

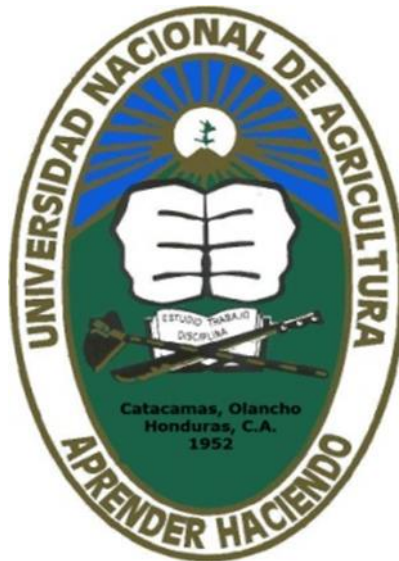
UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA

EVALUACIÓN DEL ESTADO NUTRICIONAL FOLIAR DE PIÑA (*Ananas comosus*) ANTES DE LA INDUCCIÓN FLORAL, EN SUELOS ÁCIDOS DE SANTANDER DE QUILICHAO, CAUCA, COLOMBIA

POR:

FRANCIS ELIAKIN PORTILLO MAGAÑA

TESIS



CATACAMAS, OLANCHO

HONDURAS, C.A

JUNIO 2016

EVALUACIÓN DEL ESTADO NUTRICIONAL FOLIAR DE PIÑA (*Ananas comosus*)
ANTES DE LA INDUCCIÓN FLORAL, EN SUELOS ÁCIDOS DE SANTANDER DE
QUILICHAO, CAUCA, COLOMBIA

POR:

FRANCIS ELIAKIN PORTILLO MAGAÑA

MSC. JOSE TRINIDAD REYES

Asesor Principal

TESIS

PRESENTADA A LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA
COMO REQUISITO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO AGRÓNOMO

CATACAMAS, OLANCHO

HONDURAS, C.A

JUNIO, 2016



UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE PRACTICA PROFESIONAL SUPERVISADA

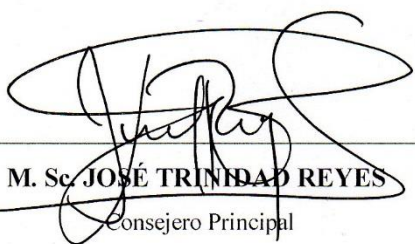
Reunidos en el Departamento Académico de Recursos Naturales de la Universidad Nacional de Agricultura: **M. Sc. JOSÉ TRINIDAD REYES**, **M. Sc. GERARDO HUMBERTO MENCIA**, **M. Sc. RAMÓN LEÓN CANACA**, Miembros del Jurado Examinador de Trabajos de P.P.S.

El estudiante **FRANCIS ELIAKIN PORTILLO MAGAÑA** del IV Año de la Carrera de Ingeniería Agronómica presentó su informe.

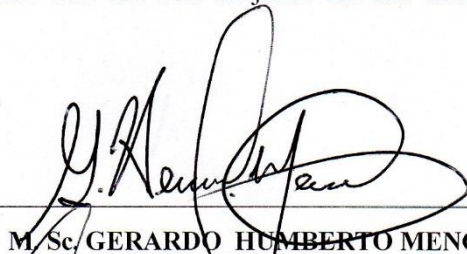
**“EVALUACIÓN DEL ESTADO NUTRICIONAL FOLIAR DE PIÑA (*Ananas comosus*)
ANTES DE LA INDUCCIÓN FLORAL EN SUELOS ÁCIDOS DE SANTANDER DE
QUILICHAO, CAUCA.COLOMBIA”**

El cual a criterio de los examinadores, Aprobó este requisito para optar al título de Ingeniero Agrónomo.

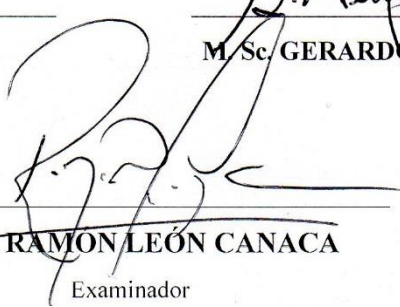
Dado en la ciudad de Catacamas, Olancho, a los quince días del mes de junio del año dos mil dieciséis.


M. Sc. JOSÉ TRINIDAD REYES

Consejero Principal


M. Sc. GERARDO HUMBERTO MENCIA

Examinador


M. Sc. RAMON LEÓN CANACA

Examinador

DEDICATORIA

A DIOS por haber orientado mis decisiones a las mejores alternativas, producto de las cuales estoy culminando mi carrera Universitaria.

A mis padres y hermanos: Orlando Antonio Portillo, Bessy Margoth Magaña, Wilman Orlando Porillo, Alexis Adalid Portillo y Sandra Lizeth Portillo; por ser ejemplo de responsabilidad y amor.

A mi familia por confiar en mí y por el cariño demostrado en sus acciones, por estar pendientes de mi formación en todo momento.

A mis compañeros en general, por todas esas experiencias vividas a lo largo de nuestra formación profesional.

AGRADECIMIENTO.

A DIOS por darme el maravillo don de la vida, por ser mi fuente de sabiduría, fortaleza y salud. Por haber puesto en mí camino aquellas personas que han sido mi soporte y compañía durante todo el periodo de estudio.

A mis padres y hermanos: Orlando Portillo, Bessy Magaña, Wilman Portillo, Alexis Portillo y Sandra Portillo; por brindarme su apoyo moral y económico; por darme palabras de aliento cuando más las he necesitado.

A UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA por brindarme la oportunidad de cursar mis estudios en tan digna institución y darme las herramientas necesarias para enfrentar el campo laboral, de igual manera al personal administrativo y de servicio. **A UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA**, sede Palmira, por darme la oportunidad de realizar este trabajo de investigación y toda la logística proporcionada.

A mis asesores: M.Sc. José Reyes, M.Sc. Gerardo Mencía y M.Sc. Ramón Canaca, por compartir conmigo sus conocimientos, su valioso tiempo y apoyo para realizar este trabajo. Personas como ustedes necesita nuestra Honduras.

A Ph.D Juan Carlos Menjivar, Ing. Ramón Ávila (QEPD), M.Sc. Gustavo López y docentes en general por brindarme cuanto conocimiento fue posible, por no contar los cuantos errores cometidos y por hacer de mí un ser que no existía. De Dios reciban su recompensa.

A mis Amigos, Paola, Nelson, Creydi, Cristian, Rodolfo, Keylin, Jorge, Nilda, Elmer, Walter, Nahúm, Gabriel, Herlon, Adonis, Humberto, Deisy, Gaby y colombianas pintorescas en general; por enseñarme el verdadero valor del compañerismo y por demostrarme que la unión hace la fuerza. A la gran familia colombiana por haberme hecho sentir como en casa en mi estadía en el país.

CONTENIDO

DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTO.....	ii
LISTADO DE FIGURAS.....	vi
LISTADO DE ANEXOS.....	viii
LISTADO DE CUADROS.....	ix
RESUMEN	xi
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. OBJETIVOS.....	3
2.1 General.....	3
2.2 Específicos.....	3
III. REVISIÓN DE LITERATURA	4
3.1 Antecedente del cultivo de piña.....	4
3.2 Taxonomía	4
3.3 Descripción botánica.....	5
3.4 Requerimientos climáticos y edafológicos	5
3.5 Nutrición de la piña.....	7
3.6 Criterios para estudiar nutrición de cultivos	8
3.7 Papel fisiológico de los macronutrientes primarios	9
3.8 Análisis de la planta	11
3.9 Las hojas representantes del estado nutricional de las plantas	11
3.10. Análisis foliar.....	13
3.10.1 Trabajos de investigación realizados	14
3.10.2 Generalidades de la toma de muestras para el análisis de tejido vegetal.	16
3.10.3 Recomendaciones para ubicar el sitio de muestreo de algunos cultivos.....	17
3.10.4 Interpretación de resultados (foliares).....	17
3.10.5 Criterios a tener en cuenta en la interpretación de resultados del análisis de tejido vegetal.	18
3.11 Análisis foliares en piña.....	20
IV. MATERIALES Y MÉTODO	21
4.1 Ubicación geográfica	21

4.2 Materiales.....	22
4.3 Manejo del experimento	22
4.3.2 Selección y preparación de la semilla.....	22
4.3.3 Siembra.....	23
4.3.4 Manejo de malezas.....	23
4.3.5 Diseño experimental	24
3.4.1 Modelo estadístico.....	24
3.5 Tratamientos	24
3.5.1 Dosis de los tratamientos.....	26
4.5.2 Aplicación de los tratamientos	31
4.6 Variables de respuesta.....	32
4.6.1 Análisis químico.....	32
4.7. Variables vegetativas	33
4.7 Análisis estadístico	34
4.7.1 Análisis de varianza	34
4.7.2 Correlación.	34
4.8. Relación entre elementos	34
4.8.4 Curvas de absorción	35
4.8.5 Variables vegetativas.....	35
V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	36
5.1 Variable: concentración de Nitrógeno.	36
5.2 Variable: concentración de Fosforo.....	37
5.3 Variable: concentración de Calcio.....	38
5.4 Variable: concentración de Magnesio.....	39
5.5 Variable: concentración de Potasio.....	41
5.6 Variable: concentración de sodio.....	42
5.7.Variable: concentración de Cobre.....	43
5.8 Variable: concentración de Zinc.	44
5.9 Variable: concentración de Manganeso.....	45
5.10 Variable: concentración de Hierro.....	46
5.11 Variable: concentración de Boro.	47
5.12. Variable: concentración de Azufre	48

5.13 Porcentaje de absorción de los elementos.....	50
5.13.1 Absorción (Testigo).....	52
5.13.2 Absorción (Testigo).....	53
5.13.4. Absorción (San Rafael)	55
5.13.5 Absorción (Frupasa).....	56
5.13.6 Absorción (Frupasa).....	57
5.13.7 Absorción (UNAL 1)	58
5.13.8. Absorción (UNAL 1)	59
5.13.9. Absorción (UNAL 2)	60
5.13.10. Absorción (UNAL 2)	61
5.13.11. Absorción (UNAL 3)	62
5.13.12 Absorción (UNAL 3)	63
5.14 Relaciones encontradas entre los elementos.	64
5.14.1 Relación Nitrógeno	64
5.14.2 Relación Fósforo	65
5.14.3 Relación Calcio.	66
5.14.4 Relación Magnesio.....	67
5.14.5 Relación Potasio.....	68
5.14.6 Relación Sodio	69
5.14.7 Relación Cobre.....	70
5.14.8 Relación Zinc	71
5.14.9 Relación Manganese.	72
5.14.10 Relación Hierro.	73
5.14.11 Relación Azufre.....	74
5.15 Variables vegetativas	76
5.15.1 Altura planta.	77
5.15.2 Ancho de hoja.....	78
5.15.2 Variable vegetativa: Longitud de raíz.	80
5.15.3 Variable vegetativa: Diámetro de tallo.	81
VI. CONCLUSIONES	83
VII. RECOMENDACIONES	85
ANEXOS	90

LISTADO DE FIGURAS

Figura 1. Inhibición y sinergismo de los diferentes elementos.	19
Figura 2. Ubicación del municipio donde se realizó el experimento.	21
Figura 3. Esquema de siembra de plantas de piña.....	23
Figura 4. Promedio de la concentración de Nitrógeno (g/Kg) encontrada en el tejido vegetal de piña, por cada tratamiento.	36
Figura 5. Promedio de la concentración de Fosforo (g/Kg) encontrada en el tejido vegetal de piña, por cada tratamiento.....	37
Figura 6. Promedio de la concentración de Calcio (g/Kg) encontrada en el tejido vegetal de piña, por cada tratamiento.	39
Figura 7. Promedio de la concentración de Magnesio (g/Kg) encontrada en el tejido vegetal de piña, por cada tratamiento.....	40
Figura 8. Promedio de la concentración de Potasio (g/Kg) encontrada en el tejido vegetal de piña, por cada tratamiento.....	41
Figura 9. Promedio de la concentración de Sodio (g/Kg) encontrada en el tejido vegetal de piña, por cada tratamiento.	42
Figura 10. Promedio de la concentración de Cobre (g/Kg) encontrada en el tejido vegetal de piña, por cada tratamiento.....	43
Figura 11. Promedio de la concentración de Zinc (g/Kg) encontrada en el tejido vegetal de piña, por cada tratamiento.	44
Figura 12. Promedio de la concentración de Manganeso (g/kg) encontrada en el tejido vegetal de piña, por cada tratamiento.	45
Figura 13. Promedio de la concentración de Fosforo (g/Kg) encontrada en el tejido vegetal de piña, por cada tratamiento.....	46
Figura 14. Promedio de la concentración de Boro (kg/g) encontrada en el tejido vegetal de piña, por cada tratamiento	48
Figura 15. Promedio de la concentración de Azufre (g/Kg) encontrada en el tejido vegetal de piña, por cada tratamiento.....	49
Figura 16. Porcentaje de absorción N, K, Ca, Mg, P, tratamiento testigo.....	52
Figura 17. Porcentaje de absorción S, Fe, Mn, Na, Zn, B, Cu tratamiento testigo	53
Figura 18. Porcentaje de absorción N, K, Ca, Mg, P, tratamiento San Rafael.....	54
Figura 19. Porcentaje de absorción S, Fe, Mn, Na, Zn, B, Cu tratamiento San Rafael.....	55
Figura 20. Porcentaje de absorción N, K, Ca, Mg, P, tratamiento Frupasa.....	56
Figura 21. Porcentaje de absorción S, Fe, Mn, Na, Zn, B, Cu tratamiento Frupasa	57
Figura 22. Porcentaje de absorción N, K, Ca, Mg, P, tratamiento UNAL 1.	58
Figura 23. Porcentaje de absorción S, Fe, Mn, Na, Zn, B, Cu tratamiento UNAL 1	59
Figura 24. Porcentaje de absorción N, K, Ca, Mg, P, tratamiento UNAL 2	60
Figura 25. Porcentaje de absorción S, Fe, Mn, Na, Zn, B, Cu tratamiento UNAL 2	61
Figura 26. Porcentaje de absorción N, K, Ca, Mg, P, tratamiento UNAL 3.	62

Figura 27. Porcentaje de absorción S, Fe, Mn, Na, Zn, B, Cu tratamiento UNAL3.....	63
Figura 28. Crecimiento de la hoja D por tratamiento.....	77
Figura 29. Ancho de hoja D por tratamiento.....	79
Figura 30. Crecimiento de raíz por tratamiento.....	80
Figura 31. Diámetro de tallo por tratamiento	82

LISTADO DE ANEXOS

Anexo 1. Croquis de campo (DBCA)	91
Anexo 2 . Primer análisis Foliar	92
Anexo 3. Segundo análisis Foliar.....	92
Anexo 4. Nivel de Nitrógeno, primer análisis.....	93
Anexo 5. Nivel de Fósforo, primer análisis.	93
Anexo 6 . Nivel de Calcio, primer análisis.	93
Anexo 7. Nivel de Magnesio, primer análisis.	94
Anexo 8. Nivel de Potasio, primer análisis.	94
Anexo 9. Nivel de Sodio, primer análisis.....	94
Anexo 10. Nivel de Cobre, primer análisis	95
Anexo 11. Nivel de Zinc, primer análisis.....	95
Anexo 12 . Nivel de Manganeso	95
Anexo 13 . Nivel de Hierro, segundo análisis.....	96
Anexo 14. Nivel de Boro, segundo análisis	96
Anexo 15 . Nivel de Azufre, segundo análisis	96
Anexo 16. Nivel de Nitrógeno, segundo análisis	97
Anexo 17. Nivel de Fosforo segundo análisis.....	97
Anexo 18. Nivel de Calcio segundo análisis.....	97
Anexo 19. Nivel de Magnesio segundo análisis.....	98
Anexo 20. Nivel de Potasio segundo análisis.	98
Anexo 21. Nivel de Sodio segundo análisis	98
Anexo 22. Nivel de Cobre segundo análisis	99
Anexo 23. Nivel de Zinc segundo análisis	99
Anexo 24. Nivel de Manganeso, segundo análisis.....	99
Anexo 25. Nivel de Hierro, segundo análisis.....	100
Anexo 26. Nivel de Boro, segundo análisis	100
Anexo 27. Nivel de azufre, segundo análisis	100
Anexo 28. Altura de hoja D.....	101
Anexo 29. Largo de raíz	101
Anexo 30. Ancho de hoja D	101
Anexo 31 Diámetro de tallo.	102
Anexo 32. Correlación tratamiento Frupasa.....	103
Anexo 33. Correlación tratamiento San Rafael.....	103
Anexo 34. Correlaciones Unal 2, primer análisis.....	104
Anexo 35. Correlaciones Unal 1, primer análisis.....	104
Anexo 36 Correlaciones Unal 3, primer análisis.....	105
Anexo 37. Correlaciones Testigo, primer análisis	105
Anexo 38. Correlaciones Frupasa, segundo análisis.	106
Anexo 39. Correlaciones San Rafael, segundo análisis	106

Anexo 40. Correlaciones Unal 1, segundo análisis	107
Anexo 41. Correlaciones Unal 2, segundo análisis.	107
Anexo 42. Correlaciones Unal 3, segundo análisis	108
Anexo 43. Correlaciones Testigo, segundo análisis	108

LISTADO DE CUADROS

Cuadro 1. Dosis de N-P-K- Mg en gramos por planta por ciclo de acuerdo con la densidad utilizada. INIFAP, 1998	8
Cuadro 2. Deficiencia de un elemento, inducida por el exceso de otro	19
Cuadro 3. Niveles de nutrición en las hojas de piña (% o ppm en materia seca).....	20
Cuadro 4. Tratamiento UNAL 1	26
Cuadro 5. Tratamiento UNAL 2	27
Cuadro 6. Tratamiento UNAL 3	28
Cuadro 7. Tratamiento Frupasa	29
Cuadro 8. Tratamiento Finca San Rafael	30
Cuadro 9 Métodos de determinación de la concentración de elementos en el tejido de Piña.	32
Cuadro 10. Promedio de la cantidad (g/Kg) y porcentaje de los elementos N, K, Ca, Mg, P, absorbido en ambos análisis foliares (Testigo).	52
Cuadro 11. Promedio de la cantidad (g/Kg) y porcentaje de los elementos: S, Fe, Mn, Na, Zn, B, Cu absorbido en ambos análisis foliares (Testigo).....	53
Cuadro 12. Promedio de la cantidad (g/Kg) y porcentaje de los elementos N, K, Ca, Mg, P, absorbido en ambos análisis foliares (San Rafael).	54
Cuadro 13. Promedio de la cantidad (g/Kg) y porcentaje de los elementos: S, Fe, Mn, Na, Zn, B, absorbido en ambos análisis foliares (San Rafael).	55
Cuadro 14. Promedio de la cantidad (g/Kg) y porcentaje de los elementos N, K, Ca, Mg, P, absorbido en ambos análisis foliares (Frupasa).	56
Cuadro 15. Promedio de la cantidad (g/Kg) y porcentaje de los elementos: S, Fe, Mn, Na, Zn, B, absorbido en ambos análisis foliares (Frupasa).	57
Cuadro 16. Promedio de la cantidad (g/Kg) y porcentaje de los elementos N, K, Ca, Mg, P, absorbido en ambos análisis foliares (UNAL 1).	58
Cuadro 17. Promedio de la cantidad (g/Kg) y porcentaje de los elementos: S, Fe, Mn, Na, Zn, B, absorbido en ambos análisis foliares (UNAL 1).	59
Cuadro 18. Promedio de la cantidad (g/Kg) y porcentaje de los elementos N, K, Ca, Mg, P, absorbido en ambos análisis foliares (UNAL 2).	60
Cuadro 19. Promedio de la cantidad (g/Kg) y porcentaje de los elementos: S, Fe, Mn, Na, Zn, B, absorbido en ambos análisis foliares (UNAL 2).	61
Cuadro 20. Promedio de la cantidad (g/Kg) y porcentaje de los elementos N, K, Ca, Mg, P, absorbido en ambos análisis foliares (UNAL 3).	62
Cuadro 21. Promedio de la cantidad (g/Kg) y porcentaje de los elementos: S, Fe, Mn, Na, Zn, B, absorbido en ambos análisis foliares (UNAL 2).	63
Cuadro 22. Relación Nitrógeno, Primer análisis.....	64
Cuadro 23. Relación Nitrógeno, segundo análisis	64
Cuadro 24. Relación Fósforo, Primer análisis	65
Cuadro 25. Relación Fosforo, segundo análisis	65
Cuadro 26. Relación Calcio, primer análisis.....	66

Cuadro 27. Relación Calcio, segundo análisis	67
Cuadro 28. Relación Magnesio, primer análisis	67
Cuadro 29. Relación Magnesio, Segundo análisis	68
Cuadro 30. Relación Potasio Primer análisis	68
Cuadro 31. Relación Potasio Segundo análisis	69
Cuadro 32. Relación Sodio Primer análisis	69
Cuadro 33. Relación Sodio, Segundo análisis	70
Cuadro 34. Relación Cobre Primer análisis	70
Cuadro 35. Relación Cobre, Segundo análisis.	71
Cuadro 36. Relación Zinc, Primer análisis.....	71
Cuadro 37. Relación Zinc, Segundo análisis.....	72
Cuadro 38. Relación Manganeso, Primer análisis.	72
Cuadro 39. Relación Manganeso, Segundo análisis	73
Cuadro 40. Relación Hierro, primer análisis	73
Cuadro 41. Relación Hierro, Segundo análisis	74
Cuadro 42. Relación azufre, Primer análisis	74
Cuadro 43. Relación Azufre, Segundo análisis.....	75
Cuadro 44. Relación Boro, Primer análisis	75
Cuadro 45. Relación Boro, Segundo análisis.....	76
Cuadro 46. Promedios de altura hoja D por cada tratamiento, en dos intervalos de tiempo.	77
Cuadro 47. Promedios de ancho de hoja D por cada tratamiento, en dos intervalos de tiempo.	78
Cuadro 48. Promedios de longitud de raíz por cada tratamiento, en dos intervalos de tiempo	80
Cuadro 49. Promedios del diámetro de tallo por cada tratamiento, en dos intervalos de tiempo	81

Portillo Magaña, F.E. 2016. Evaluación del estado nutricional foliar de piña (*Ananas comosus*) antes de la inducción floral, en suelos ácidos de Santander de Quilichao, Cauca, Colombia. Tesis Ing. Agrónomo. Catacamas, Olancho. Universidad Nacional de Agricultura. 122 P.

RESUMEN

En Santander de Quilichao, Cauca, Colombia; en suelos ácidos se determinó el nivel nutricional foliar antes de la inducción floral en *Ananas comosus* variedad MD2; Bajo un diseño de BCA, con cuatro repeticiones, se evaluó la respuestas de cinco dosis de fertilización (UNAL1, UNAL2, UNAL3, Frupasa, Finca San Rafael), y un testigo referente. Se determinó la concentración en el tejido vegetal de las plantas para los elementos: N, P, Ca, Mg, K, Na, Cu, Zn, Mn, Fe, S y B. Así mismo se midieron variables vegetativas como altura y ancho de hoja D, longitud de raíz y diámetro de tallo; estas mediciones se realizaron a los 0, 90 y 120 días después de siembra. En el tejido de las plantas de piña en cada tratamiento aumento la cantidad de los elementos del primer al segundo análisis foliar, registrando los siguientes valores: Testigo 32.37 g/kg a 74.6 g/kg; San Rafael 38.8 g/kg a 74.63 g/kg; Frupasa 45.68 g/kg a 70.69 g/kg; UNAL1 35.55 g/kg a 58.07 g/kg; UNAL2 37.655 a 71.39 y en UNAL3 35.009 g/kg a 70.433 g/kg. Los tratamientos UNAL1, UNAL2, UNAL3, Frupasa y Finca San Rafael para las variables N (>16.4 g/kg); K (>22.8 g/kg); Mn (>0.122 g/kg); Fe (>0.257 g/kg) están en un nivel alto generando exceso, para la variable P los seis tratamientos están en el rango aceptable (1.2-4.3 g/kg), en Ca ($\leq$ 1.7-1.9 g/kg) y Mg ($\leq$ 1.6-2.9) los seis tratamientos están en nivel deficiente, en la concentración de Boro, el tratamiento Finca San Rafael está sobre el nivel adecuado (>0.063 g/kg) los otros cinco tratamientos en nivel deficiente (<0.01 g/kg); mientras que para S (<6.5 g/kg) los seis tratamientos están en nivel deficiente.

Palabras claves: Piña. Análisis foliar, etapa vegetativa, suelos ácidos, Colombia.

I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad la producción agrícola tiene como objetivo fundamental incrementar la productividad de una sola especie vegetal, tal como sucede con la piña (*Ananas comosus*), que se cultiva alrededor de todo el mundo en las regiones tropicales y subtropicales para el consumo local y la exportación.

No se concibe la explotación agrícola sin una adecuada fertilización, esto implica un uso racional de los fertilizantes para no causar daños al ecosistema y proveer a las plantas de los nutrientes necesarios para su desarrollo. La piña es un cultivo altamente extractor de nutrientes, siendo el potasio y el nitrógeno los elementos utilizados en mayores cantidades, por lo cual se requiere de un cuidadoso plan de fertilización para restituir al suelo los nutrientes extraídos y mantener su fertilidad. Sin embargo, en los sistemas actuales de producción se hace un manejo inadecuado de la fertilización, lo cual afecta negativamente la producción de frutos y de hijos y ha degenerado en una agricultura itinerante, en busca de tierras más fértiles (Vásquez 2014).

Según la Revista Agronómica Luz (1992), tradicionalmente se usa el análisis de suelo como el medio para obtener las recomendaciones de fertilización, sin embargo, el uso exclusivo de los mismos no se considera un enfoque satisfactorio, ya que el valor de tales análisis tiene poca utilidad, es un número empírico que puede o no reflejar indirectamente la disponibilidad de un nutriente. Por otra parte, el análisis foliar constituye la base de otro sistema para evaluar la fertilidad del suelo, el cual está particularmente difundido en áreas que carecen de sistemas efectivos de análisis de suelo y son especialmente preferidos para el uso de cultivos perennes.

Considerando la importancia de los fertilizantes en el desarrollo de los cultivos, sus altos costos así como el manejo tradicional del cultivo en cuanto a nutrición, es posible darse cuenta que una de las oportunidades para hacer más eficiente el sistema productivo es establecer parámetros precisos para una adecuada fertilización.

Es por ello que variando las proporciones de los elementos, haciendo uso de cuatro propuestas, se fertilizó una plantación de piña MD-2 en condiciones del Cauca en Colombia, con el propósito que al realizar los análisis foliares y compararlos con los parámetros ideales de nutrientes en el tejido de la planta, estos permitan reflejar cual propuesta es mejor asimilada y así poder implementarla en planes posteriores de fertilización.

II. OBJETIVOS

2.1 General.

- Evaluar el nivel nutricional foliar en la etapa vegetativa de una plantación de piña (*Ananas comosus*, variedad MD-2) manejada con seis propuestas de fertilización en Santander de Quilichao, Cauca, Colombia.

2.2 Específicos.

- Identificar la variabilidad nutricional foliar en las plantas de piña, antes de llegar a producción para definir estrategias que permitan replantear el manejo de la nutrición del cultivo.
- Verificar el comportamiento nutricional foliar (ascendente o descendente) de las plantas de piña en respuesta a las propuestas de fertilizante aplicadas.
- Comparar los niveles nutricionales foliares obtenidos mediante el análisis de tejidos con los parámetros establecidos para el cultivo de piña.
- Determinar mediante variables de crecimiento cuál de las propuestas de fertilización aplicada es mayormente aprovechada por el cultivo de piña.

III. REVISIÓN DE LITERATURA

3.1 Antecedente del cultivo de piña

Según García y Serrano (2005), la piña es una planta perene, monocotiledónea herbácea, a la que se llamó en la antigüedad “fruta de los dioses”. Es una especie terrestre, nativa de Sudamérica posiblemente del Brasil y domesticada en la parte central de este continente por su fibra, antes de que los europeos la conocieran en el Caribe.

3.2 Taxonomía

La piña o ananás pertenecen al reino vegetal, de la división de las monocotiledóneas, familia de las bromeliáceas, compuesta de 46 géneros y 2,000 especies aproximadamente (Leal, citado por Gutiérrez 2013).

El nombre científico es *Ananas comosus*, a esta especie pertenecen todos los cultivares variedades e híbridos de uso comercial. La reproducción sexual es complicada el 95% del mejoramiento genético se realiza a través de selección clonal. A partir del grupo cayenas se han separado varios clones comerciales, entre estos los más famosos son: La Champaca, La Esmeralda y la Hawái, igualmente se ha obtenido la hibridación exitosa del cultivar conocido como MD-2.

3.3 Descripción botánica

Planta herbácea cuya altura es alrededor de un metro, posee de 30 a 40 hojas tiesas, puntas sobre un tallo formado una roseta gruesa; el grosor de sus hojas le confiere una gran capacidad para retener agua y resistir la pérdida de la misma.

El sistema radicular de la piña es bastante superficial, por esta condición, las características físicas del suelo de estructura, aireación y humedad juegan un papel muy importante en su crecimiento, puede crecer hasta los dos metros cuando el medio le resulta favorable, las raíces penetran y se extienden hasta los 15 cm del suelo y pueden llegar algunas a los 30 cm de profundidad y muy excepcionalmente a 60 cm o más. El tallo es una estructura anclada al suelo por el sistema radicular y mide hasta 30 cm de largo, con un ancho de 6.5 cm en la base y 3.5 en el centro (Anderson 1991).

Las hojas poseen venas paralelas y tienen espinas en la punta, están compuestas por un polvo blancuzco que las protege de la pérdida de agua. Su forma es variable; según su posición en la planta, grado de crecimiento y madurez, para efectos prácticos se le identifica con letras que van desde la A hasta la F, para el análisis foliar se debe tomar la hoja D por ser la más madura y la más larga; en el análisis foliar se le suele dividir en 3 secciones (la base, el centro y la punta) de estas, la base es la sección utilizada para medir los sistemas de potasio, fósforo, magnesio y calcio; y la sección central, que nos sirve para determinar azufre, nitrógeno y hierro (Anderson 1991).

3.4 Requerimientos climáticos y edafológicos

El cultivo de la piña se desarrolla en condiciones favorables en altitudes que van desde 100 hasta 600 msnm, considerándose como óptimas de 50 a 200 msnm, aunque se ha visto desarrollarse muy bien en alturas de 1500 msnm, a mayor altura sus hojas se acortan y se hacen más angostas; el pedúnculo es más largo en relación con el tamaño de la planta; los

frutos son pequeños con los “ojos” salientes y puntiagudos; la pulpa es de color amarillo pálido y el sabor es ácido. Alturas mayores de mil metros retrasan su ciclo por lo menos un mes (PRONAGRO 2013).

La temperatura juega un papel fundamental en el desarrollo de la planta y fruta, los rangos favorables oscilan entre los 20 y 30 °C, aunque temperaturas de 25 a 27 °C son las óptimas. La precipitación es muy importante, debe considerarse la cantidad o intensidad de lluvia así como la distribución en los 12 meses del año, comercialmente se estima que es necesario disponer de 1200 a 2500 milímetros anuales de lluvia para garantizar el crecimiento normal del cultivo y en los periodos secos utilizar riego complementario para no detener su desarrollo y en condiciones de exceso de humedad, habilitar drenajes para evacuar el exceso de agua de los campos. Durante su ciclo de producción la planta de piña puede consumir aproximadamente 60 litros de agua (Preteltde, citado por Gutiérrez 2013).

Con relación a requerimientos edafológicos los suelos con mejores condiciones para el desarrollo de estos cultivos son los suelos con textura liviana, bien drenados, y franco o franco arcilloso. La acidez debe estar entre 4.5 a 6 de pH con niveles muy bajos de elementos tóxicos como el aluminio (Preteltde, citado por Gutiérrez 2013).

