarrollo de raíces absorbentes y hojas, la concentración de nitrógeno disminuyó con la edad de la planta, en la fase de engrosamiento de la raíz principal, entre los 48 y 60 días después de siembra giró a un leve ascenso. Entre los 60 y 72 días después de siembra,

ocurrió una traslocación de hojas a la raíz (cuadro 13). En la raíz, la mayor concentración se encontró entre los 24 y 36 días después de siembra (cuadro 12). La máxima absorción ocurrió en las hojas, las cantidades totales absorbidas fueron de 18.75 y 37.90 Kg N ha<sup>-1</sup> por la raíz y las hojas, respectivamente. Lo anterior se puede observar en la figura 6.

Cuadro 12. Nitrógeno absorbido por la raíz hasta los 72 días después de siembra en el cultivo de zanahoria morada (*Daucus carota* hibr. *Deep purple* F1).

Raíz				
DDS	Concentración de N (%)	Peso seco planta (gr)	Absorción Kg N ha <sup>-1</sup>	Absorción por etapa Kg N ha <sup>-1</sup>
24	2.36	0.002	0.02	0.02
36	2.87	0.03	0.34	0.32
48	1.79	0.31	2.50	2.15
60	2.18	0.98	9.62	7.12
72	2.48	1.68	18.75	9.13
			<b>Total</b>	<b>18.75</b>

Cuadro 13. Nitrógeno absorbido por las hojas hasta los 72 días después de siembra en el cultivo de zanahoria morada (*Daucus carota* hibr. *Deep purple* F1).

Hojas				
DDS	Concentración de N (%)	Peso seco planta (gr)	Absorción Kg N ha <sup>-1</sup>	Absorción por etapa Kg N ha <sup>-1</sup>
24	4.88	0.01	0.30	0.30
36	4.62	0.32	6.67	6.37
48	3.65	1.50	24.67	18.00
60	3.90	2.17	38.10	13.42
<b>72</b>	<b>2.79</b>	<b>3.02</b>	<b>37.90</b>	<b>-0.20</b>
			<b>Total</b>	<b>37.90</b>

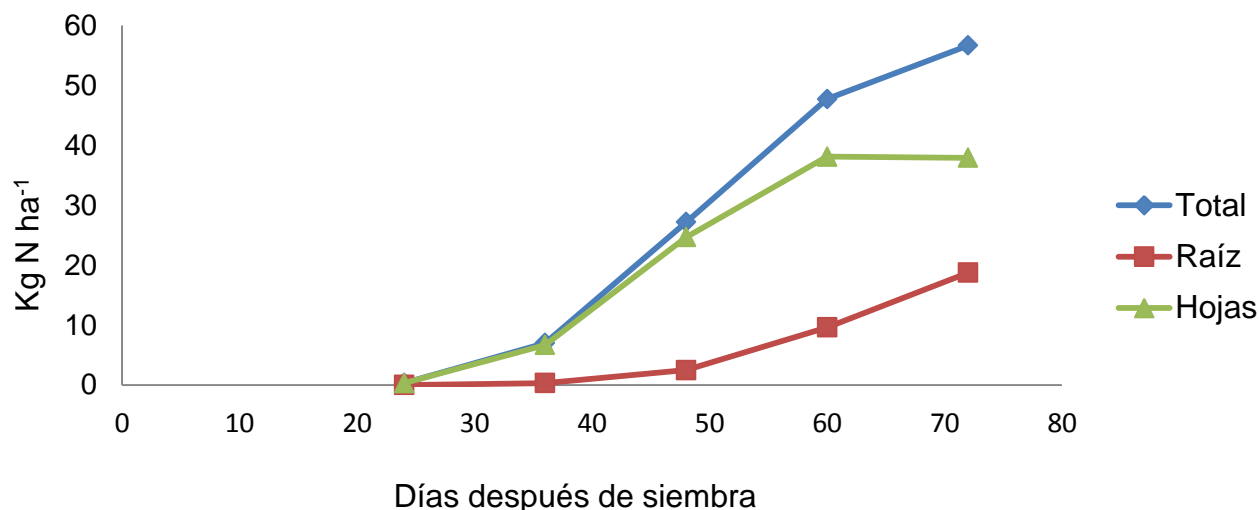


Figura 6. Curva de absorción de Nitrógeno en zanahoria morada hasta los 72 días después de siembra (*Daucus carota* L. hibr. *Deep purple* F1) en finca La Suiza, San Lucas Sacatepéquez.

## B. Fósforo

El fósforo junto con el magnesio, es el nutrimento absorbido en menor cantidad. En la raíz y las hojas, la mayor concentración de este nutrimento se encontró entre los 24 y 36 días después de siembra (cuadro 14 y 15). La mayor concentración y la máxima absorción ocurrieron en las hojas. Las cantidades absorbidas fueron de 3.40 y 5.57 Kg P ha<sup>-1</sup> por la raíz y las hojas, respectivamente. Lo anterior se puede observar en la figura 7.

Cuadro 14. Fósforo absorbido por la raíz hasta los 72 días después de siembra en el cultivo de zanahoria morada (*Daucus carota* hibr. *Deep purple* F1)

Raíz				
DDS	Concentración de P (%)	Peso seco planta (gr)	Absorción Kg P ha <sup>-1</sup>	Absorción por etapa Kg P ha <sup>-1</sup>
24	0.31	0.002	0.003	0.003
36	0.52	0.03	0.06	0.06
48	0.18	0.31	0.25	0.19
60	0.26	0.98	1.15	0.90
72	0.45	1.68	3.40	2.25
			<b>Total</b>	<b>3.40</b>

Cuadro 15. Fósforo absorbido por las hojas hasta los 72 días después de siembra en el cultivo de zanahoria morada (*Daucus carota* hibr. *Deep purple* F1).

Hojas				
DDS	Concentración de P (%)	Peso seco planta (gr)	Absorción Kg P ha <sup>-1</sup>	Absorción por etapa Kg P ha <sup>-1</sup>
24	0.48	0.01	0.03	0.03
36	0.52	0.32	0.75	0.72
48	0.41	1.50	2.77	2.02
60	0.40	2.17	3.91	1.14
72	0.41	3.02	5.57	1.66
			<b>Total</b>	<b>5.57</b>

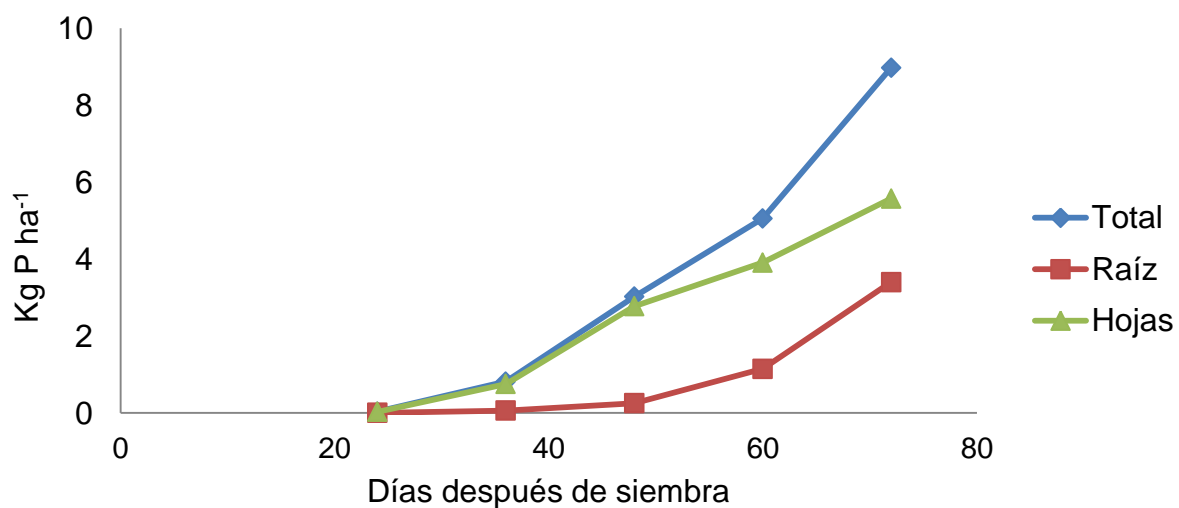


Figura 7. Curva de absorción de Fósforo hasta los 72 días después de siembra en zanahoria morada (*Daucus carota* L. hibr. *Deep purple* F1) en finca La Suiza, San Lucas Sacatepéquez.

### C. Potasio

La mayor concentración de potasio se encontró en la raíz, entre los 24 y 36 días después de siembra (cuadro 16). La concentración en las hojas alcanza su máximo valor entre los 36 y 48 días después de siembra (cuadro 17). La máxima absorción de este nutrimento ocurre en las hojas, las cantidades absorbidas fueron de 43.02 y 88.30 Kg K ha<sup>-1</sup> por la raíz y las hojas, respectivamente. Lo anterior se puede observar en la figura 8.

Cuadro 16. Potasio absorbido por la raíz hasta los 72 días después de siembra en el cultivo de zanahoria morada (*Daucus carota* hibr. *Deep purple* F1).

Raíz				
DDS	Concentración de K (%)	Peso seco planta (gr)	Absorción Kg K ha <sup>-1</sup>	Absorción por etapa Kg K ha <sup>-1</sup>
24	4.81	0.002	0.04	0.04
36	7.00	0.03	0.84	0.79
48	3.88	0.31	5.41	4.57
60	3.50	0.98	15.44	10.03
72	5.69	1.68	43.02	27.57
			<b>Total</b>	<b>43.02</b>

Cuadro 17. Potasio absorbido por las hojas hasta los 72 días después de siembra en el cultivo de zanahoria morada (*Daucus carota* hibr. *Deep purple* F1).

Hojas				
DDS	Concentración de K (%)	Peso seco planta (gr)	Absorción Kg K ha <sup>-1</sup>	Absorción por etapa Kg K ha <sup>-1</sup>
24	5.38	0.01	0.33	0.33
36	5.50	0.32	7.94	7.61
48	6.56	1.50	44.35	36.41
60	5.31	2.17	51.87	7.53
72	6.50	3.02	88.30	36.43
			<b>Total</b>	<b>88.30</b>



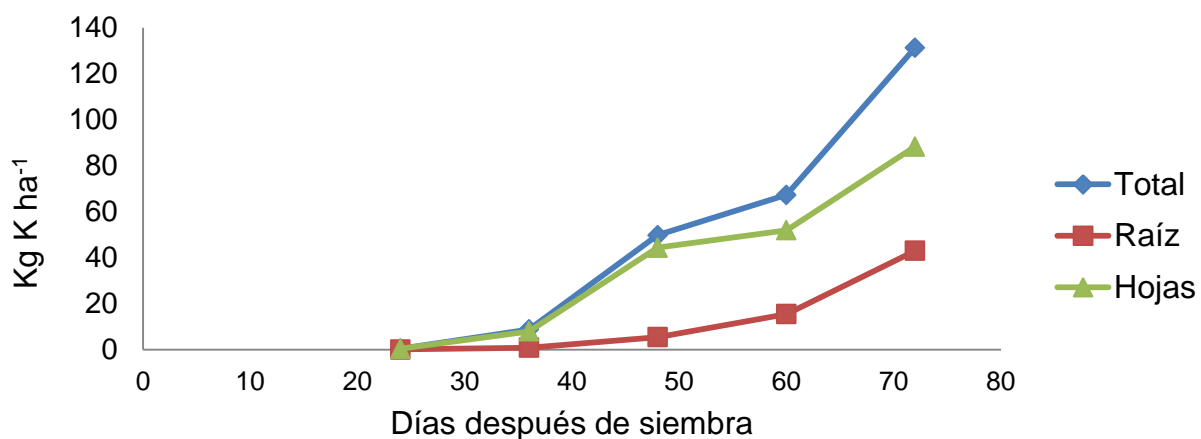


Figura 8. Curva de absorción de potasio hasta los 72 días después de siembra en zanahoria morada (*Daucus carota* L. hibr. *Deep purple* F1) en finca La Suiza, San Lucas Sacatepéquez.

#### D. Calcio

Las hojas presentaron la mayor concentración y la máxima absorción de este nutrimento, alcanzando el máximo valor de concentración entre los 24 y 36 días después de siembra (cuadro 19). En la raíz, la evolución de la concentración se caracterizó por una tendencia descendente hasta los 60 días después de siembra (cuadro 18). Las cantidades totales de calcio absorbidas por la raíz y las hojas fueron de 4.76 y 17.80 Kg Ca ha<sup>-1</sup>, respectivamente. Lo anterior se puede observar en la figura 9.

Cuadro 18. Calcio absorbido por la raíz hasta los 72 días después de siembra en el cultivo de zanahoria morada (*Daucus carota* hibr. *Deep purple* F1).

Raíz				
DDS	Concentración de Ca (%)	Peso seco planta (gr)	Absorción Kg Ca ha <sup>-1</sup>	Absorción por etapa Kg Ca ha <sup>-1</sup>
24	1.00	0.002	0.01	0.01
36	0.81	0.03	0.10	0.09
48	0.50	0.31	0.70	0.60
60	0.38	0.98	1.68	0.98
72	0.63	1.68	4.76	3.09
			<b>Total</b>	<b>4.76</b>

Cuadro 19. Calcio absorbido por las hojas hasta los 72 días después de siembra en el cultivo de zanahoria morada (*Daucus carota* hibr. *Deep purple* F1).

