



UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA
Facultad de Ciencias y Humanidades

CUANTIFICACION DE CARBOHIDRATOS NO ESTRUCTURALES
Y SU RELACION CON EL "MAL DE VIÑAS" DEL CAFE
(Coffea arabica L.)

KARLA TAY DE PEREZ

Trabajo de investigación presentado para optar
al grado académico de Licenciatura en Bioquímica

Guatemala

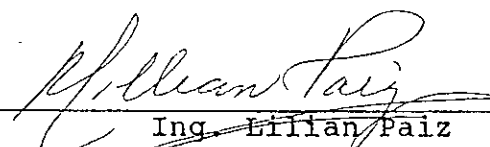
1993

CUANTIFICACION DE CARBOHIDRATOS NO ESTRUCTURALES
Y SU RELACION CON EL "MAL DE VIÑAS" DEL CAFE
(Coffea arabica L.)

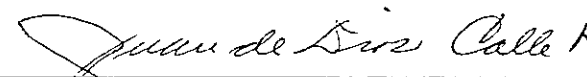
Vo. Bo. :

(f) 

Dr. Charles MacVean
Asesor

(f) 

Ing. Lillian Paiz
Co-asesor

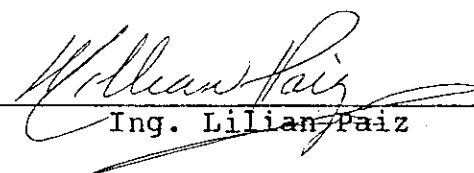
(f) 

Dr. Juan de Dios Calle
Co-asesor

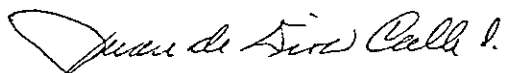
Tribunal:

(f) 

Dr. Charles MacVean

(f) 

Ing. Lillian Paiz

(f) 

Dr. Juan de Dios Calle

Fecha de aprobación:

30 de marzo, 1993

A mis padres,
a mi esposo y
a mi futuro bebé

AGRADECIMIENTOS

Agradezco al Instituto de Investigaciones de la Universidad del Valle de Guatemala por haberme dado la oportunidad de realizar mi tesis dentro de un programa de investigación. La profundidad del estudio de carbohidratos no hubiera sido posible al trabajar individualmente como estudiante. En el proyecto "Mal de Viñas" tuve la oportunidad de participar con un magnífico equipo de investigadores, quienes me apoyaron en todo el proceso, desde el muestreo hasta el análisis de los datos.

Quiero agradecer especialmente al Dr. Charles MacVean por la asesoría, paciencia y apoyo económico que me brindó para realizar el trabajo, así como su trato a nivel profesional. Agradezco profundamente al equipo de "Mal de Viñas" por su colaboración desinteresada: a María Eugenia, por todos los trámites de equipo, cristalería y demás asuntos económicos; a Odette y Rodolfo, por el equipo de laboratorio que me prestaron; al Ing. Braeuner por permitirme utilizar todo el papel filtro y por la gran experiencia humana que tuvimos oportunidad de compartir; a Helda y Francois, por todos los préstamos de cristalería y computadora; a Margarita, por la asesoría brindada; a Pablo, por su amistad y compañerismo; al Ing. Arjona, por los múltiples préstamos del molino; al Dr. Dix, por sus geniales ideas y a Rony, por haberme ayudado absolutamente en todo.

Deseo también agradecer a: Rossi Bressani, por haberme prestado los erlenmeyers y a Gabriel Guzmán, por prestarme la micropipeta y el agitador orbital; a Paty Palacios por el entusiasmo, y en forma muy especial, quiero agradecer la asesoría y el cariño que me brindaron el Dr. Juan de Dios Calle y la Ing. Lilian Paiz, catedráticos que nunca olvidaré.

RESUMEN

En este trabajo se analizan los carbohidratos no estructurales en café (azúcares reductores libres, almidón y carbohidratos totales), según los criterios: CONDICION DE LA FINCA (presencia o ausencia de "Mal de Viñas" en la plantación de café), SALUD DE LA PLANTA (sana -sin defoliación- y enferma -con defoliación-), PARTE DE LA PLANTA (hojas, ramas, raíces y frutos), EPOCA DE MUESTREO (asociada a las etapas fenológicas del café observadas en el campo), INDICE DE DEFOLIACION (proporción de defoliación) e INDICE DE CLOROSIS (presencia o ausencia de clorosis). Los resultados se emplean para evaluar el potencial de estos carbohidratos como indicadores fisiológicos de estrés, en plantas de café afectadas por el síndrome conocido como "Mal de Viñas".

Los resultados obtenidos muestran que es posible detectar diferencias estadísticamente significativas a nivel de CONDICION DE LA FINCA, PARTE DE LA PLANTA y EPOCA DE MUESTREO. Se encontraron interacciones significativas para CONDICION DE LA FINCA x EPOCA DE MUESTREO, SALUD DE LA PLANTA x CONDICION DE LA FINCA, INDICE DE CLOROSIS x CONDICION DE LA FINCA e INDICE DE CLOROSIS x PARTE DE LA PLANTA.

Se determinó que, en promedio, las plantas de fincas con "Mal de Viñas" poseen mayores niveles de carbohidratos no estructurales que las plantas de fincas sin "Mal de Viñas". Estas tendencias se ven modificadas según la época de muestreo, caracterizadas porque en los meses comprendidos entre noviembre y marzo el comportamiento entre plantas de fincas con y sin "Mal de Viñas" es opuesto, a nivel de todos los tejidos.

Los datos de carbohidratos muestran que el criterio de SALUD DE LA PLANTA no es equivalente entre fincas con y sin "Mal de Viñas". En fincas enfermas, las plantas sanas (sin defoliación) poseen menores niveles de carbohidratos que las plantas enfermas (con defoliación); lo contrario ocurre en fincas sanas.

No se encontraron diferencias estadísticamente significativas en los niveles de carbohidratos según el INDICE DE DEFOLIACION ni el INDICE DE CLOROSIS, empleados para caracterizar el "Mal de Viñas". Estos índices parecen ser representativos del síndrome únicamente cuando se evalúan en conjunto con otros criterios como CONDICION DE LA FINCA, PARTE DE LA PLANTA y EPOCA DE MUESTREO. Los niveles de carbohidratos no estructurales parecen ser descriptores cuantitativos y reproducibles del agotamiento fisiológico que caracteriza al "Mal de Viñas".

Adicionalmente, se realizan predicciones sobre el comportamiento y los niveles de carbohidratos en cafetos, atendiendo a ciertos criterios como: análisis a nivel de plantas o de tejidos específicos y época conveniente para el análisis. Estas predicciones pretenden poner a prueba el potencial de los carbohidratos no estructurales como indicadores de diagnóstico en el "Mal de Viñas".



CONTENIDO

| | Página |
|---|--------|
| I. INTRODUCCION | 1 |
| A. IMPORTANCIA Y OBJETIVOS | 1 |
| B. ANTECEDENTES | 5 |
| 1. Carbohidratos | 5 |
| a. Azúcares reductores y no-reductores | 5 |
| b. Carbohidratos estructurales y no-estructurales | 10 |
| 2. Metabolismo de carbohidratos en la planta enferma | 11 |
| 3. Carbohidratos en café (<u>Coffea arabica</u>) | 15 |
| 4. "Mal de Viñas" del café | 19 |
| 5. Niveles de carbohidratos no estructurales y su relación con el "Mal de Viñas" | 24 |
| II. METODOLOGIA | 27 |
| A. MUESTREO | 27 |
| B. ANALISIS DE CARBOHIDRATOS NO ESTRUCTURALES | 31 |
| C. ANALISIS ESTADISTICO | 35 |
| 1. Ponderación de datos. | 35 |
| 2. Estadística | 36 |
| 3. Hipótesis | 37 |

| | Página |
|---|--------|
| III. RESULTADOS | 39 |
| A. NIVELES PROMEDIO DE CARBOHIDRATOS NO ESTRUCTURALES EN CAFE | 39 |
| 1. Análisis según condición de la finca. | 39 |
| 2. Análisis según salud de la planta | 40 |
| 3. Análisis según parte de la planta | 41 |
| 4. Análisis según índice de defoliación. | 42 |
| 5. Análisis según índice de clorosis | 42 |
| 6. Análisis según época de muestreo. | 42 |
| B. VARIACION TEMPORAL DE CARBOHIDRATOS NO ESTRUCTURALES, SEGUN CONDICION DE LA FINCA, SALUD DE LA PLANTA, PARTE DE LA PLANTA, INDICE DE DEFOLIACION E INDICE DE CLOROSIS | 43 |
| 1. Análisis según condición de la finca | 43 |
| 2. Análisis según salud de la planta | 46 |
| 3. Análisis según parte de la planta | 50 |
| 4. Análisis según índice de defoliación | 52 |
| 5. Análisis según índice de clorosis | 55 |
| IV. DISCUSION | 90 |
| V. CONCLUSIONES | 110 |
| VI. RECOMENDACIONES | 115 |
| VII. LITERATURA CITADA | 118 |

| | Página |
|---|--------|
| VIII. APENDICES | 121 |
| A. Reacciones involucradas en el análisis de CNE | 121 |
| B. Indices de defoliación | 123 |
| C. Metodología completa para análisis de CNE . | 125 |
| D. Ejemplo de cálculos involucrados en la cuantificación de CNE | 130 |
| E. Factores de ponderación para pesos secos de plantas de café | 132 |
| F. Figuras complementarias | 135 |
| G. Datos brutos de carbohidratos no estructurales | 142 |
| H. Histogramas de frecuencias para datos de carbohidratos (concentración, ponderación y transformación) | 150 |
| I. Análisis de varianza | 153 |

LISTA DE FIGURAS

| Figura | Página |
|--|--------|
| 1. Ejemplo de monosacáridos comunes en plantas. | 5 |
| 2. Mecanismo de la reacción característica de los azúcares reductores. | 6 |
| 3. Formación del enlace glicosídico en la sacarosa. | 7 |
| 4. Estructura de las dextrinas. | 8 |
| 5. Estructura de los principales polisacáridos en plantas. | 9 |
| 6. Representación esquemática de raíces de cafetos sanos y con "Mal de Viñas" | 20 |
| 7. Apariencia microscópica de hojas de cafetos sanos y con "Mal de Viñas" | 22 |
| 8. Representación esquemática de los factores causales del "Mal de Viñas". | 23 |
| 9. Niveles promedio de carbohidratos en café de fincas con y sin "Mal de Viñas". | 41 |
| 10. Niveles promedio de carbohidratos en café según salud de la planta: sana/enferma. | 42 |
| 11. Niveles promedio de carbohidratos en café según parte de la planta: hojas/ramas/raíces/frutos | 44 |
| 12. Niveles promedio de carbohidratos en café según índice de defoliación. | 46 |
| 13. Niveles promedio de carbohidratos en café según índice de clorosis | 47 |

| Figura | Página |
|---|--------|
| 14. Niveles promedio de carbohidratos en café según época de muestreo | 48 |
| 15. Variación temporal de AZL en fincas modelo . . . | 50 |
| 16. Variación temporal de A en fincas modelo | 52 |
| 17. Variación temporal de CNE en fincas modelo . . . | 54 |
| 18. Variación temporal de AZL según condición de la finca. | 55 |
| 19. Variación temporal de A según condición de la finca. | 57 |
| 20. Variación temporal de CNE según condición de la finca. | 58 |
| 21. Variación temporal de AZL en fincas con y sin "Mal de Viñas" según salud de la planta. | 60 |
| 22. Variación temporal de A en fincas con y sin "Mal de Viñas" según salud de la planta. | 62 |
| 23. Variación temporal de CNE en fincas con y sin "Mal de Viñas" según salud de la planta | 63 |
| 24. Variación temporal de AZL en cafetos sanos y enfermos según la condición de la finca. . . . | 64 |
| 25. Variación temporal de A en cafetos sanos y enfermos según la condición de la finca. . . . | 66 |
| 26. Variación temporal de CNE en cafetos sanos y enfermos según la condición de la finca. . . . | 67 |

| Figura | Página |
|---|--------|
| 27. Niveles promedio de carbohidratos en café de fincas con y sin "Mal de Viñas" según parte de la planta | 69 |
| 28. Variación temporal de AZL en fincas con y sin "Mal de Viñas" según parte de la planta. | 71 |
| 29. Variación temporal de A en fincas con y sin "Mal de Viñas" según parte de la planta. | 72 |
| 30. Variación temporal de CNE en fincas con y sin "Mal de Viñas" según parte de la planta. | 73 |
| 31. Niveles promedio de AZL en café de fincas con y sin "Mal de Viñas" según época de muestreo y parte de la planta | 75 |
| 32. Niveles promedio de A en café de fincas con y sin "Mal de Viñas" según época de muestreo y parte de la planta | 76 |
| 33. Niveles promedio de CNE en café de fincas con y sin "Mal de Viñas" según época de muestreo y parte de la planta | 77 |
| 34. Niveles promedio de carbohidratos en café de fincas con y sin "Mal de Viñas" según el índice de defoliación. | 78 |
| 35. Variación temporal de AZL en café de fincas con y sin "Mal de Viñas" según índice de defoliación | 80 |

| Figura | Página |
|--|--------|
| 36. Variación temporal de A en café de fincas con y sin "Mal de Viñas" según índice de defoliación . | 81 |
| 37. Variación temporal de CNE en café de fincas con y sin "Mal de Viñas" según índice de defoliación . | 82 |
| 38. Niveles promedio de carbohidratos en café de fincas con y sin "Mal de Viñas" según el índice de clorosis | 84 |
| 39. Variación temporal de AZL en café de fincas con y sin "Mal de Viñas" según índice de clorosis y parte de la planta | 85 |
| 40. Variación temporal de A en café de fincas con y sin "Mal de Viñas" según índice de clorosis y parte de la planta | 86 |
| 41. Variación temporal de CNE en café de fincas con y sin "Mal de Viñas" según índice de clorosis y parte de la planta | 87 |
| 42. Variación temporal de AZL en café de fincas sin "Mal de Viñas" | 135 |
| 43. Variación temporal de AZL en café de fincas con "Mal de Viñas" | 136 |
| 44. Variación temporal de A en café de fincas sin "Mal de Viñas" | 137 |
| 45. Variación temporal de A en café de fincas con "Mal de Viñas" | 138 |

| Figura | Página |
|---|--------|
| 46. Variación temporal de CNE en café de fincas sin "Mal de Viñas" | 139 |
| 47. Variación temporal de CNE en café de fincas con "Mal de Viñas" | 140 |
| 48. Concentraciones de carbohidratos en frutos de café de fincas con y sin "Mal de Viñas". | 141 |
| 49. Histograma de frecuencias AZL con datos de concentración de carbohidratos | 150 |
| 50. Histograma de frecuencias A con datos de concentración de carbohidratos | 151 |
| 51. Histograma de frecuencias CNE con datos de concentración de carbohidratos | 152 |
| 52. Histograma de frecuencias AZL con datos ponderados de carbohidratos. | 153 |
| 53. Histograma de frecuencias A con datos ponderados de carbohidratos. | 154 |
| 54. Histograma de frecuencias CNE con datos ponderados de carbohidratos. | 155 |
| 55. Histograma de frecuencias AZL con datos ponderados y transformados de carbohidratos. . . . | 156 |
| 56. Histograma de frecuencias A con datos ponderados y transformados de carbohidratos. . . . | 157 |
| 57. Histograma de frecuencias CNE con datos ponderados y transformados de carbohidratos. . . . | 158 |