La mayoría de los suelos conocidos son aptos para cultivar piña, las características físicas influyen en la inversión requerida, dado que resulta más fácil remediar los desequilibrios en elementos nutritivos, que los defectos físicos de un suelo. Las propiedades físicas óptimas de un suelo pueden asegurar particularmente una buena permeabilidad; su riqueza merece también la debida importancia (Py 1969).

3.5 Nutrición de la piña

Una hectárea de piña extrae alrededor de 350 Kg de nitrógeno, 20 Kg de fósforo, 450 Kg de potasio, 116 Kg de azufre, 42 Kg de magnesio y 100 Kg de calcio. (López, 2006). Según la densidad de plantas utilizada, se requiere durante el ciclo de cultivo de 12 a 18 gramos de nitrógeno por planta, de 4-5 gramos de fósforo (P_2O_5); de 12 a 18 gramos de potasio (K_2O) y de 2-4 gramos de magnesio (MgO). Estos nutrimentos se distribuyen en cuatro a cinco aplicaciones sólidas o sus equivalentes 12 a 15 aplicaciones líquidas antes de que la planta inicie la floración (López 2006).

En cada una de las aplicaciones sólidas durante el ciclo de la piña, deben usarse de 25-30 gramos por planta de la mezcla seleccionada, recurriendo a las de mayor concentración de elementos cuando el aspecto del piñal sea de poco vigor y sus hojas no muestren el típico color verde. A medida que se incrementa la densidad de plantación, las necesidades de nutrimentos por planta disminuyen, ya que su crecimiento y producción disminuyen progresivamente conforme aumenta la competencia por espacio, agua y luz (López 2006).

Para realizar una fertilización correcta existen dos reglas básicas muy importantes, una es la ley del mínimo (la productividad se ve condicionada por el nutrimento que esté en menor proporción) y la del requerimiento óptimo de nutrimentos (una vez que el óptimo de nutrimento se cumple, el exceso de fertilización no se traduce en productividad (OCEANO, citado por Vargas 2010)

Cuadro 1. Dosis de N-P-K- Mg en gramos por planta por ciclo de acuerdo con la densidad utilizada. INIFAP, 1998

Gramos de Elemento por Planta por Ciclo de Acuerdo Con la Densidad Usada				
Densidad (plantas/Ha)	Nitrógeno	Fosforo (P₂O₅)	Potasio (K₂O)	Magnesio (MgO)
30000	18	6	18	4
40000	16	5	16	4
50000	14	4	14	3
60000	12	4	12	3
70000	10	3	10	2
80000	8	3	8	2

3.6 Criterios para estudiar nutrición de cultivos

Según Bertsch (1998) citado por Vargas (2010), evaluar el estado nutricional de un sistema de cultivos significa identificar, determinar o establecer las potencialidades y las limitaciones nutricionales (cantidad y calidad de nutrimentos disponibles presentes) que tiene un suelo dado para la producción de esa unidad agrícola.

Bertsch (1998), describe que existen cinco criterios que, especialmente si se utilizan en forma complementaria e integral permiten la ejecución de una buena evaluación nutricional, tales criterios son los siguientes: la observación, el análisis de experimento y conocimiento teórico con relación a la observación, es muy importante ser sensible al sistema de cultivos con que se trabaja y saber distinguir los cambios o las alteraciones que se producen en las plantas que lo componen. Para ello conviene desarrollar agudeza visual, mediante auto entrenamiento, que permita percibir detalles y recordar comportamientos anteriores que puedan asociarse con situaciones actuales.

En la línea de análisis y experimentos, existen tres lugares en los cuales se pueden realizar evaluaciones sobre el estado nutricional de un sistema agrícola, el laboratorio, el invernadero y el campo, cada uno de estos lugares tiene sus ventajas y desventajas, de tal forma que los diferentes procedimientos que se sigan en cada sitio resultarán útiles en la medida en que se conozca y se sepa interpretar el tipo de información que suministran.

Cada procedimiento por sí solo constituye una alternativa con características, confiabilidad, alcances y limitaciones propias. Estos aspectos son los que hay que conocer muy bien para escoger el método de evaluación más apropiado en cada circunstancia, darle su interpretación adecuada, y sacar de él o de ellos, las conclusiones y recomendaciones más acertadas (Bertsch 1998).

Por su parte el conocer y comprender el funcionamiento de un sistema es la mejor forma de modificarlo, elementos teóricos sobre el suelo y la planta que permitan explicarse mejor, lo que ocurre dentro de ellos son herramientas fundamentales para elaborar buenas recomendaciones nutricionales.

Finalmente y sin lugar a dudas, entre un experto en suelos y un conocedor del cultivo llegarán a dar mejores recomendaciones de fertilización para un cultivo específico, el que conoce el cultivo a profundidad y el que tiene un buen dominio de los aspectos relacionados con los suelos afinará en forma muy positiva la recomendación.

3.7 Papel fisiológico de los macronutrientes primarios

El nitrógeno se halla presente en forma de proteínas en el protoplasma de cada célula. Además se encuentra presentes en muchos otros compuestos que son de gran importancia fisiológica en el metabolismo, como enzimas, hormonas, clorofila y alcaloides, el nitrógeno hace las plantas de color verde oscuro y más suculentas también hace que las células sean más grandes con paredes celulares más delgadas, además que fomenta el desarrollo

vegetativo e impulsa la formación de follaje de buena calidad facilitando la producción de carbohidratos y ayudando a la succulencia (Tamhane 1986).

Tamhane (1986), en una investigación en Arkansas (Estados Unidos) ha demostrado que muchos cultivos, cuando se fertilizan con nitrógeno tienen una mayor capacidad para absorber, no solo más nitrógeno si no también fósforo potasio y calcio. La fertilidad con nitrógeno incrementa la capacidad de intercambio de cationes de las raíces de la planta y, por consiguiente, hace que sean más eficaces para la absorción de otros iones nutrientes.

Por su parte el fósforo (P) se encuentra en toda célula viva y es esencial en la nutrición vegetal. Los efectos sobre el desarrollo de la planta son: sobre el sistema radicular de las plantas, fomenta la formación de raíces laterales y fibrosas, lo que aumenta la superficie de absorción de nutrimentos; apresura la maduración de las plantas. En presencia de fósforo disponible suficiente, la formación de semillas comienza antes y los cultivos maduran varios días más pronto que cuando el fósforo es deficiente; mayor resistencia a las enfermedades de las plantas a causa del desarrollo normal de la célula y al crecimiento vigoroso resultante. (Tamhane 1986).

Con relación a los requerimientos de potasio (K) la planta necesita la mayor cantidad posible y tiene los siguientes efectos sobre el desarrollo de la planta: incrementa la eficiencia de la hoja para elaborar azúcares y almidón, se dice que la acción del potasio complementa la de nitrógeno; la última aumenta el tamaño de la hoja y la primera su eficacia; es responsable del mantenimiento de la turgencia de la célula (Tamhane 1986).

El nitrógeno y el potasio son los dos elementos que la planta de piña requiere en mayores cantidades, estos deben estar balanceados desde la siembra hasta el momento de la inducción, el fósforo solo es indispensable en suelos deficientes de dicho elemento (Rebolledo 1992), además solo es asimilable por la planta en cantidades relativamente reducidas.

De acuerdo con Castro (1982), las necesidades nutricionales de la planta de piña aumentan con su desarrollo, son crecientes según crece la plantación hasta el momento de la inducción floral, después de ésta las necesidades son mucho menores. La planta vive en parte por sus reservas, pero continúa sin embargo absorbiendo elementos.

3.8 Análisis de la planta

Según Tamhane (1986), el análisis de la planta para evaluar la fertilidad del suelo puede consistir en el análisis total, pruebas de tejidos de la planta y métodos bioquímicos. El análisis total se basa en el hecho de que la deficiencia de un elemento en el suelo se revela porque este solo aparece en pequeñas cantidades en la planta. Los ensayos de tejido de las plantas son rápidos y esencialmente cualitativos, se quitan las partes de la planta habitualmente las hojas y se extrae la sabia, se prueba para determinar el nitrato, el fósforo y el potasio.

3.9 Las hojas representativas del estado nutricional de las plantas

Las hojas y sus partes (pecíolos, láminas, fluidos) representan la inversión de los recursos nutricionales de las plantas en procesos fisiológicos directamente ligados a las tasas de intercambio gaseoso (asimilación fotosintética del CO₂, transpiración). La composición química típica de la materia seca de una hoja puede ser: 60% carbohidratos, 25% proteínas, 5% lípidos y 10% minerales (CIA/UCR 2002).

La demanda de nutrientes por parte de las hojas cambia durante el ciclo de vida, y muestra una relación estrecha con la tasa y las características del crecimiento. La longevidad de las hojas está fuertemente determinada por el estado fisiológico de las plantas en el momento de su producción. La aplicación de nutrientes en función de la demanda (una consecuencia del ciclo fenológico) debería constituir la base de la fertilización científica de los cultivos (CIA/UCR 2002).

Por ejemplo, del total de nitrógeno de una hoja C_3 , solo el 23% es no-cloroplástico, 19% es invertido en la captura de luz, 26% en la fijación enzimática de CO_2 , 23% en procesos biosintéticos y energéticos, y solo un 7% es nitrógeno estructural. Por lo tanto, la tasa fotosintética y su expresión final, el crecimiento de las plantas, es altamente dependiente de la concentración de nitrógeno en las hojas (Gutiérrez 2002).

Existe abundante evidencia de que las células parenquimatosas situadas a lo largo y en las terminaciones de los vasos del xilema, y de los tubos cribosos del floema (células compañeras) gobiernan la translocación de solutos en las venas, los peciolos, los tallos, y las raíces principales, las variaciones en el metabolismo celular y en la organización intercelular del parénquima asociado a estos canales de translocación, conduce a diferentes estrategias de distribución del carbono y del nitrógeno, que a su vez parecen estar relacionadas con la forma de crecimiento y su ámbito de adaptación (Gutiérrez 2002).

Desde el punto de vista del diagnóstico nutricional de las plantas, las hojas son de enorme utilidad. Por un lado, la relación entre el contenido de nutrimentos en los tejidos (foliares) y el rendimiento es clara. Representa el fundamento científico del análisis químico de los tejidos para diagnosticar el estado nutricional de las plantas, pero requiere de investigación previa para determinar la reacción del rendimiento ante cambios en la concentración de nutrimentos en los tejidos.

El significado fisiológico y la manipulación del "consumo de lujo" (almacenamiento de minerales) pueden ser explorados con el fin de manejar las reservas nutricionales de las plantas. Además de las láminas foliares, otros tejidos y órganos vegetales (peciolos, flores, semillas) han sido utilizados con éxito para diagnosticar el estado nutricional de las plantas con propósitos variados (Gutiérrez 2002).

3.10. Análisis foliar

Según el Manual de Muestreo de FERTILAB (2011), el análisis foliar se considera actualmente como una referencia indispensable para determinar el estado nutricional de las plantas. Esto se debe a que los análisis foliares dan una indicación precisa de la absorción de los diferentes elementos por la planta, ya que las hojas son muy sensibles a los cambios de composición del medio nutritivo.

La correcta utilización de esta práctica, requiere efectuar adecuadamente la toma de muestras de hojas, de modo que sea representativa del estado nutricional de la planta, y así interpretar correctamente los análisis. El contenido de nutrientes de las hojas depende de diversos factores tales como: la edad, tipo y posición de la hoja en la planta que se muestrea, tipo genético de la planta, disponibilidad de nutrientes del suelo, la producción, el estado fitosanitario de la planta etc. (FERTILAB 2011).

Los datos de análisis se deben utilizar solamente como una guía en la interpretación de los resultados, teniendo en cuenta que los contenidos de nutrimentos pueden variar según la variedad, su tasa de crecimiento y por la presencia o ausencia de otros elementos (Laboratorio de suelos Universidad Nacional de Pereira 2012).

El diagnóstico del estado nutricional de una planta se puede hacer con base en observaciones visuales de síntomas de deficiencias o de toxicidad, con base en análisis de suelos, o en análisis de tejido vegetal. De los dos métodos anteriores, el análisis de tejido vegetal tiene la ventaja de medir el contenido total del nutrimento y no solamente la fracción denominada disponible como sucede en los análisis de suelos. Para fines del análisis nutricional de la planta, rara vez se analiza en su totalidad, es más importante analizar únicamente, la parte de ella que mejor muestre el estado nutricional de la planta (Laboratorio de suelos Universidad Nacional de Pereira 2012).

La parte más utilizada es la hoja porque es el órgano principal donde se elaboran las sustancias nutritivas, es el órgano que mejor refleja el estado nutricional de la planta, ella misma funciona como una solución extractora de los nutrientes disponibles en el suelo (Salas 2002).

Varias investigaciones han demostrado que existe una alta correlación entre el contenido de nutrientes en las hojas, el desarrollo y producción del cultivo. Condiciones generales del cultivo que indican la presencia de deficiencias nutricionales y que se podrían verificar con análisis de suelos o análisis de tejido vegetal.

3.10.1 Trabajos de investigación realizados

El análisis foliar ha sido empleado usualmente para evaluar el estado nutricional de la planta a través de relaciones exponenciales de crecimiento de la mismas y la concentración de los nutrientes en tejidos específicos de la planta. En este sentido han sido orientados en la mayor parte de los trabajos de investigación.

La revista agronómica LUZ (1992), presento algunos de los resultados obtenidos en esta línea de investigación, los cuales han sido divididos para su discusión, en cultivos perennes y anuales.

En Cultivos Perennes Hemández *et al* (1977), efectuaron un trabajo en plátano cuyo objetivo fue relacionar el estado nutritivo de la planta, determinado mediante análisis foliar, con la aplicación de fertilizantes y con el rendimiento del cultivo, para hacer recomendaciones a los agricultores sobre abonamiento.

El estudio se efectuó en suelos de la serie Chama, los cuales son aptos para el cultivo de las musáceas. Los autores observaron que al aumentar la dosis de nitrógeno aplicada se incrementó el contenido del mismo en la tercera hoja de 3.28 a 3.74 por ciento. Los

contenidos de P y K foliar tendieron a disminuir ligeramente. La aplicación de 150 Kg. N/ha dio el mejor rendimiento (2.400 Kg./ha/mes).

La aplicación de P al suelo no parece alterar los niveles de N, P y K en ninguna de las etapas de desarrollo de la planta y en el caso de la aplicación de K al suelo sólo afectó la concentración foliar de este elemento, aumentándola. Con relación al rendimiento, la aplicación de P no lo afectó, mientras que K lo alimentó significativamente.

En cítricos, Arvello de Valls (1983), en un estudio para diagnosticar el problema nutricional de plantaciones de naranja mediante el uso de síntomas visuales, análisis de suelo y análisis foliar, encontró que el problema nutricional se debe fundamentalmente a la carencia de algunos microelementos; atribuyéndosela la mayor responsabilidad a las deficiencias de cobre disponible dado que todos los suelos, excepto uno, son pobres en este elemento. También, los niveles carenciales, de Fe y B disponibles son causantes del problema.

Avilán *et al* (1980), trabajando en cítricos (naranja Valencia) cultivadas en suelos con un nivel adecuado de fertilidad en los primeros centímetros encontraron que los niveles de P, K y Ca en las plantas de alta y mediana producción fueron superiores a los de baja producción. Estos resultados evidencian que cuando las propiedades físicas del suelo son desfavorables (profundidad del nivel friático y secuencia texturas), se presentan niveles nutricionales inadecuados en las plantas, pero debido más a una mala explotación de las reservas del suelo (sistema radical muy superficial) que a una carencia de los elementos nutritivos.

En cultivos anuales se analizan los trabajos conducidos por Ramírez *et al* (1978) sobre la nutrición del maíz en Venezuela. En este sentido, estos investigadores realizaron 28 experimentos a fin de determinar la respuesta de este cultivo a la fertilización y establecer rangos de suficiencia nutricional en el tejido foliar. Se encontró poca respuesta al N y en menor grado al P y K. También, se reporta poco grado de correlación entre los rendimientos obtenidos y la acumulación de elementos nutritivos en la hoja.

3.10.2 Generalidades de la toma de muestras para el análisis de tejido vegetal.

Vélez G. (2012), recomienda que se deben tomar muestras 4-6 meses antes de la cosecha con el fin de hacer los ajustes de fertilización, no se deben muestrear partes de plantas cubiertas de suelo, polvo, rocío o con exceso de agua. Entre las consideraciones más importantes tenemos:

- a) No se deben muestrear plantas que presenten daños mecánicos o provocados por insectos así como plantas que presentan anormalidades fisiológicas causadas por humedades o temperaturas excesivas en el ambiente.
- b) Cuando hay síntomas o sospecha de una deficiencia nutritiva, un análisis de un tejido vegetal similar de plantas normales en la misma área, puede ayudar en la interpretación. Las plantas a comparar deben ser de la misma etapa de desarrollo.
- c) Cuando aparecen los primeros frutos o semillas, la concentración de nutrientes de las porciones vegetativas de la planta cambian sustancialmente y no es recomendable su muestreo.
- d) Después del muestreo, el material se debe colocar en bolsas de papel nuevas, con todas las anotaciones que sirvan para identificar las muestras (fecha, tipo de cultivo, parte de la planta muestreada). En caso de demora para llevar la muestra al laboratorio, y se colocan inmediatamente en refrigeración, no congelar.
- e) Nunca use un recipiente metálico para guardar muestras porque se pueden contaminar, ni envíe muestras frescas en bolsas plásticas porque no dejan salir el agua producida en la respiración de la planta. Úsela solo para mantenerla en refrigeración.

- f) Nunca tome muestras en cultivos que han sido recientemente tratados con fertilizantes foliares.
- g) En general para reducir la contaminación, el mejor momento para tomar muestras es cuando las plantas se han secado después de la lluvia. No se deben seleccionar plantas que han estado bajo largos períodos de estrés climático o nutricional.

3.10.3 Recomendaciones para ubicar el sitio de muestreo de algunos cultivos.

Según el manual de laboratorio de la Universidad Nacional de Pereira, Colombia (2012) el contenido de elementos varía entre los diferentes órganos de la planta (hojas, pecíolos, granos, tallos, raíces, frutos) y con la edad de los tejidos (hojas jóvenes o viejas) y la edad de la planta. Por estas y otras razones se debe seleccionar muy cuidadosamente que parte(s) se deben tomar para poder hacer un diagnóstico correcto del estado nutricional de la planta.

Debe seleccionarse la hoja u hojas que presentan una correlación más estrecha entre contenido de nutrientes y crecimiento o producción. En general la hoja más aceptada para el muestreo es la recién llegada a la madurez, por considerar que en ella la actividad fisiológica es la más alta y existe un paralelismo entre la acumulación de materia y de nutrientes.

Se debe tomar suficientes plantas individuales o partes de ellas para superar el factor de variabilidad de las plantas.

3.10.4 Interpretación de resultados (foliares).

Los niveles considerados como deficientes indican que el elemento en cuestión no alcanza en el tejido la concentración suficiente para el normal desarrollo de las funciones fisiológicas o procesos metabólicos en el que éste está implicado. Estas disfunciones producen

sintomatologías características en diversos órganos (hojas, frutos, raíces etc.), que con limitaciones, permiten diagnosticar visualmente el estado carencial.

La consecuencia final de todas éstas alteraciones suelen ser una disminución significativa del vigor de la planta, o bien, de la productividad, tamaño y calidad del fruto. Los niveles denominados bajos, indican que la planta no está absorbiendo el elemento nutriente de forma plenamente satisfactoria y aunque no obligatoriamente deben producirse alteraciones importantes en el desarrollo vegetativo y la productividad, es conveniente prestar atención a la nutrición con éste elemento para no caer en el estado deficitario.

En los niveles bajos puede observarse la sintomatología de la deficiencia en algunas brotaciones, aunque de forma aislada y escasamente intensa. Los niveles foliares considerados óptimos indican que las hojas que inducen un máximo desarrollo vegetativo no son los mismos que los que producen el mayor rendimiento en la cosecha u optimizan la calidad del fruto.

Las concentraciones foliares altas o excesivas de un determinado elemento indican que éste está siendo absorbido en cantidades superiores al estrictamente necesario, ya sea por su abundante disponibilidad en el suelo en estado asimilable o por un exceso de fertilización. En estas circunstancias puede producirse una disminución de la calidad del fruto y también la aparición de carencias por antagonismos en la absorción de otros nutrientes.

3.10.5 Criterios a tener en cuenta en la interpretación de resultados del análisis de tejido vegetal.

La falta o exceso de un elemento dado, provoca siempre una misma manifestación visible de anormalidad, cualquiera que sea la especie considerada, por lo que las funciones ejercidas en la vida de la planta son siempre las mismas éste es el principio en que se basa el diagnóstico visual, como un método de evaluación de un estado nutricional (Laboratorio de suelos Universidad Nacional de Pereira, 2012)

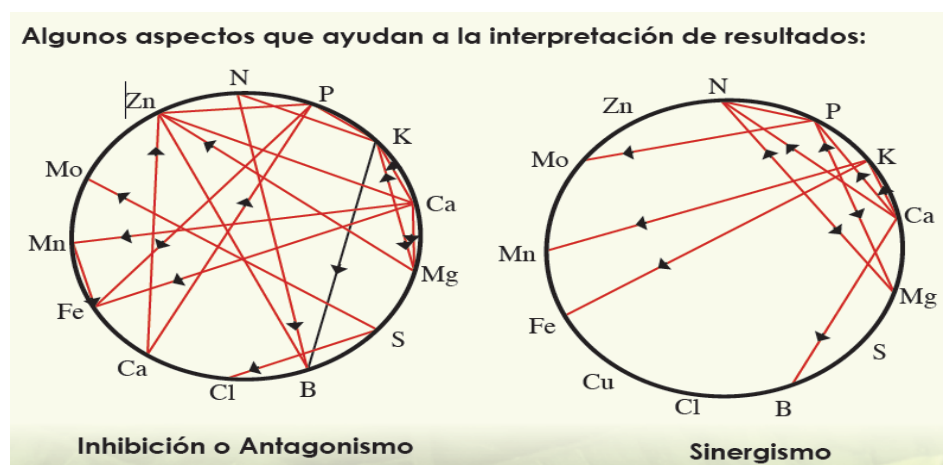


Figura 1. Inhibición y sinergismo de los diferentes elementos.

La deficiencia de un elemento provoca el exceso o toxicidad de otro y consecuentemente, el exceso de uno produce la deficiencia de otro.

Cuadro 2. Deficiencia de un elemento, inducida por el exceso de otro

Exceso de	Deficiencia de
Nitrógeno amoniacal	Calcio, Potasio
Calcio	Potasio, molibdeno, Fósforo, Hierro y Boro
Potasio	Magnesio, Calcio
Nitrógeno nítrico	Potasio, Molibdeno
Azufre	Calcio
Fósforo	Calcio, Hierro, Zinc
Manganeso	Hierro
Cobre	Hierro, Manganeso
Aluminio	Fosforo
Boro	Molibdeno

3.11 Análisis foliares en piña.

Cuadro 3. Niveles de nutrición en las hojas de piña (% o ppm en materia seca)

Nutrientes antes de floración	Nivel adecuado	Nivel deficiente
Nitrógeno	1.29 -1.64	0.53 –0.78
Fósforo	0.12 –0.43	0.05 -0.08
Potasio	2.22 –2.28	0.16 –0.62
Calcio	0.75 –1.1	0.17 –0.19
Magnesio	0.41 –0.54	0.16 –0.29
Azufre	1.00	0.65
Boro	63 ppm	10 ppm
Hierro	257 ppm	216 ppm
Manganeso	122 ppm	40 ppm

Fuente: Pimentel E. (s.f.)

IV. MATERIALES Y MÉTODO

4.1 Ubicación geográfica

Esta investigación se desarrolló en la vereda Alegrías, en el municipio Santander de Quilichao, al norte del Cauca, Colombia, con coordenadas geográficas de latitud Norte $2^{\circ}59'21''$ y longitud Oeste $76^{\circ}30'17''$. Se encuentra a una altura de 1.071 msnm, temperatura promedio de 23°C .

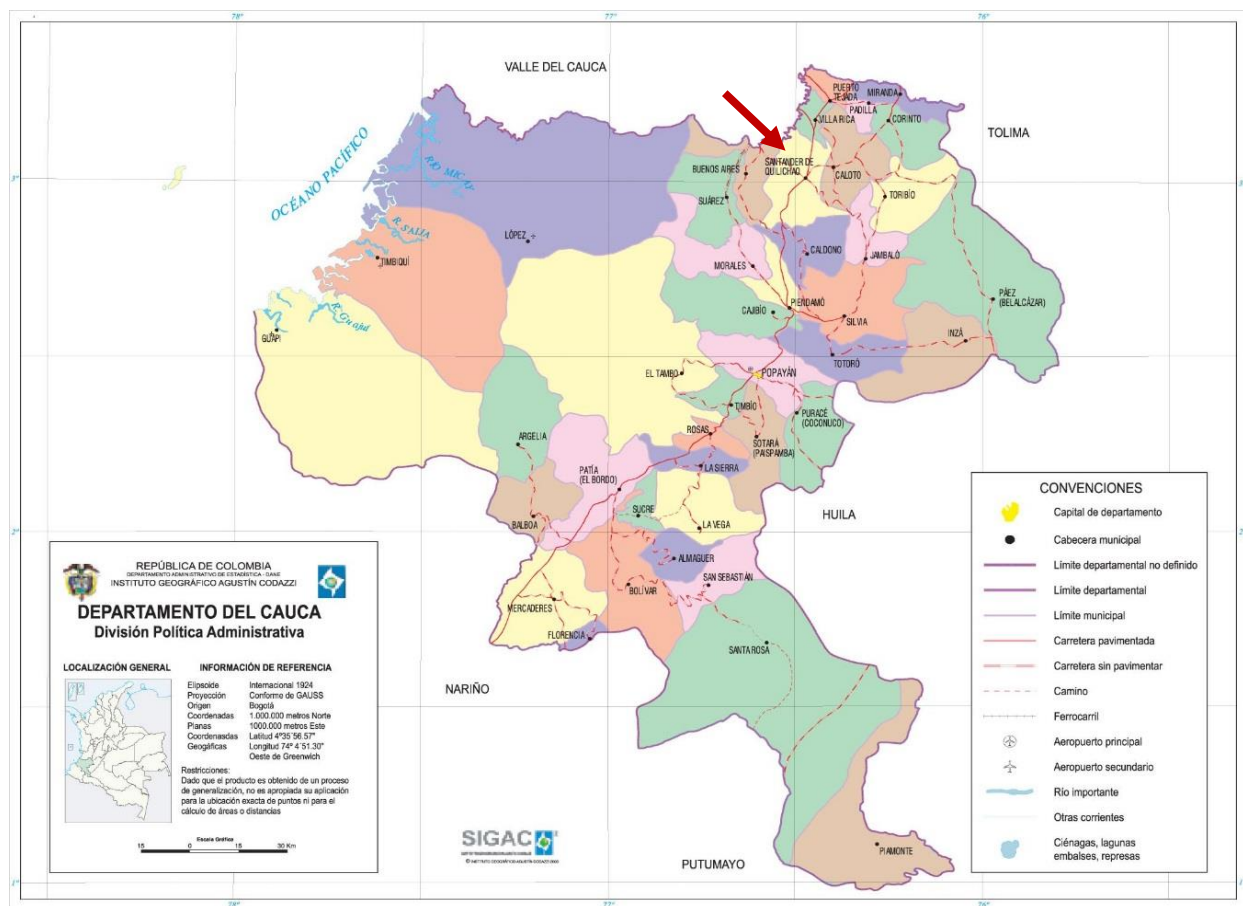


Figura 2. Ubicación del municipio donde se realizó el experimento

4.2 Materiales

Para la realización de este ensayo se utilizó como material vegetal plantas de piña variedad MD-2. Así mismo para la aplicación de los fertilizantes: bombas de mochila, probetas y recipientes de medición de capacidad; la extracción y preparación de muestras: palin, papel periódico, cinta adhesiva y para realizar las mediciones de variables: tijera, regla graduada en centímetros y un pie de rey.

4.3 Manejo del experimento

El ensayo se estableció en campo abierto, en la finca El aguacatal, propiedad de Milciades Zapata.

4.3.1 Preparación del terreno

La preparación del suelo se realizó de acuerdo a la manera tradicional de trabajo del productor, se inició con la limpieza de malezas manualmente, así mismo se preparó la tierra haciendo uso de tracción animal. Posteriormente se efectuó una enmienda con carbonato de calcio para controlar el pH debido a que en la zona se cuentan con niveles inferiores a 5.5, se aplicó una cantidad de 164 Kg, se utilizó el método al voleo para lograr una mayor uniformidad de distribución en el terreno, esta actividad se realizó un mes antes de realizar la siembra.

4.3.2 Selección y preparación de la semilla

Se utilizó como material vegetativo el hijuelo, el cual tenía una altura promedio de 0.49 m. Se utilizaron hijuelos vigorosos y sanos, previo a la siembra se realizó el descaltetado (actividad de quitar las pequeñas hojas secas y viejas que están adheridas al tallo y cercanas al sistema radical). Continuamente se procedió a realizar una poda que consistió en cortar

una porción de la hoja, esto se hizo con la finalidad de uniformizar el tamaño y peso de la semilla a sembrar. Adicionalmente se trató con una mezcla a base de 300 g de Fosetil, 200 ml Clorpirifós y 200 g de Zinc, esto para evitar posteriormente problemas con cochinilla (*Dysmicoccus brevipes*).

4.3.3 Siembra

Se realizó el respectivo marcaje en el terreno y se realizó la siembra en hileras dobles a una densidad de 65000 plantas por hectárea aproximadamente, se utilizaron los siguientes distanciamientos de siembra: 0.30 m entre plantas, 0.40 m entre hileras y 0.70 m entre surcos.

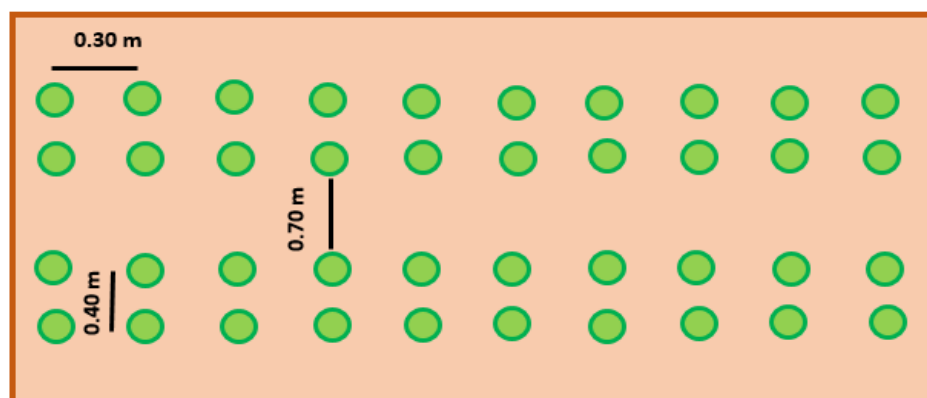


Figura 3. Esquema de siembra de plantas de piña

4.3.4 Manejo de malezas

Esta labor se realizó con el fin de manejar las malas hierbas que generan competencia por nutrientes con la planta cultivo y también así evitar el desarrollo de hospederos de plagas y enfermedades, esta actividad se desarrolló inicialmente de forma manualmente debido a la poca aparición de las mismas por la época de verano, posteriormente debido a la aparición de las precipitaciones se empezaron a presentar malezas las cuales se manejaron con los

herbicidas (Carmex, 200 g; Fusilade, 40ml ; se adiciono Urea, 200 g; estas son dosis por bomba de mochila de 20 litros) utilizados por los productores en la localidad.