Hojas				
DDS	Concentración de Ca (%)	Peso seco planta (gr)	Absorción Kg Ca ha <sup>-1</sup>	Absorción por etapa Kg Ca ha <sup>-1</sup>
24	1.75	0.01	0.11	0.11
36	2.06	0.32	2.97	2.87
48	1.50	1.50	10.14	7.17
60	1.69	2.17	16.51	6.37
72	1.31	3.02	17.80	1.29
			<b>Total</b>	<b>17.80</b>

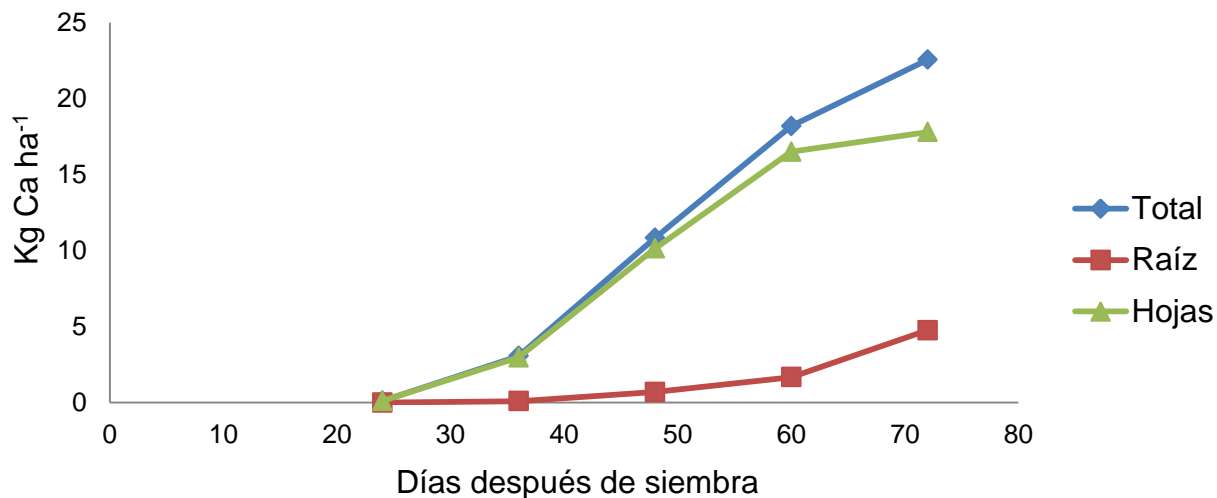


Figura 9. Curva de absorción de calcio hasta los 72 días después de siembra en zanahoria morada (*Daucus carota* L. hibr. *Deep purple* F1) en finca La Suiza, San Lucas Sacatepéquez.

## E. Magnesio

La mayor concentración y la mayor absorción de este nutriente ocurrieron en las hojas, entre los 24 y 36 días después de siembra, debido a anteriores aplicaciones de este nutriente (cuadro 21). En la raíz, el contenido de este nutriente alcanzó la mayor concentración en los

primeros 24 días después de siembra, la evolución de la concentración se caracterizó por una tendencia descendente (cuadro 20). Entre los 36 y 48 días después de siembra ocurrió una traslocación de las hojas a la raíz.

Las cantidades totales absorbidas fueron de 1.44 y 2.58 Kg Mg ha<sup>-1</sup> por la raíz y las hojas, respectivamente. Lo anterior se puede observar en la figura 10.

Cuadro 20. Magnesio absorbido por la raíz hasta los 72 días después de siembra en el cultivo de zanahoria morada (*Daucus carota* hybr. *Deep purple* F1).

Raíz				
DDS	Concentración de Mg (%)	Peso seco planta (gr)	Absorción Kg Mg ha <sup>-1</sup>	Absorción por etapa Kg Mg ha <sup>-1</sup>
24	0.38	0.002	0.004	0.004
36	0.36	0.03	0.04	0.04
48	0.18	0.31	0.25	0.21
60	0.15	0.98	0.66	0.41
72	0.19	1.68	1.44	0.77
			<b>Total</b>	<b>1.44</b>

Cuadro 21. Magnesio absorbido por las hojas hasta los 72 días después de siembra en el cultivo de zanahoria morada (*Daucus carota* hybr. *Deep purple* F1).

Hojas				
DDS	Concentración de Mg (%)	Peso seco planta (gr)	Absorción Kg Mg ha <sup>-1</sup>	Absorción por etapa Kg Mg ha <sup>-1</sup>
24	0.31	0.01	0.02	0.02
36	3.00	0.32	4.33	4.31
48	0.25	1.50	1.69	-2.64
60	0.22	2.17	2.15	0.46
72	0.19	3.02	2.58	0.43
			<b>Total</b>	<b>2.58</b>

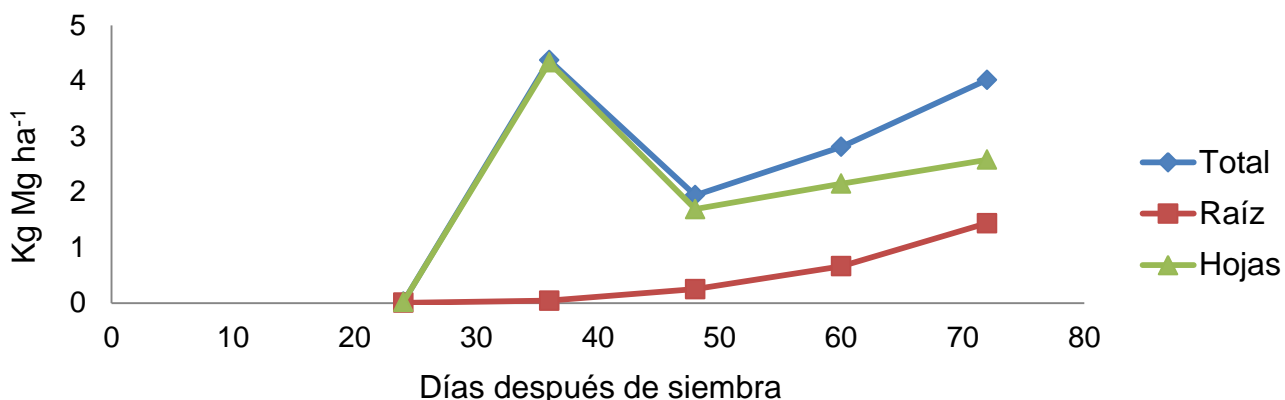


Figura 10. Curva de absorción de magnesio hasta los 72 días después de siembra en zanahoria morada (*Daucus carota* L. hibr. *Deep purple* F1) en finca La Suiza, San Lucas Sacatepéquez.

### 8.3.2 Absorción de elementos menores

#### A. Sodio

La mayor concentración de este nutriente se encontró en la raíz, presentando una evolución decreciente hasta aproximadamente los 48 días después de siembra en la fase de desarrollo de raíces absorbentes y hojas (cuadro 22), posteriormente en la etapa de engrosamiento de la raíz principal la concentración aumentó, tendencia que se mantuvo. La mayor absorción ocurrió en las hojas (cuadro 23), la absorción total fue de 1,209 y 1,698 gr Na ha<sup>-1</sup> por la raíz y las hojas, respectivamente. Lo anterior se puede observar en la figura 11.

Cuadro 22. Sodio absorbido por la raíz hasta los 72 días después de siembra en el cultivo de zanahoria morada (*Daucus carota* hibr. *Deep purple* F1)

Raíz				
DDS	Concentración de Na (mg/Kg)	Peso seco planta (gr)	Absorción gr Na ha <sup>-1</sup>	Absorción por etapa gr Na ha <sup>-1</sup>
24	2,900	0.002	2.70	2.70
36	1,850	0.03	22.11	19.42
48	750	0.31	104.54	82.43
60	1,150	0.98	507.37	402.83
72	1,600	1.68	1,209.60	702.23
			<b>Total</b>	<b>1,209.60</b>

Cuadro 23. Sodio absorbido por las hojas hasta los 72 días después de siembra en el cultivo de zanahoria morada (*Daucus carota* hibr. *Deep purple* F1).

Hojas				
DDS	Concentración de Na (mg/Kg)	Peso seco planta (gr)	Absorción gr Na ha <sup>-1</sup>	Absorción por etapa gr Na ha <sup>-1</sup>
24	1,050	0.01	6.53	6.53
36	850	0.32	122.71	116.18
48	750	1.50	507.01	384.30
60	1,300	2.17	1,269.94	762.93
72	1,250	3.02	1,698.05	428.11
			<b>Total</b>	<b>1,698.05</b>

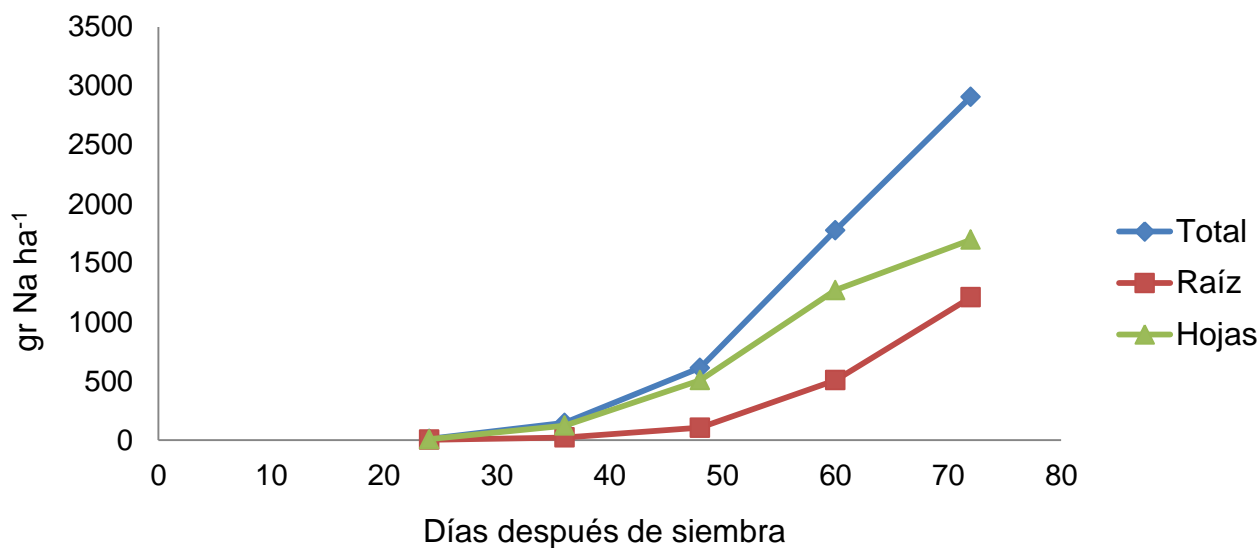


Figura 11. Curva de absorción de sodio hasta los 72 días después de siembra en zanahoria morada (*Daucus carota* L. hibr. *Deep purple* F1) en finca La Suiza, San Lucas Sacatepéquez.

## B. Cobre

El comportamiento de la concentración mineral de este nutriente fue similar en ambos órganos, manifestándose la mayor concentración en la raíz (cuadro 24 y 25). Entre los 60 y 72 días después de siembra ocurrió una traslocación de las hojas a la raíz. La máxima absorción ocurre en las hojas, las cantidades totales absorbidas por la raíz y las hojas fueron

de 0.76 y 1.36 gr Cu ha<sup>-1</sup>, respectivamente. Entre los 48 y 60 días después de siembra ocurrió un aumento de la absorción en las hojas, esto es debido a anteriores aplicaciones de fungicida con base de cobre, para el control de *Alternaría* sp.. Lo anterior se puede observar en la figura 12.

Cuadro 24. Cobre absorbido por la raíz hasta los 72 días después de siembra en el cultivo de zanahoria morada (*Daucus carota* hibr. *Deep purple* F1).

Raíz				
DDS	Concentración de Cu (mg/Kg)	Peso seco planta (gr)	Absorción gr Cu ha <sup>-1</sup>	Absorción por etapa gr Cu ha <sup>-1</sup>
24	15	0.002	0.01	0.01
36	5	0.03	0.06	0.05
48	1	0.31	0.14	0.08
60	1	0.98	0.44	0.30
72	1	1.68	0.76	0.31
			<b>Total</b>	<b>0.76</b>

Cuadro 25. Cobre absorbido por las hojas hasta los 72 días después de siembra en el cultivo de zanahoria morada (*Daucus carota* hibr. *Deep purple* F1).