LISTA DE TABLAS

| Tabla | Página |
|---|--------|
| 1. Localización y condición de las fincas muestreadas. | 28 |
| 2. Descripción de los índices de defoliación, clorosis y marchitez | 29 |
| 3. Períodos de muestreo empleados para el análisis de carbohidratos | 30 |
| 4. Niveles de carbohidratos no estructurales en café en % del peso total de la planta (promedios ponderados). | 39 |
| 5. Niveles de carbohidratos no estructurales en café según la condición de la finca | 40 |
| 6. Niveles de carbohidratos no estructurales en café según la condición de la finca y parte de la planta | 41 |
| 7. ANOVA "AZL" según salud de la planta, condición de la finca y época de muestreo. | 159 |
| 8. ANOVA "A" según salud de la planta, condición de la finca y época de muestreo. | 160 |
| 9. ANOVA "CNE" según salud de la planta, condición de la finca y época de muestreo. | 161 |
| 10. ANOVA "AZL" según salud de la planta, condición de la finca, época de muestreo y parte de la planta | 162 |

| Tabla | Página |
|---|--------|
| 11. ANOVA "A" según salud de la planta, condición de la finca, época de muestreo y parte de la planta | 163 |
| 12. ANOVA "CNE" según salud de la planta, condición de la finca, época de muestreo y parte de la planta | 164 |
| 13. ANOVA "AZL" según índice de defoliación, condición de la finca y época de muestreo. | 165 |
| 14. ANOVA "A" según índice de defoliación, condición de la finca y época de muestreo. | 166 |
| 15. ANOVA "CNE" según índice de defoliación, condición de la finca y época de muestreo. | 167 |
| 16. ANOVA "AZL" según índice de clorosis, condición de la finca y época de muestreo. | 168 |
| 17. ANOVA "A" según índice de clorosis, condición de la finca y época de muestreo. | 169 |
| 18. ANOVA "CNE" según índice de clorosis, condición de la finca y época de muestreo. | 170 |
| 19. ANOVA para fincas sin "Mal de Viñas": "AZL" según salud de la planta y época de muestreo | 171 |
| 20. ANOVA para fincas sin "Mal de Viñas": "A" según salud de la planta y época de muestreo | 172 |
| 21. ANOVA para fincas sin "Mal de Viñas": "CNE" según salud de la planta y época de muestreo | 173 |

| Tabla | Página |
|---|--------|
| 22. ANOVA para fincas con "Mal de Viñas": "AZL" según salud de la planta y época de muestreo . . . | 174 |
| 23. ANOVA para fincas con "Mal de Viñas": "A" según salud de la planta y época de muestreo . . . | 175 |
| 24. ANOVA para fincas con "Mal de Viñas": "CNE" según salud de la planta y época de muestreo . . . | 176 |
| 25. ANOVA para plantas sanas: "AZL" según condición de la finca y época de muestreo. | 177 |
| 26. ANOVA para plantas sanas: "A" según condición de la finca y época de muestreo. | 178 |
| 27. ANOVA para plantas sanas: "CNE" según condición de la finca y época de muestreo. | 179 |
| 28. ANOVA para plantas enfermas: "AZL" según condición de la finca y época de muestreo. . . . | 180 |
| 29. ANOVA para plantas enfermas: "A" según condición de la finca y época de muestreo. . . . | 181 |
| 30. ANOVA para plantas enfermas: "CNE" según condición de la finca y época de muestreo. . . . | 182 |
| 31. ANOVA para hojas: "AZL" según salud de la planta, condición de la finca y época de muestreo | 183 |
| 32. ANOVA para hojas: "A" según salud de la planta, condición de la finca y época de muestreo | 184 |

| Tabla | Página |
|--|--------|
| 33. ANOVA para hojas: "CNE" según salud de la planta, condición de la finca y época de muestreo | 185 |
| 34. ANOVA para ramas: "AZL" según salud de la planta, condición de la finca y época de muestreo | 186 |
| 35. ANOVA para ramas: "A" según salud de la planta, condición de la finca y época de muestreo | 187 |
| 36. ANOVA para ramas: "CNE" según salud de la planta, condición de la finca y época de muestreo | 188 |
| 37. ANOVA para raíces: "AZL" según salud de la planta, condición de la finca y época de muestreo | 189 |
| 38. ANOVA para raíces: "A" según salud de la planta, condición de la finca y época de muestreo | 190 |
| 39. ANOVA para raíces: "CNE" según salud de la planta, condición de la finca y época de muestreo | 191 |
| 40. ANOVA "AZL" según índice de defoliación y condición de la finca. | 192 |

| Tabla | Página |
|---|--------|
| 41. ANOVA "A" según índice de defoliación y condición de la finca. | 193 |
| 42. ANOVA "CNE" según índice de defoliación y condición de la finca. | 194 |
| 43. ANOVA para fincas sin "Mal de Viñas": "AZL" según índice de defoliación y época de muestreo. | 195 |
| 44. ANOVA para fincas sin "Mal de Viñas": "A" según índice de defoliación y época de muestreo. | 196 |
| 45. ANOVA para fincas sin "Mal de Viñas": "CNE" según índice de defoliación y época de muestreo. | 197 |
| 46. ANOVA para fincas con "Mal de Viñas": "AZL" según índice de defoliación y época de muestreo. | 198 |
| 47. ANOVA para fincas con "Mal de Viñas": "A" según índice de defoliación y época de muestreo. | 199 |
| 48. ANOVA para fincas con "Mal de Viñas": "CNE" según índice de defoliación y época de muestreo. | 200 |
| 49. ANOVA "AZL" según índice de clorosis y condición de la finca. | 201 |
| 50. ANOVA "A" según índice de clorosis y condición de la finca. | 202 |
| 51. ANOVA "CNE" según índice de clorosis y condición de la finca. | 203 |
| 52. ANOVA "AZL" según índice de clorosis, condición de la finca y parte de la planta | 204 |

| Tabla | Página |
|--|--------|
| 53. ANOVA "A" según índice de clorosis, condición de la finca y parte de la planta | 205 |
| 54. ANOVA "CNE" según índice de clorosis, condición de la finca y parte de la planta | 206 |

I. INTRODUCCION

A. IMPORTANCIA Y OBJETIVOS

El café ha sido el principal producto de exportación de Guatemala durante más de 150 años. Aporta el 12% del Producto Interno Bruto (PIB) y genera 43% del total de divisas que ingresan al país. Proporciona empleo al 11% de la población económicamente activa (PEA) del país, da ocupación permanente a 200 mil personas y utiliza una fuerza de 60 millones de jornales anuales (Riveiro, 1988).

Un gran porcentaje de pérdidas de grano y plantas en este cultivo en Guatemala se debe a enfermedades cuyos síntomas principales son clorosis, marchitez y defoliación, siendo la más devastadora de ellas el síndrome denominado "Mal de Viñas". Este es responsable de graves pérdidas económicas en café, y de la muerte de millones de cafetos por año (Gutiérrez et al., 1989).

El "Mal de Viñas" no es un problema que afecte solamente a cierta región del país. Aunque hasta ahora se ha asociado con el departamento de Santa Rosa, dado que hace 10-15 años el "Mal de Viñas" se volvió epidémico en la zona sur-oriental del país, existen decaimientos similares en otras regiones cafetaleras de Guatemala (MacVean, 1992).

A pesar de los diversos estudios realizados sobre el "Mal de Viñas", la etiología de la afección se determinó recientemente con los estudios del Instituto de Investigaciones de la Universidad del Valle de Guatemala. Se encontró que no se trataba de una enfermedad con un solo agente causal específico, sino más bien de un síndrome de agotamiento complejo (MacVean, 1992). Ante estos hallazgos surgió el interés de estudiar la respuesta fisiológica de la planta en las diferentes etapas de desarrollo de la afección, con el fin de poder comprender y describir mejor el síndrome.

Para evaluar esta respuesta, se decidió buscar un indicador bioquímico que representara cuantitativamente y en forma reproducible la afección. Se buscó un indicador con estas características, ya que el "Mal de Viñas" tiene síntomas variables y ambiguos, que pueden confundirse con ciclos de senescencia natural de hojas, y con muchas enfermedades y plagas que no necesariamente son letales. Puesto que los síntomas del "Mal de Viñas" se manifiestan como un agotamiento fisiológico, parecía probable que el balance energético de la planta estaría afectado, principalmente los carbohidratos no estructurales.

Adicionalmente, en la literatura se encontró estudios en café que sugerían una relación directa entre afecciones similares al "Mal de Viñas" y alteraciones en las reservas de

carbohidratos (Nutman, 1933; Clowes, 1972; Vasudeva, 1979; Venkatasubaiiah, 1984). El análisis de carbohidratos ha sido aplicado exitosamente en cultivos de cítricos para evaluar la respuesta de la planta ante diferentes agentes patogénicos y estrés (Nemec et al., 1989). Sin embargo, los estudios de carbohidratos en café se han limitado a estimaciones visuales de almidón a nivel de raíz o tallo principal (Nutman, 1933; Wormer and Ebagole, 1965a, 1965 b).

Con base en lo anterior surgieron los siguientes objetivos:

1. Determinar cuáles son los principales carbohidratos no estructurales de reserva en la planta de café (Coffea arabica L.).
2. Determinar los niveles de carbohidratos no estructurales en plantas sanas de café.
3. Establecer cuáles son los niveles de carbohidratos no estructurales en plantas de café con "Mal de Viñas".
4. Estudiar cómo se encuentran distribuidos los carbohidratos no estructurales en las diferentes partes de la planta de café.

5. Analizar la variación a lo largo del año en los niveles de carbohidratos no estructurales en café.

6. Evaluar los niveles de carbohidratos no estructurales atendiendo a los criterios de INDICE DE DEFOLIACION e INDICE DE CLOROSIS, empleados en la caracterización del "Mal de Viñas".

7. Evaluar las posibles interacciones entre los factores de interés: CONDICION DE LA FINCA, SALUD DE LA PLANTA, PARTE DE LA PLANTA, EPOCA DE MUESTREO, INDICE DE DEFOLIACION e INDICE DE CLOROSIS.

8. Determinar si los niveles de carbohidratos no estructurales son indicadores cuantitativos y reproducibles del agotamiento fisiológico característico del "Mal de Viñas".

B. ANTECEDENTES

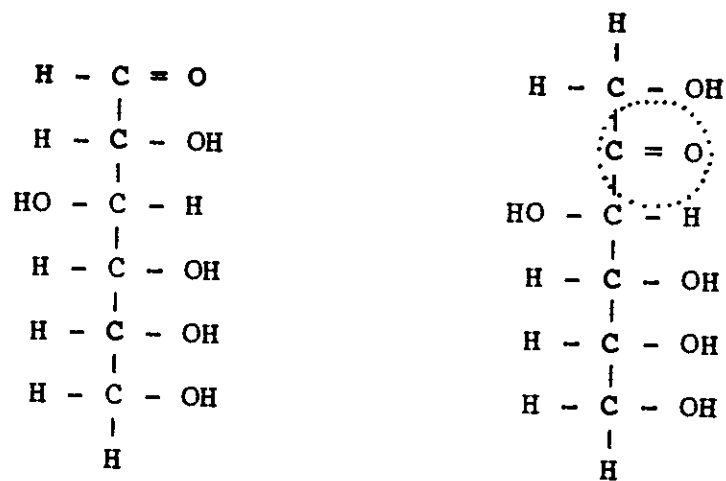
1. CARBOHIDRATOS

a. Azúcares Reductores y No-Reductores

Los carbohidratos son metabolitos primarios que poseen la fórmula general $(CH_2O)_n$. Sus unidades formadoras se conocen como monosacáridos o azúcares simples, que comprenden azúcares de 3 carbonos (triosas) a 7 carbonos (heptosas). Estos compuestos exhiben estereoisomerismo y se caracterizan por la presencia de un grupo aldehído (-CHO) o cetona (-CO-), altamente reactivos en solución alcalina (Fig. 1).

Fig. 1

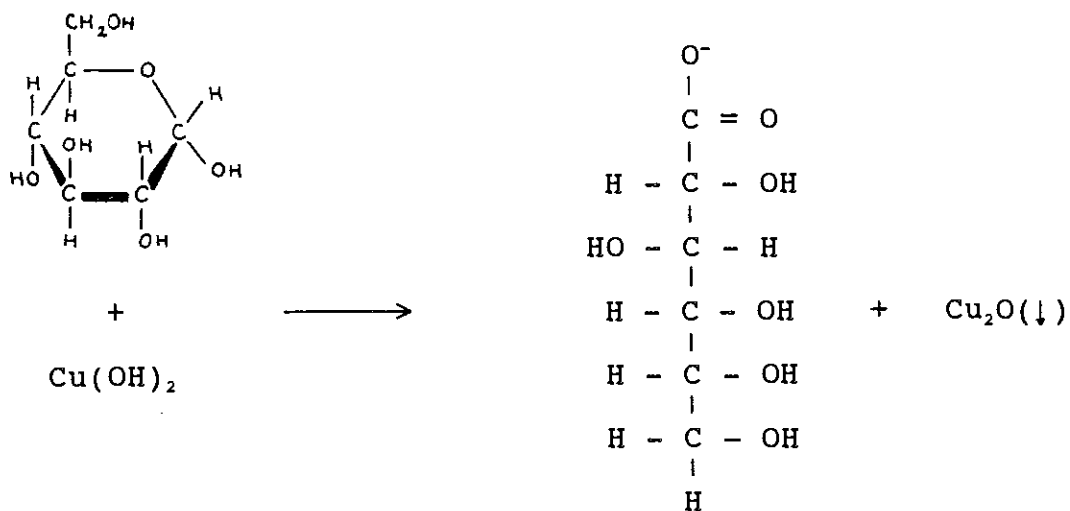
Ejemplo de monosacáridos comunes. Los grupos aldehído se muestran en negrilla, en tanto que los grupos cetona se encuentran circulados (tomado de Salisbury and Ross, 1992).



En una solución que contiene uno o más iones oxidantes, el grupo aldehído o cetona se oxida a ácido carboxílico (COOH); el ion oxidante, a su vez, se reduce. Esta reacción es la base de los reactivos que miden la capacidad reductora de azúcares. Por tanto, se le llama **azúcar reductor** a aquel que posee un grupo cetona o aldehído libre, capaz de reducir a una especie oxidante y, a su vez, oxidarse a un azúcar ácido (Fig. 2) (Salisbury and Ross, 1992).