4.3.5 Diseño experimental

El experimento se ubicó en un área total de 940 m², utilizando el diseño experimental de bloques completos al azar con seis tratamientos y cuatro repeticiones, el área utilizada por bloque fue de 200 m². Las unidades experimentales de campo fueron parcelas de piña (hibrido MD-2) con una área de 22.5 m² con 152 plantas cada una. Cada bloque conto con 1160 plantas, para el experimento se utilizaron un total de 4640 plantas.

3.4.1 Modelo estadístico

$$Y_{ij} = \mu + t_i + \beta_j + \sum ij$$

Donde

μ = Media general

t_i = Efecto de la i-esima propuesta de fertilizante aplicada

β_j = Efecto del j-esimo bloque

$\sum ij$ = Error aleatorio asociado a las observaciones.

3.5 Tratamientos

Los Tratamientos utilizados están basados en la aplicación de seis dosis de fertilizantes de las cuales tres fueron propuestos por la Universidad Nacional de Colombia, sede Palmira (UNAL1, UNAL 2 y UNAL3), uno de los tratamientos que responde a las cantidades de fertilizante utilizadas por los productores en asociación (Frupasa), también se incorporó el tratamiento que obtiene los mejores rendimientos en la zona (Finca San Rafael) y un

tratamiento cero que no recibió fertilización (Testigo). Los macronutrientes en los tratamientos fueron aportados por las fuentes de fertilizante: Urea, DAP y KCl, mientras que los micronutrientes a través de sulfato de: magnesio, Zinc, Hierro, Cobre y Ácido cítrico.

3.5.1 Descripción de los tratamientos

Todas las dosis de los tratamientos para 50 litros de agua

Cuadro 4. Tratamiento UNAL 1

	Urea	D.A.P	K.C.L	SO ₃ PO ₄	S. Magnesio	S. Zinc	S. hierro	S. Cobre	Ac. Cítrico	Vester
No.	g.	G	g	g	g	g	g	g	g	cc
Primera	508	488	372							
Segunda	304	976	228		50	50		25		
Tercera	304	228	228		50	50	25	25	12.5	50
Cuarta	304	228	228		50	50		25		
Quinta	304	228	228		50	50	25	25	12.5	50
Sexta	304	228	228		50	37.5		25		
Séptima	304	228	228		50	37.5	37.5	25	12.5	50
Octava	304	228	228		50	25		25		
Novena	304	228	228		50	25	25	25	12.5	50
Décima	304	228	228		50	25		25		
Onceava	304	228	228		50	25	37.5	25	12.5	50
Doceava	304	228	228		50	25		25		
Treceava	304	228	228	1000	50	25	37.5	25	12.5	50
Catorceava	304	228	228	1000	50	25		25		
Quinceava	304	228	228	1250	50	25		25		50
Dieciseisava	304	228	228	1250	50	25		25		

Cuadro 5. Tratamiento UNAL 2

Fertilización	Urea	D.A.P	K.C.L	SO ₃ PO ₄	S. Magnesio	S. Zinc	S. hierro	S. Cobre	Ac. Cítrico	Vester
No.	g	g	g	g	g	g	g	g	g	cc
Primera	644	488	372							
Segunda	388	588	300		50	50		25		
Tercera	388	272	300		50	50	25	25	12.5	50
Cuarta	388	272	300		50	50		25		
Quinta	388	272	300		50	50	25	25	12.5	50
Sexta	388	272	300		50	37.5		25		
Séptima	388	272	300		50	37.5	37.5	25	12.5	50
Octava	388	272	300		50	25		25		
Novena	388	272	300		50	25	25	25	12.5	50
Décima	388	272	300		50	25		25		
Onceava	388	272	300		50	25	37.5	25	12.5	50
Doceava	388	272	300		50	25		25		
Treceava	388	272	300	1000	50	25	37.5	25	12.5	50
Catorceava	388	272	300	1000	50	25		25		
Quinceava	388	272	300	1250	50	25		25		50
Dieciseisava	388	272	300	1250	50	25		25		

Cuadro 6. Tratamiento UNAL 3

Fertilización	Urea	D.A.P	K.C.L	SO₃PO₄	S. Magnesio	S. Zinc	S. hierro	S. Cobre	Ac. Cítrico	Vester
No.	g	G	g	g	g	g	g	g	g	cc
Primera	788	784	624							
Segunda	468	1564	376		50	50		25		
Tercera	448	364	376		50	50	25	25	12.5	50
Cuarta	448	364	376		50	50		25		
Quinta	448	364	376		50	50	25	25	12.5	50
Sexta	448	364	376		50	37.5		25		
Séptima	448	364	376		50	37.5	37.5	25	12.5	50
Octava	448	364	376		50	25		25		
Novena	448	364	376		50	25	25	25	12.5	50
Décima	448	364	376		50	25		25		
Onceava	448	364	376		50	25	37.5	25	12.5	50
Doceava	448	364	376		50	25		25		
Treceava	448	364	376	1000	50	25	37.5	25	12.5	50
Catorceava	448	364	376	1000	50	25		25		
Quinceava	448	364	376	1250	50	25		25		50
Dieciseisava	448	364	376	1250	50	25		25		

Cuadro 7. Tratamiento Frupasa

Fertilización	Urea	D.A.P	K.C.L	SOPO₄	S. Magnesio	S. Zinc	S. Hierro	S. Cobre	Ac. Cítrico	Clorpirifos
No.	g	g	g	g	g	g	g	g	g	cc
Primera	500	625	312.5		50	50		25		50
Segunda	500	625	312.5		50	50		25		
Tercera	750	500	500		50	50	25	25	12.5	50
Cuarta	750		500		50	50		25		
Quinta	750		750		50	37.5	25	25	12.5	50
Sexta	750		750		50	37.5		25		
Séptima	875		750		50	25	37.5	25	12.5	50
Octava	875		750		50	25		25		
Novena	875		875		50	25	25	25	12.5	50
Decima	875		875		50	25		25		
Once	1000		875		50	25	37.5	25	12.5	50
Doce	1000		875		50	25		25		
Trece	1000			1000	50	25	37.5	25	12.5	50
Catorce	1000			1000	50	25		25		
Quince	750			1250	50	25		25		50
Dieciséis	750			1250	50	25		25		

Cuadro 8. Tratamiento Finca San Rafael

Aplicaciones				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
INSUMO	Nombre Producto	Unidad	Dosis	MES 1	MES 2	MES 3	MES 4	MES 5	MES 6	MES 7	MES 8								
Fertilizantes	Urea	Kg		0.25	0.25	0.250	0.500	0.625	0.625	0.625	0.750	0.750	0.750	0.750	0.500	0.500	0.500	0.250	0.250
	S. Amonio	Kg		0.25	0.25	0.250													
	D.A.P	Kg		0.75	0.75	0.750													
	M.A.P	Kg						0.250		0.250		0.250		0.250		0.250		0.250	
	S. Potasio	Kg														1.000	1.250	1.250	1.250
	C. Potasio	Kg		0.25	0.25	0.250	0.375	0.375	0.375	0.625	0.625	0.625	0.625	0.625	1.000				
	Quelatex																		
	Calcio	Kg			0.075				0.075			0.075					0.075		
	S. Magnesio	Kg		0.075	0.075	0.125	0.125	0.125	0.125	0.125	0.125	0.125	0.125	0.125	0.125	0.125	0.125	0.125	0.125
	S. Zinc	Kg				0.050	0.050	0.050	0.050	0.050	0.050	0.050	0.050	0.050	0.050	0.050	0.050	0.050	0.050
	Borax	Kg								0.050		0.075		0.075		0.075		0.075	
	S. Hierro	Kg				0.050		0.050		0.050		0.050		0.050		0.050		0.050	
Fungicida	Fosetyl	Gr		63	50														
Plaguicidas	Clorpyrifos	CC		50	50	50		50		50		50							
	MALATHION	CC												50		50		50	
Herbicidas/ Malezas	Gesapax	CC/bomba	100																
	Karmex	Gr/bomba	100																
	Fusilade	CC/bomba	20																

4.5.2 Aplicación de los tratamientos

La aplicación de los tratamientos llevo varias etapas previo a su contacto con la planta, estas etapas permitieron mayor precisión, preparación y orden al momento de realizar las debidas aplicaciones.

- **Peso de los fertilizantes**

Se utilizó una balanza (peso en gramos) para poder medir con precisión las cantidades de fertilizante que correspondían a cada tratamiento, por cada elemento. Estos se depositaron en bolsas plásticas, esta actividad se realizaba ocho días antes de su utilización.

- **Disolución del fertilizante en agua**

La disolución de los fertilizantes que lo requirieran se realizó colocando el fertilizante en un costal y se ponía en contacto con 20 litros de agua por un periodo aproximado de 30 minutos, después se frotaba el fertilizante, se agregaban 30 litros más de agua, aquí se agregaban los elementos menores en polvo, posteriormente se adicionaba un fungicida (Bipirifos) y se mezclaba hasta homogenizar.

- **Aplicación del fertilizante**

Los tratamientos ya diluidos se aplicaron utilizando una bomba de mochila, se le proporcionaba un volumen de 12.5 litros a cada unidad experimental, se aplicaron a intervalos de tiempo de 15 días, se focalizó la aplicación en la parte superior de la planta donde la unión de las hojas forman una roseta, así el fertilizante puede descender por gravedad y ser conducido lentamente hacia la base de la planta donde entra en contacto con el suelo, y posteriormente ser absorbido por el sistema radicular de la planta.

4.6 Variables de respuesta

4.6.1 Análisis químico

Para determinar el nivel nutricional de las plantas de piña se realizaron los análisis foliares los cuales consistieron en tomar una planta al azar por cada tratamiento, en tres repeticiones, se rotularon y enviaron al laboratorio de servicios analíticos del CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical), la frecuencia de muestreo fue cada tres meses.

Cuadro 9 Métodos de determinación de la concentración de elementos en el tejido de Piña.

Elemento	Unidad	Método
Nitrógeno	g/Kg	Nitrógeno Espectrometría.
Fósforo	g/Kg	Fósforo Espectrometría.
Calcio	g/Kg	Calcio Total Absorción Atómica.
Magnesio	g/Kg	Magnesio Absorción Atómica.
Potasio	g/Kg	Potasio
Sodio	mg/Kg	Sodio Emisión Atómica.
Cobre	mg/Kg	Cobre Absorción Atómica.
Zinc	mg/Kg	Zinc Absorción Atómica.
Manganeso	mg/Kg	Manganeso Absorción Atómica.
Hierro	mg/Kg	Hierro Absorción Atómica
Azufre	g/Kg	Azufre Total Turbidimetria
Boro	mg/Kg	Boro Total Espectrometría Azometina

4.7. Variables vegetativas

Estas variables se midieron con la finalidad de tener una secuencia en el crecimiento y desarrollo de la planta. Se extrajeron las muestras (plantas completas), utilizando un palin, posteriormente se les cubrió la raíz con un papel periódico húmedo y se trasladaron al laboratorio donde se tomaron las respectivas mediciones.

- **Longitud de hojas.**

Se tomó una muestra al azar de cada tratamiento (24 muestras en total) se extrajo la planta y se identificó la hoja D (la más larga), se cortó para medirla (cm) desde la base hasta el ápice, se midió con una regla (MODELO), el primer muestreo y medición se realizó a los 0 días de siembra, posteriormente a los 90 días, y un muestreo después a los 45 días.

- **Ancho de hojas.**

La medición del ancho de hojas se realizó en la hoja D, consistió en tomar una muestra de cada tratamiento (24 muestras en total), se dobló por el centro de la hoja uniendo el ápice con la base, se midió exactamente donde se marcó el doblez de la misma, se realizó con una regla graduada en centímetros (cm), el primer muestreo y medición se realizó a los 0 días de siembra, posteriormente a los 90 días, y un muestreo después a los 45 días.

- **Diámetro de tallo**

Se tomó una muestra al azar por cada tratamiento (24 muestras en total por cada muestreo), se realizó un corte con un bisturí en la zona de transición entre el tallo y la zona radicular, al lado del extremo de corte se midió (cm) el diámetro con un pie de rey (POSTFREI), el primer muestreo y medición se realizó a los 0 días de siembra, posteriormente a los 90 días, y un muestreo después a los 45 días.

- **Longitud de raíz**

Se tomó una muestra al azar por cada tratamiento (24 muestras en total por cada muestreo), se midió desde la zona de transición entre tallo y zona radicular hasta la raíz más larga, la medición se realizó con una regla graduada en centímetros (cm). El muestreo y medición se realizó a los 0 días de siembra, posteriormente a los 90 días, y un muestreo después a los 45 días.

4.7 Análisis estadístico

4.7.1 Análisis de varianza

Para realizar el análisis estadístico de los datos se utilizó el programa InfoStat versión 2011, se realizó el análisis de varianza clásico correspondiente a cada nutriente por los seis tratamientos, así mismo se realizó la prueba de medias de Tukey al 5%.

4.7.2 Correlación.

Se correlacionaron entre sí las cantidades de nutrientes (N, P, Ca, Mg, K, Na, Cu, Zn, Mn, Fe, S, B) encontradas en los análisis foliares.

4.8. Relación entre elementos

En los resultados del análisis de tejido se calculó la relación entre cada elemento mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Relación} = \frac{\text{Concentración Elemento A}}{\text{Concentración Elemento B}}$$

La relación obtenida en el primer análisis foliar se comparó con la relación del segundo análisis para poder visualizar si esta relación se mantuvo, aumento o disminuyó.

4.8.4 Absorción de los elementos: N, P, Ca, K, Mg, S, Na, Mn, Fe, Cu, Zn, B.

Se elaboraron graficas de absorción por cada tratamiento en los 12 elementos medidos, los elementos se ordenaron de un nivel de mayor concentración al de menor concentración, los valores se expresaron en porciento (%).

4.8.5 Análisis de datos de variables vegetativas

Las variables de crecimiento se analizaron realizando un gráfico lineal que muestra el desarrollo de la planta en función de cada tratamiento, esto a los diferentes intervalos de tiempo (0, 90 y 135 días después de trasplante), se realizó por cada variable, en la etapa vegetativa.

V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1 Variable: Concentración de nitrógeno.

Según el análisis de varianza (anexo 4) para el primer análisis foliar existe una diferencia estadística significativa ($P < 0.05$) entre los tratamientos utilizados, mostrando una mayor concentración de nitrógeno en el tejido vegetal el tratamiento Frupasa, esto se debe a que en este plan de fertilización se aumenta las dosis de la fuente de nitrógeno en cada aplicación, por lo tanto la cantidad disponible en la solución del suelo es mayor. Mientras que los tratamientos San Rafael, UNAL 1, UNAL 2 y UNAL 3 son estadísticamente iguales, debido a que tienen poca diferencia en la cantidad (g) aplicadas y se mantienen constantes en cada fertilización realizada. El testigo fue el tratamiento que mostró la menor concentración para este elemento en las plantas de piña, producto que solo refleja la fertilidad natural del suelo.

Mientras que para el segundo análisis (anexo 16) no hubo diferencia estadística significativa, sin embargo el tratamiento San Rafael fue el que presentó la mayor concentración del elemento en el tejido y el Testigo la menor.

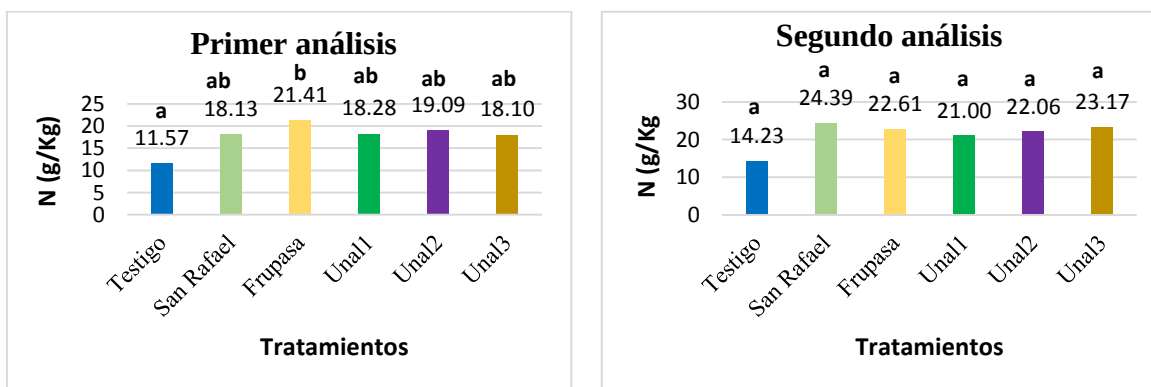


Figura 4. Promedio de la concentración de nitrógeno (g/Kg) encontrada en el tejido vegetal de piña, por cada tratamiento.

Al comparar los niveles de nitrógeno encontrados en el tejido de las plantas de piña antes de llegar a floración con los reportados por Pimentel (s.f.), que oscilan entre 12.9-16.4 como un nivel adecuado y 5.3-7.8 como nivel deficiente, los tratamientos: San Rafael, Frupasa, Unal1, Unal2, Unal3 están sobre el nivel adecuado, esto se debe a que se realizó una fertilización excesiva con nitrógeno. El Testigo está por debajo del nivel adecuado pero no deficiente.

Para el segundo análisis foliar los seis tratamientos están sobre el nivel adecuado, generando exceso, producto que los planes de fertilización mantienen sus dosis constantes de aplicación de nitrógeno y en el caso de Frupasa las aumenta, también debido a la alta nitrificación. A la hora de la inducción floral este exceso de nutriente puede evitar que las plantas respondan al estímulo de la floración.

5.2 Variable: Concentración de fósforo.

Según el análisis de varianza (anexo 5) para el primer análisis foliar no existe diferencia estadística significativa ($P < 0.05$) entre los tratamientos utilizados, siendo Frupasa el que mostró la mayor concentración de nutriente en el tejido vegetal, la menor concentración para este elemento la presentó el Testigo. Para el segundo análisis (anexo 17) tampoco se mostró diferencia estadística significativa, siendo el tratamiento UNAL 3 el que registró la mayor concentración de fósforo, se debió a que este tratamiento presenta las dosis (g) más altas en la aplicación de fósforo. Mientras que el tratamiento Frupasa la menor.

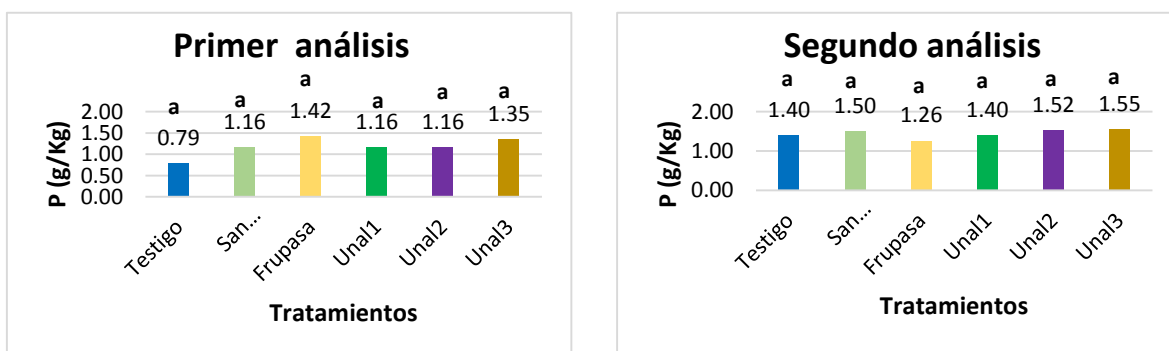


Figura 5. Promedio de la concentración de fósforo (g/Kg) encontrada en el tejido vegetal de piña, por cada tratamiento.

Cuando se comparan los niveles de fósforo encontrados en el tejido de las plantas de piña antes de llegar a floración con los reportados por Pimentel (s.f.), que oscilan entre 1.2-4.3 como un nivel adecuado y 0.5-0.8 como nivel deficiente, los tratamientos: San Rafael, UNAL1, UNAL2 se encuentran debajo del rango aceptable pero no están en un nivel deficiente, esto es debido a que en el suelo se cuenta con un pH inferior a 5.5 y por lo tanto el fósforo no está disponible para que la planta lo pueda absorber, se precipita. Frupasa y UNAL3 están dentro del rango adecuado, mientras que el Testigo está en el rango de nivel deficiente, producto que no se le suministraba fertilización.

Para el segundo análisis foliar los seis tratamientos están dentro del rango adecuado, presentando el UNAL3 la concentración más alta del elemento, producto de que para este segundo análisis el encalado empezó a hacer efecto sobre el pH del suelo y el fósforo estaba más disponible para ser absorbido por la planta.

5.3 Variable: Concentración de calcio.

En base en el análisis de varianza (anexo 6) para el primer análisis foliar no existe diferencia estadística significativa ($P < 0.05$) entre los tratamientos utilizados, el Testigo mostró la mayor concentración de nutriente en el tejido vegetal, el tratamiento que mostró la menor concentración para este elemento fue el UNAL 2, esto pudo deberse a que se realizó una enmienda al suelo con carbonato de calcio, al no aplicar los demás elementos en el Testigo las plantas lo absorbieron en gran cantidad.

Para el segundo análisis (anexo 18) existe diferencia estadística altamente significativa siendo las concentraciones de calcio más altas encontradas para los tratamientos Testigo y UNAL 2, la menor concentración del elemento la presentó el tratamiento Frupasa.

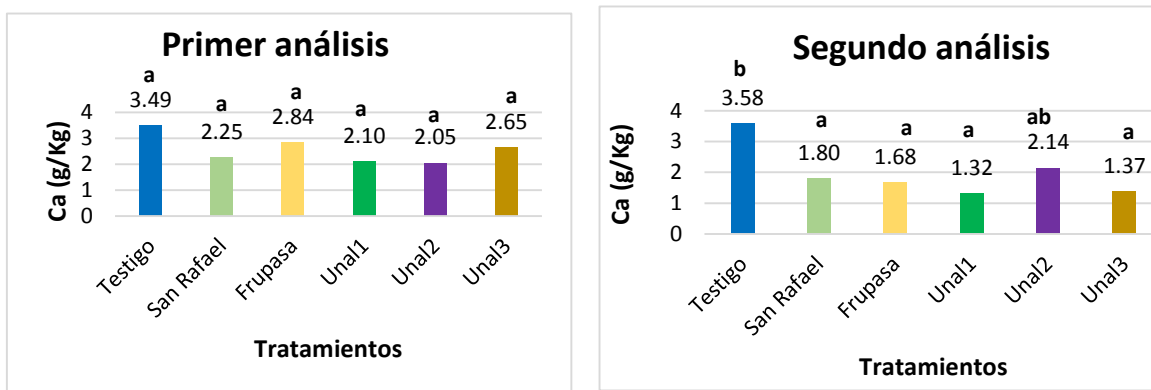


Figura 6. Promedio de la concentración de calcio (g/Kg) encontrada en el tejido vegetal de piña, por cada tratamiento.

Comparando los niveles de calcio encontrados en el tejido de las plantas de piña antes de llegar a floración con los reportados por Pimentel (s.f.), que oscilan entre 7.5-11 como un nivel adecuado y 1.7-1.9 como nivel deficiente, los seis tratamientos están por debajo del nivel adecuado pero no en un nivel deficiente. Mientras que para el segundo análisis los tratamientos: San Rafael, UNAL 2 y el Testigo están dentro del rango de nivel deficiente; Frupasa, UNAL 1 y UNAL 3 están por debajo del nivel deficiente.

Los tratamientos no están en el rango adecuado debido a que hay mucho nitrógeno disponible en el suelo lo que dificulta la absorción del calcio, asociado también que la plantación está siendo cultivada en suelos ácidos; indicándonos también estas bajas concentraciones en el tejido que hay una alta lixiviación de calcio.

5.4 Variable: Concentración de magnesio.

Con base en el análisis de varianza (anexo 7) para el primer análisis foliar no existe diferencia estadística significativa ($P < 0.05$) entre los tratamientos utilizados, siendo Frupasa quien mostró la mayor concentración de nutriente en el tejido vegetal, el tratamiento que mostró la menor concentración para este elemento fue el UNAL 2.

Para el segundo análisis (anexo 19) se mostró diferencia altamente significativa, el Testigo presentó la mayor concentración de magnesio y el tratamiento Frupasa la menor concentración para este elemento. Se sabe que el magnesio está asociado con calcio, por lo tanto como en el testigo se dio alta absorción de calcio producto de la disponibilidad en el suelo, el magnesio también estaba disponible, en los demás tratamientos la deficiencia de magnesio puede acentuarse por las concentraciones altas de potasio.

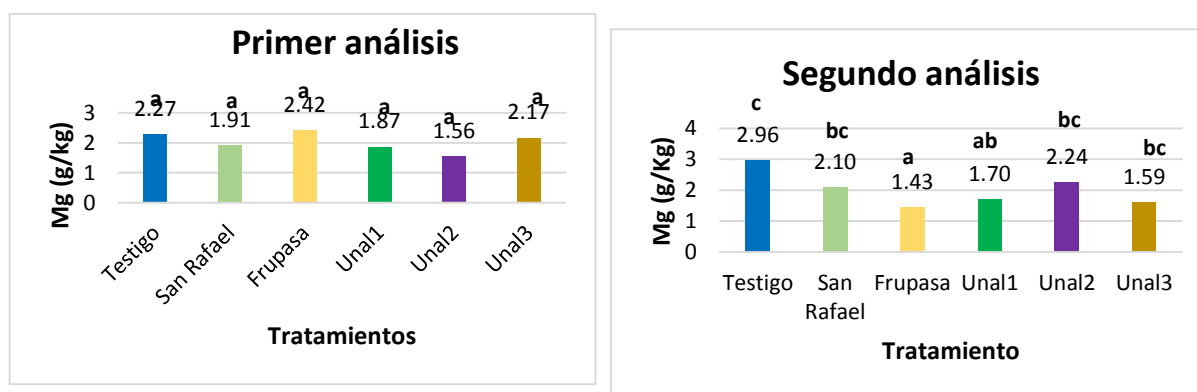


Figura 7. Promedio de la concentración de magnesio (g/Kg) encontrada en el tejido vegetal de piña, por cada tratamiento.

Al comparar los niveles de magnesio encontrados en el tejido de las plantas de piña antes de llegar a floración con los reportados por Pimentel (s.f.), que oscilan entre 4.1-5.4 como un nivel adecuado y 1.6-2.9 como nivel deficiente, los seis tratamientos están en un nivel deficiente. Siendo los tratamientos UNAL 3, Frupasa y el Testigo los que presentan la mayor concentración del elemento.

Para el segundo análisis los tratamientos UNAL 1 y UNAL 3 están por debajo del nivel deficiente mientras los tratamientos UNAL2, Frupasa, San Rafael y el Testigo están en un nivel deficiente.

La deficiencia en este elemento en los tratamientos se debe a un nivel bajo de magnesio en el suelo, producto que tenemos un pH bajo (<5.5), asociado a que en cosechas anteriores también se había estado utilizando cal pura, la baja absorción de las plantas se da también debido a la alta concentración de nitrógeno disponible en el suelo.

5.5 Variable: Concentración de potasio.

Según el análisis de varianza (anexo 8) para el primer análisis existe diferencia estadística altamente significativa entre los tratamientos utilizados, estadísticamente los tratamientos Testigo, UNAL 3, San Rafael y Frupasa mostraron igual concentración de potasio en el tejido vegetal, mientras que UNAL 1 y UNAL 2 presentaron la menor concentración de potasio, siendo iguales. Para el segundo análisis (anexo 20) no existió diferencia estadística significativa, mostrando el tratamiento San Rafael la mayor concentración de este elemento.

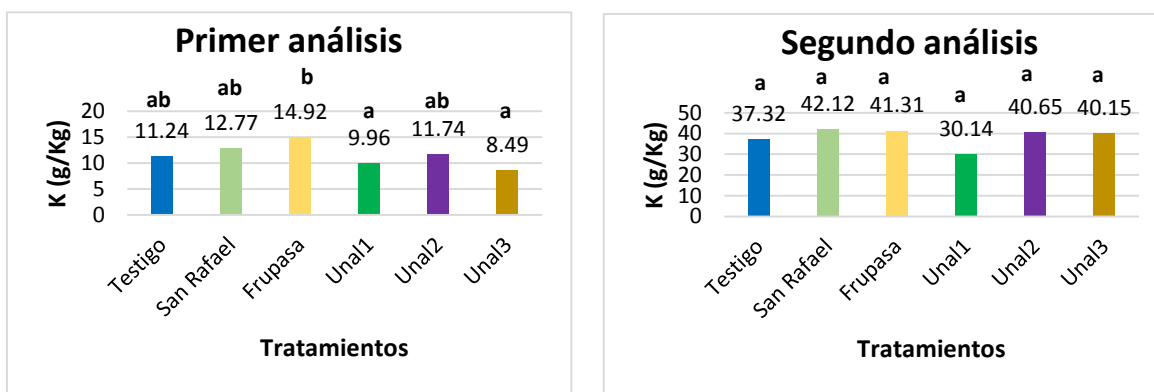


Figura 8. Promedio de la concentración de potasio (g/Kg) encontrada en el tejido vegetal de piña, por cada tratamiento.

Comparando los niveles de Potasio encontrados en el tejido de las plantas de piña antes de llegar a floración con los reportados por Pimentel (s.f.), que oscilan entre 22.2-22.8 como un nivel adecuado y 1.6-6.2 como nivel deficiente, los seis tratamientos están por debajo del nivel adecuado pero no en un nivel deficiente, siendo el tratamiento Frupasa el que presenta la mayor concentración del elemento.

En el segundo análisis los seis tratamientos están sobre el nivel adecuado, siendo el tratamiento San Rafael el que presenta la mayor concentración del elemento. Considerando que observaciones de campo a largo tiempo continuadas han demostrado que el contenido de potasio asimilable del suelo permanece en un nivel constante año tras año a pesar de la continua extracción que realizan las plantas en crecimiento. En los tratamientos estas altas concentraciones se deben a que en las fertilizaciones se aplica una excesiva cantidad de

potasio, por lo tanto está en grandes cantidades en el suelo y la planta nos lo refleja con una alta absorción. Esto puede significar que los hijos utilizados en la siembra provenían de una plantación que acumuló grandes cantidades de K durante su ciclo productivo. Lo anterior es muy posible ya que la planta de piña es muy eficiente extrayendo K del suelo y, si este está fácilmente disponible, la planta lo acumulará en cantidades mayores a las que lo necesita para su crecimiento óptimo (Malézieux 2003).

5.6 Variable: Concentración de sodio.

En base al análisis de varianza (anexo 9) para el primer análisis foliar existe diferencia estadística significativa ($P < 0.05$) entre los tratamientos utilizados, Frupasa mostró la mayor concentración de nutriente en el tejido vegetal, el tratamiento que presentó la menor concentración para este elemento fue el Testigo. Los tratamientos UNAL 1, UNAL 2, UNAL 3 y San Rafael son estadísticamente iguales. Mientras que para el segundo análisis (anexo 21) no hay diferencia estadística significativa siendo el tratamiento San Rafael el que presentó la mayor concentración del elemento y UNAL 1 la menor.

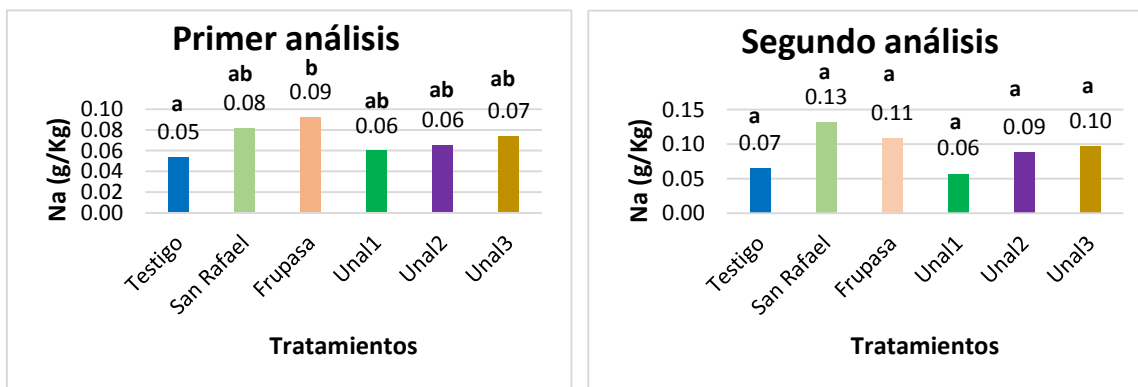


Figura 9. Promedio de la concentración de sodio (g/Kg) encontrada en el tejido vegetal de piña, por cada tratamiento.