Hojas				
DDS	Concentración de Cu (mg/Kg)	Peso seco planta (gr)	Absorción gr Cu ha <sup>-1</sup>	Absorción por etapa gr Cu ha <sup>-1</sup>
24	10	0.01	0.06	0.06
36	1	0.32	0.14	0.08
48	1	1.50	0.68	0.53
60	15	2.17	14.65	13.98
<b>72</b>	<b>1</b>	<b>3.02</b>	<b>1.36</b>	<b>-13.29</b>
			<b>Total</b>	<b>1.36</b>

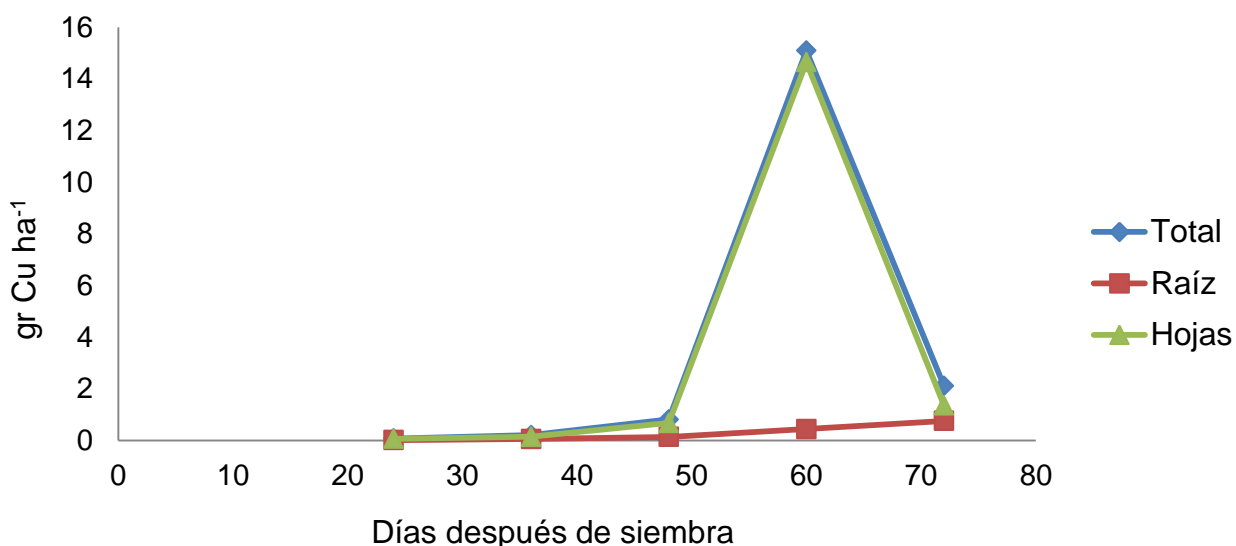


Figura 12. Curva de absorción de cobre hasta los 72 días después de siembra en zanahoria morada (*Daucus carota* L. hybr. *Deep purple* F1) en finca La Suiza, San Lucas Sacatepéquez.

### C. Zinc

La raíz presentó la mayor concentración de zinc, alcanzando su máximo valor los primeros 24 días después de siembra (cuadro 26), al igual que en las hojas (cuadro 27). La máxima absorción se presentó en las hojas, las cantidades totales absorbidas fueron de 15.12 y 33.96 gr Zn ha<sup>-1</sup> por la raíz y las hojas, respectivamente. Lo anterior se puede observar en la figura 13.

Cuadro 26. Zinc absorbido por la raíz hasta los 72 días después de siembra en el cultivo de zanahoria morada (*Daucus carota* hybr. *Deep purple* F1)

Raíz				
DDS	Concentración de Zn (mg/Kg)	Peso seco planta (gr)	Absorción gr Zn ha <sup>-1</sup>	Absorción por etapa gr Zn ha <sup>-1</sup>
24	55	0.002	0.05	0.05
36	30	0.03	0.36	0.31
48	10	0.31	1.39	1.04
60	20	0.98	8.82	7.43
72	20	1.68	15.12	6.30
			<b>Total</b>	<b>15.12</b>

Cuadro 27. Zinc absorbido por las hojas hasta los 72 días después de siembra en el cultivo de zanahoria morada (*Daucus carota* hibr. *Deep purple* F1).

Hojas				
DDS	Concentración de Zn (mg/Kg)	Peso seco planta (gr)	Absorción gr Zn ha <sup>-1</sup>	Absorción por etapa gr Zn ha <sup>-1</sup>
24	50	0.01	0.31	0.31
36	25	0.32	3.61	3.30
48	20	1.50	13.52	9.91
60	25	2.17	24.42	10.90
72	25	3.02	33.96	9.54
			<b>Total</b>	<b>33.96</b>

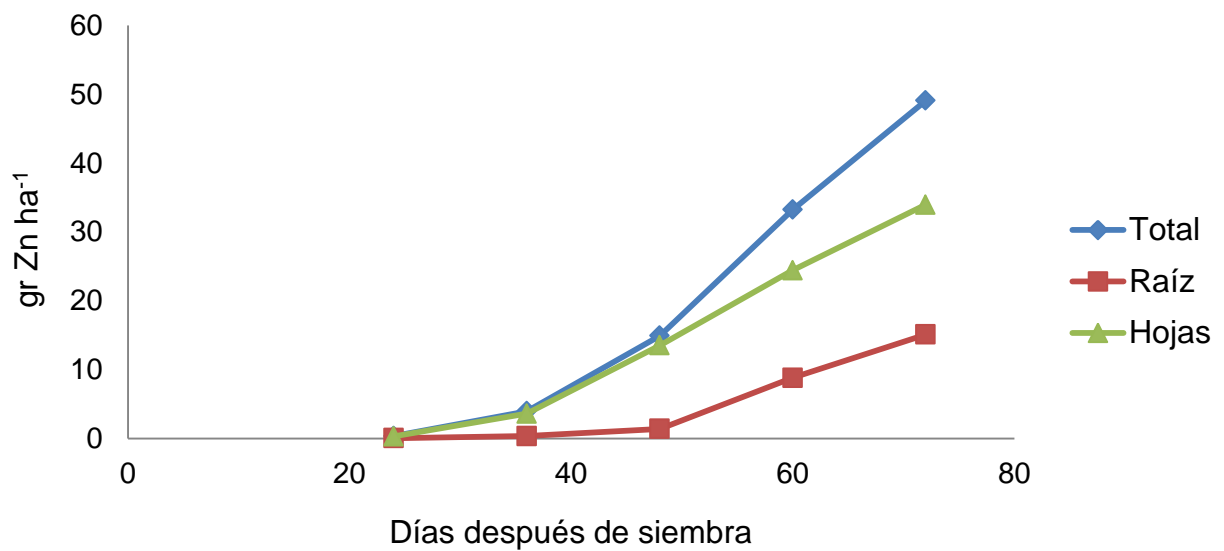


Figura 13. Curva de absorción de zinc hasta los 72 días después de siembra en zanahoria morada (*Daucus carota* L. hibr. *Deep purple* F1) en finca La Suiza, San Lucas Sacatepéquez.



#### D. Hierro

La mayor concentración de este nutrimento se encontró en la raíz, con un comportamiento descendente (cuadro 28). La tendencia de la concentración en las hojas fue descendente hasta aproximadamente los 60 días después de siembra, posteriormente dio un giro a un leve incremento (cuadro 29). La máxima absorción ocurrió en las hojas, la absorción total fue de 147.42 y 332.82 gr Fe ha<sup>-1</sup> por la raíz y las hojas, respectivamente. Lo anterior se puede observar en la figura 14.

Cuadro 28. Hierro absorbido por la raíz hasta los 72 días después de siembra en el cultivo de zanahoria morada (*Daucus carota* hibr. *Deep purple* F1).

Raíz				
DDS	Concentración de Fe (mg/Kg)	Peso seco planta (gr)	Absorción gr Fe ha <sup>-1</sup>	Absorción por etapa gr Fe ha <sup>-1</sup>
24	4,700	0.002	4.37	4.37
36	2,150	0.03	25.70	21.33
48	215	0.31	29.97	4.27
60	210	0.98	92.65	62.68
72	195	1.68	147.42	54.77
			<b>Total</b>	<b>147.42</b>

Cuadro 29. Hierro absorbido por las hojas hasta los 72 días después de siembra en el cultivo de zanahoria morada (*Daucus carota* hibr. *Deep purple* F1).

Hojas				
DDS	Concentración de Fe (mg/Kg)	Peso seco planta (gr)	Absorción gr Fe ha <sup>-1</sup>	Absorción por etapa gr Fe ha <sup>-1</sup>
24	450	0.01	2.80	2.80
36	395	0.32	57.02	54.22
48	255	1.50	172.38	115.36
60	195	2.17	190.49	18.11
72	245	3.02	332.82	142.33
			<b>Total</b>	<b>332.82</b>

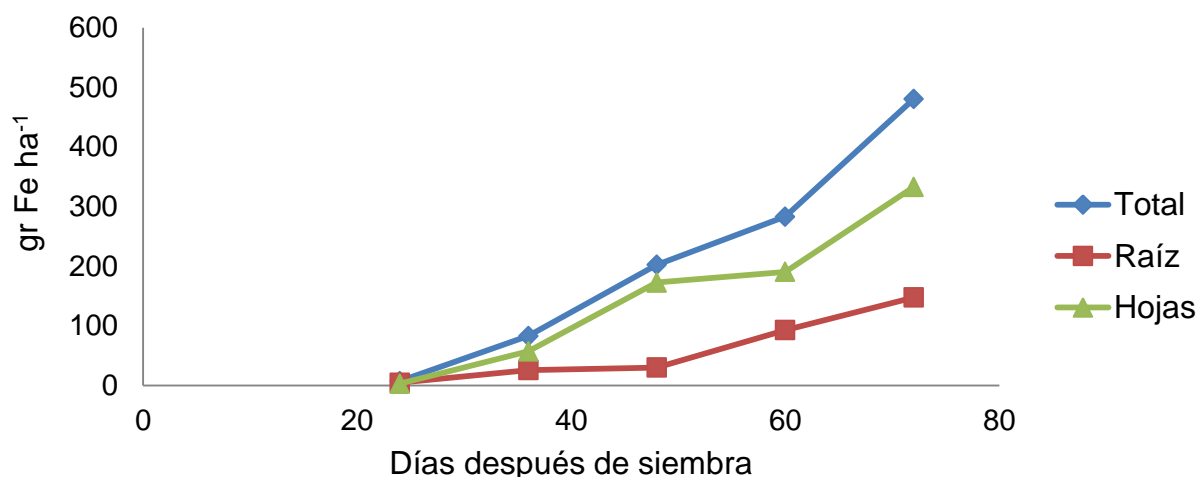


Figura 14. Curva de absorción de hierro hasta los 72 días después de siembra en zanahoria morada (*Daucus carota* L. hibr. *Deep purple* F1) en finca La Suiza, San Lucas Sacatepéquez.

### E. Manganeso

La mayor concentración se mantiene en la raíz, alcanzando su máximo valor los primeros 24 días después de siembra (cuadro 30). En las hojas, la mayor concentración se encontró entre los 24 y 36 días después de siembra (cuadro 31). Entre los 36 y 48 días después de siembra ocurrió una traslocación de la raíz a las hojas. La máxima absorción se presentó en las hojas y las cantidades totales absorbidas fueron de 7.56 y 40.75 gr Mn ha<sup>-1</sup> por la raíz y las hojas, respectivamente; Lo anterior se puede observar en la figura 15.

Cuadro 30. Manganeso absorbido por la raíz hasta los 72 días después de siembra en el cultivo de zanahoria morada (*Daucus carota* hibr. *Deep purple* F1).

Raíz				
DDS	Concentración de Mn (mg/Kg)	Peso seco planta (gr)	Absorción gr Mn ha <sup>-1</sup>	Absorción por etapa gr Mn ha <sup>-1</sup>
24	215	0.002	0.20	0.20
36	60	0.03	0.72	0.52
48	1	0.31	0.14	-0.58
60	15	0.98	6.62	6.48
72	10	1.68	7.56	0.94
			<b>Total</b>	<b>7.56</b>

Cuadro 31. Manganeso absorbido por las hojas hasta los 72 días después de siembra en el cultivo de zanahoria morada (*Daucus carota* híbr. *Deep purple* F1)

Hojas				
DDS	Concentración de Mn (mg/Kg)	Peso seco planta (gr)	Absorción gr Mn ha <sup>-1</sup>	Absorción por etapa gr Mn ha <sup>-1</sup>
24	30	0.01	0.19	0.19
36	35	0.32	5.05	4.87
48	25	1.50	16.90	11.85
60	35	2.17	34.19	17.29
72	30	3.02	40.75	6.56
			<b>Total</b>	<b>40.75</b>

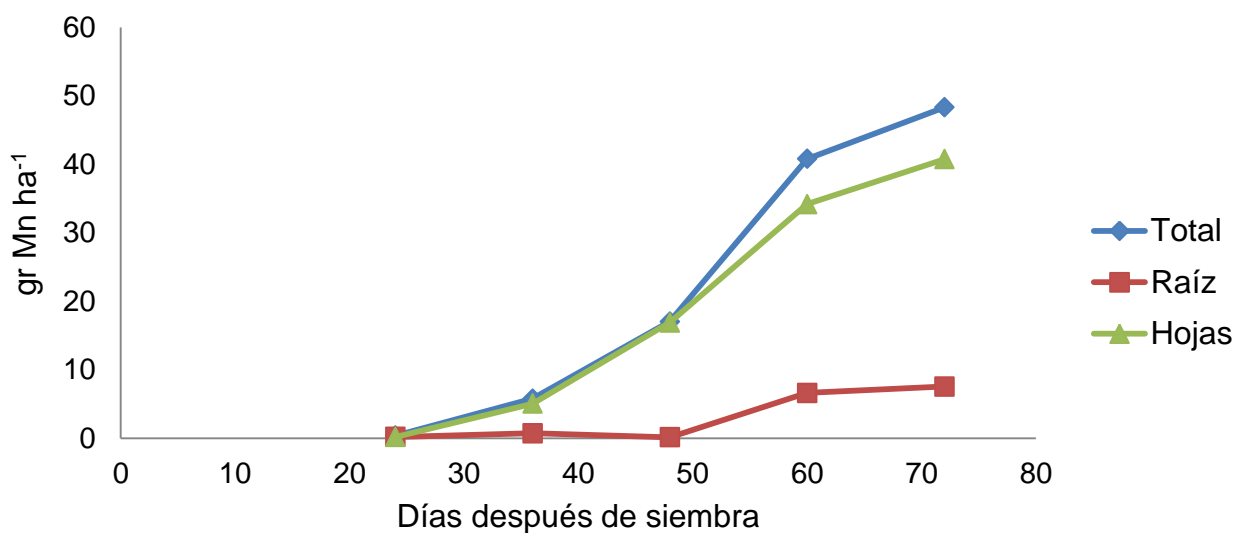


Figura 15. Curva de absorción de manganeso hasta los 72 días después de siembra en zanahoria morada (*Daucus carota* L. híbr. *Deep purple* F1) en finca La Suiza, San Lucas Sacatepéquez.