Fig. 2

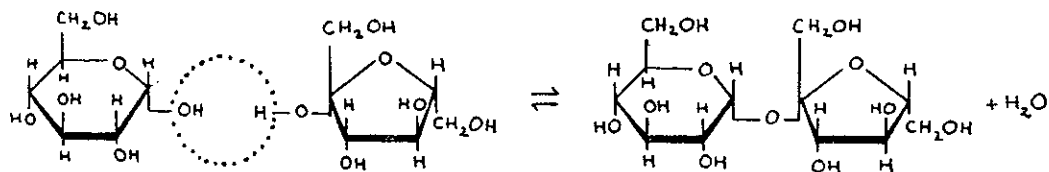
Mecanismo de la reacción característica de los azúcares reductores. El grupo aldehído o cetona se oxida a ácido carboxílico en presencia de un ion oxidante, como el Cu^{2+} en este caso particular, que es comunmente empleado para medir la capacidad reductora de los azúcares (tomado de Streitwieser and Heathcock, 1981).



Algunos de los azúcares ácidos (producidos por oxidación de aldehídos) ocurren naturalmente en las plantas, por ejemplo, ácido galacturónico y pectinas. También pueden adherirse al azúcar varios grupos mediante enlaces acetales, produciendo glicósidos como la sacarosa. En esta unión ocurre la remoción de una molécula de agua (Fig. 3). De esta manera, la unión de los azúcares forma los llamados disacáridos (2 unidades de azúcar), trisacáridos (3 unidades de azúcar), tetrasacáridos y polisacáridos (Salisbury and Ross, 1992).

Fig. 3

Formación del disacárido sacarosa mediante la formación del enlace glicosídico, por remoción de una molécula de agua entre la D-glucosa y la D-fructosa (tomado de Salisbury and Ross, 1992).

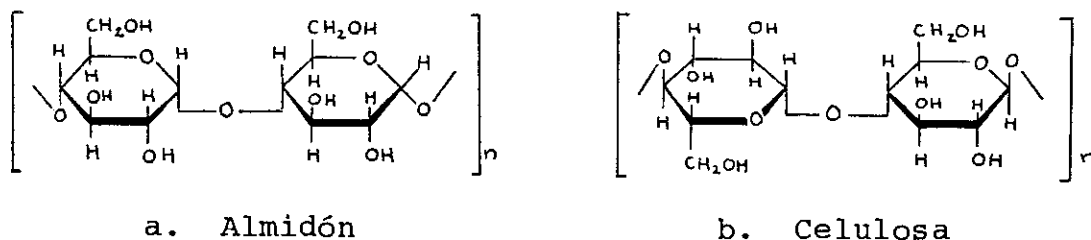


La unión de muchas unidades de monosacáridos da lugar a la formación de polisacáridos como almidón, fructosanos, celulosa, calosa, hemicelulosa o pectinas. Estos azúcares complejos no son reductores, pero pueden degradarse a monosacáridos con poder reductor mediante un proceso de hidrólisis. Esta degradación ocurre naturalmente durante la germinación, cuando el almidón es solubilizado a glucosa para poder ser metabolizada y transportada dentro de la semilla (Salisbury and Ross, 1992).

El almidón consiste de uniones α de glucosa, que da lugar a cadenas enrolladas, a diferencia de las cadenas rectas producidas por el enlace β , como ocurre en la celulosa (Fig. 5). Los fructosanos, formados por adiciones de diferentes unidades de fructosa a la terminal de una molécula de sacarosa, son importantes en gramíneas (Salisbury and Ross, 1992).

Fig. 5

Estructura de los principales polisacáridos en plantas (tomado de Salisbury and Ross, 1992).



b. Carbohidratos Estructurales y No-Estructurales

La planta emplea carbohidratos básicamente para dos funciones: generación y almacenamiento de energía, y formación de estructuras; a nivel celular, los carbohidratos participan en procesos de reconocimiento, diferenciación, maduración y envejecimiento, control hormonal y biosíntesis (Mathews and van Holde, 1991).

Se denomina carbohidratos estructurales a aquellos que están destinados a la formación de paredes y estructuras celulares (como pectinas, celulosa, hemicelulosa y callosa) y que, una vez incorporados al tejido de la planta, no son translocables (Bidwell, 1979). Por el contrario, se llama no-estructurales a aquellos carbohidratos que, como el almidón, pueden acumularse en toda la planta, principalmente en el tronco y ramas, o que pueden movilizarse por translocación o metabolismo, como la glucosa y sacarosa. Los carbohidratos no-estructurales comprenden azúcares libres con poder reductor, disacáridos como sacarosa y maltosa, y polisacáridos como almidón y fructosanos (Smith, 1981).

Los carbohidratos no-estructurales son productos primarios de la fotosíntesis y su función es esencial, ya que se emplean en la generación de ATP mediante el proceso de respiración celular. Esto permite a la planta llevar a cabo todas sus funciones metabólicas: crecimiento, reparación y reproducción (Bidwell, 1979).

2. METABOLISMO DE CARBOHIDRATOS EN LA PLANTA ENFERMA

Tanto las infecciones como los daños mecánicos (abióticos) provocan cambios localizados en la razón y patrón de respiración de la planta. Esto no es sorprendente, ya que el daño mecánico es parte del establecimiento de la mayoría de infecciones fungosas y una consecuencia del progreso de las infecciones causadas por otros microorganismos. Los carbohidratos insolubles son desdoblados y los carbohidratos solubles son metabolizados por vías catabólicas que funcionan para generar ATP y suplir de esqueletos de carbono necesarios para reacciones de curación de heridas (Ayres, 1984).

En plantas enfermas hay demandas inusuales de ATP y carbono ya que se sintetizan una amplia gama de antibióticos fenilpropanoides, incluyendo fitoalexinas, vía fenilalanina. Tanto el daño abiótico como la infección estimulan la glicólisis, pero solamente la infección causa una estimulación muy grande en la actividad de la vía oxidativa de la fosfato pentosa. La razón incrementada en la glicólisis es atribuible a la actividad incrementada de la fosfofructokinasa y piruvato-kinasa. Ambas enzimas son sensibles a la razón de carga energética del adenilato del tejido, de manera que se verán afectadas directamente por cambios que ocurren en la mitocondria y cloroplastos. El estado energético de la célula también afecta la actividad de la dehidrosükimato-reductasa

y shikimato-kinasa, que regulan la síntesis de fenilalanina, y de la 4-cumarato-CoA-ligasa, que regula su metabolismo posterior (Ayres, 1984).

A pesar de que se sabe que un resultado común de la patogénesis son los efectos en la fotosíntesis, es difícil hacer generalizaciones. Las infecciones virales generalmente conducen a la disminución de la actividad fotosintética. Esta disminución no es solamente el resultado de menor cantidad de clorofila, ya que la fijación de CO_2 es menor incluso si se expresa por unidad de clorofila o cloroplasto. Los virus que invaden el floema pueden interferir con su función y, por tanto, interferir con la translocación normal. De hecho, se ha observado una acumulación de carbohidratos en hojas infectadas por virus. Estos carbohidratos podrían inhibir la fotosíntesis por efectos de retroalimentación o interferir con la síntesis de clorofila (Buchanan *et al.*, 1981).

Se ha reportado un incremento en la fijación nocturna de CO_2 en el caso de enfermedades fungosas. Algunos de estos incrementos podrían deberse a la habilidad del hongo para fijar CO_2 , pero también se han observado estimulaciones de la fotosíntesis en ausencia del patógeno vivo después de aplicar las patotoxinas (productos tóxicos del patógeno que se sabe causan todos los síntomas de la enfermedad). La fijación incrementada de CO_2 puede ocurrir vía un ácido de 3 carbonos

(a través del efecto de la enzima málica o fosfoenolpirúvico-carboxilasa) o por degradación incrementada de ribulosa-5-fosfato y ribulosa-1,5-difosfato. La fotosíntesis también puede ser estimulada en hojas no infectadas de plantas enfermas cuando se inhibe la fotosíntesis de las hojas infectadas. Asociada a esta estimulación se encuentra una translocación incrementada desde las hojas no infectadas hacia las hojas infectadas. Esto beneficiaría al parásito, ya que lo proveería de nutrientes (Whipps and Lewis, 1981).

En etapas tardías de infección, ciertos parásitos obligados inducen la aparición de regiones denominadas "islas verdes" alrededor de los sitios de infección. A pesar de que el resto del tejido infectado se encuentre clorótico, los tejidos alrededor del parásito actúan como un depósito metabólico y permanecen verdes y fotosintéticamente activos. Es posible que un producto del parásito, que actúa en forma similar a una citoquinina, pueda ser el responsable de estas "islas verdes". De esta manera, el tejido infectado permanece suficientemente funcional para que el parásito pueda extraer todas las sustancias necesarias para su crecimiento y reproducción (Salisbury and Ross, 1978).

La infección de las plantas también se caracteriza por un incremento en la respiración. La tasa de respiración es influenciada por diversos factores, siendo uno de los más

importantes la disponibilidad de ADP. Los niveles de ADP son mayores cuando hay una utilización incrementada de ATP, como ocurre durante el crecimiento. De hecho, en muchas enfermedades causadas por parásitos obligados, existe un aumento en el tamaño y peso seco del tejido infectado. También se ha descrito una sustitución del metabolismo predominante del ciclo de Krebs por la vía respiratoria de la fosfato pentosa. En algunos casos, esta sustitución es paralela a un aumento en la respiración. En otras enfermedades, la sustitución ocurre mucho después y puede asociarse predominantemente con un metabolismo fungoso (Buchanan *et al.*, 1981; Whipps and Lewis, 1981).

En el caso de un cambio a la vía de la fosfato-pentosa paralelo al aumento en la respiración, experimentos con ¹⁴C-glucosa muestran la acumulación de fructosa en diversos componentes de la pared celular. Lo anterior puede estar relacionado con las modificaciones poco usuales de la pared celular encontrados tempranamente en las enfermedades. Estas modificaciones de la pared parecen formarse, en parte, por la acumulación de productos de dictiosomas entre la membrana plasmática y la pared celular. Su función es desconocida pero podría representar un intento por parte de la planta (o el hospedero) para reparar las áreas dañadas (Buchanan *et al.*, 1981; Whipps and Lewis, 1981).

3. CARBOHIDRATOS EN CAFE (Coffea arabica L.)

El café es una planta leñosa, perenne, adaptada a vivir bajo sombra. La mayor actividad fotosintética ocurre en las hojas, pero se estima que el fruto inmaduro, rico en clorofila, puede llegar a contribuir un 20 a 30% de la superficie fotosintética total de la planta (Cannell, 1985).

A pesar del conocimiento sobre la importancia de una sombra adecuada en el cultivo de café, la práctica de cultivar café al sol (o sin sombra adecuada) se ha extendido considerablemente en los diversos países productores. Desde 1933, en la India se han reportado afecciones severas en el café debido a la remoción de la sombra, y varios autores han considerado de vital importancia el balance de carbohidratos en dichas afecciones (Nutman, 1933; Wormer and Ebagole, 1965). Sin embargo, desde entonces únicamente se han realizado estimaciones visuales de almidón a nivel de raíces y tallo. La importancia del almidón en el desarrollo normal del café ha sido destacada por numerosos autores, entre ellos Vasudeva (1979).

Son varios los desórdenes fisiológicos en café debidos a deficiencia de carbohidratos, entre estos: retardo en el crecimiento (como resultado de una baja producción de almidón), pérdida de fruto (10-50% grano vano) debido a un desbalance entre los carbohidratos disponibles y los niveles

de auxinas (Vasudeva, 1979), y "muerte descendente" (Nutman, 1933; Clowes, 1977). Esta última se caracteriza por un paro en el crecimiento terminal del café, las hojas y frutos en las ramas afectadas se tornan cloróticas y las hojas se caen; a estos síntomas le sigue la marchitez y muerte de las ramas desde los extremos distales hacia el tallo principal. Finalmente los frutos se secan, se tornan negros y se desprenden. En casos severos, la mayoría de las ramas laterales pueden verse afectadas, resultando a veces en la muerte de la planta (Clowes, 1972).

Puesto que las hojas son los sitios principales para la fotosíntesis, es esencial que la planta retenga la mayor cantidad posible de hojas; el control de la defoliación es un factor principal vinculado con la producción del cultivo. En exceso de luz, la tasa de fotosíntesis disminuye, como resultado de la destrucción de cloroplastos, dando efectos adversos como clorosis, marchitez y defoliación (Vasudeva, 1979).

La sobrecarga de frutos es un fenómeno típico en árboles de café que crecen sin sombra, ya que la iniciación de la floración es dependiente de la luz. En exceso de luz puede producir tantos frutos que la planta sufre "muerte descendente por sobrecarga". Cannell (1971) propone que esta condición posiblemente haya surgido ante la incapacidad del cafeto para

desarrollar mecanismos satisfactorios para mantener su carga de fruto en balance con los recursos de carbohidratos y minerales. Esta incapacidad resultaría natural tomando en cuenta que en su habitat nativo, es decir el sotobosque sombrío de montaña en Etiopía, la planta produce pocas flores.

El estrés resultante de la tendencia del café para fijar sus frutos y tratar de madurar una producción tal que las reservas de la planta resultan insuficientes para suplir las necesidades del fruto en desarrollo, parece explicar el fenómeno de "muerte descendente". Estudios en las raíces de los cafetos afectados por dicho fenómeno han revelado una deficiencia de raicillas con pelos absorbentes (Nutman, 1933).

Puesto que la formación de frutos tiene prioridad sobre el crecimiento de las partes vegetativas, una sobreproducción de frutos reduce considerablemente el desarrollo y crecimiento de la planta. Ante esta condición, ocurre un agotamiento de las reservas de carbohidratos almacenadas en el tallo, lo cual restringe el suplemento de alimento hacia las raíces e inhibe el crecimiento de yemas en ramas laterales (Cannell, 1971).

La sintomatología clásica de clorosis, marchitez y defoliación en café puede tener numerosas causas, tanto bióticas como abióticas. Entre los principales factores abióticos se han reportado: deficiencias nutricionales (Accorsi y Haag, 1976; Müller, 1959), toxicidad de aluminio

(Pavan *et al.*, 1982), estrés fisiológico (Clowes, 1977), y estrés de floración (Nutman, 1933). Los principales factores bióticos reportados son: nemátodos (Kumar, 1982, 1988), cochinillas (Hernández, 1965), hongos (López-Duque, 1966; Baker, 1972; Venkatasubbaiah *et al.*, 1984), fitomonas (Vermeulen, 1968), micoplasmas, rickettsias y clamidias (Cevallos, 1963).

Tanto los factores bióticos como abióticos son capaces de alterar los niveles de carbohidratos en la planta. La diferencia entre uno y otro factor radica en la extensión de la alteración, es decir si es localizada o no, y la magnitud de la misma. Los agentes abióticos tienden a alterar los niveles de carbohidratos a nivel de toda la planta, a diferencia de un agente biótico que produce un efecto localizado. Adicionalmente, los factores abióticos no causan alteraciones tan drásticas en los niveles de carbohidratos como las provocadas por factores bióticos, lo cual permite en ciertos casos determinar la etiología de la afección (Ayres, 1984).