El sodio es considerado un elemento beneficioso por tres aspectos: es esencial para ciertas especies, puede reemplazar funciones del potasio en las plantas y tiene un efecto positivo en el desarrollo vegetal. Se cree que algunas plantas necesitan el sodio como micronutriente,

como las plantas CAM (como es el caso de la piña) debido a que crecen más rápido en la presencia de este elemento.

5.7. Variable: Concentración de cobre.

Según el análisis de varianza (anexo 10) para el primer análisis foliar existe diferencia estadística significativa entre los tratamientos utilizados, estadísticamente los tratamientos, UNAL1 UNAL2, UNAL3, y Frupasa mostraron igual concentración de potasio en el tejido vegetal, siendo las concentraciones más altas, mientras que Frupasa y el Testigo presentaron la menor concentración de potasio, siendo iguales.

Para el segundo análisis (anexo 22) no existe diferencia estadística significativa, los seis tratamientos son iguales, presentando UNAL1 la mayor concentración para este elemento y el Testigo la menor.

Esta igualdad en los tratamientos se debe a que el cobre se encuentra disponible en la mayoría de suelos específicamente los ácidos.

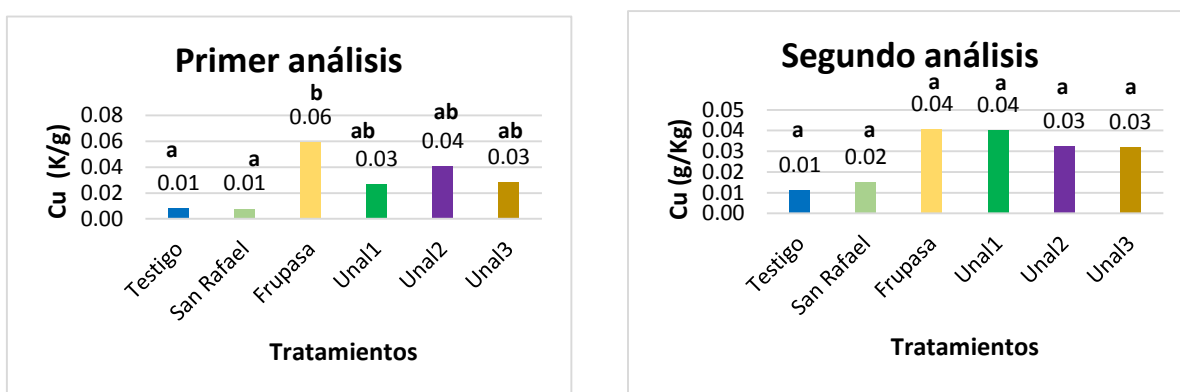


Figura 10. Promedio de la concentración de cobre (g/Kg) encontrada en el tejido vegetal de piña, por cada tratamiento.

5.8 Variable: Concentración de zinc.

Con base en el análisis de varianza (anexo 11) para el primer análisis no existe diferencia estadística significativa ($P < 0.05$) entre los tratamientos utilizados, los seis tratamientos son iguales, Frupasa presentó la mayor concentración de zinc en el tejido vegetal y el tratamiento Testigo la menor concentración.

Para el segundo análisis (anexo 23) existe diferencia estadística altamente significativa, los tratamientos UNAL 1, UNAL2, UNAL 3 y San Rafael son iguales presentando la mayor concentración de zinc, mientras que las más bajas las presentó el Testigo y Frupasa.

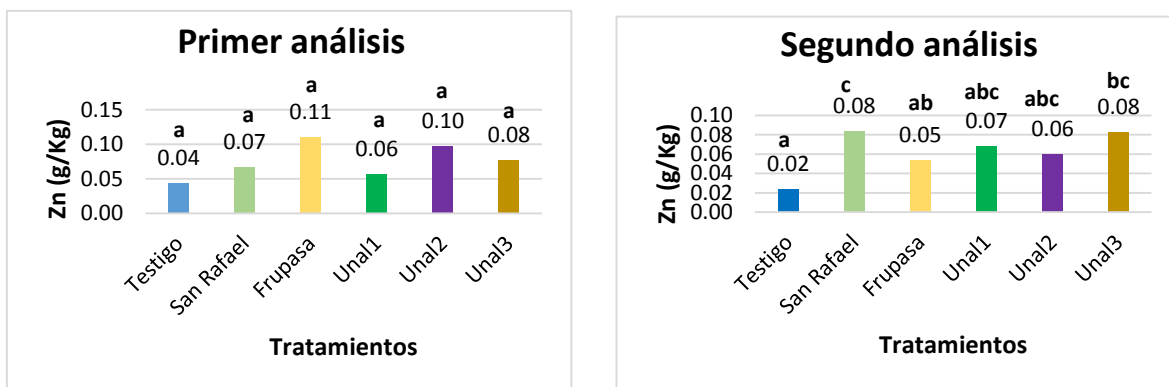


Figura 11. Promedio de la concentración de zinc (g/Kg) encontrada en el tejido vegetal de piña, por cada tratamiento.

Comparando los niveles de zinc encontrados en el tejido de las plantas de piña antes de llegar a floración con los reportados que oscilan entre 0.02-0.03 como un nivel adecuado, en el primer análisis los seis tratamientos están sobre el nivel adecuado, de igual manera para el segundo análisis.

Este exceso del elemento en el tejido de las plantas se presenta debido a niveles altos de zinc naturalmente en el suelo, así como también el pH bajo en el cual estaban sembradas las plantas de piña.

5.9 Variable: Concentración de manganeso.

Según el análisis de varianza (anexo 12) para el primer análisis foliar no existe diferencia estadística significativa entre los tratamientos utilizados, presentando las mayores concentraciones de manganeso en el tejido vegetal el tratamiento Frupasa, mientras que el tratamiento con menor concentración fue el UNAL 2.

Para el segundo análisis foliar (anexo 24) no se encontró diferencia estadística significativa entre los tratamientos, mostrando mayor concentración de manganeso el tratamiento Testigo y la menor concentración Frupasa. En el Testigo se presentó la mayor concentración debido a que no se encuentran en el suelo zinc a causa que no se aplicó en el fertilizante.

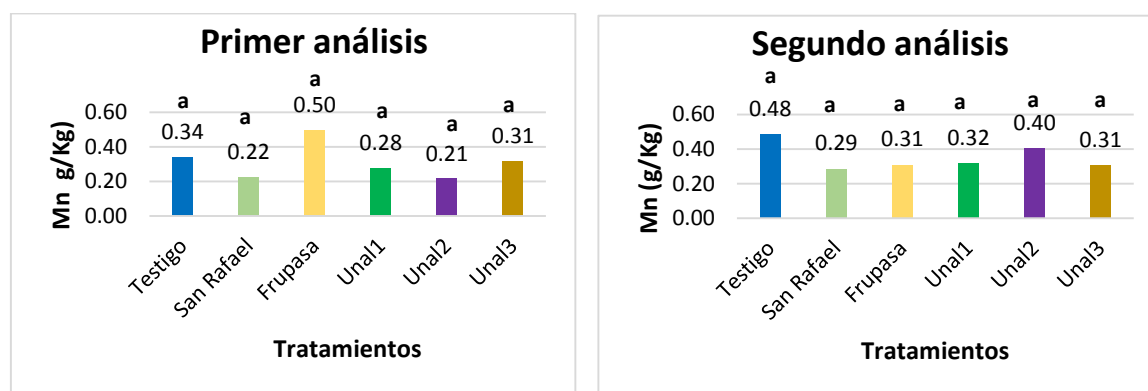


Figura 12. Promedio de la concentración de manganeso (g/Kg) encontrada en el tejido vegetal de piña, por cada tratamiento.

Al comparar los niveles de manganeso encontrados en el tejido de las plantas de piña antes de llegar a floración con los reportados por Pimentel (s.f.), que son de 0.122 como un nivel adecuado y 0.04 como nivel deficiente, los seis tratamientos están sobre el nivel adecuado, generando exceso, siendo el tratamiento Frupasa el que presenta la mayor concentración del elemento.

En el segundo análisis foliar los seis tratamientos están sobre el nivel adecuado, generando exceso, siendo el tratamiento Testigo y UNAL 2 los que presentan la mayor concentración del elemento.

El exceso de este elemento en los tejidos de las plantas de piña se debe a que el suelo en el cual está la plantación hay una contaminación con manganeso, Kelley ha demostrado que este elemento puede ser absorbido por las plantas en una cantidad que resulte toxica, esto debido a que el suelo es bajo en materia orgánica, esto asociado a las altas aplicaciones de nitrógeno en los tratamientos, también debido a que los suelos son utilizados constantemente para la siembra de piña sin rotación de cultivos lo que puede generar una contaminación por manganeso con fungicidas.

5.10 Variable: Concentración de hierro.

Según el análisis de varianza (anexo 13) para el primer análisis no existe diferencia estadística significativa entre los tratamientos utilizados, presentando las mayores concentraciones de manganeso en el tejido vegetal el tratamiento San Rafael, mientras que el tratamiento con menor concentración fue el UNAL 1.

Para el segundo análisis (anexo 25) no se presentó diferencia estadística significativa siendo el tratamiento UNAL2 el que presentó la mayor concentración del elemento y Frupasa la menor.

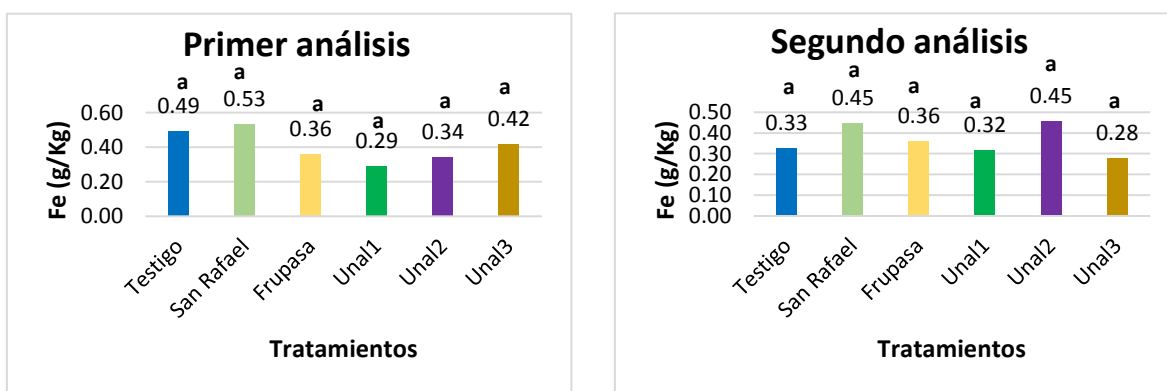


Figura 13. Promedio de la concentración de hierro (g/Kg) encontrada en el tejido vegetal de piña, por cada tratamiento.

Al comparar los niveles de hierro encontrados en el tejido de las plantas de piña antes de llegar a floración con los reportados por Pimentel (s.f.), que son de 0.257 como un nivel adecuado y 0.216 como nivel deficiente, los seis tratamientos están sobre el nivel adecuado, generando exceso, siendo el tratamiento San Rafael el que presenta la mayor concentración del elemento y UNAL 1 la menor concentración. Mientras que en el segundo análisis los seis tratamientos están sobre el nivel adecuado, siendo el tratamiento San Rafael y UNAL 2 los que presenta la mayor concentración del elemento.

Casi todos los suelos contienen hierro en cantidad suficiente, pero en los suelos cultivados se convierte fácilmente en formas inaprovechables, el exceso de este elemento en el tejido de las plantas de piña en los tratamientos se debe a que el hierro está altamente disponible en suelos muy ácidos.

5.11 Variable: Concentración de boro.

Según el análisis de varianza (anexo 14) para el primer análisis foliar no existe diferencia estadística significativa entre los tratamientos utilizados, presentando las mayores concentraciones de boro en el tejido vegetal el tratamiento Frupasa, mientras que el tratamiento con menor concentración fue el Testigo.

Para el segundo análisis (anexo 26) se presentó diferencia estadística altamente significativa siendo el tratamiento San Rafael el que mostró la mayor concentración de boro en el tejido vegetal esto se debe a que en este plan de fertilización se aplica una fuente de boro (Bórax) los demás tratamientos son estadísticamente iguales, esto debido a que no hay aplicación de boro en las dosis proporcionadas a las plantas y estas están absorbiendo las cantidades naturales que hay en el suelo.

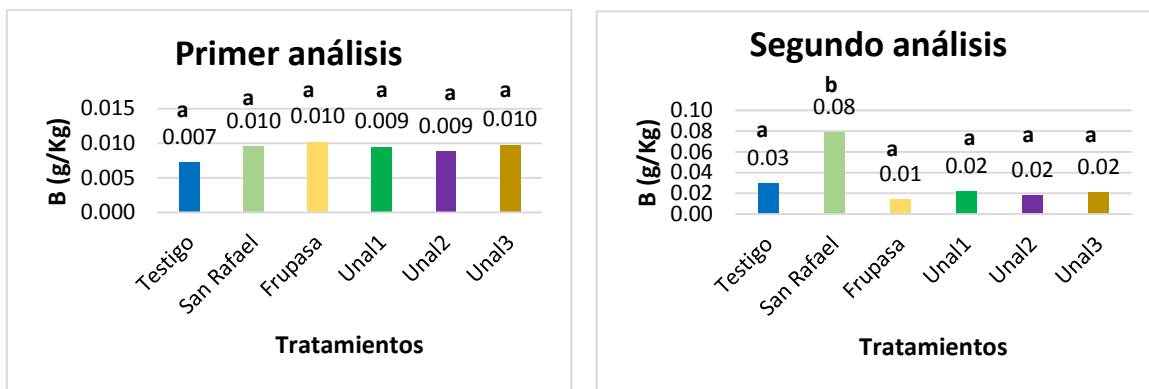


Figura 14. Promedio de la concentración de boro (kg/g) encontrada en el tejido vegetal de piña, por cada tratamiento

Al comparar los niveles de boro encontrados en el tejido de las plantas de piña antes de llegar a floración con los reportados por Pimentel (s.f.), que son de 0.063 como un nivel adecuado y 0.01 como nivel deficiente. En base a resultados obtenidos los seis tratamientos están en un nivel deficiente.

Mientras que para el segundo análisis los tratamientos UNAL 1, UNAL 2, UNAL 3, Frupasa y el Testigo están en un nivel deficiente, esto se debe a que el suelo es ácido, bajo en materia orgánica, generando poca disponibilidad en el suelo, San Rafael esta sobre el nivel adecuado, producto de la fertilización que se realizó con bórax, afortunadamente los experimentos han demostrado que la toxicidad causada por una aplicación fuerte de boro, desaparece al cabo de dos meses.

5.12.Variable: Concentración de azufre

Según el análisis de varianza (anexo 15) para el primer análisis foliar existe diferencia estadística significativa entre los tratamientos utilizados, presentando las mayores concentraciones de azufre en el tejido vegetal el tratamiento el Testigo el cual es estadísticamente igual a San Rafael y Frupasa, mientras que el tratamiento con menor

concentración fue el UNAL 2. Se sabe que la mayoría de los suelos contienen cantidades suficientes de este elemento, las plantas lo toman de la fertilidad natural que posee el suelo.

Para el segundo análisis (anexo 27) no se presentó diferencia estadística significativa mostrando el tratamiento UNAL3 las mayores concentraciones del elemento y Frupasa la menor concentración.

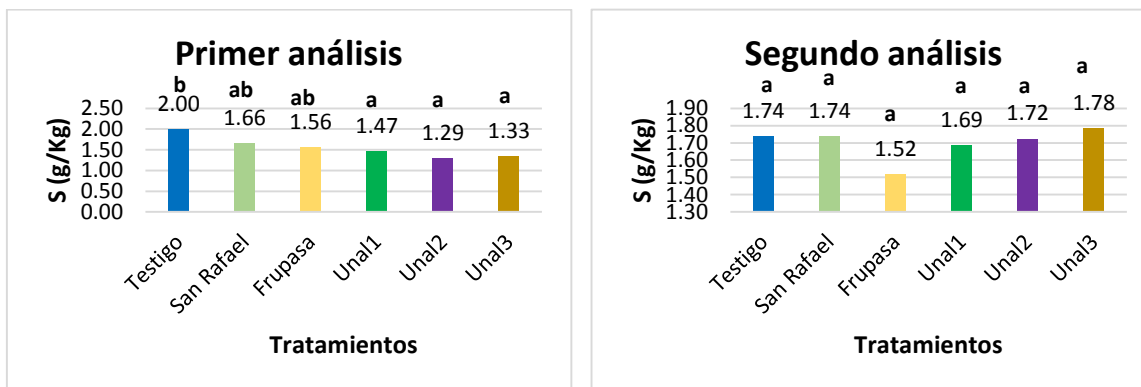


Figura 15. Promedio de la concentración de Azufre (g/Kg) encontrada en el tejido vegetal de piña, por cada tratamiento.

Al comparar los niveles de azufre encontrados en el tejido de las plantas de piña antes de llegar a floración con los reportados por Pimentel (s.f.), que son de 10 como un nivel adecuado y 6.5 como nivel deficiente, los seis tratamientos están en un nivel deficiente, siendo el Testigo el que presenta la mayor concentración del elemento.

Mientras que para el segundo análisis los seis tratamientos están por debajo del nivel deficiente, siendo el tratamiento UNAL 3 el que presentó la mayor concentración en el tejido vegetal.

Este bajo nivel de azufre en el tejido de las plantas de piña se debe a un nivel bajo de sulfato en el suelo, una alta disponibilidad de nitrógeno en el suelo formando compuestos orgánicos y en esta forma no son asimilados por la planta, también asociado a un bajo contenido de materia orgánica.

5.13 Porcentaje de absorción de los elementos por tratamientos.

De acuerdo con Vargas (2010) en el primer tercio de vida de la plantas de piña se da el mayor porcentaje de absorción de nitrógeno (figuras: 16, 18, 20, 22, 24, 26), esto debido a que las plantas están en formación de tejidos (crecimiento), además que es componente de aminoácidos, enzimas, proteínas, ácidos nucleicos, clorofila, membranas hormonas vegetales y un gran número de compuestos orgánicos importantes desde el punto de vista metabólico (Villalobos 2001), por lo tanto proveer el suministro adecuado de N a la planta, a través del programa de fertilización, es esencial para mantener niveles altos de crecimiento y obtener buenos rendimientos en la cosecha (Malézieux 2003). En los tratamientos hubo consumo de lujo por parte de las plantas siendo este proporcional a la fertilización nitrogenada en esta etapa vegetativa.

La absorción de fósforo fue la adecuada (figuras: 16, 18, 20, 22, 24, 26), en los tratamientos aplicados, este elemento mejora el enraizamiento, entonces a pesar que el requerimiento de fósforo es bajo y las plantas pueden extraerlo de suelos con niveles muy bajos. Una deficiencia de P impide el paso en el transporte del carbón, causando la acumulación de almidón en el cloroplasto y la reducción de la fotosíntesis (Villalobos 2001). Por lo tanto, es necesario aplicarlo en etapas tempranas del cultivo para que pueda ser absorbido por la planta y esté presente cuándo la tasa fotosintética aumente durante la fase de desarrollo vegetativo.

El potasio obtiene el mayor porcentaje de absorción (figuras: 16, 18, 20, 22, 24, 26), para el segundo análisis, esto a causa que la planta se aproxima a la etapa reproductiva y lo está extrayendo en mayores cantidades debido a que la planta de piña es eficiente extrayendo K del suelo y, si este está fácilmente disponible, la planta lo acumulará en cantidades mayores a las que lo necesita para su crecimiento óptimo (Malézieux 2003), de ahí la importancia de suministrarlo en los planes de fertilización de manera adecuada.

La absorción de Magnesio fue baja (figuras: 16, 18, 20, 22, 24, 26), y la demanda del cultivo de piña es alta debido a que la tasa fotosintética durante la fase de desarrollo vegetativo es

alta. El magnesio es componente elemental de la molécula de clorofila, lo cual debe suministrarse en mayor cantidad en la etapa temprana del cultivo.

En el caso la absorción de calcio es baja (figuras: 16, 18, 20, 22, 24, 26), Iñiguez (2007) al referirse al tema indica que, si las plantas crecen en el suelo pobre en calcio, están más expuestas a sufrir en períodos de sequía o de humedad excesiva. Un exceso de este elemento reduce la absorción de potasio por las raíces de las plantas y viceversa. Cáceres (2009), también indica que la deficiencia de este elemento en piña es raramente observable solo se presenta problemas de deficiencia en suelos fuertemente ácidos con pH bajos y sumamente degradados.

Para el caso del azufre, este fue el elemento más absorbido de los demás elementos menores (Fe, Mn, Cu, Zn, B) y Na, (figuras: 17, 19, 21, 23, 25, 27), debido que las fuentes de fertilizante utilizadas fueron mediante sulfatos por ende la planta recibe este elemento y lo añade a su funcionamiento.

La absorción de hierro (figuras: 17, 19, 21, 23, 25, 27) fue alta esto según señala, Iñiguez (2007) que en general el suelo está bien provisto de este elemento, ocupa el tercer lugar de abundancia de la corteza terrestre, aunque las cantidades que absorben las plantas son pequeñas.

Para la absorción de boro (figuras: 17, 19, 21, 23, 25, 27) en los seis tratamientos aumentó, esto debido a que una absorción de potasio elevada da lugar a una absorción también grande de boro, lo que está asociado con una reducida absorción de calcio.

5.13.1 Absorción (Testigo).

Cuadro 10. Promedio de la cantidad (g/Kg) y porcentaje de los elementos N, K, Ca, Mg, P, absorbido en ambos análisis foliares (Testigo).

Tratamiento	N (g/Kg)	P (g/Kg)	Ca (g/Kg)	Mg (g/Kg)	K (g/Kg)	TOTAL
Testigo I	11.57	0.79	3.49	2.27	11.24	29.42
Testigo II	14.23	1.40	3.58	2.96	37.32	59.49
% absorbido I análisis	39.34	2.67	11.86	7.73	38.21	100.00
% absorbido II análisis	23.91	2.36	6.02	4.98	62.73	100.00

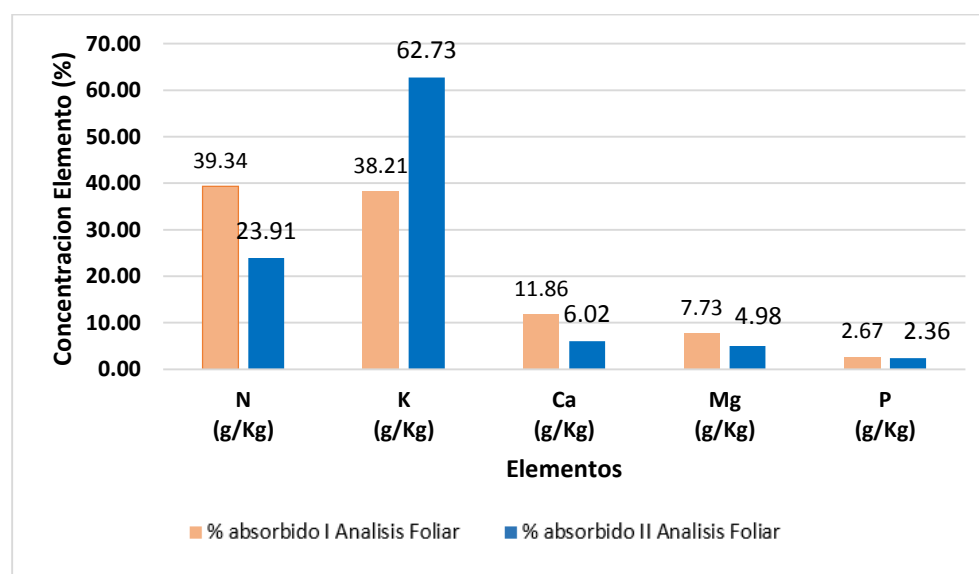


Figura 16. Porcentaje de absorción N, K, Ca, Mg, P, tratamiento Testigo.

En el primer análisis se encontró una concentración de 29.42 g/kg de los elementos N, K, Ca, Mg y P, de la cual 24.50 ya estaba presente en el colino de piña (semilla) esta concentración aumentó a 59.49 g/Kg en el segundo análisis, producto que las plantas en este tratamiento están utilizando la fertilidad natural del suelo.

5.13.2 Absorción (Testigo)

Cuadro 11. Promedio de la cantidad (g/Kg) y porcentaje de los elementos: S, Fe, Mn, Na, Zn, B, Cu absorbido en ambos análisis foliares (Testigo)

Tratamiento	Na (g/Kg)	Cu (g/Kg)	Zn (g/Kg)	Mn (g/Kg)	Fe (g/Kg)	S-Total (g/Kg)	B-Total (g/Kg)	TOTAL
Testigo I	0.054	0.008	0.044	0.339	0.494	2.000	0.007	2.95
Testigo II	0.066	0.011	0.024	0.485	0.325	1.738	0.029	2.68
% absorbido I análisis	1.82	0.28	1.48	11.50	16.77	67.90	0.25	100
% absorbido I análisis	2.455	0.422	0.884	18.097	12.153	64.906	1.083	100

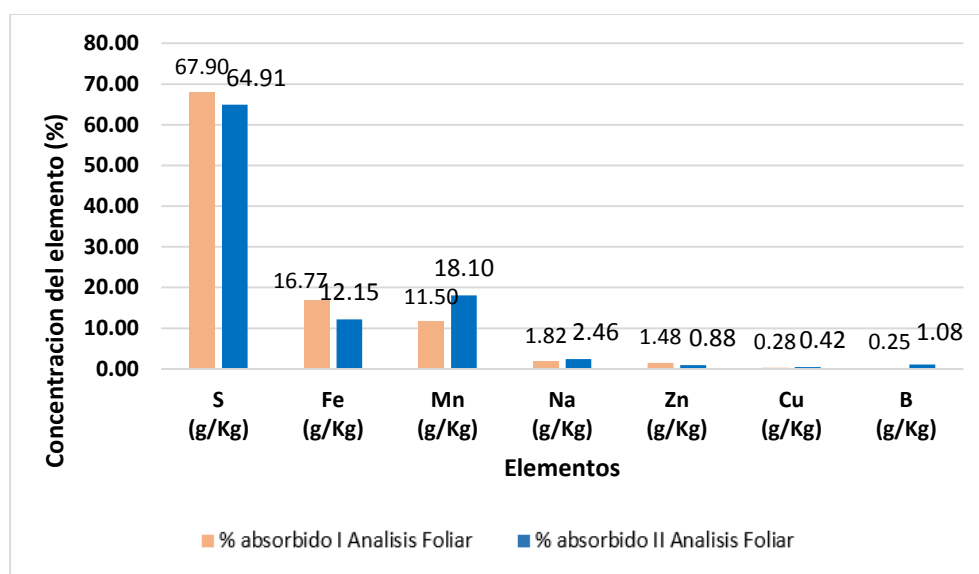


Figura 17. Porcentaje de absorción S, Fe, Mn, Na, Zn, B, Cu tratamiento testigo

En el primer análisis se encontró una concentración de 2.95 g/kg de los elementos S, Fe, Mn, Na y Zn, B, Cu misma que disminuyó a 2.68 g/kg en el segundo análisis. Este descenso se dio debido a que como no se le suministraba fertilización al cultivo las concentraciones de los elementos en el suelo se fueron agotando.

5.13.3. Absorción (San Rafael)

Cuadro 12. Promedio de la cantidad (g/Kg) y porcentaje de los elementos N, K, Ca, Mg, P, absorbido en ambos análisis foliares (San Rafael).

Tratamiento	N (g/Kg)	P (g/Kg)	Ca (g/Kg)	Mg (g/Kg)	K (g/Kg)	TOTAL
San Rafael I	18.1273	1.1571	2.2523	1.9099	12.7726	36.22
San Rafael II	24.3937	1.5033	1.7964	2.0997	42.1230	71.92
% absorbido I Análisis Foliar	50.05	3.19	6.22	5.27	35.26	100.00
% absorbido II Análisis Foliar	33.92	2.09	2.50	2.92	58.57	100.00

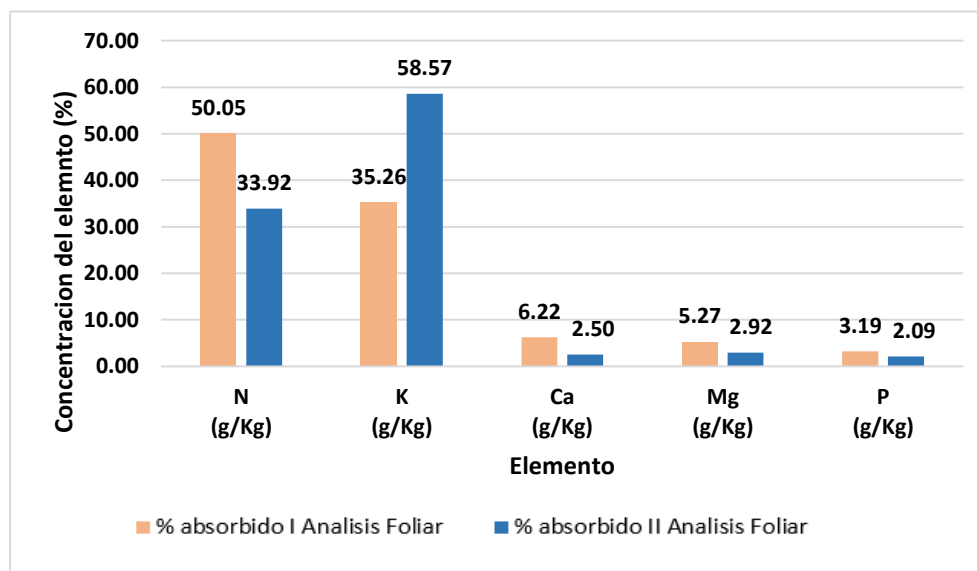


Figura 18. Porcentaje de absorción N, K, Ca, Mg, P, tratamiento San Rafael.

En el primer análisis se encontró una concentración de 36.22 g/kg de los elementos N, K, Ca, Mg y P, de la cual 24.50 ya estaba presente en el colino de piña (semilla) está aumento a 71.92 g/kg. Debido a la acumulación de los nutrientes en el tejido de las plantas producto de las aplicaciones de los fertilizantes.

5.13.4. Absorción (San Rafael)

Cuadro 13. Promedio de la cantidad (g/Kg) y porcentaje de los elementos: S, Fe, Mn, Na, Zn, B, absorbido en ambos análisis foliares (San Rafael).