## 8.4 Estimación de dosis a partir de las cantidades absorbidas

Se estimaron las dosis pertinentes con base en los resultados de absorción para el tratamiento I, debido a que éste presentó el mayor rendimiento, considerando los aspectos de eficiencia, cantidad aportada por el suelo y dosis del elemento puro. De esta manera se puede obtener una dosis apoyada en los requisitos del cultivo. A continuación en el cuadro 32 se muestra la dosis recomendada de elemento comercial.

Cuadro 32. Estimación de la dosis de elemento comercial ( $\text{Kg.ha}^{-1}$ ) a partir de los requisitos del cultivo en el tratamiento I (programa nutricional comercial)

Descripción	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
Total absorbido hasta los 72 días después de siembra	56.65	8.97	131.32
Cantidad aportada por el suelo	23.51	3.18	48.51
% Eficiencia	0.3	0.2	0.6
Dosis de elemento puro	110.47	28.95	138.02
Factor de conversión	1	2.29	1.2
Dosis de elemento comercial	110.47	66.3	165.62
Niveles de aplicación en Tratamiento I	126	142	243
Diferencia	<b>+ 15.53</b>	<b>+ 75.7</b>	<b>+ 77.38</b>

La dosis de elemento comercial recomendada es de 110.47, 66.30 y 165.62  $\text{Kg.ha}^{-1}$  para N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y K<sub>2</sub>O, respectivamente. Lo anterior se puede observar en el cuadro 32.

### 8.4.1 Plan de fertilización

El plan de fertilización que se sugiere como resultado de esta investigación (cuadro 33), deberá estar sujeto al análisis de suelo y a las cantidades de nutrimentos que son extraídas del suelo en cada cosecha. El plan está basado en las curvas de absorción de nutrientes anteriormente generadas y en las condiciones edafo-climáticas del lugar, permite visualizar las épocas de absorción y la cuantificación de nutrimentos en este cultivo hasta los 72 días después de siembra, la propuesta está distribuida porcentualmente en cuatro aplicaciones.

Cuadro 33. Distribución porcentual de la propuesta de fertilización hasta los 72 días después de siembra en zanahoria morada (*Daucus carota* L. hybr. *Deep purple* F1).

semana	Distribución porcentual		
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
3	12	9	7
5	36	25	31
7	36	22	13
9	16	44	49

## 8.5 Análisis económico

El mayor beneficio económico lo generó el tratamiento I (programa nutricional comercial) que presentó el mayor rendimiento de zanahoria morada por unidad de superficie; superando al testigo absoluto y al programa nutricional finca La Suiza

El análisis económico de cada uno de los programas nutricionales se muestra en los cuadros 34 y 35.

## 9 Costos de los programas nutricionales evaluados

Cuadro 34. Costos del tratamiento I (programa nutricional comercial)

Días después de siembra	Producto	Dosis por Hectárea	Costo unitario	Presentación	Costo por Hectárea
0	Triple cal	386 Kg.ha <sup>-1</sup>	Q65.00	50 Kgs.	Q501.80
	Fertilizante orgánico	1117 Kg.ha <sup>-1</sup>	Q49.00	45.45 Kgs.	Q1,204.25
21	Algatec	0.43 Kg.ha <sup>-1</sup>	Q225.00	1 Kg	Q96.75
	Multifruito Zn + B	1.43 Litros.ha <sup>-1</sup>	Q70.00	1 Litro	Q100.10
25	12-12-17-2	386 Kg.ha <sup>-1</sup>	Q416.50	45.45 Kgs.	Q3,537.27
	Tecnohumat	2.86 Kg.ha <sup>-1</sup>	Q90.00	1 Kg	Q257.40
30	Fosfiteck K	1.43 Litros.ha <sup>-1</sup>	Q99.00	1 Litro	Q141.57
	Enerfol	0.36 Kg.ha <sup>-1</sup>	Q115.00	1 Kg	Q41.40
37	Sulfomagnical 30 Ca+15 S	1.43 Litros.ha <sup>-1</sup>	Q50.00	1 Litro	Q71.50
45	Fosfiteck K	1.43 Litros.ha <sup>-1</sup>	Q99.00	1 Litro	Q141.57
	Enerfol	0.36 Kg.ha <sup>-1</sup>	Q115.00	1 Kg	Q41.40
50	12-10-25-0	386 Kg.ha <sup>-1</sup>	Q300.00	45.45 Kgs.	Q2,547.85
52	Actimax Az	2.15 Litros.ha <sup>-1</sup>	Q28.00	1 Litro	Q60.20
60	Actimax Az	2.15 Litros.ha <sup>-1</sup>	Q28.00	1 Litro	Q60.20
67	Sulfomagnical 30 Ca + 15 S	1.43 Litros.ha <sup>-1</sup>	Q50.00	1 Litro	Q71.50
				<b>TOTAL</b>	<b>Q8,874.76</b>

Cuadro 35. Costos del tratamiento II (programa nutricional finca La Suiza).

<b>Días después de siembra</b>	<b>Producto</b>	<b>Dosis por Hectárea</b>	<b>Costo unitario</b>	<b>Presentación</b>	<b>Costo por Hectárea</b>
0	Fertilizante Orgánico	1117 Kg.ha <sup>-1</sup>	Q49.00	45.45 Kgs	Q1,204.25
25	12-12-17-2	386 Kg.ha <sup>-1</sup>	Q416.50	45.45 Kgs	Q3,537.27
	Biocat –S	223.5 Kg.ha <sup>-1</sup>	Q172.00	25 Kgs	Q1,537.68
30	Multimineral	1.43 Litros.ha <sup>-1</sup>	Q126.00	1 Litro	Q180.18
	Nitrato de Calcio	223.5 Kg.ha <sup>-1</sup>	Q350.00	25 Kgs	Q3,129.00
45	Multimineral	1.43 Litros.ha <sup>-1</sup>	Q126.00	1Litro	Q180.18
50	12-10-25-0	386 Kg.ha <sup>-1</sup>	Q300.00	45.45 Kgs	Q2,547.85
60	Potasio	1.43 Litros.ha <sup>-1</sup>	Q320.44	1 Litro	Q457.60
75	Potasio	1.43 Litros.ha <sup>-1</sup>	Q320.44	1Litro	Q457.60
				<b>TOTAL</b>	<b>Q13,231.61</b>

## 10 Conclusiones

- El tratamiento I (programa nutricional comercial) superó al tratamiento II (programa nutricional finca La Suiza) en un 16 % en la variable rendimiento y en un 4.3 % en la variable longitud de raíz.
- En base al orden de absorción de nutrientes (Potasio, Nitrógeno, Calcio, Fósforo y Magnesio) hasta los 72 días después de siembra, el cultivo de zanahoria morada (*Daucus carota* L. hibr. *Deep purple* F1) necesita 110 Kg.ha<sup>-1</sup> de nitrógeno, 66 Kg.ha<sup>-1</sup> de fósforo y 166 Kg.ha<sup>-1</sup> de potasio.
- El costo del programa nutricional comercial es 33 % menor con respecto al programa nutricional finca La Suiza, lo que representa el mayor beneficio económico debido a su mayor rendimiento por unidad de superficie.

## 11 Recomendaciones

1. En primera aproximación y bajo las condiciones donde se realizó la evaluación, se recomienda generar los planes de nutrición para el cultivo de zanahoria morada con base en la extracción total y la dinámica de cada nutrimento estudiado.
2. Basado en las curvas de absorción generadas, se estableció que el cultivo necesita en total hasta los 72 días después de siembra, 110 Kg.ha<sup>-1</sup> de nitrógeno, 66 Kg.ha<sup>-1</sup> de fósforo y 166 Kg.ha<sup>-1</sup> de potasio los cuales deberán ser suministrados en los puntos críticos que muestran las curvas de absorción del cultivo.



## 12 Bibliografía

1. Azofeifa, A; Moreira, A. 2005. Absorción y distribución de nutrimentos en plantas de chile dulce (*Capsicum annuum* CV. UCR 589). *Agronomía Costarricense* 29(1):77-84.
2. Bejo, Gt. 2013. Zanahorias. Zanahorias de colores (en línea). Guatemala. Consultado 20 marzo 2012. Disponible en: [http://www.bejogt.com/web/pages/bejo\\_gt/products/groep.aspx?GroepID=619&GewasID=164](http://www.bejogt.com/web/pages/bejo_gt/products/groep.aspx?GroepID=619&GewasID=164)
3. Bertsch, F. 1995. Fertilidad de los suelos y su manejo. Costa Rica, ACCS. 157 p.
4. \_\_\_\_\_. 2005. Estudios de absorción de nutrientes como apoyo a las recomendaciones de fertilización (en línea). Ecuador, IPNI, Informaciones Agronómicas. 57:1-10. Consultado 25 abr 2012. Disponible en: [http://www.ipni.net/ppiweb/iaecu.nsf/\\$webindex/EA0809CFFD180B4205256FF2005853C6/\\$file/Inf+Agro+57.pdf](http://www.ipni.net/ppiweb/iaecu.nsf/$webindex/EA0809CFFD180B4205256FF2005853C6/$file/Inf+Agro+57.pdf)
5. Bertsch, F; Ramírez, F. s.f. Curvas de crecimiento y de absorción de nutrimentos en melón (*Cucumis melo* cv. Honey Dew) y sandía (*Citrullus lanatus* cvg. Crimson Jewel). (Sin publicar).
6. CONARROZ (Corporación Arrocera Nacional Costa Rica, CR). 2006. Curvas de absorción para el cultivo del arroz (lp-5), región Huetar norte de C.R. (en línea). Costa Rica. Consultado 28 abr 2012. Disponible en: [http://www.conarroz.com/UserFiles/File/Curvas\\_absorcion\\_cultivo\\_arroz\(LP-5\).pdf](http://www.conarroz.com/UserFiles/File/Curvas_absorcion_cultivo_arroz(LP-5).pdf)
7. Díaz, P; Borsani, O; Signorelli, S; Monza, J. 2011. Metabolismo de nitrógeno en plantas (en línea). Uruguay, Universidad de la República, Facultad de Agronomía, Laboratorio de Bioquímica. p. 42-48. Consultado 02 agosto 2013. Disponible en <http://www.fagro.edu.uy/~bioquimica/docencia/material%20nivelacion/METABOLISMO%20%20DEL%20NITROGENO.pdf>
8. Dimenstein, L. 2011. El manejo de los nutrientes en horticultura intensiva (en línea). Brasil, ICL Speciality Fertilizer. 35 p. Consultado 20 abr 2012. Disponible en: <http://www.fertilizando.com/articulos/Dimenstein-Manejo-Nutrientes-En-Horticultura-Intensiva.pdf>
9. Edifarm, GT. 2003. Manual de hortalizas. Guatemala. 522 p.
10. Fallas, R; Bertsch, F; Miranda, E; Enríquez, C. 2010. Análisis de crecimiento y absorción de nutrimentos de frutos de mango, cultivares Tommy Atkins y Keith. *Agronomía Costarricense* 34(1):1-15.