4. "MAL DE VIÑAS" DEL CAFE

Históricamente, en Guatemala se han presentado graves problemas de clorosis, marchitez y defoliación en la caficultura, siendo el más devastador de ellos el síndrome denominado "Mal de Viñas". Este síndrome ha afectado principalmente la región cafetalera de la zona sur-oriental del país, aproximadamente desde 1940. Esta enfermedad es responsable de la muerte de 2.1 millones de plantas de café/año (Gutierrez et al., 1989).

"El "Mal de Viñas" es un decaimiento fisiológico del cafeto que conduce a la muerte prematura de la planta" (MacVean, 1992). Se trata básicamente de factores abióticos que dañan las raíces y el follaje de la planta, alterando la nutrición, crecimiento y fructificación a tal punto que la planta ya no puede recuperarse. Estos factores abióticos son: acidez de suelos combinada con altos niveles tóxicos de aluminio y otros metales, y falta de sombra adecuada. Al daño producido por estos factores primarios se añaden daños secundarios producidos por factores bióticos, principalmente nemátodos (MacVean, 1992).

Originalmente el "Mal de Viñas" se describió como un amarillamiento y defoliación que avanzan en forma ascendente (Riveiro y Ordoñez, 1989); sin embargo, el patrón de decaimiento es muy variable. La característica principal de

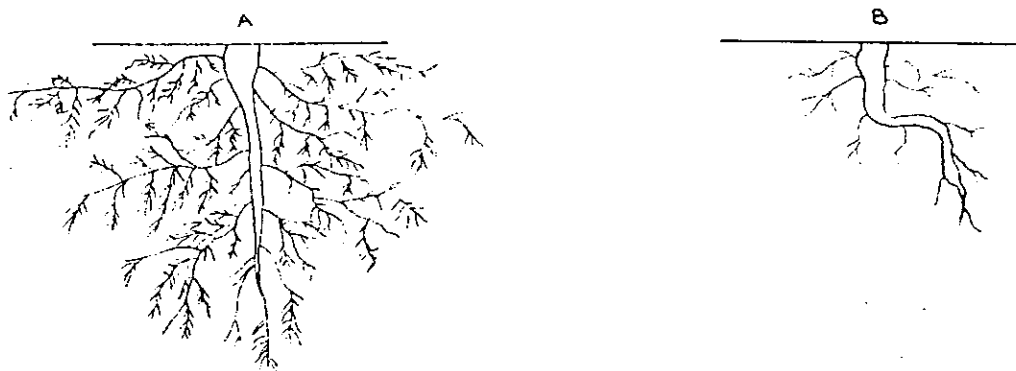
plantas con "Mal de Viñas" no es la dirección que siguen el amarillamiento y la defoliación, sino que estos empeoran en forma irreversible hasta culminar en la muerte de la planta (MacVean, 1992).

"La expresión más clara de la defoliación y decoloración se produce durante la época lluviosa cuando plantas sanas exhiben un vigoroso crecimiento de tallos y follaje nuevos, mientras las plantas afectadas se tornan cloróticas, defoliadas y exhiben poco crecimiento. Además, las plantas afectadas producen altos porcentajes de grano "vano", frutos con endocarpio seco, negruzco, y semilla malformada" (MacVean, 1992).

A nivel de raíces, las plantas con "Mal de Viñas" presentan poco desarrollo del sistema radicular (particularmente de raicillas), penetración poco profunda y torceduras laterales en la pivotante y secundarias (ver Fig. 6) (MacVean, 1992).

Fig. 6

Representación esquemática de raíces de cafetos sanos (A) y afectados por "Mal de Viñas" (B) (tomado de MacVean, 1992).



El análisis químico de los suelos de fincas afectadas por el "Mal de Viñas" ha revelado que la acidez, combinada con altos niveles de aluminio y manganeso, es la responsable de la disminución de las raicillas. Por lo tanto, la capacidad de absorción y translocación de nutrientes y agua a nivel de raíces se verá considerablemente afectada (MacVean, 1992).

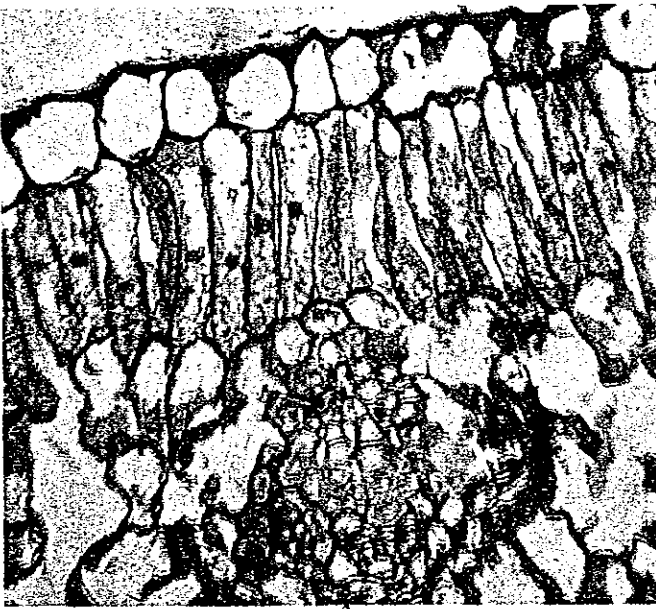
Adicionalmente, la eliminación de la sombra contribuye a la pérdida de agua y materia orgánica en el suelo. Con la eliminación de la cobertura vegetal, la irradiación solar es mayor en la superficie del suelo y en las hojas de la planta, lo cual produce mayor evaporación y transpiración. En condiciones de extrema sequía, el déficit de agua resultante puede por sí solo matar a la planta (MacVean, 1992).

La cantidad de luz, la temperatura y la disponibilidad de agua se ven afectados por la cantidad de sombra, que inciden directamente sobre el cafeto (MacVean, 1992). Coffea arabica es una planta cuyo metabolismo está adaptado a condiciones de baja luz incidente y a temperaturas moderadas en las hojas (20-25°C) (Cannell, 1987). La eficiencia fotosintética de la planta decae cuando la cobertura de sombra es menos del 50%. Esta disminución en la capacidad de fijar carbono y velocidad neta de fotosíntesis resulta de daños a nivel de cloroplastos, lo cual se manifiesta físicamente como una clorosis (Cannell, 1987).

El análisis microscópico de las hojas de plantas con "Mal de Viñas" revela un desorden y desintegración en las células del parénquima empalizado, donde normalmente se encuentran los cloroplastos (ver Fig. 7) (MacVean, 1992).

Fig. 7

Corte microscópico transversal de hoja de planta sana (A) y planta con "Mal de Viñas" (B). La capa superior de células corresponde a la superficie (epidermis) superior de la hoja. Abajo se encuentra el mesófilo empalizado, conjunto de células verticales ricas en clorofila y activas en fotosíntesis, normal en (A) y desintegrado en (B). Aumento=400X (tomado de MacVean, 1992).

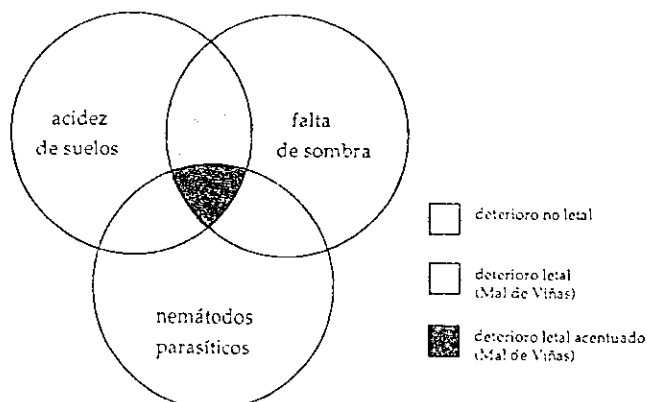


A pesar de que los mecanismos causales del "Mal de Viñas" son principalmente los factores abióticos mencionados, acidez de suelos y falta de sombra adecuada, los análisis de campo y los experimentos controlados en invernadero muestran que patógenos parasíticos como nemátodos (Pratylenchus coffeae y Meloidogyne sp.) y hongos (Fusarium oxisporum) pueden agravar y/o acelerar el decaimiento del cafeto (MacVean 1992).

Por tanto, los factores abióticos acidez de suelos y falta de sombra, por sí solos, son capaces de inducir el deterioro letal en café conocido como "Mal de Viñas". Este deterioro puede acentuarse en presencia de factores bióticos, principalmente nemátodos parasíticos. La interacción y efecto de ambos factores puede representarse esquemáticamente como muestra la Fig. 8.

Fig. 8

Representación esquemática de los factores causales del "Mal de Viñas". Los círculos indican los efectos de cada factor por separado (áreas sin traslape) así como la acción combinada de dos o tres factores (áreas de traslape) (tomado de MacVean, 1992).



5. NIVELES DE CARBOHIDRATOS NO ESTRUCTURALES Y SU POSIBLE RELACION CON EL "MAL DE VIÑAS"

Las secciones anteriores han permitido conocer la importancia de los carbohidratos para el metabolismo de la planta, incluyendo trabajos en café y los antecedentes sobre el "Mal de Viñas". A pesar de que los estudios sobre el "Mal de Viñas" han llevado a proponer los mecanismos físicos responsables de la sintomatología característica de la afección, un entendimiento más profundo del síndrome requiere que éste sea analizado a nivel de la respuesta fisiológica de la planta.

Los datos disponibles actualmente sobre el "Mal de Viñas" parecen indicar que esta afección es la manifestación del daño causado al cafeto por la imposición de estrés, con un componente abiótico primario y un biótico secundario. Se entiende por estrés aquella condición que tiende a alterar la estructura y funcionamiento normal de la planta (Hale and Orcutt, 1987). Ayres (1984) afirma que "cualquier tipo de estrés interfiere con el balance energético de la planta, ya sea inhibiendo la adquisición o acelerando el consumo de energía; en este sentido, tanto el agua como los azúcares son considerados fuentes potenciales de energía".

Los estudios sobre los diferentes agentes causales de estrés en plantas de café sugieren una relación directa entre

los trastornos observados y alteraciones en las reservas de carbohidratos de la planta (Nutman, 1933; Venkatasubbaiah et al., 1984; Vasudeva, 1979). El análisis de carbohidratos en el estudio de afecciones vegetales ha sido aplicado exitosamente en cultivos de cítricos, y ha permitido evaluar la respuesta de la planta hacia diferentes toxinas del hongo Fusarium solani. Se encontró que los síntomas de clorosis provocados por este hongo disminuían los niveles de azúcares solubles y reductores, junto con disminuciones de almidón. Cuando únicamente la toxina dihidrofusarubina (sin isomarticina) se inoculaba en las plantas, sólo los niveles de almidón se reducían (Nemec et al., 1989).

Los niveles de azúcares también se han empleado para estudiar el efecto del virus del enanismo y amarillamiento de la avena ("oat crowns"). En este caso particular, se encontró que no había una diferencia significativa en los niveles de carbohidratos totales. Sin embargo, la concentración de fructosanos de cadena larga se encontraba considerablemente reducida, en tanto que los azúcares simples estaban elevados (Livingston and Fildow, 1990).

Puesto que el "Mal de Viñas" se manifiesta sintomatológicamente como un decaimiento que muchas veces termina en la muerte de la planta, con cuadros de clorosis, marchitez y defoliación, en este trabajo de tesis se plantea

la hipótesis de que las reservas energéticas de la planta se encuentran alteradas. Esta alteración quizá permita describir la respuesta fisiológica de la planta ante la afección. De ser factible, los niveles de carbohidratos no estructurales podrían emplearse para realizar predicciones que provean la información necesaria para diagnosticar el "Mal de Viñas" antes de que éste resulte irreversible.

II. METODOLOGIA

A. MUESTREO

Las plantas analizadas en este trabajo, Coffea arabica vars. caturra y catuaí, provienen de fincas de café en los Departamentos de Santa Rosa y Guatemala. Se recolectaron 2 plantas por finca, en 6 muestreos distribuidos entre los meses de octubre de 1991 a agosto de 1992. Cuatro de estas fincas se clasificaron como "sanas" (sin "Mal de Viñas") y otras cuatro como "enfermas" (con "Mal de Viñas"). El criterio empleado para la clasificación de las fincas como sanas o enfermas fue establecido con base en: 1) historial de clorosis, marchitez y defoliación en la finca, 2) historial de mortandad de cafetos atribuida al "Mal de Viñas", 3) condición de la finca en cuanto a los criterios (1) y (2) en el momento de realizar el estudio (1989-1992). Por tanto, se estableció como finca enferma aquella que cumplía con los criterios 1 y 2, y que en el momento de su clasificación presentaba cuadros de clorosis, marchitez y defoliación en gran parte de la plantación.

Es importante mencionar que estos 3 parámetros fueron aplicados a nivel de finca y que no fue empleado el mismo criterio a nivel de tablonos para asignar la presencia o ausencia del "Mal de Viñas"; es decir, fincas clasificadas

como sanas no excluyen la presencia de ciertos tablonos con sintomatología aparente del "Mal de Viñas", así como tampoco se excluye la presencia de tablonos sanos en fincas afectadas.

Las fincas analizadas en este estudio se listan en la Tabla 1, incluyendo su localización y clasificación en cuanto a la condición de la finca¹.

Tabla 1
Localización y condición de las fincas muestreadas
(Departamentos de Santa Rosa y Guatemala, GUA.)

| No. | FINCA | CONDICION FINCA | LOCALIDAD (Municipio, Depto.) |
|-----|------------------------------|-----------------|---------------------------------|
| 1 | San José Las Flores (SJLF) | Sana | Villa Canales, Guatemala |
| 2 | Morán (MOR) | Sana | Boca del Monte, Guatemala |
| 3 | San Agustín Las Minas (SALM) | Sana | Los Esclavos, Santa Rosa |
| 4 | Sonrisa (SON) | Sana | Sta. María Ixhuatán, Santa Rosa |
| 5 | Pocitos (POC) | Enferma | Barberena, Santa Rosa |
| 6 | Naranjito (NAR) | Enferma | Barberena, Santa Rosa |
| 7 | Cerro Redondo (CR) | Enferma | Barberena, Santa Rosa |
| 8 | Palmira (PALM) | Enferma | Pueblo Nuevo Viñas, Sta. Rosa |

(1) El término "condición de la finca" es un reflejo tanto del estado de la plantación de café (presencia o ausencia del "Mal de Viñas"), así como la política de manejo en cada una de las fincas muestreadas.

Las plantas muestreadas en estas fincas se clasificaron como sanas o enfermas con base en un índice de defoliación que se presenta a continuación. Los índices de clorosis y marchitez también se emplearon con el fin de describir en forma más completa las características de la planta muestreada.