Tratamiento	Na (g/Kg)	Cu (g/Kg)	Zn (g/Kg)	Mn (g/Kg)	Fe (g/Kg)	S-Total (g/Kg)	B-Total (g/Kg)	TOTAL
San Rafael	0.082	0.008	0.067	0.224	0.534	1.659	0.010	2.58
San Rafael	0.1313	0.0152	0.0835	0.2854	0.4471	1.7380	0.0790	2.78
% absorbido I Análisis Foliar	3.15	0.30	2.60	8.67	20.69	64.22	0.37	100
% absorbido II Análisis Foliar	4.72	0.55	3.01	10.27	16.08	62.53	2.84	100

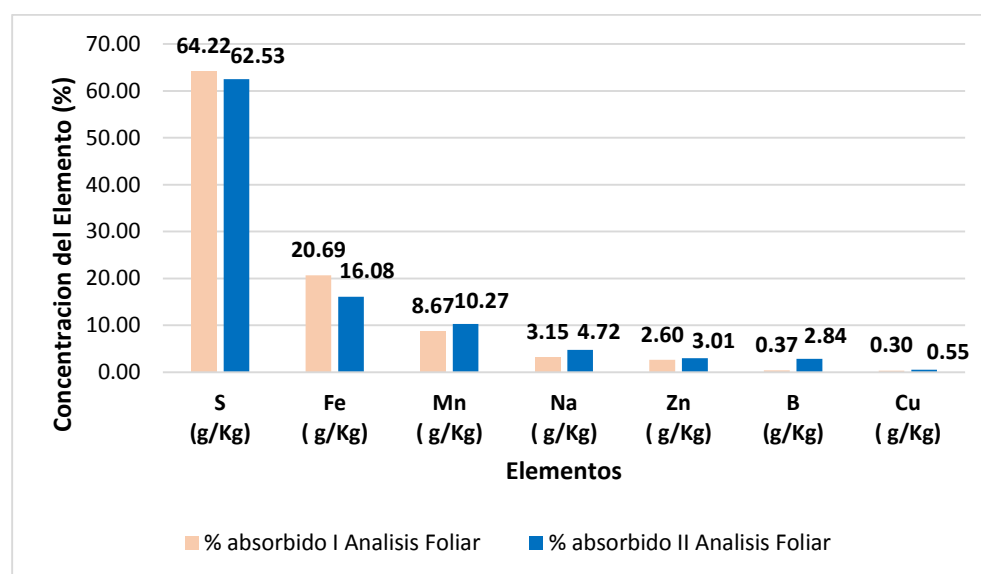


Figura 19. Porcentaje de absorción S, Fe, Mn, Na, Zn, B, Cu tratamiento San Rafael.

En el primer análisis se encontró una concentración de 2.58 g/kg de los elementos S, Fe, Mn, Na y Zn, B, Cu misma que aumento a 2.71 g/kg en el segundo análisis. Esto producto de la fertilización que se está realizando. En este tratamiento se absorbe más boro debido a que es aplicado en el plan de fertilización.

5.13.5 Absorción (Frupasa).

Cuadro 14. Promedio de la cantidad (g/Kg) y porcentaje de los elementos N, K, Ca, Mg, P, absorbido en ambos análisis foliares (Frupasa).

Tratamiento	N (g/Kg)	P (g/Kg)	Ca (g/Kg)	Mg (g/Kg)	K (g/Kg)	TOTAL
Frupasa I	21.406	1.417	2.841	2.420	14.920	43.00
Frupasa II	22.606	1.264	1.679	1.428	41.314	68.29
% absorbido I Análisis Foliar	49.78	3.29	6.61	5.63	34.70	100.00
% absorbido II Análisis Foliar	33.10	1.85	2.46	2.09	60.50	100.00

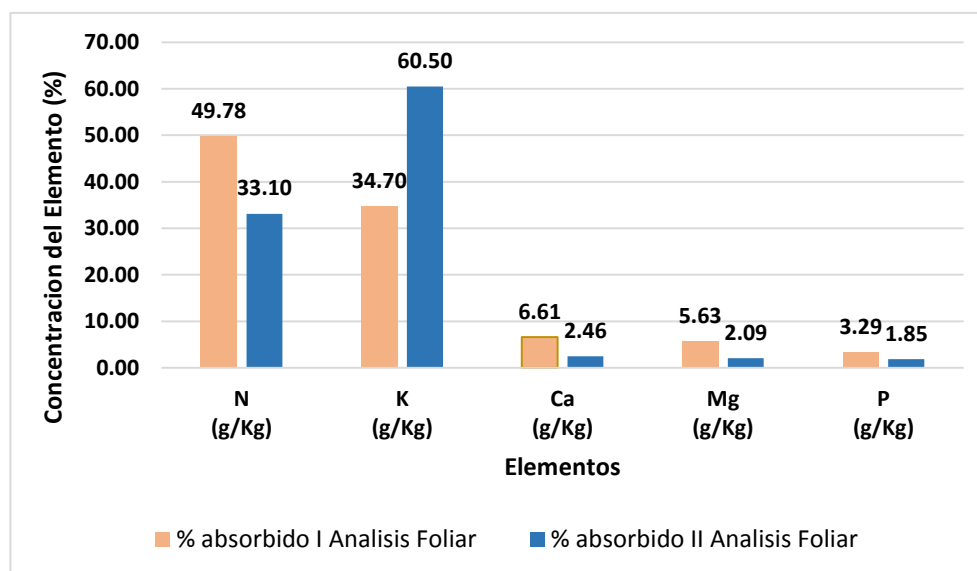


Figura 20. Porcentaje de absorción N, K, Ca, Mg, P, tratamiento Frupasa.

En el primer análisis se encontró una concentración de 43.00 g/kg de los elementos N, K, Ca, Na, Mg y P, de esta cantidad 24.50 se encontraba en el colino al momento de la siembra, misma que aumento a 68.29 g/kg en el segundo análisis. Lo que nos refleja que las plantas de piña están respondiendo a la fertilización realizada. Presentando la mayor absorción de nutrientes en los seis tratamientos.

5.13.6 Absorción (Frupasa)

Cuadro 15. Promedio de la cantidad (g/Kg) y porcentaje de los elementos: S, Fe, Mn, Na, Zn, B, absorbido en ambos análisis foliares (Frupasa).

Tratamiento	Na (g/Kg)	Cu (g/Kg)	Zn (g/Kg)	Mn (g/Kg)	Fe (g/Kg)	S-Total (g/Kg)	B-Total (g/Kg)	TOTAL
Frupasa I	0.092	0.059	0.110	0.496	0.358	1.556	0.010	2.68
Frupasa II	0.108	0.041	0.053	0.310	0.357	1.516	0.014	2.40
% absorbido I Análisis Foliar	3.44	2.21	4.11	18.51	13.35	58.00	0.38	100
% absorbido II Análisis Foliar	4.50	1.69	2.22	12.92	14.90	63.18	0.59	100

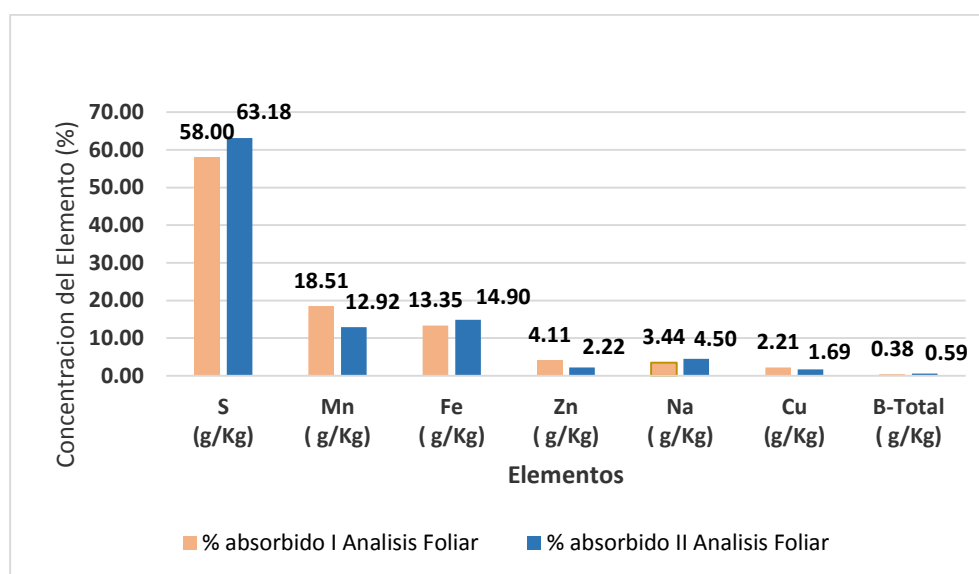


Figura 21. Porcentaje de absorción S, Fe, Mn, Na, Zn, B, Cu tratamiento Frupasa

En el primer análisis se encontró una concentración de 2.68 g/kg de los elementos S, Fe, Mn, Na y Zn, B, Cu misma que aumentó a 2.40 g/Kg en el segundo análisis. Este aumento producto de la fertilización realizada.

5.13.7 Absorción (UNAL 1)

Cuadro 16. Promedio de la cantidad (g/Kg) y porcentaje de los elementos N, K, Ca, Mg, P, absorbido en ambos análisis foliares (UNAL 1).

Tratamiento	N (g/Kg)	P (g/Kg)	Ca (g/Kg)	Mg (g/Kg)	K (g/Kg)	TOTAL
UNAL 1 I	18.276	1.157	2.103	1.869	9.956	33.36
UNAL 1 II	21.000	1.400	1.316	1.703	30.145	55.56
% absorbido I análisis Foliar	54.78	3.47	6.30	5.60	29.84	100.00
% absorbido II análisis Foliar	37.79	2.52	2.37	3.07	54.25	100.00

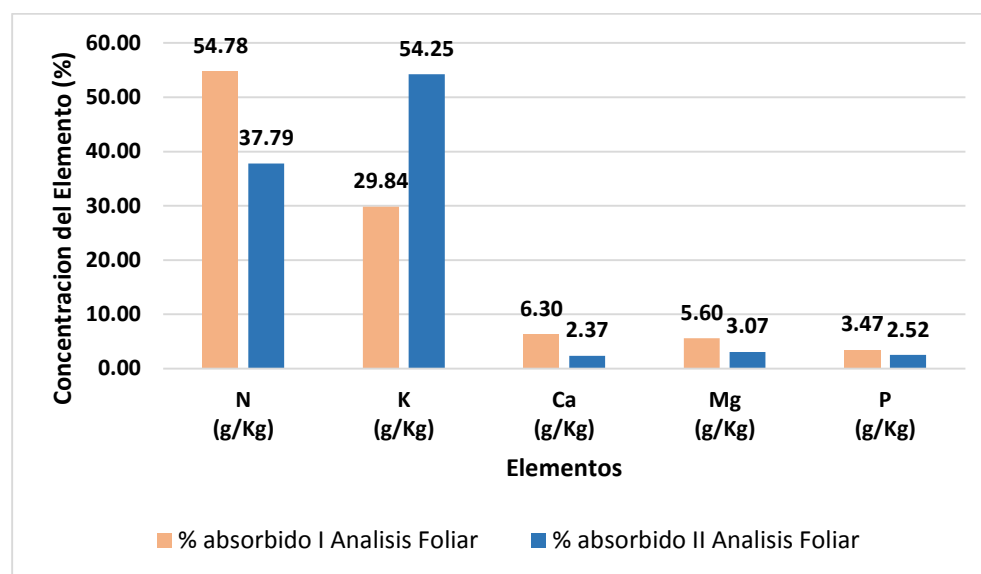


Figura 22. Porcentaje de absorción N, K, Ca, Mg, P, tratamiento UNAL 1.

En el primer análisis se encontró una concentración de 33.36 g/kg de los elementos N, K, Ca, Na, Mg y P, encontrándose en el colino de piña una concentración de 24.50 g/Kg, misma que aumentó a 55.56 g/kg en el segundo análisis. Esto a causa de la fertilización que se efectuó.

5.13.8. Absorción (UNAL 1)

Cuadro 17. Promedio de la cantidad (g/Kg) y porcentaje de los elementos: S, Fe, Mn, Na, Zn, B, absorbido en ambos análisis foliares (UNAL 1).

Tratamiento	Na (g/Kg)	Cu (g/Kg)	Zn (g/Kg)	Mn (g/Kg)	Fe (g/Kg)	S-Total (g/Kg)	B-Total (g/Kg)	TOTAL
UNAL 1 I	0.060	0.026	0.057	0.276	0.289	1.469	0.009	2.19
UNAL 1 II	0.0573	0.0403	0.0683	0.3185	0.3180	1.6850	0.0213	2.51
% absorbido I								
Análisis Foliar	2.73	1.21	2.61	12.62	13.23	67.16	0.43	100.00
% absorbido II								
Análisis Foliar	2.28	1.61	2.72	12.69	12.68	67.17	0.85	100.00

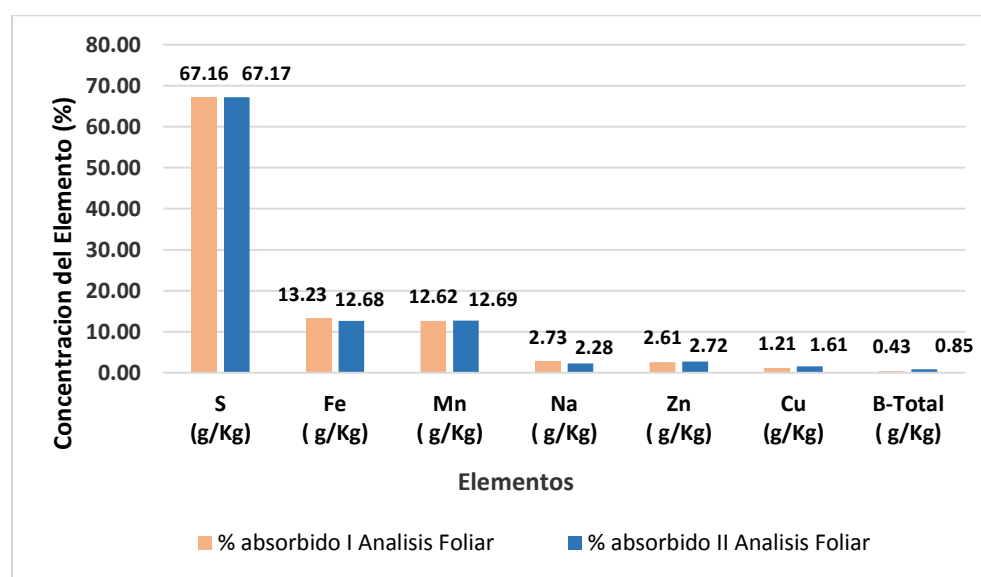


Figura 23. Porcentaje de absorción S, Fe, Mn, Na, Zn, B, Cu tratamiento UNAL 1

En el primer análisis se encontró una concentración de 2.19 g/kg de los elementos S, Fe, Mn, Na y Zn, B, Cu misma que aumento a 2.51 g/kg en el segundo análisis. Se mantuvieron también las concentraciones de Manganeso, Sodio y Hierro, debido que como este plan de fertilización se aplican las dosis menores de nitrógeno esto permite una mejor relación con azufre lo que lo mantiene constante, como los niveles de absorción de manganeso se mantienen constantes también los de hierro porque estos dos elementos son antagónicos.

5.13.9. Absorción (UNAL 2)

Cuadro 18. Promedio de la cantidad (g/Kg) y porcentaje de los elementos N, K, Ca, Mg, P, absorbido en ambos análisis foliares (UNAL 2).

Tratamiento	N (g/Kg)	P (g/Kg)	Ca (g/Kg)	Mg (g/Kg)	K (g/Kg)	TOTAL
UNAL 2 I	19.095	1.158	2.052	1.558	11.741	35.604
UNAL 2 II	22.061	1.518	2.143	2.245	40.645	68.612
% absorbido I análisis Foliar	53.63	3.25	5.76	4.38	32.98	100.00
% absorbido II análisis Foliar	32.15	2.21	3.12	3.27	59.24	100.00

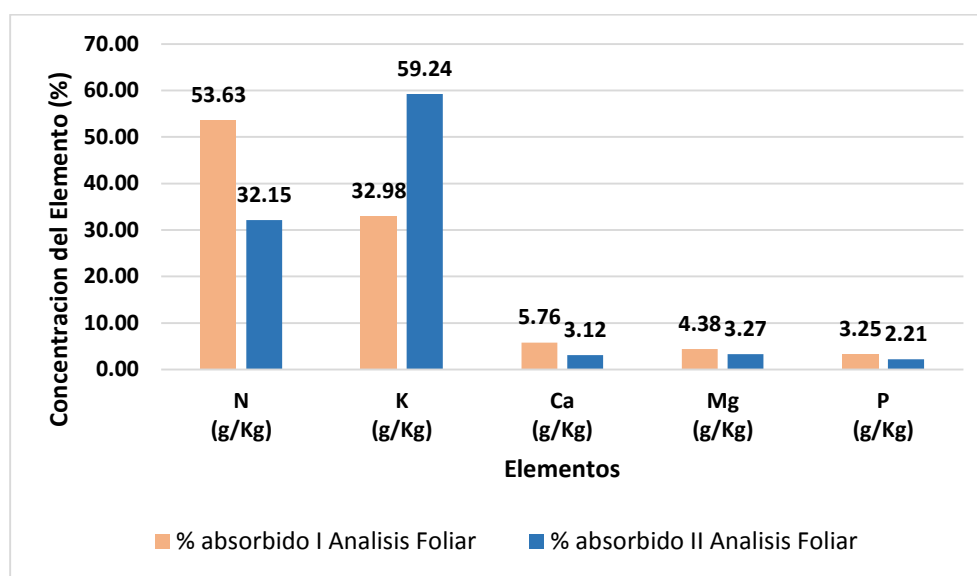


Figura 24. Porcentaje de absorción N, K, Ca, Mg, P, tratamiento UNAL 2

En el primer análisis se encontró una concentración de 35.60 g/kg de los elementos N, K, Ca, Na, Mg y P, encontrándose en el colino de piña al momento de la siembra 24.50 g/Kg misma que aumentó a 68.61 g/kg en el segundo análisis. Esto producto de los fertilizantes aplicados.

5.13.10. Absorción (UNAL 2)

Cuadro 19. Promedio de la cantidad (g/Kg) y porcentaje de los elementos: S, Fe, Mn, Na, Zn, B, absorbido en ambos análisis foliares (UNAL 2).

Tratamiento	Na (g/Kg)	Cu (g/Kg)	Zn (g/Kg)	Mn (g/Kg)	Fe (g/Kg)	S-Total (g/Kg)	B-Total (g/Kg)	TOTAL
UNAL 2 I	0.065	0.041	0.097	0.214	0.342	1.288	0.009	2.06
UNAL 2 II	0.0885	0.0323	0.0601	0.4044	0.4543	1.724	0.018	2.78
% absorbido I análisis Foliar	3.15	1.98	4.72	10.40	16.63	62.69	0.43	100.00
% absorbido II análisis Foliar	3.18	1.16	2.16	14.54	16.33	61.97	0.66	100.00

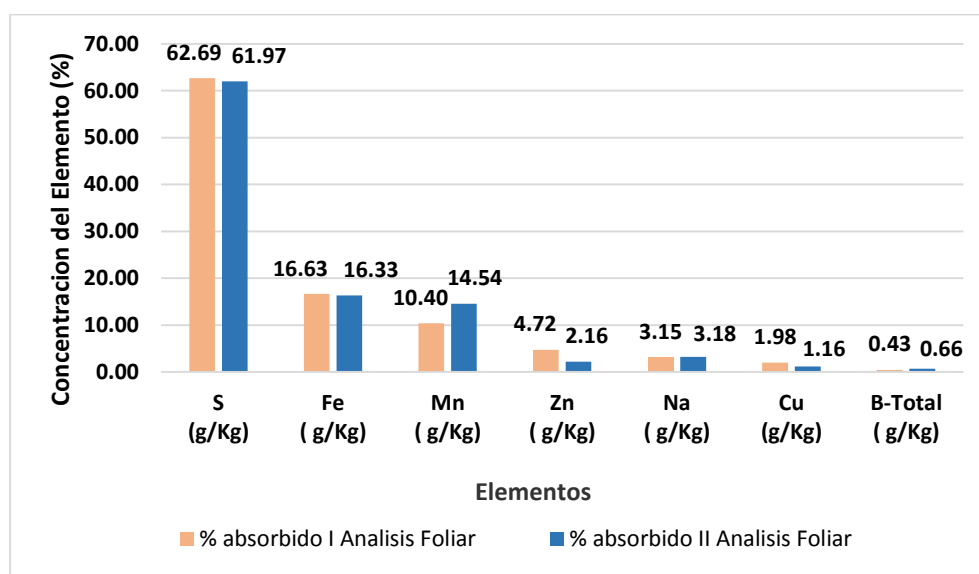


Figura 25. Porcentaje de absorción S, Fe, Mn, Na, Zn, B, Cu tratamiento UNAL 2

En el primer análisis se encontró una concentración de 2.055 g/kg de los elementos S, Fe, Mn, Na y Zn, B, Cu misma que aumentó a 2.78 g/Kg en el segundo análisis. Se mantuvieron las concentraciones de hierro y sodio, mientras que la de manganeso aumentó.

5.13.11. Absorción (UNAL 3)

Cuadro 20. Promedio de la cantidad (g/Kg) y porcentaje de los elementos N, K, Ca, Mg, P, absorbido en ambos análisis foliares (UNAL 3).

Tratamiento	N (g/Kg)	P (g/Kg)	Ca (g/Kg)	Mg (g/Kg)	K (g/Kg)	TOTAL
UNAL 3 I	18.098	1.354	2.648	2.167	8.489	32.76
UNAL 3 II	23.166	1.553	1.373	1.59	40.152	67.8
% absorbido I análisis Foliar	55.25	4.13	8.08	6.62	25.92	100.00
% absorbido II análisis Foliar	34.14	2.29	2.02	2.34	59.19	100.00

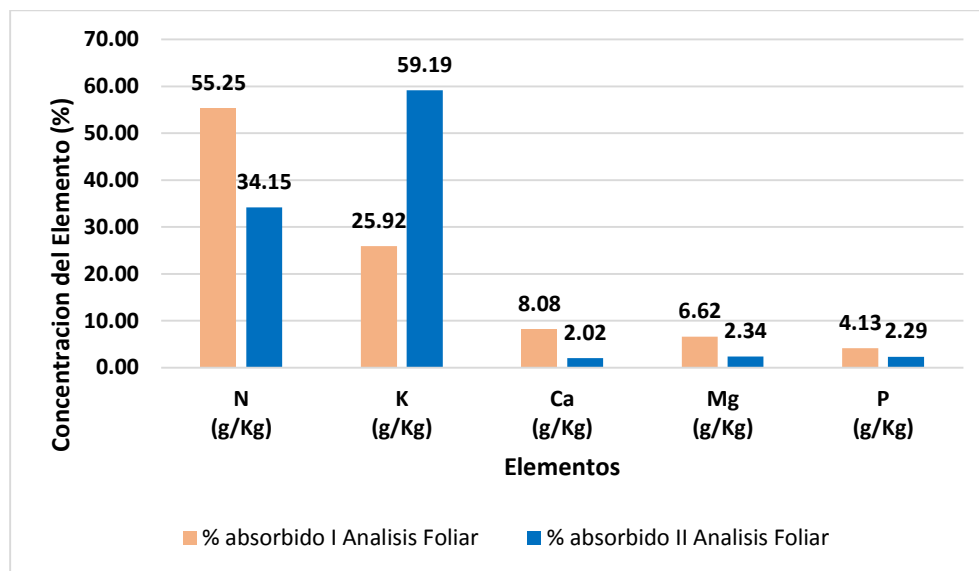


Figura 26. Porcentaje de absorción N, K, Ca, Mg, P, tratamiento UNAL 3.

En el primer análisis se encontró una concentración de 32.759 g/kg de los elementos N, K, Ca, Na, Mg y P, de la cual 24.50 ya se encontraba en el tejido de piña, misma que aumentó a 67.833 g/kg en el segundo análisis. Esto producto de la fertilización aplicada

5.13.12 Absorción (UNAL 3)

Cuadro 21. Promedio de la cantidad (g/Kg) y porcentaje de los elementos: S, Fe, Mn, Na, Zn, B, absorbido en ambos análisis foliares (UNAL 2).

Tratamiento	Na (g/Kg)	Cu (g/Kg)	Zn (g/Kg)	Mn (g/Kg)	Fe (g/Kg)	S-Total (g/Kg)	B-Total (g/Kg)	TOTAL
UNAL 3 I	0.074	0.028	0.077	0.313	0.417	1.333	0.010	2.25
UNAL 3 II	0.097	0.032	0.083	0.307	0.277	1.782	0.021	2.60
% absorbido I Análisis Foliar	3.28	1.25	3.41	13.91	18.51	59.21	0.43	100.00
% absorbido II Análisis Foliar	3.72	1.23	3.18	11.83	10.67	68.58	0.79	100.00

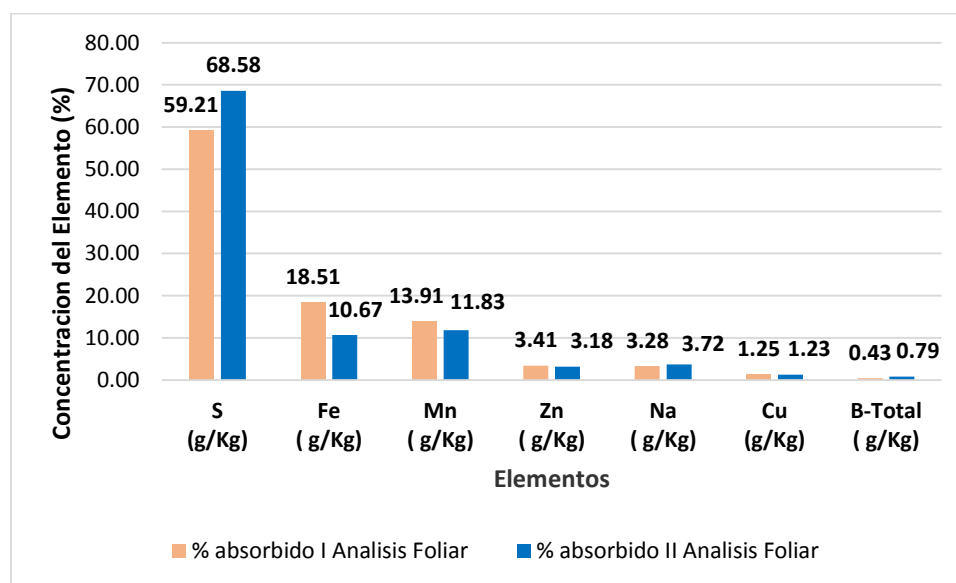


Figura 27. Porcentaje de absorción S, Fe, Mn, Na, Zn, B, Cu tratamiento UNAL3

En el primer análisis se encontró una concentración de 2.25 g/kg de los elementos S, Fe, Mn, Na y Zn, B, Cu misma que aumentó a 2.60 g/Kg en el segundo análisis, a causa de aplicación de los fertilizantes.

5.14 Relaciones encontradas entre los elementos.

5.14.1 Relación Nitrógeno

Cuadro 22. Relación nitrógeno, primer análisis

Tratamiento	Relación										
	N/P	N/Ca	N/Mg	N/K	N/Na	N/Cu	N/Zn	N/Mn	N/Fe	N/S	N/B
Testigo	14.72	3.32	5.09	1.03	215.90	1406.80	265.73	34.16	23.43	5.79	1591.77
San Rafael	15.67	8.05	9.49	1.42	222.39	2328.70	269.53	80.95	33.92	10.92	1906.59
Frupasa	15.11	7.54	8.84	1.43	232.01	360.99	194.41	43.12	59.79	13.76	2096.07
UNAL 1	15.80	8.69	9.78	1.84	306.43	689.98	319.64	66.18	63.14	12.44	1930.67
UNAL 2	16.49	9.30	12.25	1.63	294.82	469.08	196.99	89.38	55.87	14.82	2159.01
UNAL 3	13.37	6.84	8.35	2.13	245.00	642.41	235.34	57.79	43.42	13.57	1854.95

Cuadro 23. Relación nitrógeno, segundo análisis

Tratamiento	Relación										
	N/P	N/Ca	N/Mg	N/K	N/Na	N/Cu	N/Zn	N/Mn	N/Fe	N/S	N/B
Testigo	10.2	4.0	4.8	0.4	216.4	1258.1	601.3	29.4	43.7	8.2	490.7
San Rafael	16.2	13.6	11.6	0.6	185.9	1608.0	292.0	85.5	54.6	14.0	308.8
Frupasa	17.9	13.5	15.8	0.6	209.5	556.4	424.1	72.9	63.3	14.9	1605.8
UNAL 1	15.0	16.0	12.3	0.7	366.6	520.6	307.3	65.9	66.0	12.5	985.9
UNAL 2	14.5	10.3	9.8	0.5	249.3	683.5	367.3	54.6	48.6	12.8	1202.0
UNAL 3	14.9	16.9	14.6	0.6	239.6	725.1	280.5	75.4	83.6	13.0	1126.5

En la relación catiónica de N/P al comparar las concentraciones del primer análisis con las del segundo, no se notaron altas variaciones producto que aumentan la concentración ambos elementos. Para las relaciones, N/Ca, N/Zn, N/Mn y N/Mg para el segundo análisis aumenta la relación producto que se reducen las concentraciones de Ca, Zn, Mn y Mg. Mientras que para N/K, N/Na, N/S, N/Fe y N/B las relaciones disminuyen a causa que aumentan las concentraciones de K, Na, S, Fe y B en el tejido de las plantas de piña.

Según análisis de correlación (p-valor <0.05) para el segundo análisis en el tratamiento Frupasa (anexo 34) existe una relación significativa entre el contenido de nitrógeno con P, Ca, Mg, siendo esta positiva, a medida que aumentan los contenidos de Nitrógeno en el tejido de piña también aumentan los de fósforo, calcio y magnesio.

De estas relaciones cobra mucha importancia debido a que el fosforo contrarresta el efecto producido por el exceso de nitrógeno que retarda la madures en las plantas, ayudando también al desarrollo de raíces, particularmente de raicillas laterales y fibrosas. Así mismo la relación N-Mg la cual está en sinergismo, y es beneficiosa para la producción de clorofila, pero también hay una relación con calcio la cual puede afectar el crecimiento de la planta.

5.14.2 Relación fósforo

Cuadro 24. Relación fósforo, Primer análisis

Tratamiento	Relación										
	P/N	P/Ca	P/Mg	P/K	P/Na	P/Cu	P/Zn	P/Mn	P/Fe	P/S	P/B
Testigo	0.10	0.39	0.47	0.04	21.32	123.95	59.24	21.32	2.89	0.81	48.34
San Rafael	0.06	0.84	0.72	0.04	11.45	99.10	17.99	11.45	5.27	0.86	19.03
Frupasa	0.06	0.75	0.88	0.03	11.71	31.10	23.71	11.71	4.08	0.83	89.75
UNAL 1	0.07	1.06	0.82	0.05	24.44	34.70	20.48	24.44	4.39	0.83	65.71
UNAL 2	0.07	0.71	0.68	0.04	17.16	47.04	25.28	17.16	3.75	0.88	82.73
UNAL 3	0.06	1.13	0.97	0.04	16.06	48.61	18.80	16.06	5.05	0.87	75.52

Cuadro 25. Relación fósforo, segundo análisis

Tratamiento	Relación										
	P/N	P/Ca	P/Mg	P/K	P/Na	P/Cu	P/Zn	P/Mn	P/Fe	P/S	P/B
Testigo	0.07	0.23	0.35	0.07	14.66	95.54	18.05	2.32	1.59	0.39	108.11
San Rafael	0.06	0.51	0.61	0.09	14.20	148.65	17.20	5.17	2.16	0.70	121.70
Frupasa	0.07	0.50	0.59	0.09	15.35	23.89	12.87	2.85	3.96	0.91	138.71
UNAL 1	0.06	0.55	0.62	0.12	19.39	43.66	20.23	4.19	4.00	0.79	122.17
UNAL 2	0.06	0.56	0.74	0.10	17.87	28.44	11.94	5.42	3.39	0.90	130.90
UNAL 3	0.07	0.51	0.62	0.16	18.33	48.06	17.61	4.32	3.25	1.02	138.78

En la relación catiónica de P/Ca, P/K, P/Na, P/B, P/Cu en comparación con el segundo análisis aumentó, esto debido a que las concentraciones de fósforo aumentaron en el tejido vegetal mientras que las de Ca, Zn, B y Fe disminuyeron. Mientras que disminuyó la relación con Mg, Zn, Mn, Fe y S, producto que estos elementos bajaron en su concentración en el tejido.