11. FAO, IT. 2006. La calidad en frutas y hortalizas. *In* Manual para la preparación y venta de frutas y hortalizas: del campo al mercado (en línea). Roma, Italia, FAO, Depósito de Documentos de la FAO. Consultado 20 abril 2012. Disponible en: [www.fao.org/docrep/006/Y5160s/Y5160s00.HTM](http://www.fao.org/docrep/006/Y5160s/Y5160s00.HTM)
12. Fennema O. 2000. Química de los Alimentos. 2 Ed. España, Acribia, S. A. 1258 p.
13. FHIA (Fundación Hondureña de Investigación Agrícola, HN). 2004. Curva de absorción de N-P-K en papa (*Solanum tuberosum* var. *tuberosum*) (en línea). Honduras. Consultado 24 abr 2012. Disponible en: [http://www.fhia.org.hn/downloads/ht\\_fhia\\_laesperanza\\_pdfs/hd31curvaabsorcnpkpapa.pdf](http://www.fhia.org.hn/downloads/ht_fhia_laesperanza_pdfs/hd31curvaabsorcnpkpapa.pdf)
14. García, M. 2008. El cultivo de zanahoria (en línea). Uruguay. Consultado 23 abr 2012. Disponible en: <http://www.fagro.edu.uy/~horticultura/CURSO%20HORTICULTURA/ZANAHORIA/ZANAPRE5public.pdf>
15. Gutiérrez, M. 1997. Nutrición mineral de las plantas: avances y aplicaciones. *Agronomía Costarricense* 21(1):127-137.
16. Hernández, J; Arguedas, F; Acosta, M. 2003. Curvas de absorción de nutrimentos en dos variedades, Bribri y Sacapobres, de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.). *Agronomía Costarricense* 27(2):75-81.
17. Infoagro, ES. 2003. El cultivo de zanahoria (en línea). España. Consultado 10 abr 2012. Disponible en: [www.infoagro.com/hortalizas/zanahoria.htm](http://www.infoagro.com/hortalizas/zanahoria.htm)
18. IPNI (International Plant Name Index, US). 2012. Funciones del fósforo en las plantas (en línea). *Informaciones Agronómicas* 2(3):9. Consultado 11 sep 2013. Disponible en [http://www.ipni.net/publication/ialahp.nsf/0/542916612D123EFE852579A3007A3286/\\$FILE/Funciones%20del%20F%20C3%B3sforo.pdf](http://www.ipni.net/publication/ialahp.nsf/0/542916612D123EFE852579A3007A3286/$FILE/Funciones%20del%20F%20C3%B3sforo.pdf)
19. ISTHuancane (Instituto Superior Tecnológico Huancane, SV). 2004. Guía técnica para el cultivo de zanahoria (en línea). El Salvador. Consultado 18 abr 2012. Disponible en: <http://istphuancane.pe.tripod.com/docs/agrop/zanahoria.pdf>
20. Lezaeta, R. 2006. Manual de alimentación sana. 2 Ed. México, Pax México. 368 p.
21. Molina, H; Salas, R; Castro, A. 1993. Curva de crecimiento y absorción de nutrimentos en fresa (*Fragaria x ananasa* cv. Chandler). *Agronomía Costarricense* 17(1):7-24.
22. Morales Payán, JP. 1995. Cultivo de zanahoria (en línea). Santo Domingo, República Dominicana, Fundación para el Desarrollo Agropecuario. 37 p. (Serie Cultivos, Boletín Técnico no. 23). Consultado 23 abr 2012. Disponible en <http://www.rediaf.net.do/publicaciones/guias/download/zanahoria.pdf>

23. Morán, L. 2005. Manual agrícola SUPERB. Guatemala, Productos Superb Agrícola. p. 452, 203-205.
24. Ortega, R; Correa, M; Olate, E. 2004. Determinación de las curvas de acumulación de nutrientes en tres cultivares de *Lilium* spp. para flor de corte (en línea). México, Colegio de Postgraduados. Consultado 26 abr 2012. Disponible en: <http://www.colpos.mx/agrocien/Bimestral/2006/ene-feb/art-8.pdf>
25. Palacios, J; Aguirre, G; La Torre, B. 2005. Absorción periódica de nutrientes por el cultivo de cebolla (*Allium cepa* L.) «roja arequipeña» bajo diferentes sistemas de fertilización en un entisol de la costa Paramonga (en línea). Perú, Universidad La Molina. Consultado 24 abr 2012. Disponible en: [http://www.lamolina.edu.pe/Investigacion/web/anales/pdf\\_anales/LXII\(1\).pdf](http://www.lamolina.edu.pe/Investigacion/web/anales/pdf_anales/LXII(1).pdf)
26. Pecket R. C. y Small C. J. 1980. Occurrence, Location and Development of Anthocyanoplasts. *Phytochemistry*, 19:2571-2576.
27. Porta Montserrat, P. 2013. Ca<sup>2+</sup> el calcio en el suelo (en línea). España, Rural Cat, Reflexiones en torno a la fertilización. Consultado 10 oct 2013. Disponible en [http://www.ruralcat.net/c/document\\_library/get\\_file?uuid=ee26c806-8537-4efc-82ae-3078698f41bd&groupId=10136](http://www.ruralcat.net/c/document_library/get_file?uuid=ee26c806-8537-4efc-82ae-3078698f41bd&groupId=10136)
28. Ramos, F. 2006. Nutrición vegetal (en línea). Consultado 24 abr 2012. Disponible en: <http://www.fernandoramos.net/nutricion/manual.pdf>
29. Rincón, L; Pellicer, C; Sáez, J; Abadía, A; Pérez, A; Marín, C. 2001. Crecimiento vegetativo y absorción de nutrientes de la coliflor (en línea). *Invest. Agr.: Prod. Prot. Veg.* 16(1):119-130. Consultado 24 abr 2012. Disponible en: [http://www.inia.es/qcontrec/pub/coliflor\\_1161158635171.pdf](http://www.inia.es/qcontrec/pub/coliflor_1161158635171.pdf)
30. Ruales, R; Ruiz, J. 2006. Necesidades nutricionales de la alcachofa (*Cynara scolymus* L.) en dos tipos de suelo en dos localidades. Tesis Ing. Agropec. Ecuador, Escuela politécnica del ejército, Facultad de Ingeniería de Ciencias Agropecuarias, ESPE-IASA I, Sede El Prado. 135 p.
31. Sancho V, H. s.f. Curvas de absorción de nutrientes y su uso en los programas de fertilización (en línea). Costa Rica, Fertica, Informaciones Agronómicas no. 36. Consultado 10 abr 2012. Disponible en: [http://www.ipni.net/publication/ialahp.nsf/0/765C8D66598A491B852579A3007A3289/\\$FILE/Curvas%20de%20Absorci%C3%B3n.pdf](http://www.ipni.net/publication/ialahp.nsf/0/765C8D66598A491B852579A3007A3289/$FILE/Curvas%20de%20Absorci%C3%B3n.pdf)
32. San Lucas Sacatepéquez, Sacatepéquez, GT. 2011. Servicio de información (en línea). Guatemala. Consultado 9 abr 2012. Disponible en: <http://camtursacatepequez.com/sacatepequez/municipios-de-sacatepequez/san-lucas-sacatepequez>

33. Saravia, F. 2004. Elaboración de las curvas de absorción de nutrientes para la variedad de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) Alboran bajo condiciones de invernadero en Zamorano, Honduras. Honduras, Escuela Agrícola Panamericana "El Zamorano". 44 p.
34. Simmons, C; Tárano, JM; Pinto, JH. 1959. Clasificación de reconocimiento de los suelos de la república de Guatemala. Trad. por Pedro Tirado Sulsona. Guatemala, José De Pineda Ibarra. 1000 p.
35. Tirador, M. 2011. Caracterización del contenido de nitratos y la composición nutricional en zanahoria (*Daucus carota* L.) cultivada con diferentes dosis de fertilización NP. Tesis Bromatología. Argentina, Universidad Nacional de Cuyo, Facultad de Ciencias Agrarias. 61 p.
36. Tjalling, H. 2006. Guía de manejo nutrición vegetal de especialidad en tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill) (en línea). Consultado 22 abr 2012. Disponible en: [http://www.sqm.com/PDF/SPN/CropKits/SQM-Crop\\_Kit\\_Tomato\\_L-ES.pdf](http://www.sqm.com/PDF/SPN/CropKits/SQM-Crop_Kit_Tomato_L-ES.pdf)
37. Torres, C. 2009. Curvas de crecimiento: práctica no. 4 (en línea). Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía, Subárea de Manejo y Protección de Plantas, Laboratorio de Fertilidad de Suelos. Consultado 20 abr 2012. Disponible en: <http://es.scribd.com/doc/12961359/Practica-4-Curvas-de-Crecimiento>

## 13 Apéndices

### 13.1 Variables de respuesta

#### 13.1.1 Rendimiento

Cuadro 36. Comparación de medias

Test: Tukey Alfa=0.05  
Error: 4077.0352 gl: 14

Tratamiento	Medias	N	EE
Testigo absoluto	291.7	8	22.57
Programa finca La Suiza	929.7	8	22.57
Programa comercial	1084.15	8	22.57

A  
B  
C

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

Ft= 3.3439

Cuadro 37. Valores de rendimiento expresado en  $\text{Kg.ha}^{-1}$  en zanahoria morada bajo dos programas nutricionales en finca La Suiza, San Lucas Sacatepéquez.

Tratamiento	Repeticiones								Rendimiento $\text{Kg.ha}^{-1}$	Media $\text{Kg.ha}^{-1}$
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII		
Programa nutricional comercial	1076	1084	909	1145	1025	1201	1075	1159	8673	1084
Programa nutricional finca La Suiza	932	1028	875	884	892	1017	792	1017	7438	930
Testigo absoluto	308	267	267	229	354	287	267	354	2334	292



### 13.1.4 Análisis físico y químico de suelo.

#### A. Análisis físico del suelo

Cuadro 41. Datos análisis físico del suelo

Identificación	%			Clase Textural
	Arcilla	Limo	Arena	
M-1	22.68	18.14	59.18	Franco Arcillo Arenoso

Fuente: Laboratorio de suelos FAUSAC

#### B. Análisis Químico de suelo inicial

Cuadro 42. Datos análisis químico de suelo inicial

Identificación	pH	Ppm		Meq/100gr		Ppm				%
		P	K	Ca	Mg	Cu	Zn	Fe	Mn	
Rango medio		12-16	120-150	6-8	1.5-2.5	2-4	4-6	10-15	10-15	
M-1	6.8	56	555	10.92	2.21	2.00	7.0	6.5	23	2.12

Fuente: Laboratorio de suelos FAUSAC

#### C. Análisis Químico Final de suelo

Cuadro 43. Datos de análisis químico de suelo final

Identificación	pH	Ppm					Meq/100gr					%	
		P	Cu	Zn	Fe	Mn	CIC	Ca	Mg	Na	K	SB	MO
Rango adecuado	6-6.5	12-16	2-4	4-6	10-15	10-15	20-25	4-8	1.5-2		0.27-0.38	75-90	4-5
M-1	6.2	73	2.0	5.5	9.0	21.0	29.45	10.5	2.22	0.26	1.82	50.19	2.46

Fuente: Laboratorio de suelos FAUSAC

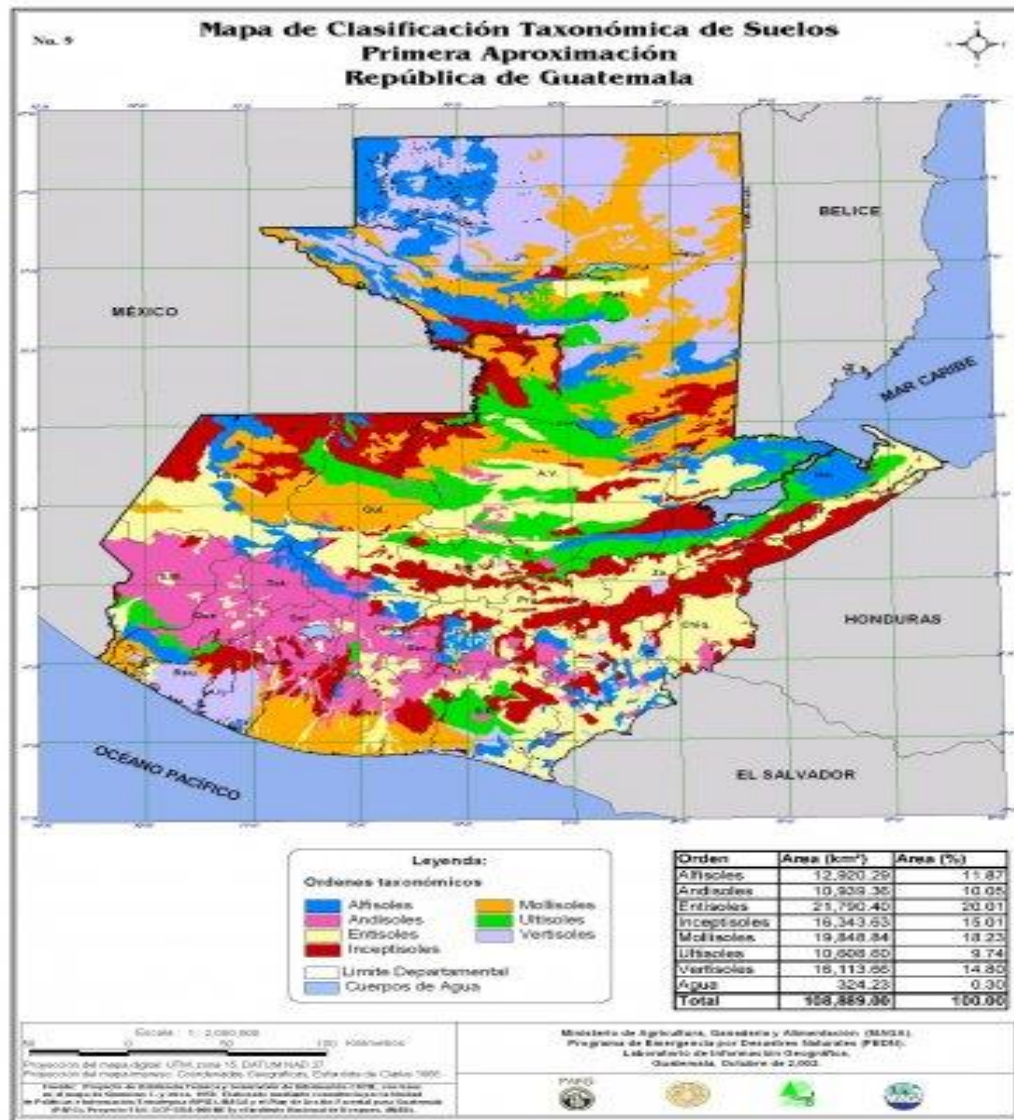


Figura 16. Mapa de clasificación taxonómica de suelos de Guatemala.