Tabla 2

Descripción de los índices de defoliación, clorosis y marchitez

| AFECCION | INDICE | CARACTERISTICAS |
|-------------|--------|---|
| DEFOLIACION | 0 | Planta sin pérdida de hojas |
| | 2 | Planta que principia a perder hojas (<1/3 total de hojas) |
| | 4 | Planta que ha perdido por lo menos 1/3 de hojas |
| | 6 | Planta que ha perdido 2/3 de hojas |
| | 7 | Planta casi completamente defoliada, pero aún con partes verdes |
| | 8 | Planta muerta |
| CLOROSIS | 0 | Planta con menos de 1/3 hojas amarillas |
| | 1 | Planta con más de 1/3 hojas amarillas |
| MARCHITEZ | 0 | Planta con hojas turgentes |
| | 1 | Planta con hojas flácidas; marchitez con evidente pérdida de agua |

Las plantas con índices de defoliación 0 y 2 se consideraron sanas, en tanto que plantas con índices de defoliación entre 4 y 7 fueron consideradas como plantas enfermas. La derivación de los índices de defoliación se explica en detalle en el Apéndice B (pág. 123), junto con la representación gráfica de los mismos. Adicionalmente, a cada planta se le asignó un índice correspondiente a la presencia o ausencia de clorosis y/o marchitez (Tabla 2), para tener una mejor descripción del grado de afección de la planta.

Para la recolección de plantas se establecieron 6 períodos de muestreo, representativos (en lo posible) de la etapa fenológica aproximada del cafeto, como se muestra en la Tabla 3.

Tabla 3

Períodos de muestreo en los cuales se recolectaron las plantas de café empleadas para el análisis de niveles de carbohidratos no estructurales.

| No. | Mes | Etapa fenológica aproximada |
|-----|------------|--|
| 1 | Oct-Nov 91 | Maduración de frutos |
| 2 | Febrero 92 | Post-cosecha y formación de yemas nuevas |
| 3 | Marzo 92 | Durmancia vegetativa |
| 4 | Abril 92 | Floración |
| 5 | Mayo 92 | Inicio de frutos |
| 6 | Agosto 92 | Llenado de frutos |

En cada período se muestrearon entre dos y cuatro fincas sanas y enfermas. En cada finca se muestrearon 2 plantas, una sana y otra enferma. Las plantas se seleccionaron usando coordenadas tomadas de una tabla de números aleatorios, en tablones escogidos previamente como representativos de la condición estado general de la finca. Las plantas muestreadas fueron desenterradas completamente. Se tomaron porciones de distintos tejidos para análisis en otras secciones del Proyecto "Mal de Viñas" (Fitopatología e Histología) y el resto de la planta se mantuvo congelado a -20°C , entre 1 y 2 meses, antes del análisis de carbohidratos.

B. ANALISIS DE CARBOHIDRATOS NO ESTRUCTURALES

Cada planta de café muestreada se dividió en 4 partes, todas ellas representativas de la condición general de cada tejido.

1. Hojas
2. Ramas/Tallo: incluye tallo principal(50% p/p aprox.)
y ramas (50% p/p aprox.)
3. Raíces: incluye raíz pivotante (80% p/p aprox.)
raíces laterales y raicilla (20%
p/p aprox.)
4. Frutos: incluye carnosidad y semilla

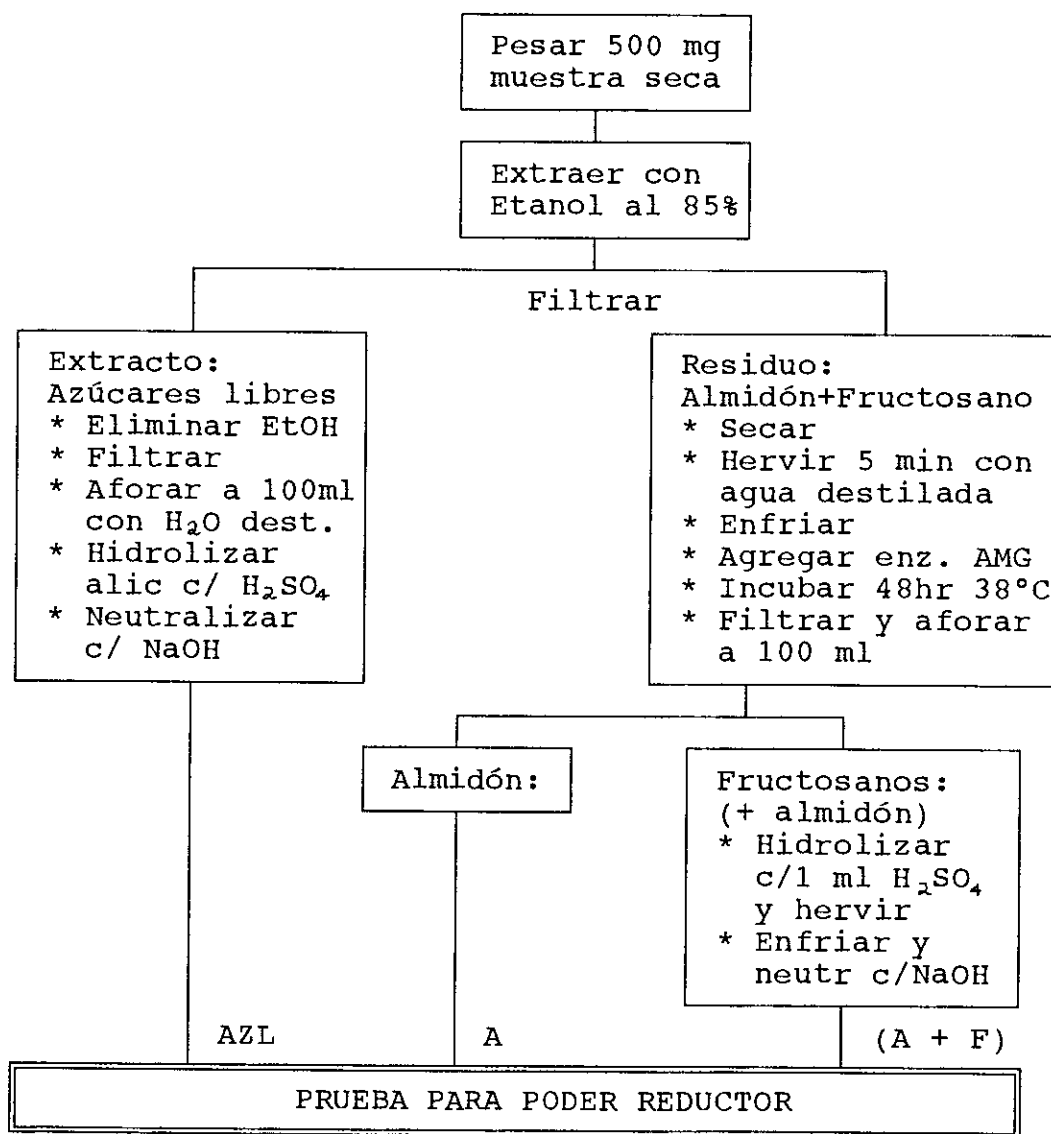
Cada parte se secó en horno de convección a 70°C hasta alcanzar peso constante (± 0.01 g). Se tomaron aproximadamente 20 g del tejido seco y se molieron pasándolos por un tamiz de 40 mallas. El tejido seco y molido se volvió a congelar a -20°C hasta el momento del análisis (el lapso entre muestreo y análisis no fue mayor de 2 meses).

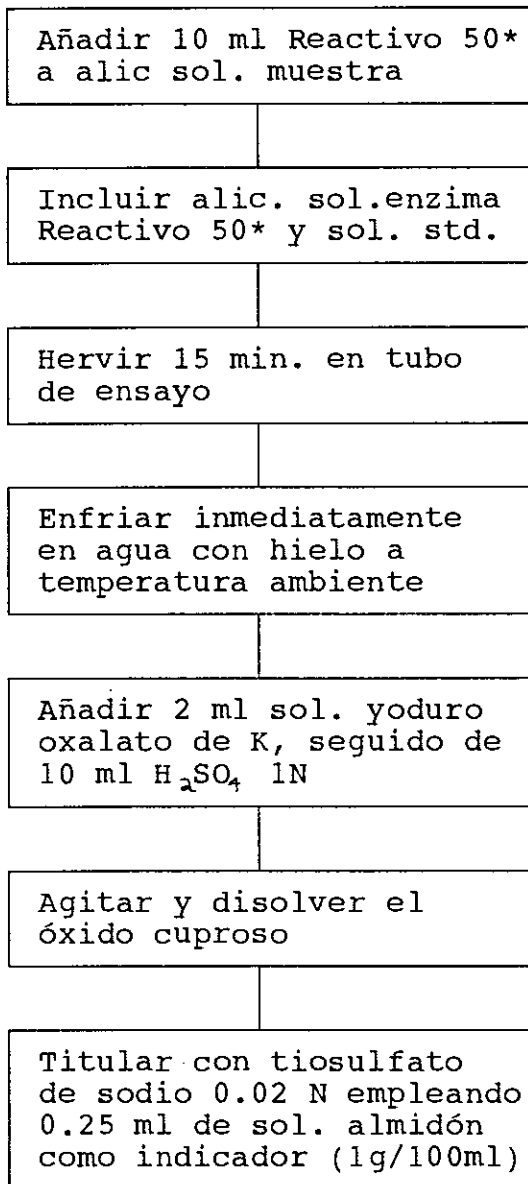
El análisis realizado consistió en la cuantificación de los siguientes carbohidratos no estructurales en los diferentes tejidos seleccionados: azúcares libres (AZL), almidón (A), fructosanos (F) y carbohidratos totales (CNE). La cuantificación se realizó mediante el método de titulación cobre-iodométrico (volumétrico) de Shaeffer-Somogyi para medir poder reductor, descrito en Smith (1981) (Apéndice C, pag. 125). El procedimiento seguido se esquematiza a continuación, y algunos ejemplos de los cálculos realizados en las diferentes determinaciones pueden encontrarse en el Apéndice D (pag.130).

El método de cuantificación empleado consiste en una prueba de capacidad reductora de los azúcares. En ésta, un ion cúprico oxidante (Cu^{2+}) se mantiene en solución por algún agente quelante como ácido cítrico o tartárico, y la solución se alcaliniza con hidróxido de sodio o potasio. Cuando un azúcar reductor se añade al reactivo, los azúcares son oxidados para formar mezclas complejas de azúcares ácidos, y

los iones cúpricos son reducidos a iones cuprosos (Cu^+). Estos últimos, a su vez, forman hidróxidos cuprosos (un precipitado amarillo) y posteriormente se deshidratan para producir precipitados rojos de óxido cuproso (reacción detallada en Apéndice A, pag. 121) (Salisbury and Ross, 1992).

ANALISIS CARBOHIDRATOS NO ESTRUCTURALES



PRUEBA PODER REDUCTOR

AZL = Azúcares libres

A = Almidón

F = Fructosanos = (Fructosanos + Almidón) - Almidón

CNE = Carbohidratos no estructurales totales = AZL + (A + F)

AMG (EC 3.2.1.3) = amilogucosidasa del hongo *Rhizopus*: 11,600 unidades/g. 1 unidad libera, en 3 minutos, 1.0 mg de glucosa proveniente de almidón, a pH 4.5 y 55°C.

* Ver preparación de Reactivo 50 en Apéndice C.

El método de titulación volumétrico mencionado permitió obtener como datos brutos los volúmenes de titulante requeridos para cuantificar el poder reductor de cada muestra. Dichos volúmenes fueron transformados a % (p/p), según los cálculos mostrados en el Apéndice D. Estos porcentajes representan los datos para cada parte de la planta analizada.

C. ANALISIS ESTADISTICO

1. Ponderación de datos

Para obtener datos de carbohidratos para toda la planta completa se empleó promedios ponderados, ya que el promedio aritmético del contenido de carbohidratos en distintas partes de la planta no toma en cuenta las diferencias en las proporciones con que contribuye cada parte al peso total, ni las diferencias en proporciones entre planta y planta. El promedio ponderado toma en cuenta las contribuciones relativas de cada parte de la planta, con base en los pesos correspondientes de cada tejido en la planta analizada. Por tanto, este promedio permite conocer el estatus de carbohidratos en la planta y resulta una variable de mayor utilidad que las simples concentraciones de carbohidratos en las diferentes partes de la planta (Whipps and Lewis, 1981).

Para las plantas en que se determinó el peso de cada parte se calcularon factores de ponderación individuales. Sin embargo, puesto que únicamente se contaba con pesos para las

plantas muestreadas hasta mayo de 1992, se utilizaron factores de ponderación promedio para las plantas muestreadas en agosto de 1992. Estos promedios se obtuvieron de las plantas con pesos conocidos, tomando en cuenta el índice de defoliación y la condición de la finca ("sana" o "enferma") en la que se realizó el muestreo. Para calcular dichos factores de ponderación se usó la proporción media correspondiente a cada parte de la planta. En el Apéndice E (pag. 132) se muestran las tablas con los factores de ponderación para las diferentes partes analizadas y en el Apéndice H (pag. 150) los histogramas de frecuencias para los datos de carbohidratos originales (en términos de concentración), con ponderación y los datos ponderados y transformados.

Fue necesario hacer una transformación de los datos ponderados, ya que la distribución de éstos, por no ser normal, no permitía la aplicación correcta del Análisis de Varianza. La transformación consistió en obtener la raíz cuadrada de los datos ponderados, con lo cual se logró obtener una distribución normal para los datos de carbohidratos (Apéndice H, pag. 150).

2. Estadística

Todos los análisis se hicieron con el programa estadístico SPSS/PC V4.0 (SPSS, 1990). Las variables analizadas fueron:

a. DEPENDIENTES:

1. Niveles de azúcares libres (AZL)
2. Niveles de almidón (A)
3. Niveles de carbohidratos totales no estructurales (CNE)

b. INDEPENDIENTES:

1. Condición de la finca (con y sin "Mal de Viñas")
2. Salud de la planta (sana/enferma)
3. Parte de la planta (hojas, ramas, raíces y frutos)
4. Epoca de muestreo (1-6)
5. Indices de defoliación (1-7) y clorosis (1-2)

Quando el diseño experimental lo permitió, se evaluaron las interacciones entre las distintas variables independientes.

3. Hipótesis

Se proponen las siguientes hipótesis, que se evalúan con los datos obtenidos:

1. El almidón es el principal carbohidrato no estructural de reserva en el café (Coffea arabica L.).

2. No existen diferencias significativas en los niveles de carbohidratos no estructurales en café, según el criterio de CONDICION DE LA FINCA.

3. No existen diferencias significativas en los niveles de carbohidratos no estructurales en café, según el criterio de SALUD DE LA PLANTA.

4. No existen diferencias significativas en los niveles de carbohidratos no estructurales, en las distintas PARTES DE LA PLANTA de café.

5. No existen diferencias significativas en los niveles de carbohidratos no estructurales a lo largo del año.

6. No existen diferencias significativas en los niveles de carbohidratos no estructurales entre plantas de café con diferentes INDICES DE DEFOLIACION.

7. No existen diferencias significativas en los niveles de carbohidratos no estructurales entre plantas de café con diferentes INDICES DE CLOROSIS.