Según análisis de correlación (p-valor <0.05) en el primer análisis en el tratamiento Frupasa (anexo 28) existe una relación significativa entre el contenido de fósforo con manganeso siendo esta positiva, a medida que aumentan los contenidos de fosforo en el tejido de piña también aumentan los de manganeso y magnesio. La relación P-Mn se desarrolla cuando la disponibilidad de Mn se incrementa debido a altos niveles de P en el suelo. En algunos suelos se cree que esto puede ser debido a los cambios en el pH (acidez) con alta fertilización fosfatada.

5.14.3 Relación calcio.

Cuadro 26. Relación calcio, primer análisis.

Tratamiento	Relación										
	Ca/N	Ca/P	Ca/Mg	Ca/K	Ca/Na	Ca/Cu	Ca/Zn	Ca/Mn	Ca/Fe	Ca/S	Ca/B
Testigo	0.3	4.4	1.5	0.3	65.1	424.2	10.3	80.1	7.1	1.6	480.0
San Rafael	0.1	2.0	1.2	0.2	27.6	289.3	33.5	33.5	4.2	1.4	236.9
Frupasa	0.1	2.0	1.2	0.2	30.8	47.9	25.8	25.8	7.9	1.8	278.1
UNAL 1	0.1	1.8	1.1	0.2	35.3	79.4	36.8	36.8	7.3	1.4	222.1
UNAL 2	0.1	1.8	1.3	0.2	31.7	50.4	21.2	21.2	6.0	1.6	232.1
UNAL 3	0.1	2.0	1.2	0.3	35.8	94.0	34.4	34.4	6.4	2.0	271.4

Cuadro 27. Relación calcio, segundo análisis

Tratamiento	Relación										
	Ca/N	Ca/P	Ca/Mg	Ca/K	Ca/Na	Ca/Cu	Ca/Zn	Ca/Mn	Ca/Fe	Ca/S	Ca/B
Testigo	0.3	2.56	1.21	0.10	54.49	316.81	151.4	7.39	11.01	2.06	123.6
San Rafael	0.1	1.19	0.86	0.04	13.69	118.42	21.5	6.29	4.02	1.03	22.7
Frupasa	0.07	1.33	1.18	0.04	15.56	41.31	31.5	5.42	4.70	1.11	119.2
UNAL 1	0.06	0.94	0.77	0.04	22.97	32.61	19.3	4.13	4.14	0.78	61.8
UNAL 2	0.10	1.41	0.95	0.05	24.22	66.39	35.7	5.30	4.72	1.24	116.8
UNAL 3	0.06	0.88	0.86	0.03	14.20	42.97	16.6	4.47	4.95	0.77	66.8

En la relación catiónica de Ca/Mg, Ca/N, Ca/Cu, Ca/Mn, Ca/Fe, Ca/S, Ca/B en comparación del primer análisis con el segundo esta disminuyó producto que aumentaron las concentraciones de estos elementos en el tejido y también a una disminución del contenido de calcio. Mientras que en la relación con potasio y zinc aumentó debido que estos elementos aumentaron en concentración para el segundo análisis.

Según análisis de correlación (p-valor <0.05) en el primer análisis en el tratamiento UNAL 1 existe una relación entre el contenido de calcio con potasio, siendo esta negativa, a medida que disminuyen los contenidos de calcio en el tejido de piña aumentan los de potasio y este exceso de potasio puede dificultar la absorción de calcio lo que puede afectar la consistencia de los tejidos.

5.14.4 Relación magnesio

Cuadro 28. Relación magnesio, primer análisis

Tratamiento	Relación										
	Mg/N	Mg/P	Mg/Ca	Mg/K	Mg/Na	Mg/Cu	Mg/Zn	Mg/Mn	Mg/F _e	Mg/S	Mg/B
Testigo	0.20	2.89	0.65	0.20	42.41	276.33	52.2	6.7	4.60	1.14	312.7
San Rafael	0.11	1.65	0.85	0.15	23.43	245.35	28.4	8.5	3.57	1.15	200.9
Frupasa	0.11	1.71	0.85	0.16	26.23	40.82	22.0	4.9	6.76	1.56	237.0
UNAL 1	0.10	1.62	0.89	0.19	31.33	70.55	32.7	6.8	6.46	1.27	197.4
UNAL 2	0.08	1.35	0.76	0.13	24.06	38.28	16.1	7.3	4.56	1.21	176.2
UNAL 3	0.12	1.60	0.82	0.26	29.34	76.93	28.2	6.9	5.20	1.63	222.1

Cuadro 29. Relación magnesio, segundo análisis

Tratamiento	Relación										
	Mg/N	Mg/P	Mg/Ca	Mg/K	Mg/Na	Mg/Cu	Mg/Zn	Mg/Mn	Mg/Fe	Mg/S	Mg/B
Testigo	0.21	2.11	0.83	0.08	45.05	261.91	125.18	6.11	9.10	1.70	102.15
San Rafael	0.09	1.40	1.17	0.05	16.00	138.41	25.13	7.36	4.70	1.21	26.58
Frupasa	0.06	1.13	0.85	0.03	13.24	35.15	26.80	4.61	4.00	0.94	101.45
UNAL 1	0.08	1.22	1.29	0.06	29.74	42.23	24.93	5.35	5.36	1.01	79.97
UNAL 2	0.10	1.48	1.05	0.06	25.37	69.55	37.38	5.55	4.94	1.30	122.31
UNAL 3	0.07	1.03	1.16	0.04	16.44	49.77	19.25	5.17	5.74	0.89	77.32

En la relación catiónica de Mg/K, Mg/Cu, Mg/Zn, Mg/Fe, Mg/S en comparación del primer análisis con el segundo esta aumentó debido a que el contenido de potasio aumento en el tejido de las plantas de piña. En el caso de las relaciones con Na, Mn y B esta disminuyó, producto que las concentraciones de estos elementos aumentaron.

En el tratamiento San Rafael se encontró una relación significativa entre magnesio y calcio siendo esta positiva aumentando el magnesio conforme aumenta el calcio, debido a que el magnesio compite con el calcio para poder ser absorbido, puede en las plantas presentarnos enanismo y con un color amarillento.

5.14.5 Relación potasio

Cuadro 30. Relación potasio primer análisis.

Tratamiento	Relación										
	K/N	K/P	K/Ca	K/Mg	K/Na	K/Cu	K/Zn	K/Mn	K/Fe	K/S	K/B
Testigo	0.97	14.30	3.22	4.95	209.72	1366.53	258.12	33.19	22.76	5.62	1546.21
San Rafael	0.70	11.04	5.67	6.69	156.70	1640.82	189.91	57.04	23.90	7.70	1343.40
Frupasa	0.70	10.53	5.25	6.16	161.71	251.61	135.50	30.05	41.68	9.59	1460.97
UNAL 1	0.54	8.61	4.73	5.33	166.93	375.87	174.13	36.05	34.39	6.78	1051.75
UNAL 2	0.61	10.14	5.72	7.53	181.28	288.42	121.12	54.96	34.35	9.11	1327.51
UNAL 3	0.47	6.27	3.21	3.92	114.92	301.33	110.39	27.11	20.37	6.37	870.08

Cuadro 31. Relación potasio segundo análisis

Relación											
Tratamiento	K/N	K/P	K/Ca	K/Mg	K/Na	K/Cu	K/Zn	K/Mn	K/Fe	K/S	K/B
Testigo	2.62	26.63	10.42	12.60	567.7	3300.3	1577.4	77.0	114.7	21.5	1287.2
San Rafael	1.73	28.02	23.45	20.06	320.9	2776.7	504.2	147.6	94.2	24.2	533.2
Frupasa	1.83	32.70	24.61	28.93	382.9	1016.8	775.1	133.	115.6	27.3	2934.7
UNAL 1	1.44	21.54	22.91	17.70	526.3	747.3	441.1	94.7	94.8	17.9	1415.2
UNAL 2	1.84	26.77	18.97	18.11	459.4	1259.2	676.7	100.5	89.5	23.6	2214.5
UNAL 3	1.73	25.85	29.25	25.25	415.2	1256.8	486.2	130.6	144.9	22.5	1952.6

En las relaciones catiónicas de K/Cu, K/Zn, K/Mn, K/Fe, K/S y K/B y K/Na, en comparación entre el primer y segundo análisis esta aumentó, esto producto que la concentración de potasio aumento en el tejido de las plantas de piña.

Según análisis de correlación (p-valor <0.05) en el primer análisis en el tratamiento Unal 2 existe una relación entre el contenido de Potasio con cobre siendo esta negativa, a medida que aumentan los contenidos de potasio en el tejido de piña disminuyen los de cobre, esto puede afectar el color de la floración y por ende del fruto, teniendo intervención también en el proceso fotosintético.

5.14.6 Relación sodio

Cuadro 32. Relación sodio primer análisis

Relación											
Tratamientos	Na/N	Na/P	Na/Ca	Na/Mg	Na/K	Na/Cu	Na/Zn	Na/Mn	Na/Fe	Na/S	Na/B
Testigo	0.005	0.07	0.02	0.02	0.005	6.52	1.23	0.16	0.11	0.03	7.37
San Rafael	0.004	0.07	0.04	0.04	0.01	10.47	1.21	0.36	0.15	0.05	8.57
Frupasa	0.004	0.07	0.03	0.04	0.01	1.56	0.84	0.19	0.26	0.06	9.03
UNAL 1	0.003	0.05	0.03	0.03	0.01	2.25	1.04	0.22	0.21	0.04	6.30
UNAL 2	0.003	0.06	0.03	0.04	0.01	1.59	0.67	0.30	0.19	0.05	7.32
UNAL 3	0.004	0.05	0.03	0.03	0.01	2.62	0.96	0.24	0.18	0.06	7.57

Cuadro 33. Relación Sodio, Segundo análisis

Relación											
Tratamiento	Na/N	Na/P	Na/Ca	Na/Mg	Na/K	Na/Cu	Na/Zn	Na/Mn	Na/Fe	Na/S	Na/B
Testigo	0.005	0.05	0.02	0.02	0.002	5.81	2.78	0.14	0.20	0.04	2.27
San Rafael	0.005	0.09	0.07	0.06	0.003	8.65	1.57	0.46	0.29	0.08	1.66
Frupasa	0.005	0.09	0.06	0.08	0.003	2.66	2.02	0.35	0.30	0.07	7.66
UNAL 1	0.003	0.04	0.04	0.03	0.002	1.42	0.84	0.18	0.18	0.03	2.69
UNAL 2	0.004	0.06	0.04	0.04	0.002	2.74	1.47	0.22	0.19	0.05	4.82
UNAL 3	0.004	0.06	0.07	0.06	0.002	3.03	1.17	0.31	0.35	0.05	4.70

En las relaciones catiónicas de Na/Zn, Na/Mn, Na/Fe, Na/S, al comparar el primero con el segundo, esta relación aumento debido a que el contenido de sodio aumentó la concentración en el tejido de las plantas de piña. Mientras que para la relación Na/Cu y Na/B disminuyó a causa que aumentó la concentración de Cu y B en el tejido.

Según análisis de correlación (p-valor <0.05) en el segundo análisis se encontró relación entre el contenido de sodio con el de hierro, a medida que aumentan los contenidos de sodio en el tejido de piña también aumentan los de hierro. Iñiguez (2007) indica que las plantas necesitan absorber hierro para desarrollarse normalmente, debido a su participación en diversas reacciones.

5.14.7 Relación c obre

Cuadro 34. Relación Cobre Primer análisis

Relación											
Tratamiento	Cu/N	Cu/P	Cu/Ca	Cu/Mg	Cu/K	Cu/Na	Cu/Zn	Cu/Mn	Cu/Fe	Cu/S	Cu/B
Testigo	0.001	0.010	0.002	0.004	0.001	0.153	0.189	0.024	0.017	0.004	1.131
San Rafael	0.0004	0.007	0.003	0.004	0.001	0.095	0.116	0.035	0.015	0.005	0.819
Frupasa	0.003	0.042	0.021	0.024	0.004	0.643	0.539	0.119	0.166	0.038	5.806
UNAL 1	0.001	0.023	0.013	0.014	0.003	0.444	0.463	0.096	0.092	0.018	2.798
UNAL 2	0.002	0.035	0.020	0.026	0.003	0.629	0.420	0.191	0.119	0.032	4.603
UNAL 3	0.002	0.021	0.011	0.013	0.003	0.381	0.366	0.090	0.068	0.021	2.887

Cuadro 35. Relación cobre, segundo análisis.

Tratamiento	Relación										
	Cu/N	Cu/P	Cu/Ca	Cu/Mg	Cu/K	Cu/Na	Cu/Zn	Cu/Mn	Cu/Fe	Cu/S	Cu/B
Testigo	0.001	0.01	0.003	0.004	0.0003	0.17	0.48	0.02	0.03	0.007	0.39
San Rafael	0.001	0.01	0.008	0.007	0.0004	0.12	0.18	0.05	0.03	0.009	0.19
Frupasa	0.002	0.03	0.024	0.028	0.0010	0.38	0.76	0.13	0.11	0.03	2.89
UNAL 1	0.002	0.03	0.031	0.024	0.0013	0.70	0.59	0.13	0.13	0.02	1.89
UNAL 2	0.001	0.02	0.015	0.014	0.0008	0.36	0.54	0.08	0.07	0.019	1.76
UNAL 3	0.001	0.02	0.023	0.020	0.0008	0.33	0.39	0.10	0.12	0.020	1.55

En las relaciones catiónicas Cu/Zn, Cu/Mn y Cu/B al comparar el primer con el segundo análisis, estas disminuyeron debido a que aumentaron las concentraciones de zinc, manganeso y boro, disminuyendo las de cobre. En el caso de las relaciones Cu/Fe y Cu/S aumentaron debido a que disminuyeron las de azufre y hierro.

Según análisis de correlación (p-valor <0.05) en el primer análisis en el tratamiento Unal 2 existe una relación significativa entre el contenido de cobre con magnesio siendo esta positiva, a medida que aumentan los contenidos de cobre en el tejido de piña aumentan los de magnesio. También en el tratamiento Frupasa y el Testigo se encontró la misma relación. Debe ponerse atención a este elemento ya que los extremos deben de cuidarse porque el crecimiento y la calidad de los cultivos podrían verse afectados.

5.14.8 Relación Zinc

Cuadro 36. Relación zinc, primer análisis.

Tratamiento	Relación										
	Zn/N	Zn/P	Zn/Ca	Zn/Mg	Zn/K	Zn/Na	Zn/Cu	Zn/Mn	Zn/Fe	Zn/S	Zn-B
Testigo	0.004	0.06	0.01	0.02	0.004	0.81	5.29	0.13	0.09	0.02	5.99
San Rafael	0.004	0.06	0.03	0.04	0.005	0.83	8.64	0.30	0.13	0.04	7.07
Frupasa	0.005	0.08	0.04	0.05	0.007	1.19	1.86	0.22	0.31	0.07	10.78
UNAL 1	0.003	0.05	0.03	0.03	0.006	0.96	2.16	0.21	0.20	0.04	6.04
UNAL 2	0.005	0.08	0.05	0.06	0.008	1.50	2.38	0.45	0.28	0.08	10.96
UNAL 3	0.004	0.06	0.03	0.04	0.009	1.04	2.73	0.25	0.18	0.06	7.88

Cuadro 37. Relación zinc, segundo análisis.

Tratamiento	Relación										
	Zn/N	Zn/P	Zn/Ca	Zn/Mg	Zn/K	Zn/Na	Zn/Cu	Zn/Mn	Zn/Fe	Zn/S	Zn/B
Testigo	0.002	0.02	0.01	0.01	0.001	0.36	2.09	0.05	0.07	0.01	16.71
San Rafael	0.003	0.06	0.05	0.04	0.002	0.64	5.51	0.29	0.19	0.05	1.06
Frupasa	0.002	0.04	0.03	0.04	0.001	0.49	1.31	0.17	0.15	0.04	3.79
UNAL 1	0.003	0.05	0.05	0.04	0.002	1.19	1.69	0.21	0.21	0.04	3.21
UNAL 2	0.003	0.04	0.03	0.03	0.001	0.68	1.86	0.15	0.13	0.03	3.27
UNAL 3	0.004	0.05	0.07	0.05	0.002	0.85	2.59	0.27	0.30	0.05	4.02

En las relaciones de Zn/Mn, Zn/Fe, Zn/S y Zn/B, estas disminuyeron debido a que los contenidos de cobre en general se mantuvieron constantes y manganeso, hierro, azufre y boro aumentaron su concentración en el tejido de piña.

Según análisis de correlación (p-valor <0.05) en el primer análisis en el tratamiento Unal 3 existe una relación significativa entre el contenido de zinc con potasio siendo esta positiva, a medida que aumentan los contenidos de zinc en el tejido de piña aumentan los de potasio. Esto es beneficioso para el funcionamiento de la planta, permitiendo el aprovechamiento del potasio, para poder realizar todo el proceso fisiológico en el cual se ve involucrado.

5.14.9 Relación manganeso.

Cuadro 38. Relación manganeso, primer análisis.

Tratamiento	Relación										
	Mn/N	Mn/P	Mn/Ca	Mn/Mg	Mn/K	Mn/Na	Mn/Cu	Mn/Zn	Mn/Fe	Mn/S	Mn/B
Testigo	0.03	0.43	0.10	0.15	0.03	6.32	41.18	7.78	0.69	0.17	46.59
San Rafael	0.01	0.19	0.10	0.12	0.02	2.75	28.77	3.33	0.42	0.13	23.55
Frupasa	0.02	0.35	0.17	0.21	0.03	5.38	8.37	4.51	1.39	0.32	48.61
UNAL 1	0.02	0.24	0.13	0.15	0.03	4.63	10.43	4.83	0.95	0.19	29.17
UNAL 2	0.01	0.18	0.10	0.14	0.02	3.30	5.25	2.20	0.63	0.17	24.16
UNAL 3	0.02	0.23	0.12	0.14	0.04	4.24	11.12	4.07	0.75	0.23	32.10

Cuadro 39. Relación manganeso, segundo análisis

Tratamiento	Relación										
	Mn/N	Mn/P	Mn/Ca	Mn/Mg	Mn/K	Mn/Na	Mn/Cu	Mn/Zn	Mn/Fe	Mn/S	Mn/B
Testigo	0.03	0.35	0.14	0.16	0.013	7.37	42.86	20.48	1.49	0.279	16.71
San Rafael	0.01	0.19	0.16	0.14	0.007	2.17	18.82	3.42	0.64	0.164	3.61
Frupasa	0.01	0.25	0.18	0.22	0.008	2.87	7.63	5.82	0.87	0.205	22.02
UNAL 1	0.02	0.23	0.24	0.19	0.011	5.56	7.90	4.66	1.00	0.189	14.95
UNAL 2	0.02	0.27	0.19	0.18	0.010	4.57	12.53	6.73	0.89	0.235	22.04
UNAL 3	0.01	0.17	0.23	0.19	0.006	2.18	9.62	3.72	1.11	0.173	14.95

Para las relaciones catiónicas Mn/Fe, Mn/S, Mn/B en comparación entre los dos análisis realizados, estas relaciones disminuyeron a causa que el manganeso disminuyó su concentración en el tejido de las plantas de piña y aumento la de hierro, azufre y boro.

Según análisis de correlación (p-valor <0.05) en el segundo análisis en el tratamiento Frupasa existe una relación significativa entre el contenido de manganeso con magnesio siendo esta positiva, a medida que aumentan los contenidos de manganeso en el tejido de piña aumentan los de magnesio, según la literatura siempre están presentes en los suelos estos dos elementos.

5.14.10 Relación hierro.

Cuadro 40. Relación hierro, primer análisis

Tratamiento	Relación										
	Fe/N	Fe/P	Fe/Ca	Fe/Mg	Fe/K	Fe/Na	Fe/Cu	Fe/Zn	Fe/Mn	Fe/S	Fe/B
Testigo	0.043	0.63	0.14	0.22	0.04	9.22	60.05	11.34	1.46	0.25	67.95
San Rafael	0.029	0.46	0.24	0.28	0.04	6.56	68.66	7.95	2.39	0.32	56.21
Frupasa	0.017	0.25	0.13	0.15	0.02	3.88	6.04	3.25	0.72	0.23	35.06
UNAL 1	0.016	0.25	0.14	0.15	0.03	4.85	10.93	5.06	1.05	0.20	30.58
UNAL 2	0.018	0.30	0.17	0.22	0.03	5.28	8.40	3.53	1.60	0.27	38.64
UNAL 3	0.023	0.31	0.16	0.19	0.05	5.64	14.80	5.42	1.33	0.31	42.72

Cuadro 41. Relación hierro, segundo análisis

Relación											
Tratamiento	Fe/N	Fe/P	Fe/Ca	Fe/Mg	Fe/K	Fe/Na	Fe/Cu	Fe/Zn	Fe/Mn	Fe/S	Fe/B
Testigo	0.023	0.23	0.09	0.11	0.009	4.95	28.78	13.75	0.67	0.19	11.22
San Rafael	0.018	0.30	0.25	0.21	0.011	3.41	29.47	5.35	1.57	0.26	5.66
Frupasa	0.016	0.28	0.21	0.25	0.009	3.31	8.80	6.71	1.15	0.24	25.39
UNAL 1	0.015	0.23	0.24	0.19	0.011	5.55	7.88	4.65	1.00	0.19	14.93
UNAL 2	0.021	0.30	0.21	0.20	0.011	5.13	14.07	7.56	1.12	0.26	24.75
UNAL 3	0.012	0.18	0.20	0.17	0.007	2.87	8.67	3.36	0.90	0.16	22.21

En las relaciones catiónicas de Fe/S y Fe/B al comparar el primer análisis con el segundo, estas disminuyen a causa que disminuye la concentración de hierro.

Para el segundo análisis en el tratamiento Frupasa se encontró relación entre el contenido de hierro con azufre y calcio, siendo esta positiva, a medida que aumentan los contenidos de hierro aumentan los de azufre y calcio en el tejido de piña. Cabe destacar la relación con azufre siendo esta beneficiosa por la función como constituyente de las proteínas, puede asociarse que las plantas deficientes en azufre tienden a acumular nitrógeno, lo que puede ser debido a la falta de aminoácidos con azufre, que son esenciales en la síntesis de proteínas.

5.14.11 Relación azufre

Cuadro 42. Relación azufre, primer análisis

Relación											
Tratamiento	S/N	S/P	S/Ca	S/Mg	S/K	S/Na	S/Cu	S/Zn	S/Mn	S/Fe	S/B
Testigo	0.17	2.54	0.57	0.88	0.18	37.31	243.11	45.92	5.90	4.05	275.08
San Rafael	0.09	1.43	0.74	0.87	0.13	20.36	213.16	24.67	7.41	3.10	174.52
Frupasa	0.07	1.10	0.55	0.64	0.10	16.86	26.23	14.12	3.13	4.34	152.29
UNAL 1	0.08	1.27	0.70	0.79	0.15	24.63	55.46	25.69	5.32	5.07	155.18
UNAL 2	0.07	1.11	0.63	0.83	0.11	19.89	31.65	13.29	6.03	3.77	145.67
UNAL 3	0.07	0.98	0.50	0.62	0.16	18.05	47.33	17.34	4.26	3.20	136.66

Cuadro 43. Relación azufre, segundo análisis.

Tratamiento	Relación										
	S/N	S/P	S/Ca	S/Mg	S/K	S/Na	S/Cu	S/Zn	S/Mn	S/Fe	S-B
Testigo	0.12	1.24	0.49	0.59	0.05	26.4	153.7	73.5	3.6	5.3	60.0
San Rafael	0.07	1.16	0.97	0.83	0.04	13.2	114.6	20.8	6.1	3.9	22.0
Frupasa	0.07	1.20	0.90	1.06	0.04	14.1	37.3	28.4	4.9	4.2	107.7
UNAL1	0.08	1.20	1.28	0.99	0.06	29.4	41.8	24.7	5.3	5.3	79.1
UNAL 2	0.08	1.14	0.80	0.77	0.04	19.5	53.4	28.7	4.3	3.8	93.9
UNAL 3	0.08	1.15	1.30	1.12	0.04	18.4	55.8	21.6	5.8	6.4	86.6

En la relación catiónica entre azufre y boro al comprar el primer con el segundo analisis esta disminuyó a causa que aumentaron las concentraciones de boro en el tejido vegetal de las plantas de piña.

Según análisis de correlación (p-valor <0.05) en el segundo análisis en el tratamiento Frupasa existe una relación significativa entre el contenido de azufre con manganeso, a medida que aumentan los contenidos de manganeso disminuyen los de azufre.

La falta de azufre y un aumento de N reducen la síntesis de proteínas en las plantas, lo que acumula aminoácidos en las hojas generando un medio para que prosperen hongos y bacterias, asociado a este que una disminución de manganeso provoca la presencia de ciertas enfermedades.

5.14.12 Relación boro

Cuadro 44. Relación boro, primer análisis

Tratamiento	Relación										
	B/N	B/P	B/Ca	B/Mg	B/K	B/Na	B/Cu	B/Zn	B/Mn	B/Fe	S/B
Testigo	0.0006	0.0093	0.0021	0.0032	0.0006	0.14	0.88	0.17	0.02	0.01	0.004
San Rafael	0.0005	0.0082	0.0042	0.0050	0.0007	0.12	1.22	0.14	0.04	0.02	0.006
Frupasa	0.0005	0.0072	0.0036	0.0042	0.0007	0.11	0.17	0.09	0.02	0.03	0.007
UNAL 1	0.0005	0.0082	0.0045	0.0051	0.0010	0.16	0.36	0.17	0.03	0.03	0.006
UNAL 2	0.0005	0.0076	0.0043	0.0057	0.0008	0.14	0.22	0.09	0.04	0.03	0.007
UNAL 3	0.0005	0.0072	0.0037	0.0045	0.0011	0.13	0.35	0.13	0.03	0.02	0.007

Cuadro 45. Relación boro, segundo análisis

Relación											
Tratamiento	B/N	B/P	B/Ca	B/Mg	B/K	B/Na	B/Cu	B/Zn	B/Mn	B/Fe	B/S
Testigo	0.03	0.021	0.001	0.010	0.0008	0.44	2.564	1.225	0.060	0.09	0.02
San Rafael	0.08	0.053	0.044	0.038	0.0019	0.60	5.208	0.946	0.277	0.18	0.05
Frupasa	0.01	0.011	0.001	0.010	0.0003	0.13	0.346	0.264	0.045	0.04	0.01
UNAL 1	0.02	0.015	0.016	0.013	0.0007	0.37	0.528	0.312	0.067	0.07	0.01
UNAL 2	0.02	0.012	0.010	0.008	0.0005	0.21	0.569	0.306	0.045	0.04	0.01
UNAL 3	0.02	0.010	0.014	0.012	0.0005	0.21	0.64	0.25	0.060	0.07	0.01

Las relaciones para este elemento las encontramos en las relaciones anteriormente presentadas.

Según análisis de correlación (p-valor <0.05) en el segundo análisis en el tratamiento Frupasa existe una relación significativa entre el contenido de boro con calcio, a medida que aumentan los contenidos de boro en el tejido de las plantas de piña también aumentan los de boro, se ha observado que la absorción de calcio se retarda cuando existe boro, se sabe también que la cantidad de boro asimilable disminuye por un tratamiento excesivo con cal al suelo.

5.15 Resultados de variables vegetativas.

Estas variables se midieron con el objetivo de evidenciar y registrar el crecimiento de las plantas de piña en respuesta a las propuestas de fertilización aplicadas.

5.15.1 Altura planta.

Cuadro 46. Promedios de altura hoja D por cada tratamiento, en dos intervalos de tiempo.

Medición	Día 0	90 ddt	135 ddt
UNAL 1	47.13	66.63	78.88 a
UNAL 2	47.13	78.75	82.88 a
UNAL 3	47.13	71.43	78.63 a
Frupasa	47.13	61.88	75.00 a
Finca S. Rafael	47.13	82.00	84.38 a
Testigo	47.13	70.93	72.70 a

Nota: Medias con letra común no son estadísticamente diferentes.

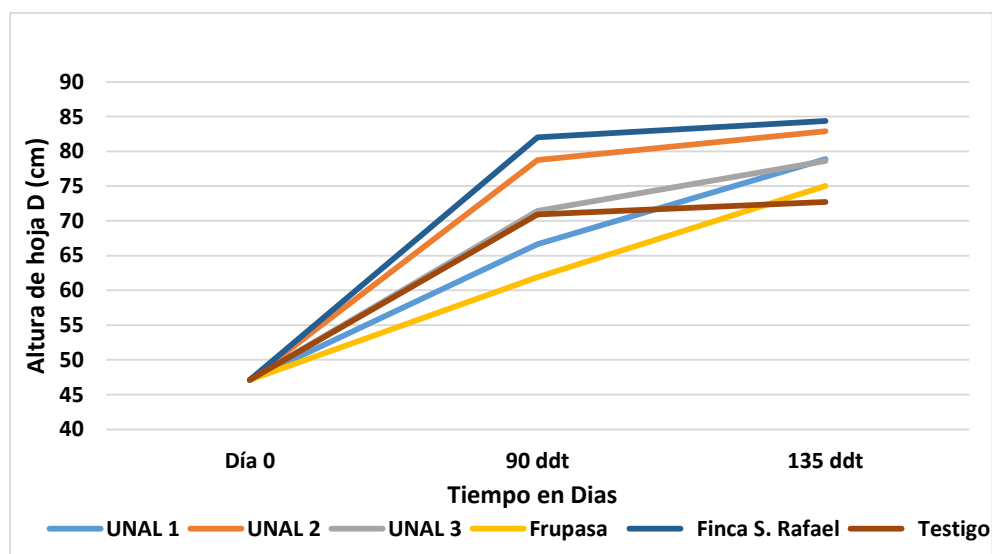


Figura 28. Crecimiento de la hoja D por tratamiento.

Según análisis de varianza (anexo 28) para la altura de hoja D no existe diferencia estadística significativa ($p < 0.05$) entre los tratamientos utilizados.

La Hoja D traduce el estado fisiológico de la planta durante el período en que su crecimiento es más activo. Siguiendo la curva de crecimiento vemos que los seis tratamientos tienen un crecimiento ascendente hasta los 90 días, luego tienden a un crecimiento constante hasta los 135 días. Los tratamientos que presentaron mayor altura de planta fueron: San Rafael y UNAL 4. La menor altura de planta la recibió el Testigo. Este crecimiento constante se debe a que según Barahona (1998), las necesidades nutricionales de la planta de piña aumentan con su desarrollo hasta el momento de la inducción floral, donde dichas necesidades son mucho menores, ya que la planta vive de sus reservas, sin embargo continúa absorbiendo elementos.

5.15.2 Ancho de hoja.

Cuadro 47. Promedios de ancho de hoja D por cada tratamiento, en dos intervalos de tiempo.

Medición	Día 0	90ddt	135 ddt
UNAL 1	2.6	3.40	3.35 a
UNAL 2	2.6	3.73	3.60 a
UNAL 3	2.6	3.40	3.55 a
Frupasa	2.6	3.53	3.95 a
Finca S. Rafael	2.6	3.08	3.48 a
Testigo	2.6	3.23	3.25 a

Nota: Medias con letra común no son estadísticamente diferentes.