Cuadro 44. Concentración de elementos mayores en el tratamiento I

Material	Plantas muestreo	Etapas	Tejido	Peso seco		Concentración				
				gr/planta	Kg.ha <sup>-1</sup>	%				
						N	P	K	Ca	Mg
<i>Deep purple F1</i>	256	24 DDS	Raíz	0.002	0.93	2.36	0.31	4.81	1	0.38
			Tallo	0.014	6.22	4.88	0.48	5.38	1.75	0.31
			<b>TOTAL</b>	<b>0.016</b>	<b>7.15</b>	<b>7.24</b>	<b>0.79</b>	<b>10.19</b>	<b>2.75</b>	<b>0.69</b>
	160	36 DDS	Raíz	0.027	11.95	2.87	0.52	7	0.81	0.36
			Tallo	0.321	144.37	4.62	0.52	5.5	2.06	3
			<b>TOTAL</b>	<b>0.347</b>	<b>156.32</b>	<b>7.49</b>	<b>1.04</b>	<b>12.50</b>	<b>2.87</b>	<b>3.36</b>
	40	48 DDS	Raíz	0.310	139.39	1.79	0.18	3.88	0.5	0.18
			Tallo	1.502	676.01	3.65	0.41	6.56	1.5	0.25
			<b>TOTAL</b>	<b>1.812</b>	<b>815.40</b>	<b>5.44</b>	<b>0.59</b>	<b>10.44</b>	<b>2.00</b>	<b>0.43</b>
	24	60 DDS	Raíz	0.980	441.19	2.18	0.26	3.5	0.38	0.15
			Tallo	2.171	976.88	3.9	0.4	5.31	1.69	0.22
			<b>TOTAL</b>	<b>3.151</b>	<b>1418.06</b>	<b>6.08</b>	<b>0.66</b>	<b>8.81</b>	<b>2.07</b>	<b>0.37</b>
	16	72 DDS	Raíz	1.680	756.00	2.48	0.45	5.69	0.63	0.19
			Tallo	3.019	1,358.44	2.79	0.41	6.5	1.31	0.19
			<b>TOTAL</b>	<b>4.699</b>	<b>2114.44</b>	<b>5.27</b>	<b>0.86</b>	<b>12.19</b>	<b>1.94</b>	<b>0.38</b>

Cuadro 45. Absorción de elementos mayores en el tratamiento I

Material	Plantas muestreo	Etapas	Tejido	Peso seco		Cantidad absorbida				
				gr/planta	Kg.ha <sup>-1</sup>	Kg.ha <sup>-1</sup>				
						N	P	K	Ca	Mg
<i>Deep purple F1</i>	256	24 DDS	Raíz	0.002	0.93	0.02	0.003	0.04	0.01	0.004
			Tallo	0.014	6.22	0.30	0.030	0.33	0.11	0.02
			<b>TOTAL</b>	<b>0.016</b>	<b>7.15</b>	<b>0.33</b>	<b>0.03</b>	<b>0.38</b>	<b>0.12</b>	<b>0.02</b>
	160	36 DDS	Raíz	0.027	11.95	0.34	0.062	0.84	0.10	0.04
			Tallo	0.321	144.37	6.67	0.751	7.94	2.97	4.33
			<b>TOTAL</b>	<b>0.347</b>	<b>156.32</b>	<b>7.01</b>	<b>0.81</b>	<b>8.78</b>	<b>3.07</b>	<b>4.37</b>
	40	48 DDS	Raíz	0.310	139.39	2.50	0.251	5.41	0.70	0.25
			Tallo	1.502	676.01	24.67	2.772	44.35	10.14	1.69
			<b>TOTAL</b>	<b>1.812</b>	<b>815.40</b>	<b>27.17</b>	<b>3.02</b>	<b>49.75</b>	<b>10.84</b>	<b>1.94</b>
	24	60 DDS	Raíz	0.980	441.19	9.62	1.147	15.44	1.68	0.66
			Tallo	2.171	976.88	38.10	3.908	51.87	16.51	2.15
			<b>TOTAL</b>	<b>3.151</b>	<b>1418.06</b>	<b>47.72</b>	<b>5.05</b>	<b>67.31</b>	<b>18.19</b>	<b>2.81</b>
	16	72 DDS	Raíz	1.680	756.00	18.75	3.402	43.02	4.76	1.44
			Tallo	3.019	1,358.44	37.90	5.570	88.30	17.80	2.58
			<b>TOTAL</b>	<b>4.699</b>	<b>2114.44</b>	<b>56.65</b>	<b>8.97</b>	<b>131.31</b>	<b>22.56</b>	<b>4.02</b>

Cuadro 46. Concentración de elementos menores en el tratamiento I

Material	Plantas muestreo	Etapas	Tejido	Peso seco		Concentración				
				gr/planta	Kg.ha <sup>-1</sup>	mg/kg				
						Na	Cu	Zn	Fe	Mn
<i>Deep purple F1</i>	256	24 DDS	Raíz	0.002	0.93	2900	15	55	4700	215
			Tallo	0.014	6.22	1050	10	50	450	30
			<b>TOTAL</b>	<b>0.016</b>	<b>7.15</b>	<b>3950</b>	<b>25</b>	<b>105</b>	<b>5150</b>	<b>245</b>
	160	36 DDS	Raíz	0.027	11.95	1850	5	30	2150	60
			Tallo	0.321	144.37	850	1	25	395	35
			<b>TOTAL</b>	<b>0.347</b>	<b>156.32</b>	<b>2700</b>	<b>6</b>	<b>55</b>	<b>2545</b>	<b>95</b>
	40	48 DDS	Raíz	0.310	139.39	750	1	10	215	1
			Tallo	1.502	676.01	750	1	20	255	25
			<b>TOTAL</b>	<b>1.812</b>	<b>815.40</b>	<b>1500</b>	<b>2</b>	<b>30</b>	<b>470</b>	<b>26</b>
	24	60 DDS	Raíz	0.980	441.19	1150	1	20	210	15
			Tallo	2.171	976.88	1300	15	25	195	35
			<b>TOTAL</b>	<b>3.151</b>	<b>1,418.06</b>	<b>2450</b>	<b>16</b>	<b>45</b>	<b>405</b>	<b>50</b>
	16	72 DDS	Raíz	1.680	756.00	1600	1	20	195	10
			Tallo	3.019	1,358.44	1250	1	25	245	30
			<b>TOTAL</b>	<b>4.699</b>	<b>2,114.44</b>	<b>2850</b>	<b>2</b>	<b>45</b>	<b>440</b>	<b>40</b>

Cuadro 47. Absorción de elementos menores en el tratamiento I

Material	Plantas muestreo	Etapas	Tejido	Peso seco		Cantidad absorbida				
				gr/planta	Kg.ha <sup>-1</sup>	gr.ha <sup>-1</sup>				
				Na	Cu	Zn	Fe	Mn		
<i>Deep purple F1</i>	256	24 DDS	Raíz	0.002	0.93	2.70	0.01	0.05	4.37	0.20
			Hojas	0.014	6.22	6.53	0.06	0.31	2.80	0.19
			<b>TOTAL</b>	<b>0.016</b>	<b>7.15</b>	<b>9.23</b>	<b>0.08</b>	<b>0.36</b>	<b>7.17</b>	<b>0.39</b>
	160	36 DDS	Raíz	0.027	11.95	22.11	0.06	0.36	25.70	0.72
			Hojas	0.321	144.37	122.71	0.14	3.61	57.02	5.05
			<b>TOTAL</b>	<b>0.347</b>	<b>156.32</b>	<b>144.82</b>	<b>0.20</b>	<b>3.97</b>	<b>82.72</b>	<b>5.77</b>
	40	48 DDS	Raíz	0.310	139.39	104.54	0.14	1.39	29.97	0.14
			Hojas	1.502	676.01	507.01	0.68	13.52	172.38	16.90
			<b>TOTAL</b>	<b>1.812</b>	<b>815.40</b>	<b>611.55</b>	<b>0.82</b>	<b>14.91</b>	<b>202.35</b>	<b>17.04</b>
	24	60 DDS	Raíz	0.980	441.19	507.37	0.44	8.82	92.65	6.62
			Hojas	2.171	976.88	1269.94	14.65	24.42	190.49	34.19
			<b>TOTAL</b>	<b>3.151</b>	<b>1,418.06</b>	<b>1777.30</b>	<b>15.09</b>	<b>33.25</b>	<b>283.14</b>	<b>40.81</b>
	16	72 DDS	Raíz	1.680	756.00	1209.60	0.76	15.12	147.42	7.56
			Hojas	3.019	1,358.44	1698.05	1.36	33.96	332.82	40.75
			<b>TOTAL</b>	<b>4.699</b>	<b>2,114.44</b>	<b>2907.65</b>	<b>2.11</b>	<b>49.08</b>	<b>480.24</b>	<b>48.31</b>

Cuadro 48. Concentración de elementos mayores en el tratamiento II

Material	Plantas muestreo	Etapas	Tejido	Peso seco		Concentración				
				gr/planta	Kg.ha <sup>-1</sup>	%				
						N	P	K	Ca	Mg
<i>Deep purple F1</i>	256	24 DDS	Raíz	0.002	0.81	2.32	0.36	4.65	1.03	0.38
			Hojas	0.011	5.12	4.81	0.49	5.13	1.81	0.3
			<b>TOTAL</b>	<b>0.013</b>	<b>5.93</b>	<b>7.13</b>	<b>0.85</b>	<b>9.78</b>	<b>2.84</b>	<b>0.68</b>
	160	36 DDS	Raíz	0.017	7.76	2.83	0.55	6.25	0.81	0.39
			Hojas	0.220	99.11	4.48	0.51	5.94	2	0.29
			<b>TOTAL</b>	<b>0.238</b>	<b>106.88</b>	<b>7.31</b>	<b>1.06</b>	<b>12.19</b>	<b>2.81</b>	<b>0.68</b>
	40	48 DDS	Raíz	0.324	145.80	1.96	0.2	4.13	0.38	0.11
			Hojas	1.360	611.89	4.19	0.43	6.19	1.69	0.28
			<b>TOTAL</b>	<b>1.684</b>	<b>757.69</b>	<b>6.15</b>	<b>0.63</b>	<b>10.32</b>	<b>2.07</b>	<b>0.39</b>
	24	60 DDS	Raíz	0.978	440.25	2.29	0.24	3.56	0.31	0.1
			Hojas	2.531	1,139.06	3.64	0.4	6	1.44	0.24
			<b>TOTAL</b>	<b>3.510</b>	<b>1579.31</b>	<b>5.93</b>	<b>0.64</b>	<b>9.56</b>	<b>1.75</b>	<b>0.34</b>
	16	72 DDS	Raíz	1.300	585.00	2.87	0.51	5.88	0.56	0.19
			Hojas	2.669	1,200.94	3	0.45	5.69	1.44	0.2
			<b>TOTAL</b>	<b>3.97</b>	<b>1,785.94</b>	<b>5.87</b>	<b>0.96</b>	<b>11.57</b>	<b>2.00</b>	<b>0.39</b>

Cuadro 49. Absorción de elementos mayores en el tratamiento II

Material	Plantas muestreo	Etapas	Tejido	Peso seco		Cantidad absorbida				
				gr/planta	Kg.ha <sup>-1</sup>	Kg.ha <sup>-1</sup>				
						N	P	K	Ca	Mg
<i>Deep purple F1</i>	256	24 DDS	Raíz	0.002	0.81	0.02	0.003	0.04	0.01	0.003
			Hojas	0.011	5.12	0.25	0.025	0.26	0.09	0.02
			<b>TOTAL</b>	<b>0.013</b>	<b>5.93</b>	<b>0.26</b>	<b>0.03</b>	<b>0.30</b>	<b>0.10</b>	<b>0.02</b>
	160	36 DDS	Raíz	0.017	7.76	0.22	0.043	0.49	0.06	0.03
			Hojas	0.220	99.11	4.44	0.505	5.89	1.98	0.29
			<b>TOTAL</b>	<b>0.238</b>	<b>106.88</b>	<b>4.66</b>	<b>0.55</b>	<b>6.37</b>	<b>2.05</b>	<b>0.32</b>
	40	48 DDS	Raíz	0.324	145.80	2.86	0.292	6.02	0.55	0.16
			Hojas	1.360	611.89	25.64	2.631	37.88	10.34	1.71
			<b>TOTAL</b>	<b>1.684</b>	<b>757.69</b>	<b>28.50</b>	<b>2.92</b>	<b>43.90</b>	<b>10.89</b>	<b>1.87</b>
	24	60 DDS	Raíz	0.978	440.25	10.08	1.057	15.67	1.36	0.44
			Hojas	2.531	1,139.06	41.46	4.556	68.34	16.40	2.73
			<b>TOTAL</b>	<b>3.510</b>	<b>1579.31</b>	<b>51.54</b>	<b>5.61</b>	<b>84.02</b>	<b>17.77</b>	<b>3.17</b>
	16	72 DDS	Raíz	1.300	585.00	16.79	2.984	34.40	3.28	1.11
			Hojas	2.669	1,200.94	36.03	5.404	68.33	17.29	2.40
			<b>TOTAL</b>	<b>3.97</b>	<b>1,785.94</b>	<b>52.82</b>	<b>8.39</b>	<b>102.73</b>	<b>20.57</b>	<b>3.51</b>