III. RESULTADOS

A. NIVELES PROMEDIO DE CARBOHIDRATOS NO ESTRUCTURALES EN CAFE

A continuación se presentan los niveles promedio de carbohidratos no estructurales en café⁽²⁾ (Tabla 4). Los azúcares libres representan un 1.34% (p/p), el almidón 1.14% (p/p) y los carbohidratos totales un 2.48% (p/p) de la biomasa total de la planta.

Tabla 4

Niveles de carbohidratos no estructurales en café, en porcentaje del peso seco total de la planta (promedios ponderados).

| % AZL | % A | % F | % CNE |
|-------|------|------|-------|
| 1.34 | 1.14 | 0.00 | 2.48 |

1. Análisis según CONDICION DE LA FINCA

Todos los valores de carbohidratos presentados en la Tabla 4 tienden a aumentar en el caso de plantas provenientes de fincas con "Mal de Viñas" y a disminuir en el caso de plantas de fincas sin "Mal de Viñas", tal como se muestra a

⁽²⁾ Los datos brutos de carbohidratos no estructurales para cada muestra analizada se muestran en el Apéndice G.

continuación en la Tabla 5 y, más adelante, en la Figura 9. A pesar de que las diferencias en los niveles de carbohidratos entre plantas de fincas con y sin "Mal de Viñas" no difieren en más de 0.14% (AZL), 0.07% (A) y 0.21% (CNE), estas diferencias son estadísticamente significativas ($p < 0.084$ para AZL, $p < 0.043$ para A y $p < 0.001$ para CNE) (Tablas 7-9, Apéndice I).

Tabla 5

Niveles de carbohidratos no estructurales en café, en porcentaje del peso seco total de la planta, según la condición de la finca (promedios ponderados)

| CONDICION FINCA | % AZL | % A | % F | % CNE |
|-----------------|-------|------|------|-------|
| Sana | 1.27 | 1.11 | 0.00 | 2.38 |
| Enferma | 1.41 | 1.18 | 0.00 | 2.59 |

2. Análisis según SALUD DE LA PLANTA

Los niveles de carbohidratos en café, atendiendo el criterio de salud de la planta, sugieren diferencias sutiles entre cafetos sanos y enfermos (Fig. 10). Sin embargo, tales diferencias no son estadísticamente significativas ($p > 0.252$ para AZL, $p > 0.407$ para A y $p > 0.889$ para CNE) (Tablas 7-9, Apéndice I).

FIG.9. NIVELES PROMEDIO DE CARBOHIDRATOS EN CAFE DE FINCAS SIN "MAL DE VIÑAS" Y CON "MAL DE VIÑAS".
 (n plantas fincas sanas =40; n plantas fincas enfermas =24)

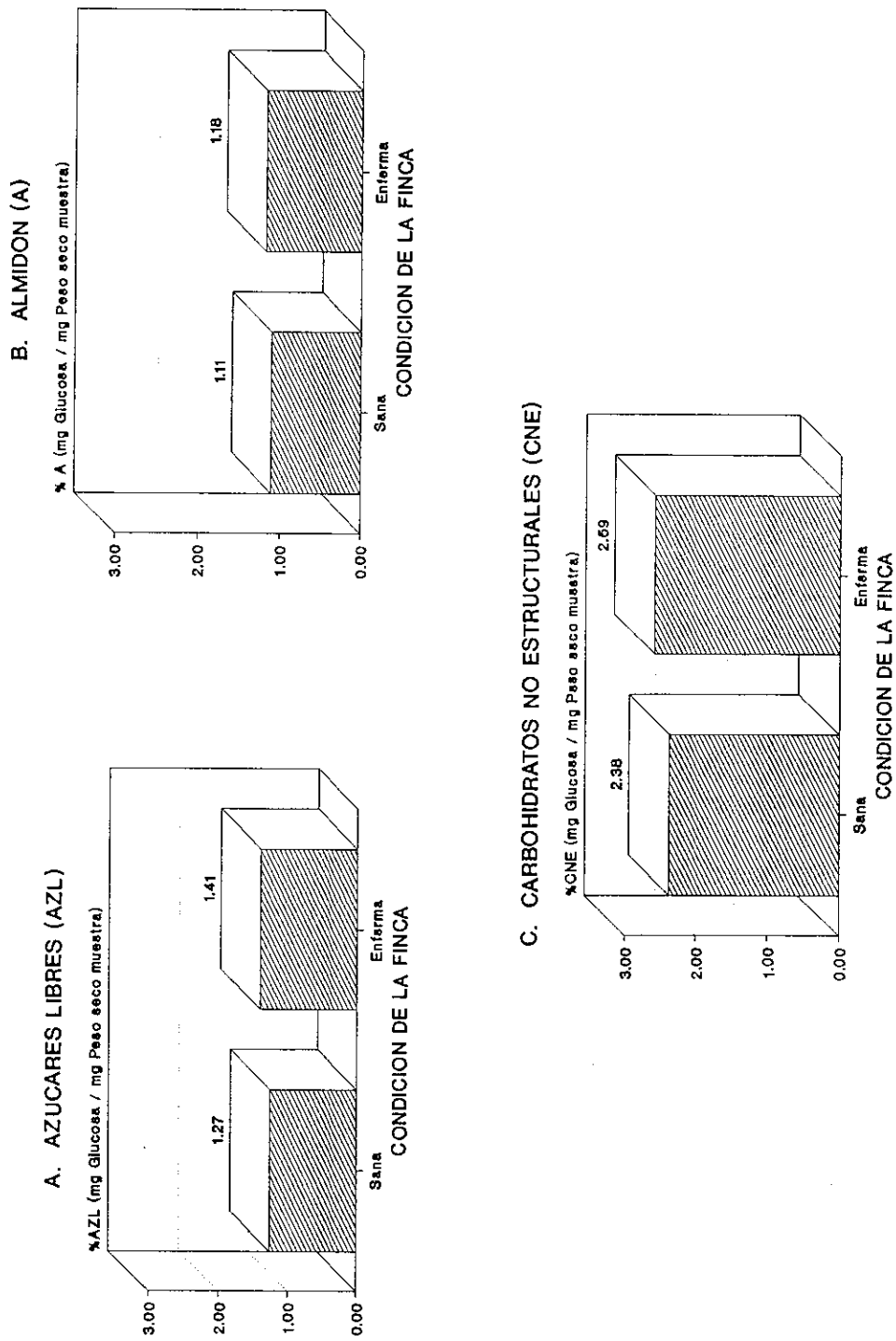
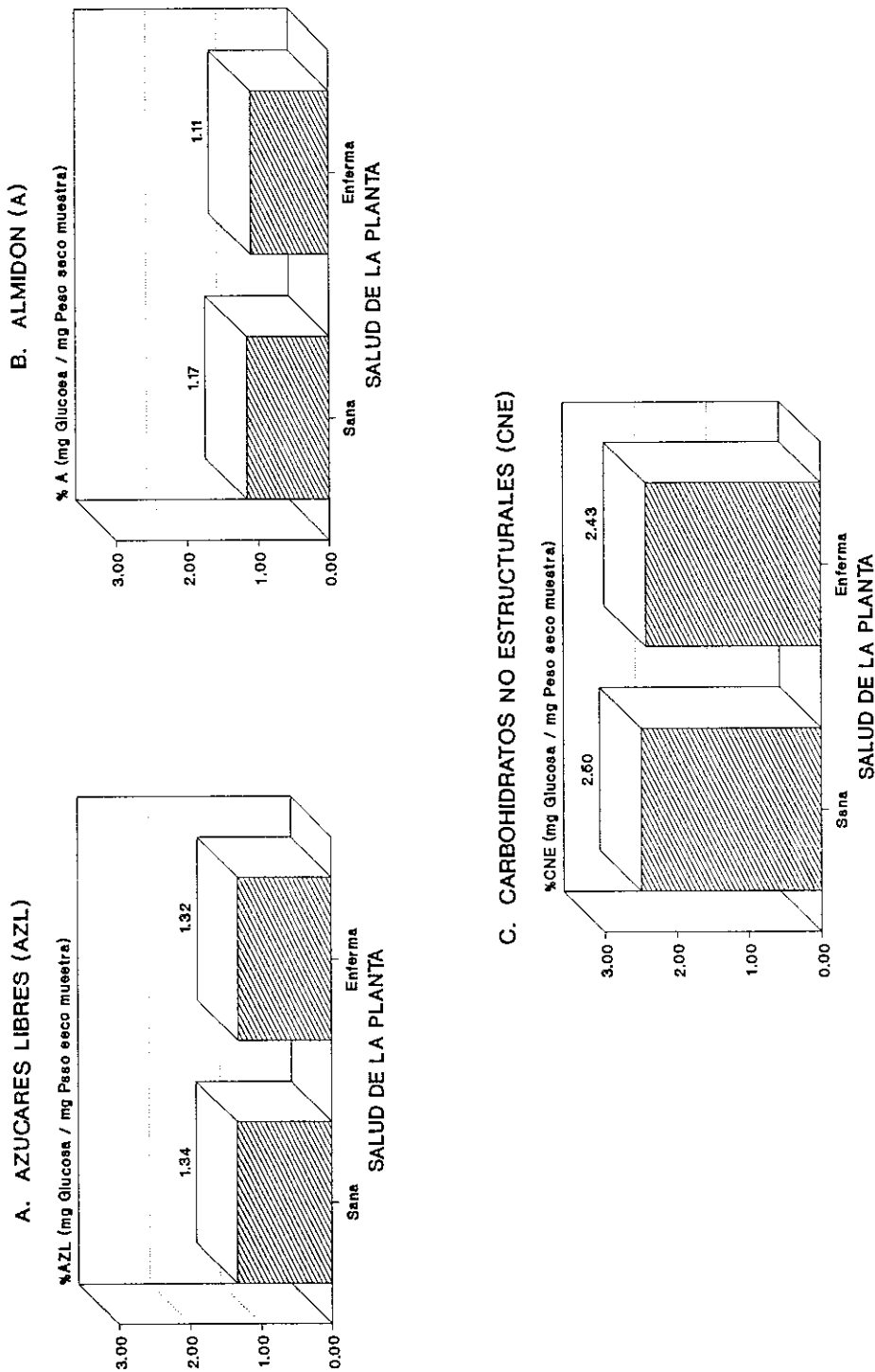


FIG.10. NIVELES PROMEDIO DE CARBOHIDRATOS EN CAFE SEGUN LA SALUD DE LA PLANTA: SANA/ENFERMA.
 (n plantas sanas = 20; n plantas enfermas = 44)



3. Análisis según PARTE DE LA PLANTA

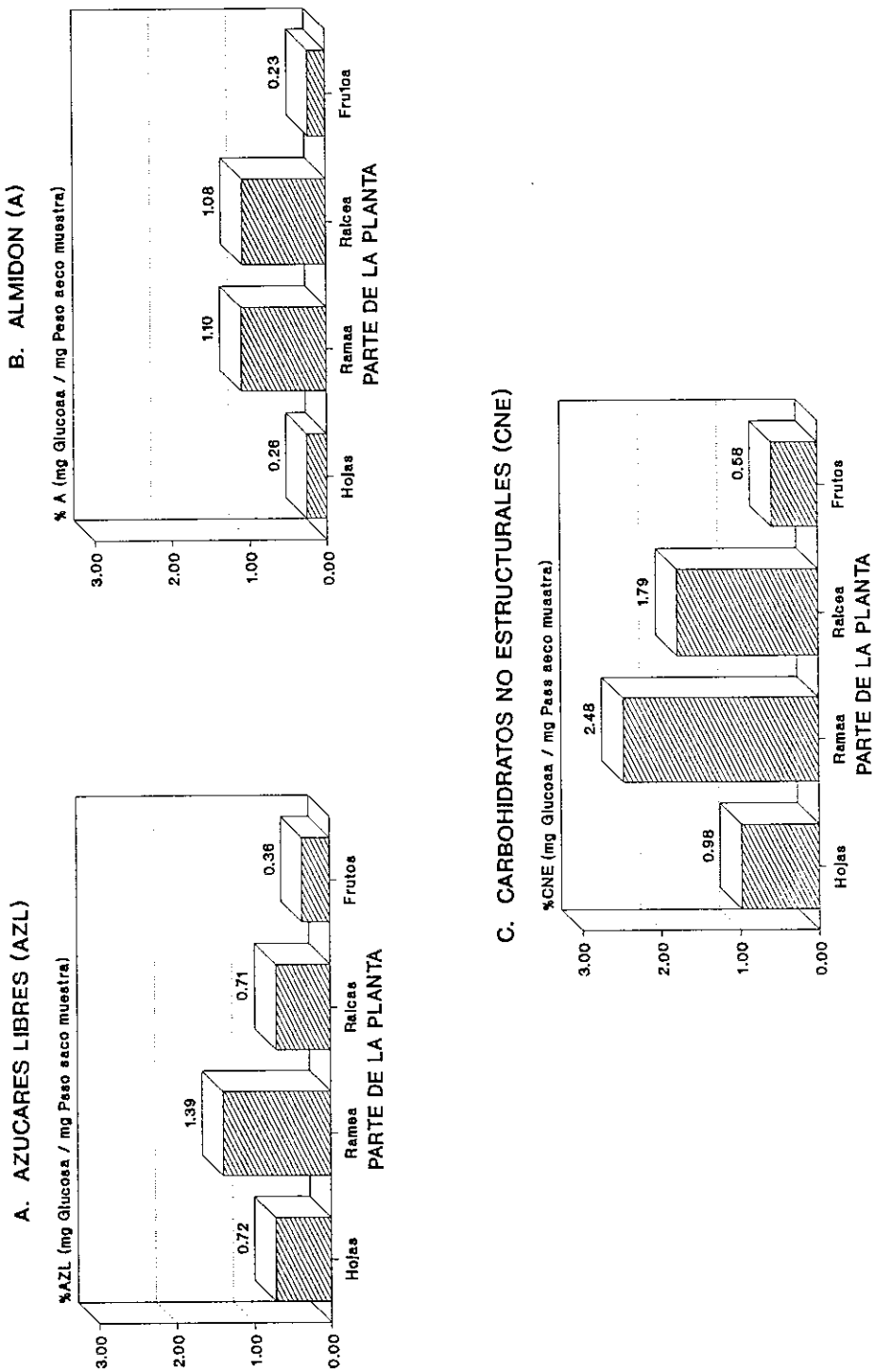
La contribución promedio de cada parte de la planta a los diferentes tipos de carbohidratos no estructurales puede apreciarse en la Tabla 6. Los frutos poseen los niveles menores de carbohidratos, tanto de azúcares libres como almidón. Las hojas muestran niveles mayores de azúcares libres que almidón, contrario a las raíces. Las ramas poseen los mayores niveles de carbohidratos, siendo superiores los niveles de AZL que A. Estas tendencias se aprecian en la Fig. 11. Bajo el criterio de PARTE DE LA PLANTA, las diferencias observadas en la Fig. 11 son estadísticamente significativas ($p < 0.001$ para AZL, A, y CNE) (Tablas 10-12, Apéndice I).