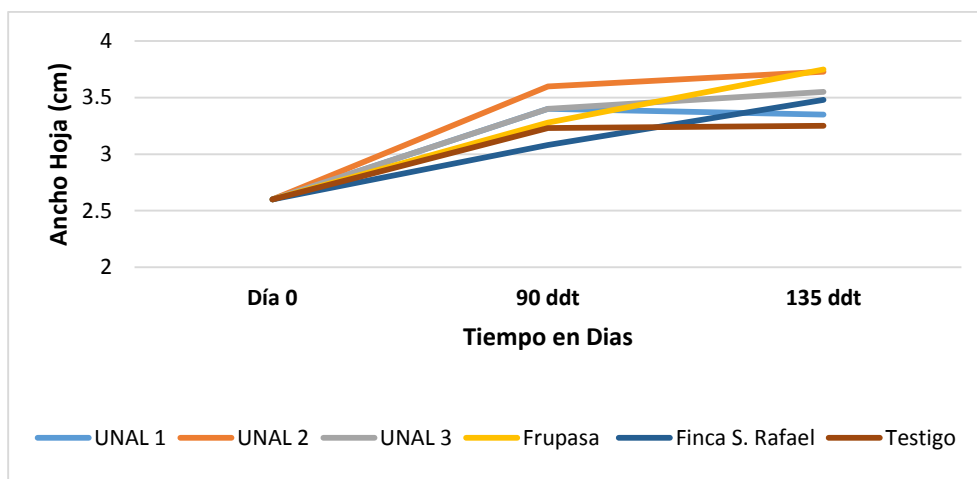


Figura 29. Ancho de hoja D por tratamiento.

Según análisis de varianza (anexo 29) para el ancho de hoja D no existe diferencia estadística significativa ($p < 0.05$) entre los tratamientos utilizados.

Los seis tratamientos tienen un crecimiento ascendente en cuanto a ancho de hoja D hasta los 90 días, el cual se empieza volver constante para los 135 días. El tratamiento UNAL 4 presento el mayor ancho de hoja, mientras que el Testigo la menor medición. La Importancia está en que le permite a la planta recoger en su base cualquier precipitación o rocío por mínimo que este sea, lo cual es de suma importancia en la aplicación de fertilizantes. También esto aumenta más la tasa fotosintética lo cual será de relevancia al momento de desarrollo del fruto.

5.15.2 Variable vegetativa: Longitud de raíz.

Cuadro 48. Promedios de longitud de raíz por cada tratamiento, en dos intervalos de tiempo

Medición	Día 0	90ddt	135 ddt
UNAL 1	6.82	21.75	26.25 a
UNAL 2	6.82	23.15	25.88 a
UNAL 3	6.82	23.05	27.50 a
Frupasa	6.82	18.50	25.25 a
Finca S. Rafael	6.82	28.75	29.43 a
Testigo	6.82	23.70	25.00 a

Nota: Medias con letra común no son estadísticamente diferentes.

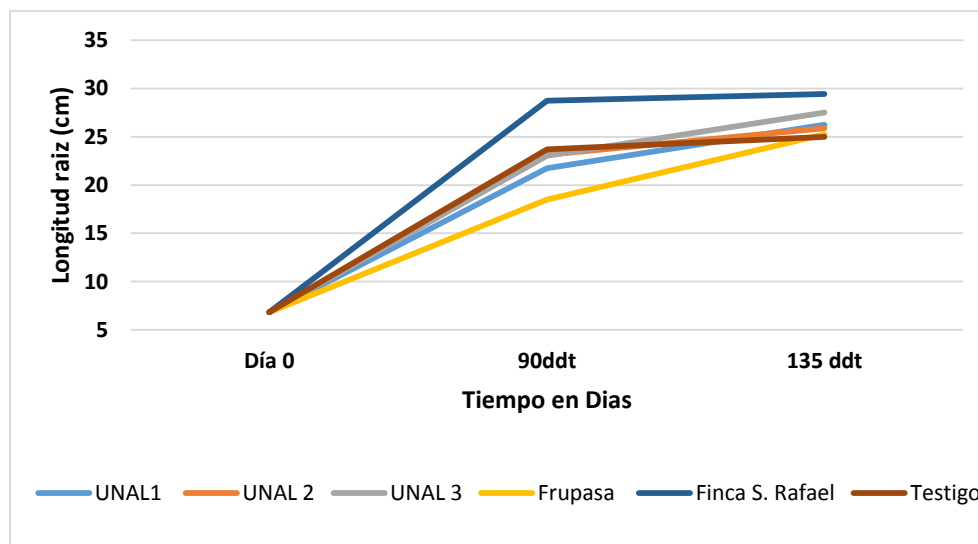


Figura 30. Crecimiento de raíz por tratamiento.

Según análisis de varianza (anexo 30) para la longitud de raíz no existe diferencia estadística significativa ($p < 0.05$) entre los tratamientos utilizados.

La mayor formación de raíz en base a longitud la presentó el tratamiento San Rafael seguido del UNAL 3, mientras que el testigo mostró la menor longitud de raíz. Esta variable es determinante porque en base al desarrollo de su sistema radicular así será la absorción de nutrientes por la planta. Vemos que a medida la plantación se acerca a los 135 días el crecimiento del sistema radicular se vuelve constante en proporción a la disminución de crecimiento de la parte foliar de la planta de piña.

5.15.3 Variable vegetativa: Diámetro de tallo.

Cuadro 49. Promedios del diámetro de tallo por cada tratamiento, en dos intervalos de tiempo

Medición	Día 0	90ddt	135 ddt
UNAL 1	4.03	4.45	5.10 a
UNAL 2	4.03	5.00	5.13 a
UNAL 3	4.03	4.28	5.03 a
Frupasa	4.03	4.13	4.63 a
Finca S. Rafael	4.03	4.40	5.20 a
Testigo	4.03	4.28	4.70 a

Nota: Medias con letra común no son estadísticamente diferentes.

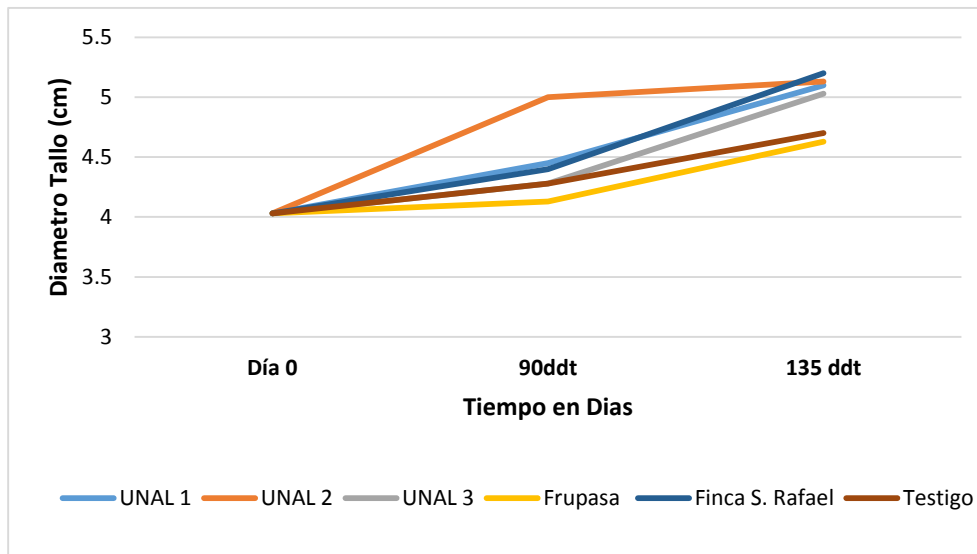


Figura 31.Diámetro de tallo por tratamiento

Según análisis de varianza (anexo 30) para la longitud de raíz no existe diferencia estadística significativa ($p < 0.05$) entre los tratamientos utilizados.

El diámetro de tallo es un parámetro que se considera para poder determinar producción, a mayor diámetro mayor tamaño de fruta. El tratamiento UNAL 2 presento hasta los 90 días el mayor diámetro, para los 135 días fue la Finca San Rafael, también se nota que el crecimiento se empieza a volver constante, producto que la planta se prepara para entrar a la etapa reproductiva.

VI. CONCLUSIONES

Con base en condiciones de clima presentes durante el periodo de experimentación y tomando en cuenta el tipo de suelo presente en el área del ensayo, además del manejo que se le dio a los tratamientos, se concluye:

En plantas de piña MD-2 nutridas con diferentes dosis de fertilizante se encontró que durante el primer análisis el elemento más demandado fue el nitrógeno, debido a que la planta está en formación de follaje, mientras que para el segundo análisis fue el potasio, esto debido a que la planta se aproxima a la etapa reproductiva (floración).

Comparando los niveles nutricionales foliares en los tratamientos UNAL1, UNAL2, UNAL3, Frupasa y Finca San Rafael para las variables N (>16.4 g/kg); K (>22.8 g/kg); Mn (>0.122 g/kg); Fe (>0.257 g/kg) están en un nivel alto generando exceso, para la variable P los seis tratamientos están en el rango aceptable ($1.2-4.3$ g/kg).

En Ca ($\leq 1.7-1.9$ g/kg) y Mg ($\leq 1.6-2.9$) los seis tratamientos están en nivel deficiente, en la concentración de Boro, el tratamiento Finca San Rafael está sobre el nivel adecuado (>0.063 g/kg) los otros cinco tratamientos en nivel deficiente (<0.01 g/kg); mientras que para S (<6.5 g/kg) los seis tratamientos están en nivel deficiente.

El tratamiento UNAL2 (5.13 cm) y Finca San Rafael (5.20 cm) fueron los tratamientos que registraron los valores más altos en las variables determinantes de producción: Ancho de hoja D y diámetro de tallo; registrando una concentración del total de los elementos: N, P, K, Ca, Mg, Na, Cu, Zn, Fe, Mn, B y S de 71.39 g/kg para UNAL2 y 74.7 g/kg para Finca San Rafael.

La cantidad encontrada de los doce elementos medidos (N, P, K, Ca, Mg, Na, Cu, Zn, Fe, Mn, B y S) en el tejido de las plantas de piña por cada tratamiento aumento del primer al segundo análisis foliar, registrando los siguientes valores: Testigo 32.37 g/kg a 74.6 g/kg; San Rafael 38.8 g/kg a 74.63 g/kg; Frupasa 45.68 g/kg a 70.69 g/kg; UNAL1 35.55 g/kg a 58.07 g/kg; UNAL2 37.655 a 71.39 y en UNAL3 35.009 g/kg a 70.433 g/kg.

VII. RECOMENDACIONES

En los planes de fertilización se encuentra que los niveles de nitrógeno están elevados, esto afecta al momento de la inducción floral, por lo tanto se recomienda reducir la cantidad de nitrógeno aplicadas.

Incorporar en el plan de fertilización el boro debido a que en el suelo no está en la cantidad que la planta de piña lo requiere para sus funciones

Es necesario esperar los resultados obtenidos en la etapa reproductiva para poder determinar cuál propuesta de fertilización refleja el mayor rendimiento de piña y así puedan implementarla los productores del Cauca, Colombia.

Realizar este tipo de estudios en las zonas agrícolas de Honduras donde se produce piña para que nuestros productores puedan tener un plan de fertilización que responda al tipo de suelos en el cual trabajan.

VIII. BIBLIOGRAFÍA

Anderson D. (1991) Recomendaciones para la cosecha y empaque de piña fresca para exportación. Proyecto de apoyo a las exportaciones de productos no tradicionales para Centroamérica y Panamá. 20p.

Barahona (1998) Fruticultura General 2ed. San José, Costa Rica

Bertsch F. (1998) La fertilidad de los suelos y su manejo. San José. Costa Rica.

Bonilla L. Cultivo de Piña, boletín informativo, Fundación de desarrollo agropecuario, INC, Santo Domingo, República Dominicana.

Cáceres E (2009) Manual de Piña (Proyecto especial Pichis Palcazu).

Castañeda P. (2003) Seminario sobre producción de manejo en post cosecha de la piña para exportación, Proyecto regional de fortalecimiento de la vigilancia fitosanitaria en cultivos de exportación no tradicional (VIFENEX), OIRSA, El Salvador.

Castro (1998) Producción acelerada de material de plantación de piña (*Ananas comosus* L.) variedad cayena lisa. San Carlos. Guatemala

CIA/UCR (Universidad de Costa Rica). Fertilización Foliar: principios y aplicaciones. Laboratorio de suelos y foliares. Costa Rica.

Coba L. y Singh B. (2010) Formulación y evaluación de fertilizantes foliares en gel para el cultivo de piña (*Ananas comosus*), Universidad EARTH, Las Mercedes de Guácimo, Limón, Costa Rica

Dios R. y Salvador B. Control de la nutrición de patatas cultivadas en suelo heterogéneo en relación a desarrollo y tratamiento de fertilizante, 2 p.

Domínguez B. (2013) Potencial del MD-2 Ananas comosus en el municipio de Juan Rodríguez Clara Veracruz Xalapa de Enríquez. Veracruz. México

Espinosa J. (2007) Consideraciones en el uso eficiente de nutrientes, Informaciones agronómicas International plant nutrition institute, IPNI

FERTILAB, (2011) Manual de muestreo Planta Agua Suelo, 3ra edición, Celaya, Guanajuato, México, 10 p. Web: www.fertilab.com.mx

García. M, (2011) Instituto de Investigaciones en Fruticultura Tropical (IIFT), Cuba, Instructivo técnico para el cultivo de la piña, 13 p.

Hernández F. (2007) Ministerio de agricultura y ganadería, Muestreo Foliar, Costa Rica, 2-5 p.

Herney D. (2015) Piña dulce se producirá en tierras acidas del Cauca. Universidad Nacional de Colombia, sede Palmira. Colombia.

Iñiguez (2007) Fertilidad, Fertilizante y Fertilización del Suelo, Loja, Ecuador.

Intxausti A. (1995) Conferencia en Bizkaia, Diagnostico nutricional y fertilizaciones de las plantas de Pera.

Kelley S (1993) Desordenes Nutricionales en Piña.

Marlezieux (2003) Nutricion de Plantas. La Piña: botánica, producción y usos

Marin M. y Pérez R, (1991) Revista de Agronomía (LUZ), Importancia del análisis foliar en la evaluación de la fertilidad de suelos en Venezuela, 2 p

Mckean S. 1993. Manual de análisis de suelos y tejido vegetal: una guía teórica y práctica de metodologías. CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical). Pag. 1-2; 35; 99.

OCEANO (1999) Enciclopedia Practica de la Agricultura y la Ganadería.

Orozco D. (2011) Propuesta de indicadores de calidad edafológicos para valorar la influencia de los sistemas productivos sobre algunas propiedades físicas y químicas en suelos oxisoles del piedemonte llanero colombiano, Palmira, 31 p.

Pimentel E. s.f. Manejo de suelos, selección de semilla y nutrición del cultivo de piña MD-2 en Panamá (diapositiva). 45 diapositivas.

Pineda J. El Cultivo de la Piña (*Ananas comosus* L.), USAID

PRONAGRO/SAG (2013) Paquete Tecnológico para la producción de Piña (*Ananas comosus*), Honduras

Py C. (1969) la piña tropical primera edición. Barcelona. España.

Revista Agronómica LUZ (1992) Importancia del análisis Foliar en la evaluación de la fertilidad de suelos en Venezuela. Venezuela. 1p.

Rodríguez O. y V. Rodríguez (2000) Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado, Venezuela, Desarrollo, determinación e interpretación de normas DRIS para el diagnóstico nutricional en plantas, Una revisión, 454 p.

Salas (2002) Formulación y evaluación de Fertilizantes foliares en gel para el cultivo de piña (*ananas comosus*). EARTH. Costa Rica.

Tamhane R. (1986) Suelos: su bioquímica y fertilidad en zonas tropicales, 4ta edición, México, 377 p.

Trejos R. (2010) Evaluación a nivel de campo de la patogenicidad de microorganismos beneficios sobre poblaciones de cochinilla harinosa. *Dysmicoccus brevipes* (hemíptera: pseudococcidae) en el periodo posterior a la inducción floral del cultivo de piña (*Ananas comosus* L) en finca Indaco Horquetes S.A. Instituto tecnológico de Costa Rica. Costa Rica

Uchida y Silva (2000) Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano, Guía para la toma de muestra foliar, 2 p.

Universidad Tecnológica de Pereira (2012) Manual General: Análisis de suelos y tejido vegetal. Pereira. Colombia.

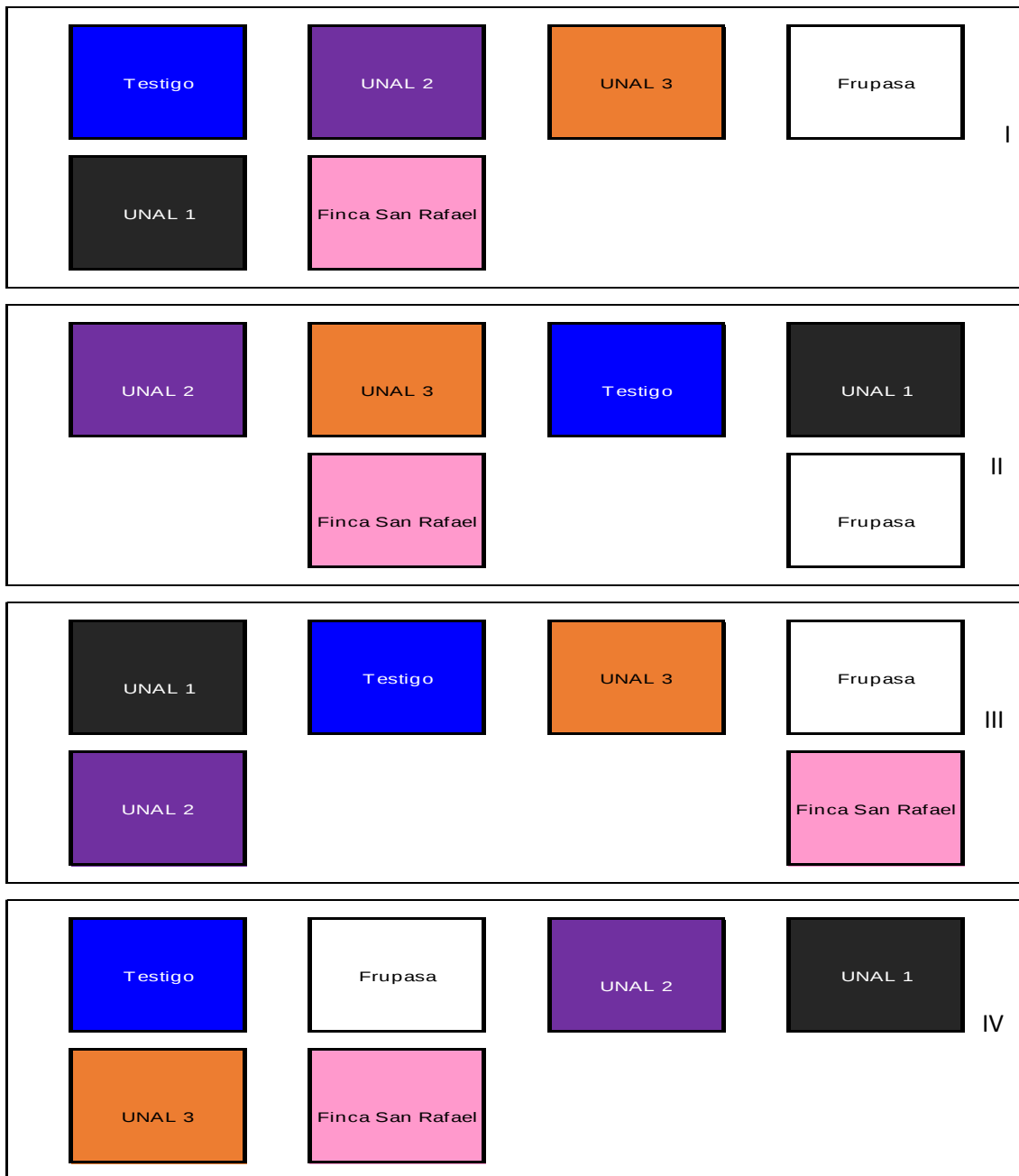
Vargas (2010) Fertilización Mediante el Metodo de Estroller en el Cultivo de Piña (*Ananas comosus*) Merr. Híbrido MD-2 en la Finca El Tremendal S.A. San Carlos Costa Rica

Villalobos E. (2001) Nutrición Mineral Fisiología de la Producción de Cultivos Tropicales. San José, Costa Rica

Xavier B. y Edison Ch. (2012) Determinación del requerimiento nutricional del fosforo sobre la inducción floral en el cultivo de piña (*Ananas comosus*), Escuela Politécnica del ejército, Sanolqui, Ecuador.

ANEXOS

Anexo 1. Croquis de campo (DBCA)



Anexo 2 . Primer análisis Foliar

Solicitante **Herney Dario Vasquez** Fecha Muestreo **Ago 26 del 2015** Centro de Costo **C103CS28E11**
 No Serial **T2015-67** Entrega Muestras **Ago 28 del 2015** Observaciones **Email: hdvasqueza@unal.edu.co**
 No Muestras **19** Fecha Solicitud **Ago 31 del 2015** **Tel: 2868888**
 Procedencia **Santander Quilichao** Entrega Resultados **Sep 29 del 2015**

Muestra	Descripcion	N (g/Kg)	P (g/Kg)	Ca (g/Kg)	Mg (g/Kg)	K (g/Kg)	Na (mg/Kg)	Cu (mg/Kg)	Zn (mg/Kg)	Mn (mg/Kg)	Fe (mg/Kg)	S-Total (g/Kg)	B-Total (mg/Kg)
1	TTO. 0 R1	10.89	0.85	2.93	2.49	14.39	64.93	8.80	33.66	495.03	794.72	2.24	7.77
2	TTO. 0 R2	11.62	0.90	3.80	1.86	8.31	48.63	7.04	29.69	227.62	264.48	1.97	7.52
3	TTO. 0 R3	12.21	0.61	3.74	2.47	11.0259	47.253	8.8401	67.3107	293.5944	422.8652	1.79	6.5221
4	TTO. 1 R1	12.0947	0.8366	1.9628	1.4178	13.0495	77.1285	10.049	75.2059	177.598	912.1171	1.519	11.8713
5	TTO. 1 R2	17.5245	1.2493	3.093	2.1955	12.2935	68.3842	6.9359	50.4906	295.1782	432.6105	1.519	6.8953
6	TTO. 1 R3	24.7627	1.3853	2.301	2.1164	12.9749	99.0224	6.368	76.0665	198.987	258.6758	1.94	9.7565
7	TTO. 2 R1	21.9782	1.6402	2.7607	2.6647	15.3551	95.4003	94.5046	175.0129	693.6783	549.3602	1.628	9.8809
8	TTO. 2 R2	17.3588	1.0488	2.053	2.0048	14.7024	102.5214	46.2179	86.6456	197.294	188.5436	1.641	9.5077
9	TTO. 2 R3	24.8818	1.5607	3.7077	2.5918	14.7035	78.8756	37.1733	68.6767	598.3357	336.1096	1.397	11.2493
10	TTO. 3 R1	19.1615	1.0988	2.493	2.0658	8.9261	46.9629	28.2556	56.0191	239.0616	358.5878	1.478	9.0101
11	TTO. 3 R2	18.4768	1.1161	1.6338	1.2831	12.0162	73.4621	24.5009	63.651	139.3584	268.2774	1.505	10.8761
12	TTO. 3 R3	17.19	1.2546	2.1817	2.2571	9.9795	58.503	26.7072	51.8587	450.0349	241.5289	1.424	8.5125
13	TTO. 4 R1	18.7374	1.174	1.3166	1.3626	11.5263	62.313	26.3453	50.2669	241.7453	265.9939	1.112	7.2685
14	TTO. 4 R2	18.9002	1.1108	2.0593	1.527	11.356	73.4871	38.3343	76.6632	167.8762	260.2363	1.315	11.0005
15	TTO. 4 R3	19.6464	1.1884	2.7809	1.7855	12.34	74.4121	57.4431	163.8684	231.2914	499.1043	1.438	8.2637
16	TTO. 5 R1	17.7767	1.5396	1.9602	1.8801	8.9674	73.2962	34.9123	80.1544	273.0388	334.583	1.356	11.7469
17	TTO. 5 R2	18.5225	1.3669	3.0265	1.6145	9.0256	61.9288	39.7924	81.132	116.042	556.9888	1.41	8.5125
18	TTO. 5 R3	17.9943	1.1556	2.9566	3.0067	7.4736	86.3807	29.8101	69.4145	550.4552	358.9024	1.234	9.0101
19	no de Piña (presiem	5.9052	0.7478	3.016	1.9307	12.9151	35.9738	6.8987	16.9661	205.9786	197.334	1.885	9.7565

- Notas: 1. Los resultados presentes en este informe, se refieren unicamente a las muestras :
 2. Este informe no debe ser alterado ni total ni parcialmente.
 3. Los resultados de los presentes análisis se obtuvieron en el Laboratorio a la temperatura 22 +/- 3 oC y humedad relativa 60 +/- 5 %.
 Los Límites de Cuantificación del Método, LCM, están expresados en mg/L.
 4. El laboratorio de servicios analíticos, no efectúa ningún tipo de muestreo de campo ya que el usuario es quien suministra las muestras

Anexo 3. Segundo análisis Foliar

Solicitante **UNIVERSIDAD NACI** Fecha Muestreo **Ene 26 del 2016** Centro de Costo **C103CS28E11**
 No Serial **T2016-13** Entrega Muestras **Ene 26 del 2016** Observaciones **CEL:3186627193;3136580808**
 No Muestras **18** Fecha Solicitud **Ene 28 del 2016**
 Procedencia **SANTANDER DE QU** Entrega Resultados **Feb 24 del 2016**

Muestra	Descripcion	N (g/Kg)	P (g/Kg)	Ca (g/Kg)	Mg (g/Kg)	K (g/Kg)	Na (mg/Kg)	Cu (mg/Kg)	Zn (mg/Kg)	Mn (mg/Kg)	Fe (mg/Kg)	B-Total (mg/Kg)	S-Total (g/Kg)
1	AZUL R1	14.38	1.52	4.00	3.45	37.82	78.23	12.50	24.22	613.59	355.41	32.68	1.82
2	AZUL R2	15.60	1.40	3.09	2.68	38.16	53.01	12.14	22.00	326.52	375.27	33.90	2.04
3	AZUL R3	12.70	1.28	3.65	2.76	35.9777	65.9913	9.2849	24.7658	513.7051	245.6182	20.3999	1.356
4	ROSADO R1	21.687	1.464	2.5571	2.4632	43.2495	98.036	13.7257	66.7135	330.5162	375.6191	68.645	1.733
5	ROSADO R3	24.571	1.487	1.6396	1.9988	36.0279	166.7643	19.307	90.647	369.8578	423.2523	82.3942	1.748
6	ROSADO 2	26.923	1.559	1.1926	1.8371	47.0915	128.961	12.4772	93.2769	155.9228	542.3641	85.9543	1.733
7	BLANCO R1	21.803	1.275	1.5445	1.3798	44.3659	87.7943	37.6436	53.415	306.3906	321.4867	13.157	1.443
8	BLANCO R2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	BLANCO R3	23.408	1.252	1.8125	1.4766	38.2613	127.9774	43.6159	53.1813	313.5018	393.2701	14.9984	1.588
10	NEGRO R2	20.508	1.208	1.6144	2.1658	31.4285	59.7518	42.8629	68.6515	388.7509	314.577	26.5379	1.603
11	NEGRO R1	21.161	1.429	1.0732	1.4165	31.9044	51.7497	38.7335	67.3297	284.0847	287.3244	19.4178	1.719
12	NEGRO R3	21.331	1.562	1.2589	1.5276	27.1006	60.3414	39.4118	69.0288	282.5781	352.161	17.9446	1.733
13	MORADO R1	21.691	1.464	2.1999	2.7133	39.2976	64.3901	28.2107	48.4911	381.0371	279.6969	21.6275	1.661
14	MORADO R2	22.259	1.542	2.2853	2.2612	44.9998	92.8198	41.5057	74.8716	536.7455	977.0142	15.9805	1.806
15	MORADO R3	22.232	1.549	1.9433	1.7603	37.6378	108.2156	27.1176	56.8232	295.512	106.2238	17.4536	1.704
16	NARANJA R1	23.628	1.487	0.9563	1.1267	32.6188	110.91	41.7311	78.8657	300.0171	500.9254	11.9294	1.646
17	NARANJA R2	23.745	1.47	1.4285	1.5633	50.6361	78.0348	31.0824	78.706	202.7828	153.0763	24.2055	1.937
18	NARANJA R3	22.124	1.702	1.7335	2.08	37.2012	101.1397	23.0302	90.2004	419.433	177.4047	25.5558	1.762

- Notas: 1. Los resultados presentes en este informe, se refieren unicamente a las m
 2. Este informe no debe ser alterado ni total ni parcialmente.
 3. Los resultados de los presentes análisis se obtuvieron en el Laboratorio a la temperatura 22 +/- 3 oC y humedad relativa 60 +/- 5 %.
 4. El laboratorio de servicios analíticos, no efectúa ningún tipo de muestreo de campo ya que el usuario es quien suministra las muestras.
 5. Los valores iguales a cero corresponden a resultados que se encuentran por debajo de los límites de cuantificación del método

Anexo 4. Nivel de Nitrógeno, primer análisis.

F.V	GL	SC	CM	F	p-valor
Modelo	7	187.41	26.77	3.06	0.0534
Tratamiento	5	161.60	32.32	3.70	0.0373 *
Repetición	2	25.81	12.91	1.48	0.2742 n.s
Error	10	87.40	8.74		
Total	17	274.82			

**: Altamente significativo *: Significativo n.s: no significativo

C.V: 16.64 R²: 0.68

Anexo 5. Nivel de Fósforo, primer análisis.

F.V	GL	SC	CM	F	p-valor
Modelo	7	0.74	0.11	2.14	0.1337
Tratamiento	5	0.73	0.15	2.93	0.0695 n.s
Repetición	2	0.01	0.01	0.14	0.8697 n.s
Error	10	0.50	0.05		
Total	17	1.24			

**: Altamente significativo *: Significativo n.s: no significativo

C.V: 19.00 R²: 0.60

Anexo 6 . Nivel de Calcio, primer análisis.

F.V	GL	SC	CM	F	p-valor
Modelo	7	5.77	0.82	2.59	0.0840
Tratamiento	5	4.26	0.85	2.68	0.0867 n.s
Repetición	2	1.50	0.75	0.36	0.1446 n.s
Error	10	3.18	0.32		
Total	17	8.95			

**: Altamente significativo *: Significativo n.s: no significativo

C.V: 21.72 R²: 0.64

Anexo 7. Nivel de Magnesio, primer análisis.

F.V	GL	SC	CM	F	p-valor
Modelo	7	2.67	0.38	2.71	0.0745
Tratamiento	5	1.48	0.30	2.10	0.1487 n.s
Repetición	2	1.19	0.60	4.23	0.0466 *
Error	10	1.41	0.14		
Total	17	. 4.08			

**.: Altamente significativo *: Significativo n.s: no significativo

C.V: 18.46 R^2 : 0.65

Anexo 8. Nivel de Potasio, primer análisis.

F.V	GL	SC	CM	F	p-valor
Modelo	7	73.62	10.52	4.33	0.0186
Tratamiento	5	71.69	14.34	5.90	0.0085 **
Repetición	2	1.93	0.97	0.40	0.6819 n.s
Error	10	24.29	2.43		
Total	17	. 97.91			

**.: Altamente significativo *: Significativo n.s: no significativo

C.V: 13.46 R^2 : 0.75

Anexo 9. Nivel de Sodio, primer análisis.