Cuadro 50. Concentración de elementos menores en el tratamiento II

Material	Plantas Muestreo	Etapas	Tejido	Peso seco		Concentración				
				gr/planta	g.ha <sup>-1</sup>	mg/kg				
						Na	Cu	Zn	Fe	Mn
<i>Deep purple F1</i>	256	24 DDS	Raíz	0.002	0.81	3304	18	53	4779	200
			Hojas	0.011	5.12	900	5	25	1800	40
			<b>TOTAL</b>	<b>0.013</b>	<b>5.93</b>	<b>4204</b>	<b>23</b>	<b>78</b>	<b>6579</b>	<b>240</b>
	160	36 DDS	Raíz	0.017	7.76	2300	5	30	1550	70
			Hojas	0.220	99.11	850	1	25	415	30
			<b>TOTAL</b>	<b>0.238</b>	<b>106.88</b>	<b>3150</b>	<b>6</b>	<b>55</b>	<b>1965</b>	<b>100</b>
	40	48 DDS	Raíz	0.324	145.80	800	1	10	205	1
			Hojas	1.360	611.89	800	1	25	290	40
			<b>TOTAL</b>	<b>1.684</b>	<b>757.69</b>	<b>1600</b>	<b>2</b>	<b>35</b>	<b>495</b>	<b>41</b>
	24	60 DDS	Raíz	0.978	440.25	950	1	10	175	5
			Hojas	2.531	1,139.06	950	10	20	185	30
			<b>TOTAL</b>	<b>3.510</b>	<b>1579.31</b>	<b>1900</b>	<b>11</b>	<b>30</b>	<b>360</b>	<b>35</b>
	16	72 DDS	Raíz	1.300	585.00	1500	5	20	210	15
			Hojas	2.669	1,200.94	1000	10	30	320	40
			<b>TOTAL</b>	<b>3.97</b>	<b>1785.94</b>	<b>2500</b>	<b>15</b>	<b>50</b>	<b>530</b>	<b>55</b>

Cuadro 51. Absorción de elementos menores en el tratamiento II

Material	Plantas muestreo	Etapas	Tejido	Peso seco		Cantidad absorbida				
				gr/planta	g.ha <sup>-1</sup>	g.ha <sup>-1</sup>				
						Na	Cu	Zn	Fe	Mn
<i>Deep purple F1</i>	256	24 DDS	Raíz	0.002	0.81	2.69	0.01	0.04	3.89	0.16
			Hojas	0.011	5.12	4.6	0.03	0.13	9.21	0.2
			<b>TOTAL</b>	<b>0.013</b>	<b>5.93</b>	<b>7.29</b>	<b>0.04</b>	<b>0.17</b>	<b>13.1</b>	<b>0.37</b>
	160	36 DDS	Raíz	0.017	7.76	17.85	0.04	0.23	12.03	0.54
			Hojas	0.22	99.11	84.25	0.1	2.48	41.13	2.97
			<b>TOTAL</b>	<b>0.238</b>	<b>106.88</b>	<b>102.1</b>	<b>0.14</b>	<b>2.71</b>	<b>53.16</b>	<b>3.52</b>
	40	48 DDS	Raíz	0.324	145.8	116.64	0.15	1.46	29.89	0.15
			Hojas	1.36	611.89	489.51	0.61	15.3	177.45	24.48
			<b>TOTAL</b>	<b>1.684</b>	<b>757.69</b>	<b>606.15</b>	<b>0.76</b>	<b>16.76</b>	<b>207.34</b>	<b>24.62</b>
	24	60 DDS	Raíz	0.978	440.25	418.24	0.44	4.4	77.04	2.2
			Hojas	2.531	1,139.06	1082.11	11.39	22.78	210.73	34.17
			<b>TOTAL</b>	<b>3.51</b>	<b>1579.31</b>	<b>1500.35</b>	<b>11.83</b>	<b>27.18</b>	<b>287.77</b>	<b>36.37</b>
	16	72 DDS	Raíz	1.3	585	877.5	2.93	11.7	122.85	8.78
			Hojas	2.669	1,200.94	1200.94	12.01	36.03	384.3	48.04
			<b>TOTAL</b>	<b>3.97</b>	<b>1785.94</b>	<b>2078.44</b>	<b>14.93</b>	<b>47.73</b>	<b>507.15</b>	<b>56.81</b>



Cuadro 52. Concentración de elementos mayores en el tratamiento III

Material	Plantas muestreo	Etapas	Tejido	Peso seco		Concentración				
				gr/planta	Kg.ha <sup>-1</sup>	%				
				N	P	K	Ca	Mg		
<i>Deep purple F1</i>	256	24 DDS	Raíz	0.001	0.49	2.78	0.5	4.25	1.63	0.48
			Hojas	0.008	3.69	3.71	0.59	5.25	1.75	0.28
			<b>TOTAL</b>	<b>0.009</b>	<b>4.18</b>	<b>6.49</b>	<b>1.09</b>	<b>9.50</b>	<b>3.38</b>	<b>0.76</b>
	160	36 DDS	Raíz	0.015	6.6	2.29	0.35	5.69	1.13	0.38
			Hojas	0.150	67.4	4.69	0.53	5.63	1.38	0.33
			<b>TOTAL</b>	<b>0.164</b>	<b>74.00</b>	<b>6.98</b>	<b>0.88</b>	<b>11.32</b>	<b>2.51</b>	<b>0.71</b>
	40	48 DDS	Raíz	0.139	62.6	2.45	0.4	6.63	0.75	0.36
			Hojas	0.762	342.7	4.61	0.54	6.06	1.56	0.31
			<b>TOTAL</b>	<b>0.901</b>	<b>405.23</b>	<b>7.06</b>	<b>0.94</b>	<b>12.69</b>	<b>2.31</b>	<b>0.67</b>
	24	60 DDS	Raíz	0.873	393.0	2.13	0.3	6.09	0.5	0.23
			Hojas	0.811	364.9	3.67	0.49	6.94	1.71	0.29
			<b>TOTAL</b>	<b>1.684</b>	<b>757.88</b>	<b>5.80</b>	<b>0.79</b>	<b>13.03</b>	<b>2.21</b>	<b>0.52</b>
16	72 DDS	Raíz	0.919	413.4	2.08	0.27	5.02	0.4	0.17	
		Hojas	0.884	397.7	3.75	0.52	6.98	2.28	0.3	
		<b>TOTAL</b>	<b>1.803</b>	<b>811.13</b>	<b>5.83</b>	<b>0.79</b>	<b>12.00</b>	<b>2.68</b>	<b>0.47</b>	

Cuadro 53. Absorción de elementos mayores en el tratamiento III

Material	Plantas muestreo	Etapas	Tejido	Peso seco		Cantidad absorbida				
				gr/planta	Kg.ha <sup>-1</sup>	Kg.ha <sup>-1</sup>				
						N	P	K	Ca	Mg
<i>Deep purple F1</i>	256	24 DDS	Raíz	0.001	0.49	0.01	0.002	0.002	0.001	0.0002
			Hojas	0.008	3.69	0.14	0.002	0.02	0.01	0.0010
			<b>TOTAL</b>	<b>0.009</b>	<b>4.18</b>	<b>0.15</b>	<b>0.005</b>	<b>0.02</b>	<b>0.01</b>	<b>0.001</b>
	160	36 DDS	Raíz	0.015	6.6	0.15	0.023	0.37	0.07	0.02
			Hojas	0.150	67.4	3.16	0.357	3.80	0.93	0.22
			<b>TOTAL</b>	<b>0.164</b>	<b>74.00</b>	<b>3.31</b>	<b>0.38</b>	<b>4.17</b>	<b>1.00</b>	<b>0.25</b>
	40	48 DDS	Raíz	0.139	62.6	1.53	0.250	4.15	0.47	0.23
			Hojas	0.762	342.7	15.80	1.850	20.77	5.35	1.06
			<b>TOTAL</b>	<b>0.901</b>	<b>405.23</b>	<b>17.33</b>	<b>2.10</b>	<b>24.91</b>	<b>5.81</b>	<b>1.29</b>
	24	60 DDS	Raíz	0.873	393.0	8.37	1.179	23.93	1.97	0.90
			Hojas	0.811	364.9	13.39	1.788	25.32	6.24	1.06
			<b>TOTAL</b>	<b>1.684</b>	<b>757.88</b>	<b>21.76</b>	<b>2.97</b>	<b>49.26</b>	<b>8.20</b>	<b>1.96</b>
	16	72 DDS	Raíz	0.919	413.4	8.60	1.116	20.75	1.65	0.70
			Hojas	0.884	397.7	14.91	2.068	27.76	9.07	1.19
			<b>TOTAL</b>	<b>1.803</b>	<b>811.13</b>	<b>23.51</b>	<b>3.18</b>	<b>48.51</b>	<b>10.72</b>	<b>1.90</b>

Cuadro 54. Concentración de elementos menores en el tratamiento III

Material	Plantas muestreo	Etapas	Tejido	Peso seco		Concentración				
				gr/planta	Kg. ha <sup>-1</sup>	mg/kg				
				Na	Cu	Zn	Fe	Mn		
<i>Deep purple F1</i>	256	24 DDS	Raíz	0.001	0.49	2000	5	40	1450	95
			Hojas	0.008	3.69	1000	5	40	800	90
			<b>TOTAL</b>	<b>0.009</b>	<b>4.18</b>	<b>3000</b>	<b>10</b>	<b>80</b>	<b>2250</b>	<b>185</b>
	160	36 DDS	Raíz	0.015	6.6	2850	10	35	3300	170
			Hojas	0.150	67.4	750	1	25	345	40
			<b>TOTAL</b>	<b>0.164</b>	<b>74.00</b>	<b>3600</b>	<b>11</b>	<b>60</b>	<b>3645</b>	<b>210</b>
	40	48 DDS	Raíz	0.139	62.6	1850	1	25	900	55
			Hojas	0.762	342.7	850	1	25	345	40
			<b>TOTAL</b>	<b>0.901</b>	<b>405.23</b>	<b>2700</b>	<b>2</b>	<b>50</b>	<b>1245</b>	<b>95</b>
	24	60 DDS	Raíz	0.873	393.0	1283	1	15	520	23
			Hojas	0.811	364.9	908	5	25	558	43
			<b>TOTAL</b>	<b>1.684</b>	<b>757.88</b>	<b>2191</b>	<b>6</b>	<b>40</b>	<b>1078</b>	<b>66</b>
	16	72 DDS	Raíz	0.919	413.4	1025	1	12	192	5
			Hojas	0.884	397.7	867	3	35	290	40
			<b>TOTAL</b>	<b>1.80</b>	<b>811.13</b>	<b>1892</b>	<b>4</b>	<b>47</b>	<b>482</b>	<b>45</b>

Cuadro 55. Absorción de elementos menores en el tratamiento III

Material	Plantas muestreo	Etapas	Tejido	Peso seco		Cantidad absorbida				
				gr/planta	Kg.ha <sup>-1</sup>	gr.ha <sup>-1</sup>				
				Na	Cu	Zn	Fe	Mn		
<i>Deep purple F1</i>	256	24 DDS	Raíz	0.001	0.49	0.97	0.00	0.02	0.71	0.05
			Hojas	0.008	3.69	3.69	0.02	0.15	2.95	0.33
			<b>TOTAL</b>	<b>0.009</b>	<b>4.18</b>	<b>4.67</b>	<b>0.02</b>	<b>0.17</b>	<b>3.66</b>	<b>0.38</b>
	160	36 DDS	Raíz	0.015	6.6	18.68	0.07	0.23	21.63	1.11
			Hojas	0.150	67.4	50.58	0.07	1.69	23.27	2.70
			<b>TOTAL</b>	<b>0.164</b>	<b>74.00</b>	<b>69.26</b>	<b>0.13</b>	<b>1.92</b>	<b>44.89</b>	<b>3.81</b>
	40	48 DDS	Raíz	0.139	62.6	115.72	0.06	1.56	56.30	3.44
			Hojas	0.762	342.7	291.27	0.34	8.57	118.22	13.71
			<b>TOTAL</b>	<b>0.901</b>	<b>405.23</b>	<b>406.99</b>	<b>0.41</b>	<b>10.13</b>	<b>174.52</b>	<b>17.15</b>
	24	60 DDS	Raíz	0.873	393.0	504.22	0.39	5.90	204.36	9.04
			Hojas	0.811	364.9	331.31	1.82	9.12	203.60	15.69
			<b>TOTAL</b>	<b>1.684</b>	<b>757.88</b>	<b>835.53</b>	<b>2.22</b>	<b>15.02</b>	<b>407.96</b>	<b>24.73</b>
	16	72 DDS	Raíz	0.919	413.4	423.77	0.41	4.96	79.38	2.07
			Hojas	0.884	397.7	344.80	1.19	13.92	115.33	15.91
			<b>TOTAL</b>	<b>1.80</b>	<b>811.13</b>	<b>768.57</b>	<b>1.61</b>	<b>18.88</b>	<b>194.71</b>	<b>17.97</b>