Tabla 6

Niveles de carbohidratos no estructurales en café, en porcentaje del peso seco total de la planta, según la condición de la finca y parte de la planta (promedios ponderados) (S = finca sana, E = finca enferma)

| Parte | %AZL | | % A | | % F | | %CNE | |
|--------|------|------|------|------|------|-----|------|------|
| | S | E | S | E | S | E | S | E |
| Hojas | 0.61 | 0.89 | 0.20 | 0.37 | 0.00 | 0.0 | 0.80 | 1.26 |
| Ramas | 1.29 | 1.56 | 1.06 | 1.16 | 0.00 | 0.0 | 2.35 | 2.71 |
| Raíces | 0.76 | 0.64 | 1.07 | 1.09 | 0.00 | 0.0 | 1.82 | 1.73 |
| Frutos | 0.36 | 0.34 | 0.27 | 0.15 | 0.00 | 0.0 | 0.64 | 0.49 |

FIG.11. NIVELES PROMEDIO DE CARBOHIDRATOS EN CAFE SEGUN LA PARTE DE LA PLANTA: HOJAS/RAMAS/RAICES/FRUTOS. (n plantas = 64)



4. Análisis según INDICE DE DEFOLIACION

La variación en los niveles de carbohidratos según el índice de defoliación se muestra en la Fig. 12. A excepción del índice 0, no parecen haber diferencias en los niveles de AZL, A o CNE entre los diferentes índices de defoliación (2 a 7), lo cual es confirmado por el análisis de varianza ($p > 0.816$ para AZL, $p > 0.530$ para A y $p > 0.123$ para CNE) (Tablas 13-15, Apéndice I).

5. Análisis según INDICE DE CLOROSIS

Los niveles de carbohidratos en café, analizados con base en la presencia o ausencia de clorosis sugieren que las plantas sin clorosis poseen niveles mayores de AZL, A y CNE (Fig. 13). Estas diferencias no son estadísticamente significativas ($p > 0.979$ para AZL, $p > 0.272$ para A y $p > 0.309$ para CNE) (Tablas 16-18, Apéndice I).

6. Análisis según EPOCA DE MUESTREO

Se observan diferencias significativas en los niveles de carbohidratos en café según la época de muestreo ($p < 0.001$ para AZL, A y CNE) (Tablas 7-9, Apéndice I), tal como se aprecia en la Fig. 14. El comportamiento de A y CNE es muy similar a lo largo del año, y difiere especialmente del comportamiento de AZL en los meses comprendidos entre febrero y mayo.

FIG.12. NIVELES PROMEDIO DE CARBOHIDRATOS EN CAFE SEGUN EL INDICE DE DEFOLIACION. (n plantas = 64)

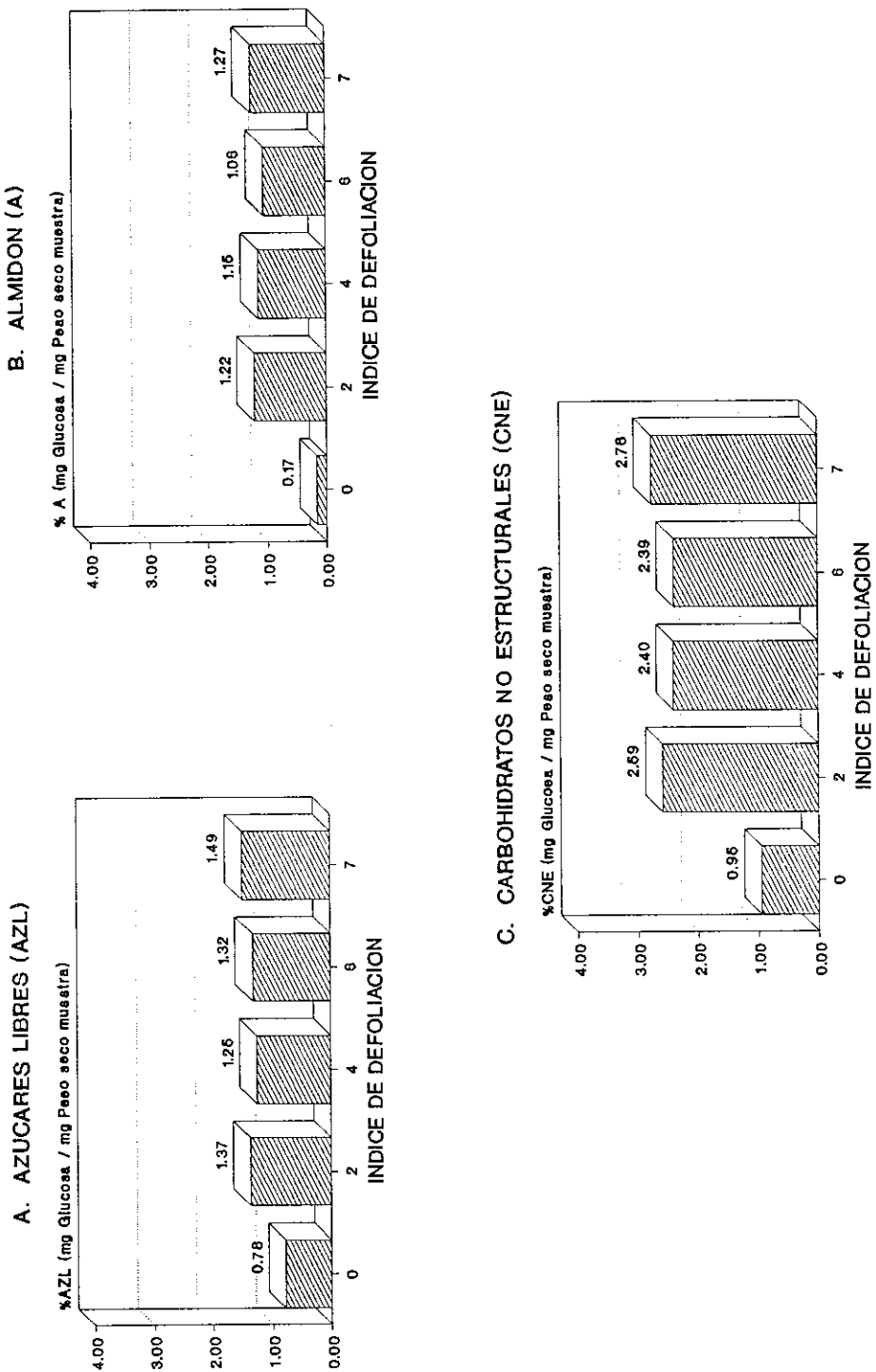


FIG.13. NIVELES PROMEDIO DE CARBOHIDRATOS EN CAFE SEGUN INDICE DE CLOROSIS: CON CLOROSIS/SIN CLOROSIS. (n plantas sin clorosis = 52; n plantas con clorosis = 12)

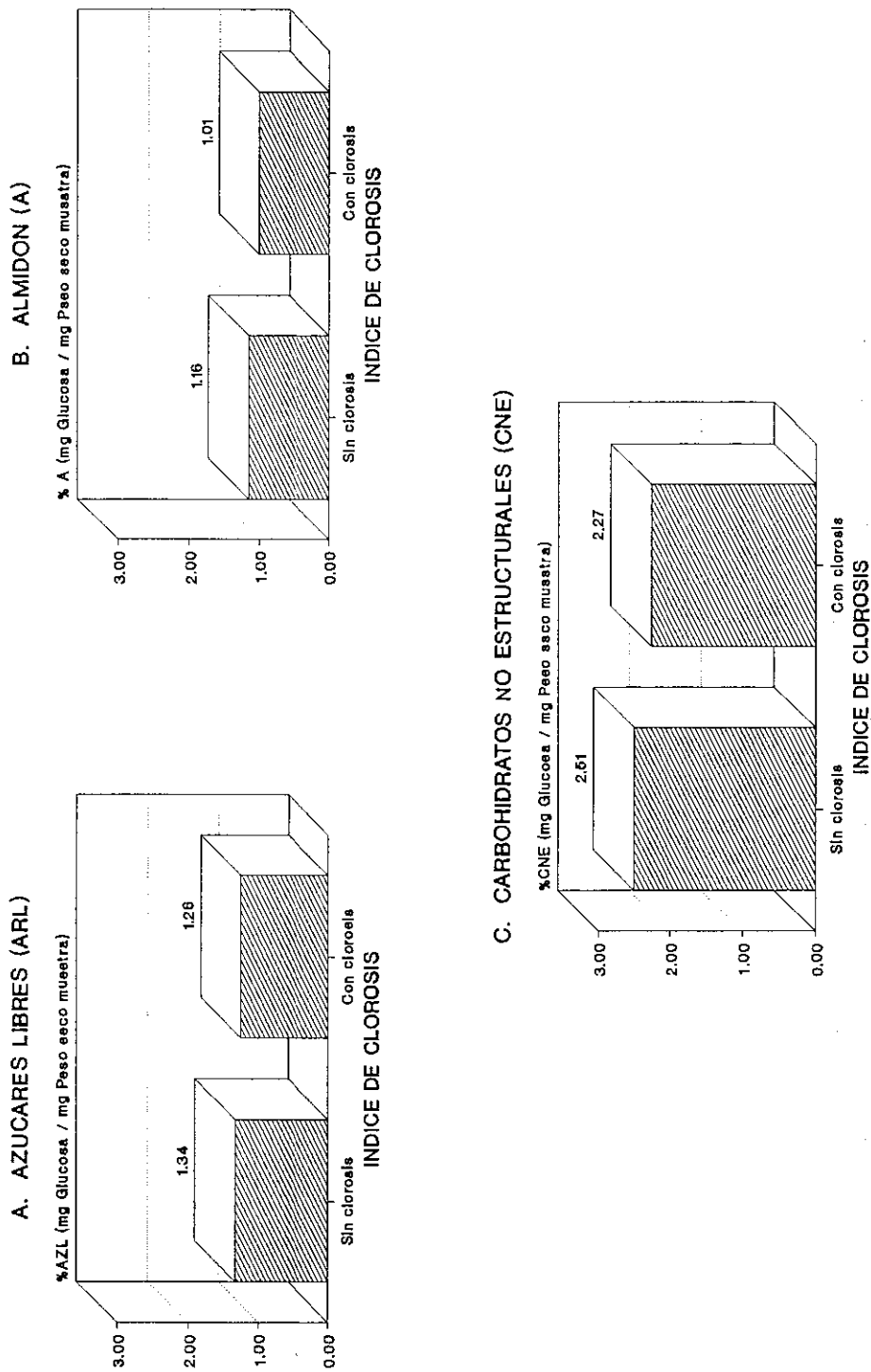
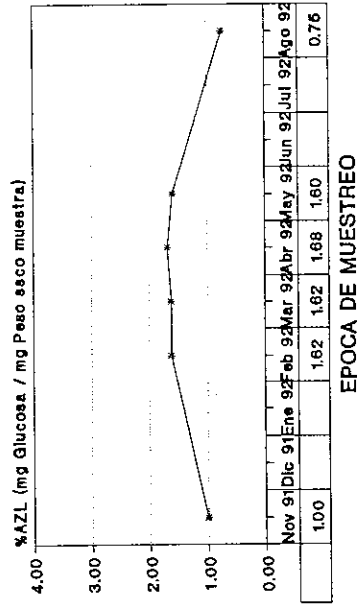
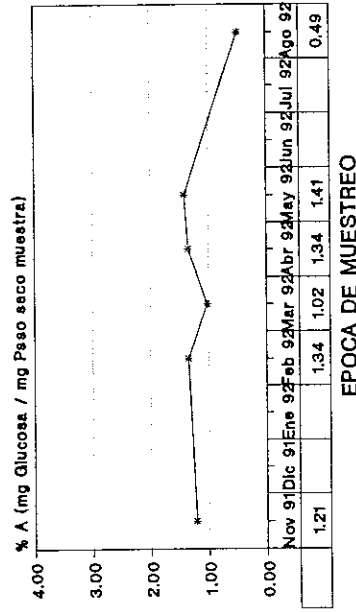


FIG.14. NIVELES PROMEDIO DE CARBOHIDRATOS EN CAFE SEGUN EPOCA DE MUESTREO. 8 fincas (4 sanas y 4 enfermas). 2 plantas por finca, por fecha de muestreo (n=64).

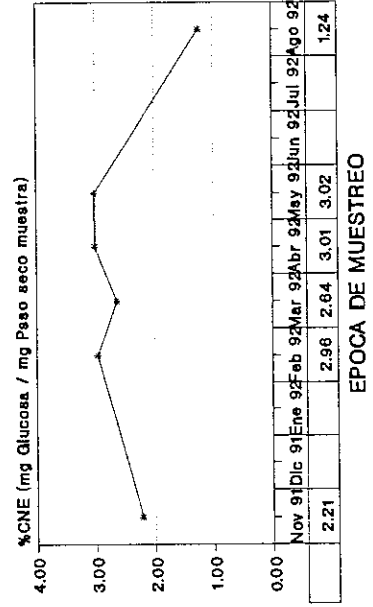
A. AZUCARES LIBRES (AZL)



B. ALMIDON (A)



C. CARBOHIDRATOS NO ESTRUCTURALES (CNE)

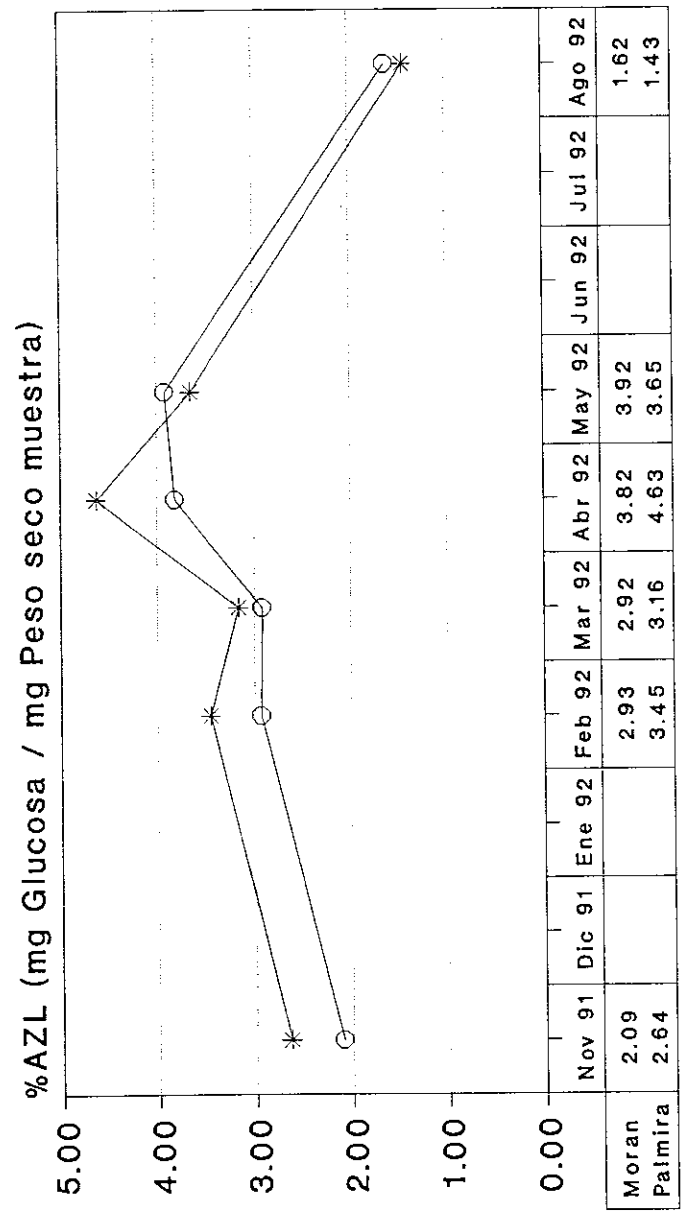


**B. VARIACION TEMPORAL DE CARBOHIDRATOS NO ESTRUCTURALES,
SEGUN LA CONDICION DE LA FINCA, SALUD DE LA PLANTA,
PARTE DE LA PLANTA, INDICE DE DEFOLIACION e INDICE DE
CLOROSIS**