F.V	GL	SC	CM	F	p-valor
Modelo	7	3049.24	435.61	2.60	0.0833
Tratamiento	5	2997.94	599.59	3.57	0.0410 *
Repetición	2	51.30	25.65	0.15	0.8602 n.s
Error	10	1677.71	167.77		
Total	17	. 4726.95			

**.: Altamente significativo *: Significativo n.s: no significativo

C.V: 18.03 R^2 : 0.65

Anexo 10. Nivel de Cobre, primer análisis

F.V	GL	SC	CM	F	p-valor
Modelo	7	6089.62	869.95	3.79	0.0284
Tratamiento	5	5925.72	1185.14	5.16	0.0134 *
Repetición	2	163.89	81.95	0.36	0.7083 n.s
Error	10	2295.11	229.51		
Total	17	. 8384.73			

**: Altamente significativo *: Significativo n.s: no significativo

C.V: 51.26 R^2 : 0.73

Anexo 11. Nivel de Zinc, primer análisis

F.V	GL	SC	CM	F	p-valor
Modelo	7	10323.54	1474.79	1.06	0.4509
Tratamiento	5	9250.30	1850.06	1.33	0.3269 n.s
Repetición	2	1073.24	536.62	0.39	0.6896 n.s
Error	10	13907.84	1390.78		
Total	17	24231.38			

**: Altamente significativo *: Significativo n.s: no significativo

C.V: 49.51 R^2 : 0.43

Anexo 12 . Nivel de Manganeso

F.V	GL	SC	CM	F	p-valor
Modelo	7	292858.42	41836.92	2.06	0.1449
Tratamiento	5	160305.68	32061.14	1.58	0.2519 n.s
Repetición	2	132552.74	66276.37	3.26	0.0812 n.s
Error	10	203172.21	20317.22		
Total	17	496030.62			

**: Altamente significativo *: Significativo n.s: no significativo

C.V: 45.93 R^2 : 0.59

Anexo 13 . Nivel de Hierro, segundo análisis

F.V	GL	SC	CM	F	p-valor
Modelo	7	287321.22	41045.89	1.13	0.4160
Tratamiento	5	133131.37	26626.27	0.73	0.6151 n.s
Repetición	2	154189.86	77094.93	2.12	0.1705 n.s
Error	10	363284.02	36328.40		
Total	17	650605.25			

**: Altamente significativo *: Significativo n.s: no significativo

C.V: 46.97 R^2 : 0.44

Anexo 14. Nivel de Boro, segundo análisis

F.V	GL	SC	CM	F	p-valor
Modelo	7	17.67	2.52	0.84	0.5789
Tratamiento	5	16.04	3.21	1.07	0.4326 n.s
Repetición	2	1.63	0.82	0.27	0.7675 n.s
Error	10	30.04	3.00		
Total	17	47.61			

**: Altamente significativo *: Significativo n.s: no significativo

C.V: 18.89 R^2 : 0.37

Anexo 15 . Nivel de Azufre, segundo análisis

F.V	GL	SC	CM	F	p-valor
Modelo	7	1.01	0.14	4.37	0.0181
Tratamiento	5	1.01	0.20	6.11	0.0076 **
Repetición	2	1.8E-03	8.8E-04	0.03	0.9739 n.s
Error	10	0.33	0.03		
Total	17	1.34			

**: Altamente significativo *: Significativo n.s: no significativo

C.V: 11.72 R^2 : 0.75

Anexo 16. Nivel de Nitrógeno, segundo análisis

F.V	GL	SC	CM	F	p-valor
Modelo	7	320.71	45.82	1.43	0.2924
Tratamiento	2	278.48	55.70	1.74	0.2128 n.s
Repetición	5	42.23	21.11	0.66	0.5378 ns
Error	10	319.75	31.98		
Total	17	640.46			

**: Altamente significativo *: Significativo n.s: no significativo

C.V: 28.26 R^2 : 0.50

Anexo 17. Nivel de Fosforo segundo análisis

F.V	GL	SC	CM	F	p-valor
Modelo	7	1.28	0.18	1.86	0.1809
Repetición	2	0.22	0.21	2.16	0.1408 n.s
Tratamiento	5	1.06	0.11	1.10	0.3692 n.s
Error	10	0.98	0.10		
Total	17	2.26			

**: Altamente significativo *: Significativo n.s: no significativo

C.V: 22.90 R^2 : 0.57

Anexo 18. Nivel de Calcio segundo análisis

F.V	GL	SC	CM	F	p-valor
Modelo	7	13.35	1.91	6.65	0.0041
Tratamiento	5	12.39	2.48	8.64	0.0021 **
Repetición	2	0.96	0.48	1.67	0.2365 n.s
Error	10	2.87	0.29		
Total	17	16.22			

**: Altamente significativo *: Significativo n.s: no significativo

C.V: 28.37 R^2 : 0.82

Anexo 19. Nivel de Magnesio segundo análisis

F.V	GL	SC	CM	F	p-valor
Modelo	7	7.90	1.13	5.09	0.0108
Repetición	2	0.95	0.48	2.15	0.1669 ns
Tratamiento	5	6.95	1.39	6.27	0.0069 **
Error	10	2.22	0.22		
Total	17	10.12			

** : Altamente significativo * : Significativo n.s: no significativo

C.V: 24.45 R^2 : 0.78

Anexo 20. Nivel de Potasio segundo análisis.

F.V	GL	SC	CM	F	p-valor
Modelo	7	617.84	88.26	0.64	0.7137
Repetición	2	68.12	34.06	0.25	0.7850 ns
Tratamiento	5	549.73	109.95	0.80	0.5739 n.s
Error	10	1373.45	137.35		
Total	17	1991.29			

** : Altamente significativo * : Significativo n.s: no significativo

C.V: 32.27 R^2 : 0.31

Anexo 21. Nivel de Sodio segundo análisis

F.V	GL	SC	CM	F	p-valor
Modelo	7	3049.24	435.61	2.60	0.0833
Repetición	2	51.30	25.65	3.57	0.0410 *
Tratamiento	5	2997.94	599.59	0.15	0.8602 n.s
Error	10	1677.71	167.77		
Total	17	4726.95			

** : Altamente significativo * : Significativo n.s: no significativo

C.V: 18.03 R^2 : 0.65

Anexo 22. Nivel de Cobre segundo análisis

F.V	GL	SC	CM	F	p-valor
Modelo	7	1939.96	277.14	2.03	0.1500
Repetición	2	98.30	49.15	0.36	0.7066 n.s
Tratamiento	5	1841.66	368.33	2.69	0.0855 n.s
Error	10	1366.82	136.68		
Total	17	3306.78			

**: Altamente significativo *: Significativo n.s: no significativo

C.V: 44.36 R^2 : 0.59

Anexo 23. Nivel de Zinc segundo análisis

F.V	GL	SC	CM	F	p-valor
Modelo	7	9426.18	1346.60	5.40	0.0088
Repetición	2	285.25	142.62	0.57	0.5818 ns
Tratamiento	5	9140.93	1828.19	7.33	0.0040 *
Error	10	2493.49	249.35		
Total	17	11919.67			

**: Altamente significativo *: Significativo n.s: no significativo

C.V: 26.78 R^2 : 0.79

Anexo 24. Nivel de Manganeso, segundo análisis

F.V	GL	SC	CM	F	p-valor
Modelo	7	171715.50	24530.79	1.50	0.2694
Repetición	2	30204.38	15102.19	0.93	0.2143 n.s
Tratamiento	5	141511.12	28302.22	1.73	0.4277 n.s
Error	10	163151.565	16315.16		
Total	17	334867.05			

**: Altamente significativo *: Significativo n.s: no significativo

C.V: 38.19 R^2 : 0.51

Anexo 25. Nivel de Hierro, segundo análisis

F.V	GL	SC	CM	F	p-valor
Modelo	7	133566.82	19080.97	0.32	0.9289
Repetición	2	15173.04	7586.52	0.39	0.8825 n.s
Tratamiento	5	118393.79	23678.76	0.13	0.8415 n.s
Error	10	599467.58	59946.76		
Total	17	733034.41			

**: Altamente significativo *: Significativo n.s: no significativo

C.V: 71.30 R^2 : 0.18

Anexo 26. Nivel de Boro, segundo análisis

F.V	GL	SC	CM	F	p-valor
Modelo	7	9384.23	1340.60	23.16	0.0001
Repetición	2	5.70	2.85	0.05	0.9522 n.s
Tratamiento	5	9378.53	1875.71	32.40	0.0001 **
Error	10	578.88	57.89		
Total	17	9963.11			

**: Altamente significativo *: Significativo n.s: no significativo

C.V: 25.70 R^2 : 0.94

Anexo 27. Nivel de azufre, segundo análisis

F.V	GL	SC	CM	F	p-valor
Modelo	7	1.37	0.20	1.08	0.4391
Repetición	2	0.5	1.13	1.47	0.8816 n.s
Tratamiento	5	1.32	0.26	0.13	0.2833 n.s
Error	10	1.80	0.18		
Total	17	3.17			

**: Altamente significativo *: Significativo n.s: no significativo

C.V: 26.33 R^2 : 0.43

Anexo 28. Altura de hoja D

F.V	GL	SC	CM	F	p-valor
Modelo	8	634.30	79.29	0.95	0.5075
Repetición	3	236.89	78.96	0.95	0.4436 n.s
Tratamiento	5	397.41	79.48	0.95	0.4771 n.s
Error	15	1253.14	83.54		
Total	23	1887.44			

** : Altamente significativo * : Significativo n.s: no significativo

C.V: 11.61 R^2 : 0.34

Anexo 29. Largo de raíz

F.V	GL	SC	CM	F	p-valor
Modelo	8	63.50	7.94	0.32	0.9473
Repetición	3	22.74	7.58	0.30	0.8231 n.s
Tratamiento	5	40.76	8.15	0.33	0.8899 n.s
Error	15	375.76	25.05		
Total	23	439.25			

** : Altamente significativo * : Significativo n.s: no significativo

C.V: 18.93 R^2 : 0.14

Anexo 30. Ancho de hoja D

F.V	GL	SC	CM	F	p-valor
Modelo	8	2.38	0.30	1.78	0.1603
Repetición	3	1.74	0.58	3.46	0.0432 *
Tratamiento	5	0.64	0.13	0.77	0.5874 n.s
Error	15	2.51	0.17		
Total	23	4.89			

** : Altamente significativo * : Significativo n.s: no significativo

C.V: 11.70 R^2 : 0.49

Anexo 31 Diámetro de tallo.

F.V	GL	SC	CM	F	p-valor
Modelo	8	2.83	0.35	1.82	0.1521
Repetición	3	1.68	0.56	2.87	0.0715 n.s
Tratamiento	5	1.15	0.23	1.18	0.3629 n.s
Error	15	2.92	0.19		
Total	23	5.76			

**: Altamente significativo *: Significativo n.s: no significativo

C.V: 8.90 R²: 0.49

Anexo 32. Correlación tratamiento Frupasa

Correlaciones: N; P; Ca; Mg; K; Na; Cu; Zn; Mn; Fe; S; B (FRUPASA)

	N	P	Ca	Mg	K	Na	Cu	Zn	Mn
P	0.869 0.329								
Ca	0.977 0.136	0.744 0.465							
Mg	0.881 0.314	1.000 0.015	0.760 0.451						
K	0.132 0.916	0.605 0.587	-0.082 0.948	0.586 0.601					
Na	-0.937 0.227	-0.642 0.556	-0.990 0.091	-0.660 0.541	0.222 0.857				
Cu	-0.016 0.990	0.480 0.681	-0.229 0.853	0.459 0.696	0.989 0.095	0.364 0.763			
Zn	-0.028 0.982	0.470 0.689	-0.239 0.846	0.449 0.703	0.987 0.102	0.375 0.755	1.000 0.007		
Mn	0.839 0.366	0.998 0.037	0.705 0.502	0.997 0.052	0.650 0.550	-0.597 0.593	0.530 0.645	0.520 0.652	
Fe	0.523 0.650	0.876 0.321	0.329 0.786	0.864 0.336	0.914 0.266	-0.192 0.877	0.844 0.360	0.838 0.368	0.902 0.284
S	-0.821 0.387	-0.432 0.716	-0.924 0.250	-0.453 0.701	0.457 0.698	0.969 0.159	0.584 0.603	0.593 0.596	-0.379 0.752
B	0.901 0.286	0.568 0.615	0.972 0.150	0.587 0.600	-0.312 0.798	-0.996 0.059	-0.449 0.703	-0.459 0.696	0.520 0.652
	Fe	S							
S	0.057 0.963								
B	0.100 0.936	-0.988 0.100							

Contenido de la celda: Correlación de Pearson
Valor P

Anexo 33. Correlación tratamiento San Rafael

Correlaciones: N; P; Ca; Mg; K; Na; Cu; Zn; Mn; Fe; S; B (SAN RAFAEL)

	N	P	Ca	Mg	K	Na	Cu	Zn	Mn
P	0.934 0.233								
Ca	0.212 0.864	0.547 0.631							
Mg	0.766 0.445	0.945 0.212	0.791 0.419						
K	-0.007 0.995	-0.364 0.763	-0.979 0.131	-0.649 0.551					
Na	0.750 0.460	0.465 0.692	-0.487 0.676	0.150 0.904	0.655 0.545				
Cu	-0.895 0.294	-0.995 0.061	-0.625 0.570	-0.972 0.150	0.452 0.701	-0.377 0.754			
Zn	0.112 0.929	-0.251 0.838	-0.948 0.207	-0.553 0.627	0.993 0.076	0.741 0.469	0.343 0.777		
Mn	0.089 0.943	0.439 0.710	0.992 0.079	0.709 0.499	-0.997 0.052	-0.591 0.597	-0.524 0.649	-0.980 0.128	
Fe	-0.941 0.220	-1.000 0.012	-0.531 0.644	-0.939 0.224	0.346 0.775	-0.482 0.680	0.993 0.074	0.232 0.851	-0.422 0.723
S	0.904 0.281	0.692 0.514	-0.226 0.855	0.418 0.726	0.420 0.724	0.961 0.179	-0.619 0.575	0.525 0.648	-0.345 0.776
B	-0.348 0.774	-0.660 0.541	-0.990 0.090	-0.869 0.329	0.940 0.221	0.359 0.766	0.729 0.480	0.893 0.297	-0.965 0.169
	Fe	S							
S	-0.706 0.501								
B	0.645 0.554	0.086 0.945							

Contenido de la celda: Correlación de Pearson
Valor P

Anexo 34. Correlaciones Unal 2, primer análisis

Correlaciones: N; P; Ca; Mg; K; Na; Cu; Zn; Mn; Fe; S; B (UNAL 2) . Primer análisis

	N	P	Ca	Mg	K	Na	Cu	Zn	Mn
P	0.506 0.662								
Ca	0.935 0.231	0.166 0.894							
Mg	0.974 0.145	0.298 0.807	0.991 0.087						
K	0.946 0.211	0.759 0.452	0.768 0.442	0.848 0.356					
Na	0.690 0.515	-0.276 0.822	0.902 0.284	0.835 0.371	0.417 0.726				
Cu	0.975 0.142	0.302 0.805	0.990 0.089	1.000 0.002	0.850 0.353	0.833 0.373			
Zn	0.998 0.035	0.457 0.698	0.953 0.196	0.985 0.109	0.926 0.246	0.729 0.480	0.986 0.107		
Mn	0.222 0.858	0.953 0.195	-0.139 0.911	-0.003 0.998	0.527 0.647	-0.553 0.627	0.000 1.000	0.168 0.893	
Fe	0.982 0.121	0.659 0.542	0.851 0.352	0.914 0.265	0.990 0.090	0.541 0.636	0.916 0.263	0.970 0.156	0.402 0.737
S	0.880 0.316	0.035 0.978	0.991 0.084	0.964 0.171	0.677 0.526	0.951 0.200	0.963 0.173	0.905 0.280	-0.269 0.827
B	-0.094 0.940	-0.907 0.277	0.266 0.829	0.132 0.916	-0.413 0.729	0.656 0.545	0.129 0.918	-0.039 0.975	-0.992 0.082
	Fe	S							
S	0.774 0.436								
B	-0.280 0.819	0.390 0.745							

Contenido de la celda: Correlación de Pearson
Valor P

Anexo 35. Correlaciones Unal 1, primer análisis

Correlaciones: N; P; Ca; Mg; K; Na; Cu; Zn; Mn; Fe; S; B (UNAL 1) . Primer análisis

	N	P	Ca	Mg	K	Na	Cu	Zn	Mn
P	-0.970 0.158								
Ca	0.190 0.878	0.056 0.964							
Mg	-0.353 0.770	0.572 0.613	0.851 0.352						
K	-0.167 0.893	-0.080 0.949	-1.000 0.015	-0.864 0.336					
Na	-0.271 0.825	0.027 0.983	-0.997 0.053	-0.805 0.405	0.994 0.068				
Cu	0.246 0.842	-0.001 1.000	0.998 0.036	0.820 0.388	-0.997 0.051	-1.000 0.017			
Zn	0.505 0.663	-0.701 0.505	-0.751 0.459	-0.986 0.107	0.767 0.444	0.693 0.512	-0.712 0.495		
Mn	-0.785 0.426	0.913 0.268	0.459 0.696	0.857 0.344	-0.481 0.681	-0.384 0.749	0.408 0.732	-0.932 0.237	
Fe	0.888 0.305	-0.748 0.462	0.621 0.574	0.117 0.925	-0.602 0.589	-0.684 0.521	0.664 0.537	0.051 0.967	-0.411 0.730
S	0.776 0.435	-0.907 0.277	-0.472 0.687	-0.864 0.336	0.493 0.672	0.397 0.740	-0.421 0.724	0.936 0.228	-1.000 0.009
B	0.367 0.761	-0.584 0.603	-0.844 0.361	-1.000 0.009	0.856 0.346	0.796 0.414	-0.812 0.397	0.988 0.098	-0.865 0.335
	Fe	S							
S	0.399 0.739								
B	-0.103 0.935	0.871 0.326							

Contenido de la celda: Correlación de Pearson
Valor P

Anexo 36 Correlaciones Unal 3, primer análisis.

Correlaciones: N; P; Ca; Mg; K; Na; Cu; Zn; Mn; Fe; S; B (UNAL 3) . Primer análisis

	N	P	Ca	Mg	K	Na	Cu	Zn	Mn
P	-0.228 0.854								
Ca	0.764 0.446	-0.802 0.408							
Mg	-0.405 0.735	-0.798 0.411	0.281 0.819						
K	0.266 0.829	0.878 0.317	-0.419 0.725	-0.989 0.094					
Na	-0.659 0.542	-0.583 0.604	-0.018 0.988	0.955 0.193	-0.900 0.286				
Cu	0.679 0.525	0.560 0.622	0.046 0.971	-0.946 0.210	0.888 0.304	-1.000 0.018			
Zn	0.306 0.802	0.857 0.344	-0.380 0.752	-0.994 0.067	0.999 0.027	-0.918 0.260	0.907 0.277		
Mn	-0.565 0.617	-0.674 0.529	0.100 0.936	0.983 0.117	-0.945 0.211	0.993 0.075	-0.989 0.093	-0.958 0.184	
Fe	0.982 0.120	-0.042 0.973	0.630 0.566	-0.568 0.615	0.441 0.709	-0.788 0.423	0.804 0.405	0.479 0.682	-0.709 0.498
S	0.514 0.656	0.718 0.490	-0.160 0.898	-0.992 0.079	0.963 0.173	-0.984 0.114	0.979 0.132	0.974 0.146	-0.998 0.039
B	-0.816 0.392	0.749 0.461	-0.996 0.054	-0.198 0.873	0.340 0.779	0.103 0.935	-0.130 0.917	0.300 0.806	-0.015 0.990
S	Fe 0.665 0.537	S							
B	-0.694 0.512	0.076 0.952							

Contenido de la celda: Correlación de Pearson
Valor P

Anexo 37. Correlaciones Testigo, primer análisis

Correlaciones: N; P; Ca; Mg; K; Na; Cu; Zn; Mn; Fe; S; B (TESTIGO). Primer análisis

	N	P	Ca	Mg	K	Na	Cu	Zn	Mn
P	-0.747 0.463								
Ca	0.866 0.333	-0.314 0.796							
Mg	-0.092 0.942	-0.594 0.595	-0.577 0.608						
K	-0.603 0.588	-0.081 0.949	-0.921 0.255	0.850 0.353					
Na	-0.924 0.249	0.436 0.712	-0.991 0.084	0.465 0.692	0.862 0.339				
Cu	-0.044 0.972	-0.631 0.565	-0.537 0.639	0.999 0.030	0.824 0.384	0.422 0.723			
Zn	0.777 0.434	-0.999 0.029	0.358 0.767	0.556 0.624	0.035 0.978	-0.477 0.683	0.595 0.594		
Mn	-0.764 0.446	0.142 0.909	-0.984 0.113	0.712 0.496	0.975 0.142	0.953 0.197	0.678 0.526	-0.187 0.880	
Fe	-0.727 0.482	0.086 0.945	-0.973 0.149	0.750 0.460	0.986 0.106	0.934 0.232	0.718 0.490	-0.132 0.916	0.998 0.036
S	-0.998 0.037	0.707 0.500	-0.894 0.296	0.150 0.904	0.648 0.551	0.945 0.212	0.102 0.935	-0.738 0.471	0.801 0.409
B	-0.923 0.252	0.945 0.211	-0.607 0.585	-0.299 0.807	0.249 0.840	0.706 0.501	-0.344 0.776	-0.959 0.182	0.457 0.698
S	Fe 0.766 0.445	S							
B	0.406 0.734	0.899 0.289							

Contenido de la celda: Correlación de Pearson
Valor P

.

Anexo 38. Correlaciones Frupasa, segundo análisis.

Correlaciones: N; P; Ca; Mg; K; Na; Cu; Zn; Mn; Fe; B; S (Frupasa) segundo análisis

	N	P	Ca	Mg	K	Na	Cu	Zn	Mn	Fe
B										
P	0.997 0.049									
Ca	0.997 0.048	0.988 0.098								
Mg	1.000 0.002	0.997 0.047	0.997 0.050							
K	0.982 0.120	0.994 0.071	0.965 0.168	0.983 0.118						
Na	0.969 0.160	0.947 0.209	0.985 0.111	0.968 0.161	0.905 0.280					
Cu	0.998 0.042	0.990 0.091	1.000 0.007	0.998 0.043	0.968 0.162	0.983 0.118				
Zn	0.998 0.042	1.000 0.008	0.990 0.090	0.998 0.040	0.992 0.079	0.951 0.201	0.992 0.083			
Mn	0.999 0.026	0.999 0.023	0.993 0.075	0.999 0.025	0.989 0.094	0.958 0.186	0.994 0.068	1.000 0.015		
Fe	0.994 0.071	0.982 0.120	0.999 0.022	0.994 0.072	0.955 0.191	0.990 0.089	0.999 0.029	0.985 0.112	0.988 0.097	
B	0.999 0.033	0.992 0.082	1.000 0.016	0.999 0.034	0.971 0.153	0.980 0.127	1.000 0.009	0.993 0.074	0.996 0.059	0.998 0.038
S	1.000 0.014	0.995 0.063	0.999 0.035	1.000 0.015	0.978 0.134	0.974 0.146	0.999 0.028	0.996 0.055	0.998 0.040	0.996 0.057

Contenido de la celda: Correlación de Pearson
Valor P

Anexo 39. Correlaciones San Rafael, segundo análisis

Correlaciones: N; P; Ca; Mg; K; Na; Cu; Zn; Mn; Fe; B; S (San Rafael). Segundo análisis

	N	P	Ca	Mg	K	Na	Cu	Zn	Mn
P	0.940 0.222								
Ca	-0.991 0.088	-0.884 0.309							
Mg	-0.977 0.136	-0.846 0.358	0.997 0.048						
K	0.286 0.815	0.596 0.594	-0.152 0.903	-0.077 0.951					
Na	0.501 0.666	0.176 0.888	-0.615 0.578	-0.673 0.530	-0.686 0.519				
Cu	-0.114 0.927	-0.446 0.706	-0.024 0.985	-0.100 0.937	-0.984 0.112	0.803 0.406			
Zn	0.930 0.239	0.750 0.460	-0.972 0.151	-0.987 0.103	-0.085 0.946	0.783 0.427	0.258 0.834		
Mn	-0.728 0.481	-0.918 0.260	0.627 0.569	0.566 0.617	-0.866 0.334	0.229 0.853	0.764 0.446	-0.426 0.720	
Fe	0.955 0.192	0.999 0.030	-0.905 0.280	-0.870 0.328	0.558 0.623	0.221 0.858	-0.403 0.736	0.780 0.431	-0.898 0.289
B	0.964 0.171	0.816 0.393	-0.991 0.083	-0.998 0.035	0.021 0.986	0.713 0.495	0.154 0.901	0.994 0.067	-0.519 0.652
S	-0.621 0.573	-0.851 0.352	0.508 0.661	0.441 0.709	-0.929 0.242	0.367 0.761	0.849 0.354	-0.291 0.812	0.990 0.092
B	Fe 0.842 0.363	B							
S	-0.826 0.382	-0.391 0.745							

Contenido de la celda: Correlación de Pearson
Valor P

Anexo 40. Correlaciones Unal 1, segundo análisis

Correlaciones: N; P; Ca; Mg; K; Na; Cu; Zn; Mn; Fe; B; S (UNAL 1) Segundo análisis

	N	P	Ca	Mg	K	Na	Cu	Zn	Mn
P	0.983 0.117								
Ca	-0.857 0.345	-0.748 0.462							
Mg	-0.945 0.213	-0.868 0.330	0.979 0.132						
K	-0.590 0.599	-0.727 0.481	0.089 0.943	0.291 0.812					
Na	-0.262 0.831	-0.081 0.948	0.722 0.487	0.565 0.618	-0.625 0.570				
Cu	-0.939 0.223	-0.860 0.340	0.982 0.121	1.000 0.010	0.276 0.822	0.578 0.608			
Zn	-0.113 0.928	0.070 0.955	0.609 0.583	0.433 0.715	-0.736 0.474	0.989 0.096	0.448 0.704		
Mn	-0.983 0.117	-0.933 0.235	0.937 0.227	0.989 0.096	0.431 0.716	0.435 0.714	0.986 0.106	0.294 0.810	
Fe	0.285 0.816	0.455 0.699	0.250 0.839	0.046 0.971	-0.942 0.218	0.850 0.353	0.062 0.961	0.920 0.256	-0.104 0.934
B	-0.999 0.023	-0.976 0.140	0.875 0.322	0.956 0.190	0.560 0.621	0.297 0.808	0.951 0.200	0.149 0.905	0.989 0.095
S	0.995 0.063	0.960 0.180	-0.904 0.282	-0.972 0.150	-0.507 0.661	-0.356 0.768	-0.968 0.160	-0.211 0.865	-0.996 0.055
B	Fe -0.250 0.839	B							
S	0.189 0.879	-0.998 0.040							

Contenido de la celda: Correlación de Pearson
Valor P

Anexo 41. Correlaciones Unal 2, segundo análisis.

Correlaciones: N; P; Ca; Mg; K; Na; Cu; Zn; Mn; Fe; B; S (UNAL 2) Segundo análisis.

	P	Ca	Mg	K	Na	Cu	Zn	Mn	Fe
N									
P	0.993 0.074								
Ca	-0.237 0.848	-0.348 0.774							
Mg	-0.828 0.379	-0.887 0.305	0.741 0.469						
K	0.342 0.778	0.231 0.852	0.832 0.375	0.244 0.843					
Na	0.923 0.252	0.961 0.178	-0.593 0.596	-0.980 0.127	-0.047 0.970				
Cu	0.477 0.683	0.372 0.757	0.741 0.469	0.098 0.938	0.989 0.094	0.102 0.935			
Zn	0.771 0.440	0.691 0.514	0.437 0.712	-0.281 0.819	0.862 0.338	0.465 0.692	0.928 0.243		
Mn	0.207 0.867	0.092 0.941	0.901 0.285	0.377 0.754	0.990 0.089	-0.186 0.881	0.959 0.184	0.783 0.427	
Fe	0.368 0.760	0.257 0.834	0.816 0.392	0.217 0.861	1.000 0.017	-0.019 0.988	0.993 0.077	0.876 0.320	0.986 0.107
B	-0.978 0.135	-0.947 0.209	0.027 0.983	0.691 0.514	-0.532 0.643	-0.821 0.387	-0.651 0.548	-0.887 0.305	-0.408 0.732
S	0.757 0.453	0.676 0.527	0.456 0.699	-0.260 0.832	0.873 0.324	0.447 0.705	0.935 0.230	1.000 0.014	0.796 0.414
B	Fe -0.555 0.625	B							
S	0.886 0.307	-0.878 0.318							

Contenido de la celda: Correlación de Pearson
Valor P

Anexo 42. Correlaciones Unal 3, segundo análisis

Correlaciones: N; P; Ca; Mg; K; Na; Cu; Zn; Mn; Fe; B; S (Unal 3)

	N	P	Ca	Mg	K	Na	Cu	Zn	Mn
P	-0.981 0.124								
Ca	-0.090 0.942	0.281 0.819							
Mg	0.316 0.795	-0.127 0.919	0.916 0.262						
K	0.209 0.866	-0.017 0.989	0.955 0.192	0.994 0.070					
Na	-0.737 0.472	0.593 0.596	-0.607 0.585	-0.874 0.323	-0.815 0.393				
Cu	0.159 0.898	-0.347 0.775	-0.998 0.044	-0.886 0.306	-0.932 0.236	0.550 0.630			
Zn	-0.927 0.244	0.982 0.121	0.456 0.698	0.062 0.960	0.172 0.890	0.430 0.717	-0.517 0.654		
Mn	-0.335 0.782	0.148 0.906	-0.908 0.275	-1.000 0.013	-0.991 0.083	0.884 0.310	0.877 0.320	-0.042 0.974	
Fe	-0.355 0.769	0.168 0.893	-0.899 0.288	-0.999 0.026	-0.989 0.096	0.893 0.297	0.867 0.333	-0.021 0.987	1.000 0.013
B	-0.175 0.888	0.362 0.764	0.996 0.055	0.879 0.317	0.926 0.247	-0.536 0.640	-1.000 0.010	0.531 0.644	-0.869 0.330
S	0.363 0.764	-0.176 0.887	0.895 0.294	0.999 0.032	0.987 0.102	-0.897 0.291	-0.862 0.338	0.013 0.992	-1.000 0.018
	Fe	B							
B	-0.858 0.343								
S	-1.000 0.005	0.854 0.348							

Contenido de la celda: Correlación de Pearson
Valor P

Anexo 43. Correlaciones Testigo, segundo análisis

Correlaciones: N; P; Ca; Mg; K; Na; Cu; Zn; Mn; Fe; B; S (Testigo). Segundo análisis

	N	P	Ca	Mg	K	Na	Cu	Zn	Mn
P	0.577 0.609								
Ca	-0.541 0.636	0.376 0.755							
Mg	-0.005 0.997	0.814 0.395	0.844 0.360						
K	0.959 0.183	0.785 0.425	-0.279 0.820	0.279 0.820					
Na	-0.437 0.712	0.483 0.679	0.993 0.076	0.902 0.284	-0.163 0.896				
Cu	0.860 0.341	0.913 0.268	-0.036 0.977	0.505 0.663	0.970 0.157	0.083 0.947			
Zn	-0.911 0.270	-0.189 0.879	0.839 0.366	0.417 0.726	-0.757 0.454	0.768 0.442	-0.574 0.611		
Mn	-0.572 0.612	0.340 0.779	0.999 0.024	0.824 0.384	-0.315 0.796	0.988 0.100	-0.073 0.953	0.859 0.342	
Fe	0.958 0.186	0.788 0.423	-0.275 0.822	0.283 0.817	1.000 0.003	-0.159 0.898	0.971 0.155	-0.754 0.456	-0.311 0.799
B	0.938 0.224	0.823 0.384	-0.217 0.861	0.340 0.779	0.998 0.041	-0.099 0.937	0.983 0.116	-0.713 0.495	-0.253 0.837
S	0.993 0.074	0.668 0.534	-0.439 0.711	0.111 0.929	0.985 0.109	-0.329 0.786	0.914 0.267	-0.857 0.344	-0.472 0.687
	Fe	B							
B	0.998 0.038								
S	0.985 0.112	0.972 0.150							

Contenido de la celda: Correlación de Pearson
Valor P