### 13.2 Absorción de nutrientes en tratamiento II (programa nutricional finca La Suiza)

Cuadro 56. Absorción de elementos mayores en tratamiento II

Nutriente	DDS	Concentración (%)	Peso seco planta (gr)	Kg.ha <sup>-1</sup>	Absorción por periodo en Kg.ha <sup>-1</sup>
<b>N</b>	24	7.13	0.01	0.26	0.26
<b>N</b>	36	7.31	0.24	4.66	4.39
<b>N</b>	48	6.15	1.68	28.50	23.84
<b>N</b>	60	5.93	3.51	51.54	23.05
<b>N</b>	72	5.87	3.97	52.82	1.27
				<b>Total</b>	<b>52.82</b>
<b>P</b>	24	0.85	0.01	0.03	0.03
<b>P</b>	36	1.06	0.24	0.55	0.52
<b>P</b>	48	0.63	1.68	2.92	2.37
<b>P</b>	60	0.64	3.51	5.61	2.69
<b>P</b>	72	0.96	3.97	8.39	2.77
				<b>Total</b>	<b>8.39</b>
<b>K</b>	24	9.78	0.01	0.30	0.30
<b>K</b>	36	12.19	0.24	6.37	6.07
<b>K</b>	48	10.32	1.68	43.90	37.52
<b>K</b>	60	9.56	3.51	84.02	40.12
<b>K</b>	72	11.57	3.97	102.73	18.71
				<b>Total</b>	<b>102.73</b>
<b>Ca</b>	24	2.84	0.01	0.10	0.10
<b>Ca</b>	36	2.81	0.24	2.05	1.94
<b>Ca</b>	48	2.07	1.68	10.89	8.85
<b>Ca</b>	60	1.75	3.51	17.77	6.87
<b>Ca</b>	72	2	3.97	20.57	2.80
				<b>Total</b>	<b>20.57</b>
<b>Mg</b>	24	0.68	0.01	0.02	0.02
<b>Mg</b>	36	0.68	0.24	0.32	0.30
<b>Mg</b>	48	0.39	1.68	1.87	1.56
<b>Mg</b>	60	0.34	3.51	3.17	1.30
<b>Mg</b>	72	0.39	3.97	3.51	0.34
				<b>Total</b>	<b>3.51</b>

Cuadro 57. Absorción de elementos menores en tratamiento II

Nutrimento	DDS	Concentración (mg/Kg)	Peso seco planta (gr)	gr.ha <sup>-1</sup>	Absorción por periodo en gr.ha <sup>-1</sup>
Na	24	4204	0.01	7.29	7.29
Na	36	3150	0.24	102.10	94.81
Na	48	1600	1.68	606.15	504.05
Na	60	1900	3.51	1500.35	894.20
Na	72	2500	3.97	2078.44	578.09
				<b>Total</b>	<b>2078.44</b>
Cu	24	23	0.01	0.04	0.04
Cu	36	6	0.24	0.14	0.10
Cu	48	2	1.68	0.76	0.62
Cu	60	11	3.51	11.83	11.07
Cu	72	15	3.97	14.93	3.10
				<b>Total</b>	<b>14.93</b>
Zn	24	78	0.01	0.17	0.17
Zn	36	55	0.24	2.71	2.54
Zn	48	35	1.68	16.76	14.04
Zn	60	30	3.51	27.18	10.43
Zn	72	50	3.97	47.73	20.54
				<b>Total</b>	<b>47.73</b>
Fe	24	6579	0.01	13.10	13.10
Fe	36	1965	0.24	53.16	40.07
Fe	48	495	1.68	207.34	154.17
Fe	60	360	3.51	287.77	80.43
Fe	72	530	3.97	507.15	219.38
				<b>Total</b>	<b>507.15</b>
Mn	24	240	0.01	0.37	0.37
Mn	36	100	0.24	3.52	3.15
Mn	48	41	1.68	24.62	21.10
Mn	60	35	3.51	36.37	11.75
Mn	72	55	3.97	56.81	20.44
				<b>Total</b>	<b>56.81</b>

### 13.3 Absorción de nutrientes en tratamiento III (Testigo absoluto)

Cuadro 58. Absorción de elementos mayores en tratamiento III

Nutrimiento	DDS	Concentración (%)	Peso seco planta (gr)	Kg.ha <sup>-1</sup>	Absorción por periodo en Kg.ha <sup>-1</sup>
<b>N</b>	24	6.49	0.01	0.15	0.15
<b>N</b>	36	6.98	0.16	3.31	3.16
<b>N</b>	48	7.06	0.90	17.33	14.02
<b>N</b>	60	5.8	1.68	21.76	4.43
<b>N</b>	72	5.83	1.80	23.51	1.75
				<b>Total</b>	<b>23.51</b>
<b>P</b>	24	1.09	0.01	0.00	0.00
<b>P</b>	36	0.88	0.16	0.38	0.38
<b>P</b>	48	0.94	0.90	2.10	1.72
<b>P</b>	60	0.79	1.68	2.97	0.87
<b>P</b>	72	0.79	1.80	3.18	0.22
				<b>Total</b>	<b>3.18</b>
<b>K</b>	24	9.5	0.01	0.02	0.02
<b>K</b>	36	11.32	0.16	4.17	4.15
<b>K</b>	48	12.69	0.90	24.91	20.74
<b>K</b>	60	13.03	1.68	49.26	24.34
<b>K</b>	72	12	1.80	48.51	-0.74
				<b>Total</b>	<b>48.51</b>
<b>Ca</b>	24	3.38	0.01	0.01	0.01
<b>Ca</b>	36	2.51	0.16	1.00	1.00
<b>Ca</b>	48	2.31	0.90	5.81	4.81
<b>Ca</b>	60	2.21	1.68	8.20	2.39
<b>Ca</b>	72	2.68	1.80	10.72	2.52
				<b>Total</b>	<b>10.72</b>
<b>Mg</b>	24	0.76	0.01	0.00	0.00
<b>Mg</b>	36	0.71	0.16	0.25	0.25
<b>Mg</b>	48	0.67	0.90	1.29	1.04
<b>Mg</b>	60	0.52	1.68	1.96	0.67
<b>Mg</b>	72	0.47	1.80	1.90	-0.07
				<b>Total</b>	<b>1.90</b>

Cuadro 59. Absorción de elementos menores en tratamiento III

Nutrimiento	DDS	Concentración (mg/Kg)	Peso seco planta (gr)	gr.ha <sup>-1</sup>	Absorción por periodo en gr.ha <sup>-1</sup>
Na	24	3000	0.01	4.67	4.67
Na	36	3600	0.16	69.26	64.59
Na	48	2700	0.90	406.99	337.73
Na	60	2191	1.68	835.53	428.53
Na	72	1892	1.80	768.57	-66.96
				<b>Total</b>	<b>768.57</b>
Cu	24	10	0.01	0.02	0.02
Cu	36	11	0.16	0.13	0.11
Cu	48	2	0.90	0.41	0.27
Cu	60	6	1.68	2.22	1.81
Cu	72	4	1.80	1.61	-0.61
				<b>Total</b>	<b>1.61</b>
Zn	24	80	0.01	0.17	0.17
Zn	36	60	0.16	1.92	1.75
Zn	48	50	0.90	10.13	8.22
Zn	60	40	1.68	15.02	4.89
Zn	72	47	1.80	18.88	3.86
				<b>Total</b>	<b>18.88</b>
Fe	24	2250	0.01	3.66	3.66
Fe	36	3645	0.16	44.89	41.23
Fe	48	1245	0.90	174.52	129.62
Fe	60	1078	1.68	407.96	233.44
Fe	72	482	1.80	194.71	-213.25
				<b>Total</b>	<b>194.71</b>
Mn	24	185	0.01	0.38	0.38
Mn	36	210	0.16	3.81	3.43
Mn	48	95	0.90	17.15	13.34
Mn	60	66	1.68	24.73	7.58
Mn	72	45	1.80	17.97	-6.75
				<b>Total</b>	<b>17.97</b>



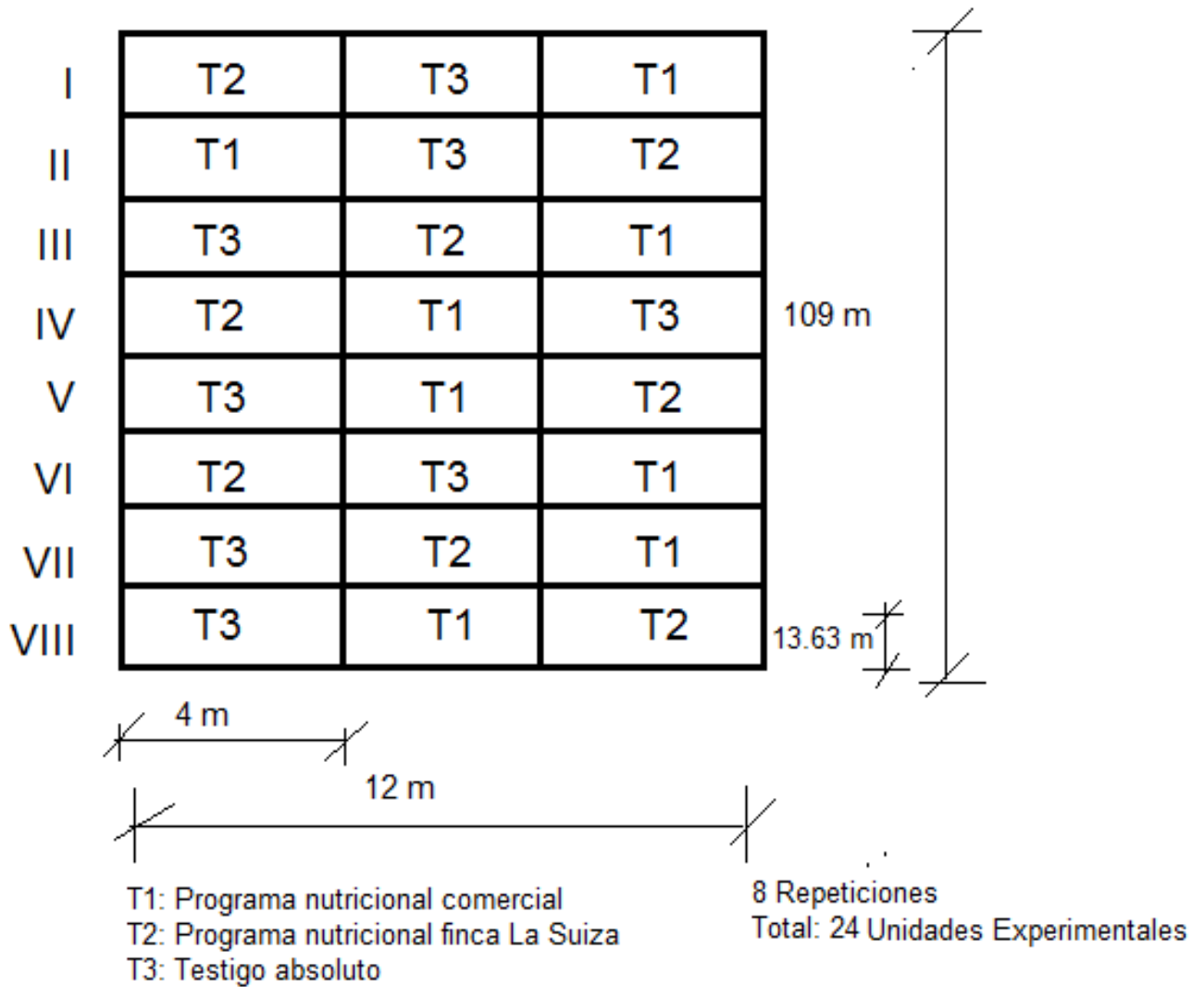


Figura 17. Arreglo espacial de los tratamientos



Figura 18. Preparación del terreno



Figura 19. Lugar de siembra





Figura 20. Semilla



Figura 21. Siembra



Figura 22. Zanahoria morada a los 24 días después de siembra en el Tratamiento I  
(Programa nutricional comercial)



Figura 23. Zanahoria morada a los 24 días después de siembra en el Tratamiento II  
(Programa nutricional finca La Suiza)





Figura 24. Plantación a los 36 días después de siembra



Figura 25. Muestreo a los 36 días después de siembra





Figura 26. Zanahoria morada a los 36 días después de siembra en Tratamiento I  
(Programa nutricional comercial)



Figura 27. Zanahoria morada a los 36 días después de siembra en Tratamiento II  
(Programa nutricional finca La Suiza)





Figura 28. Plantación a los 48 días después de siembra



Figura 29. Zanahoria morada a los 48 días después de siembra en el tratamiento I  
(Programa nutricional comercial)





Figura 30. Zanahoria morada a los 48 días después de siembra en el tratamiento II  
(Programa nutricional finca La Suiza)



Figura 31. Plantación a los 60 días después de siembra





Figura 32. Cosecha de zanahoria morada a los 70 días después de siembra