1. Análisis según CONDICION DE LA FINCA

Para estudiar la variación temporal de azúcares libres (AZL), según la condición de la finca, se analizó primero Morán y Palmira, representativas de fincas sin "Mal de Viñas" y con "Mal de Viñas", respectivamente. Esta clasificación se realizó según los criterios establecidos en el Proyecto "Mal de Viñas" para la clasificación de fincas como sanas o enfermas. Morán es una finca que no posee historial de clorosis, marchitez ni defoliación; no ha padecido de "Mal de Viñas" y tiene una alta producción de fruto. Palmira, por el contrario, posee historial de clorosis, marchitez y defoliación; muchas muertes de plantas se le han atribuido al "Mal de Viñas" y la producción de fruto en la finca es pobre. Las características anteriores, en ambas fincas, se presentaron durante los 3 años de estudio en el Proyecto "Mal de Viñas" (1989-1992). Las variaciones observadas en los niveles de carbohidratos en las fincas designadas como sanas y enfermas poseen tendencias muy similares a las observadas en Morán y Palmira, respectivamente (Figs. 15-17). Puede notarse (Fig. 15) que en ambas fincas los niveles de AZL tienen una

FIG.15. VARIACION TEMPORAL PROMEDIO DE AZUCARES REDUCTORES EN FINCAS MODELO SIN MAL DE VIÑAS (MORAN) Y CON MAL DE VIÑAS (PALMIRA). 2 plantas por finca, por fecha de muestreo (n=24)



EPOCA DE MUESTREO

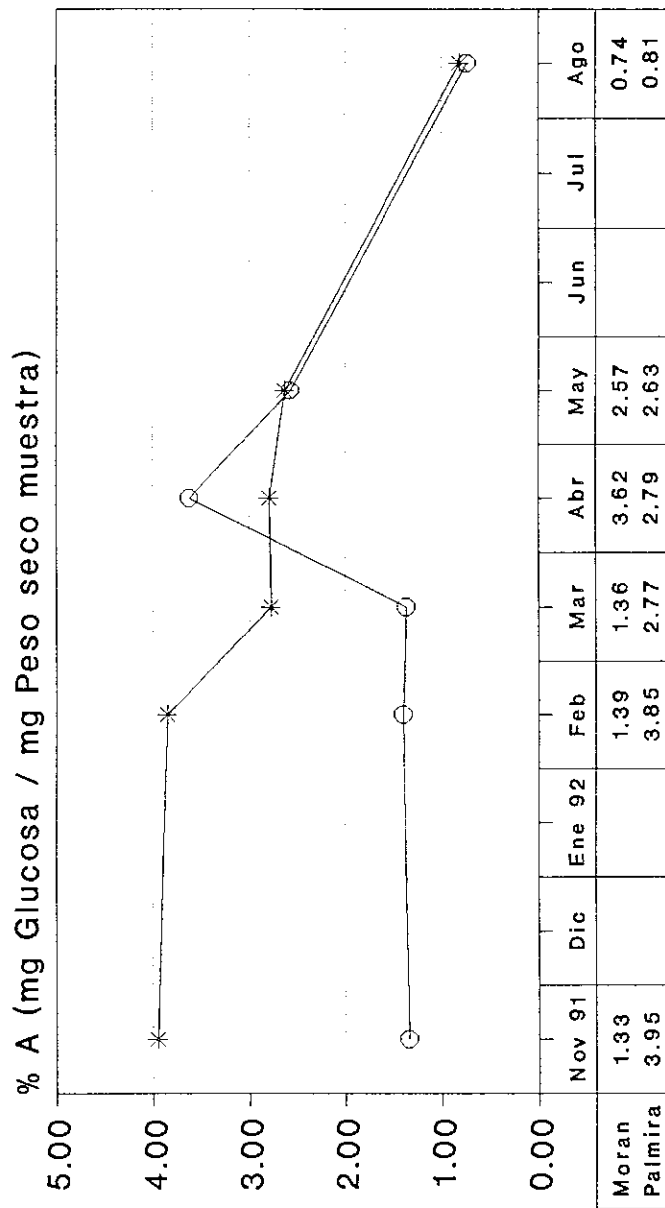
| | |
|---------|-----------|
| FINCA | |
| ○ Moran | * Palmira |

tendencia general a aumentar entre noviembre y mayo, experimentando un descenso pronunciado en la época comprendida entre mayo y agosto.

El hecho de que en ambas fincas se observen similares comportamientos a lo largo del año en los niveles de AZL, sugiere que las variaciones corresponden a un factor independiente de la condición de la finca (ej: fenología); sin embargo, puede notarse claramente que la finca sin "Mal de Viñas" experimenta su máximo AZL (3.92%) en mayo, en tanto que la finca con "Mal de Viñas" lo presenta en abril (4.63%). Adicionalmente, se observa que antes de alcanzar el máximo de %AZL, las plantas de la finca con "Mal de Viñas" poseen mayores niveles que las plantas de la finca sin "Mal de Viñas"; después de alcanzar el máximo, los niveles de AZL en las plantas de la finca enferma caen ligeramente por debajo de los observados en la finca sana.

La Figura 16 muestra la variación temporal de almidón (A) en las fincas Morán y Palmira. Para este carbohidrato, las diferencias observadas entre fincas con y sin "Mal de Viñas" son considerables. El patrón de comportamiento de este azúcar a lo largo del año, entre los meses de noviembre y mayo, es completamente diferente entre plantas de la finca sana y enferma. Para los meses comprendidos entre noviembre y febrero, el almidón se mantiene en sus niveles máximos en la finca con "Mal de Viñas", mientras que en la sana se mantiene

FIG.16. VARIACION TEMPORAL PROMEDIO DE ALMIDON EN CAFE DE FINCAS MODELO SIN MAL DE VIÑAS (MORAN) Y CON MAL DE VIÑAS (PALMIRA). 2 plantas por finca, por fecha de muestreo (n=24)



EPOCA DE MUESTREO

FINCA
 ○ Moran * Palmira

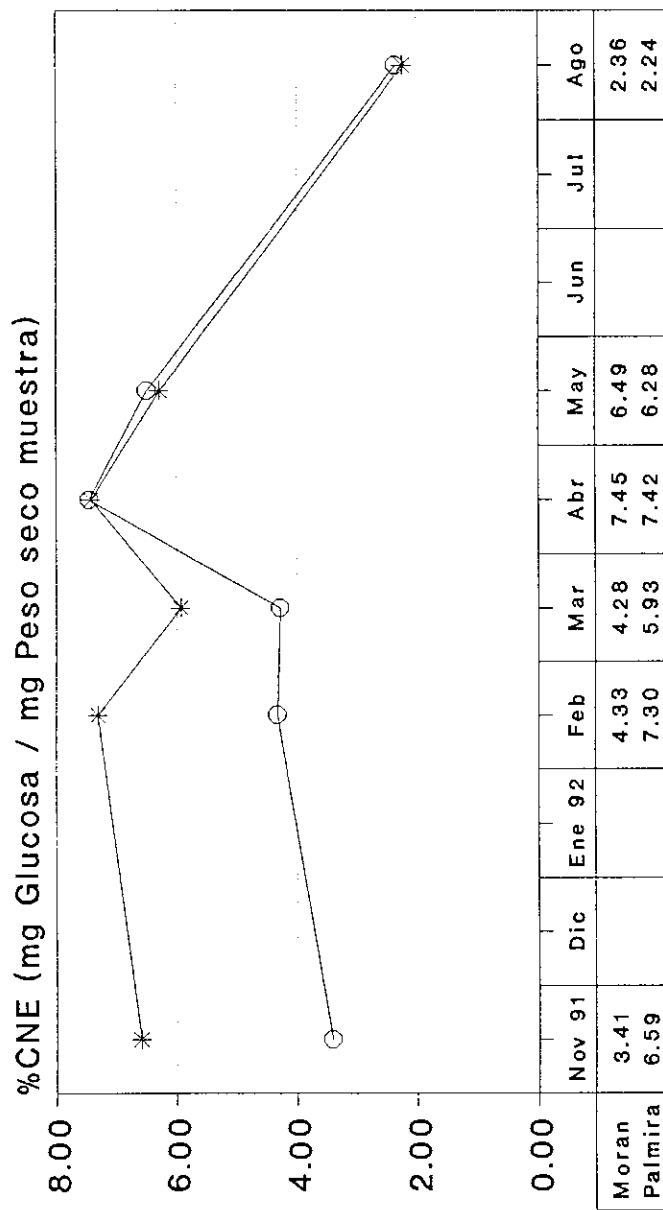
cerca de sus niveles mínimos. El máximo de almidón para la finca sana se observa en abril (3.62%), en tanto que para la finca enferma se encuentra en noviembre (3.95%). En ambas fincas, los niveles de A tienden a disminuir en forma similar entre mayo y agosto, como se observa para AZL.

La Figura 17 muestra la variación temporal de carbohidratos no estructurales (CNE) en las fincas Morán y Palmira. Nuevamente se observan niveles mayores de CNE en las plantas de la finca con "Mal de Viñas", pero en este caso, los máximos coinciden en abril, y resultan muy similares (7.45% para Morán y 7.42% para Palmira).

Las fincas Morán y Palmira representan modelos bien caracterizados de fincas sana y enferma, respectivamente, como se explicó con anterioridad. Las Figuras 42-47 (Apéndice F, pags. 135-140) comprenden las variaciones temporales en los niveles de AZL, A y CNE para el resto de fincas analizadas. La tendencia observada en las fincas sin "Mal de Viñas" es muy similar a la observada en Morán y, en las fincas con "Mal de Viñas", la observada en Palmira, con algunas desviaciones respecto de los modelos de finca sana o enferma, que reflejan la individualidad de cada finca.

La Figura 18 muestra la variación temporal de azúcares libres (AZL) en plantas de café de fincas sin "Mal de Viñas" y con "Mal de Viñas". Claramente se nota que los niveles de AZL son mayores a lo largo del año en las plantas de las

FIG.17. VARIACION TEMPORAL PROMEDIO DE CARBOHIDRATOS NO ESTRUCTURALES EN CAFE DE FINCAS MODELO SIN MAL DE VIÑAS (MORAN) Y CON MAL DE VIÑAS (PALMIRA). 2 plantas por finca, por fecha de muestreo (n=24).



EPOCA DE MUESTREO

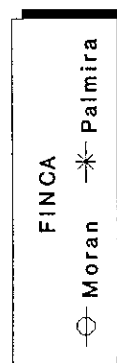
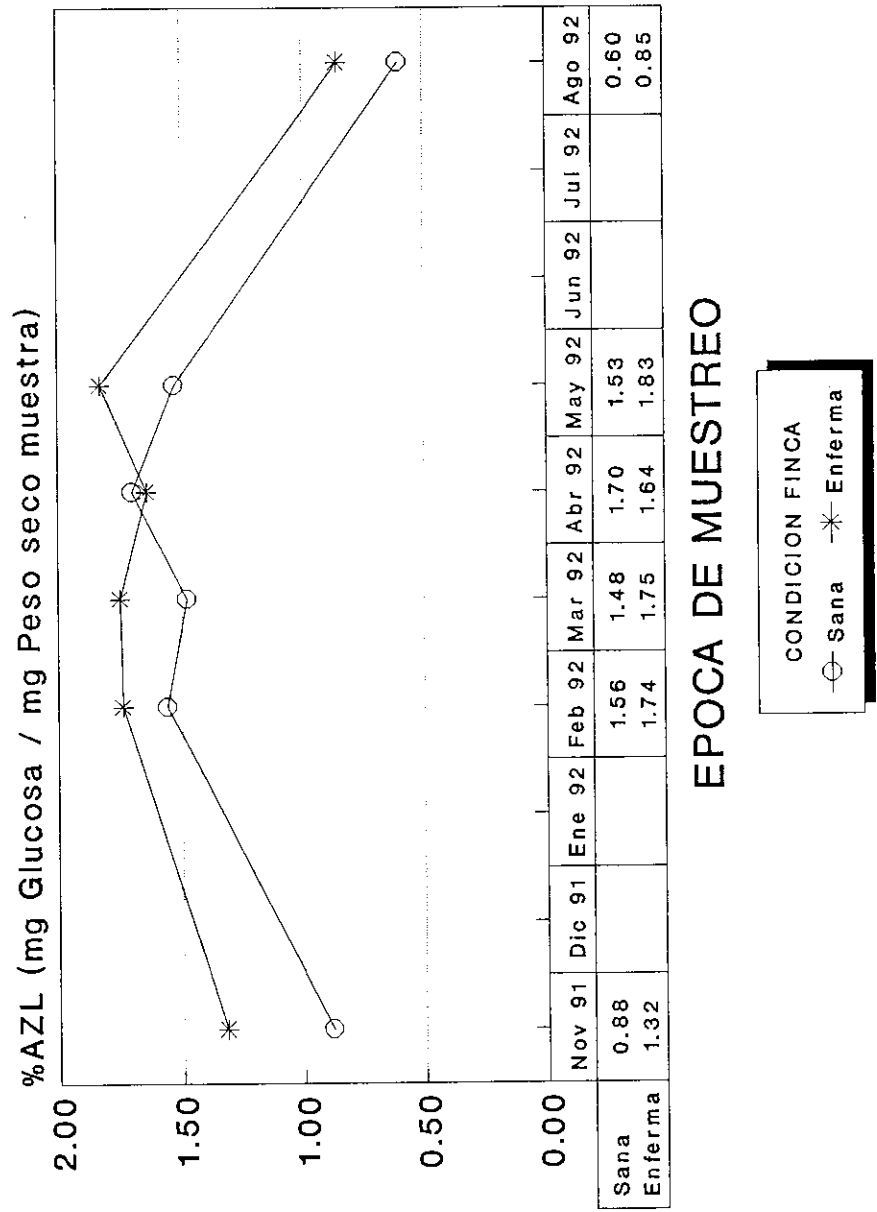


FIG.18. VARIACION TEMPORAL PROMEDIO DE AZUCARES LIBRES EN CAFE DE FINCAS SIN "MAL DE VIÑAS" Y CON "MAL DE VIÑAS". (n plantas fincas sanas =40; n plantas fincas enfermas =24)

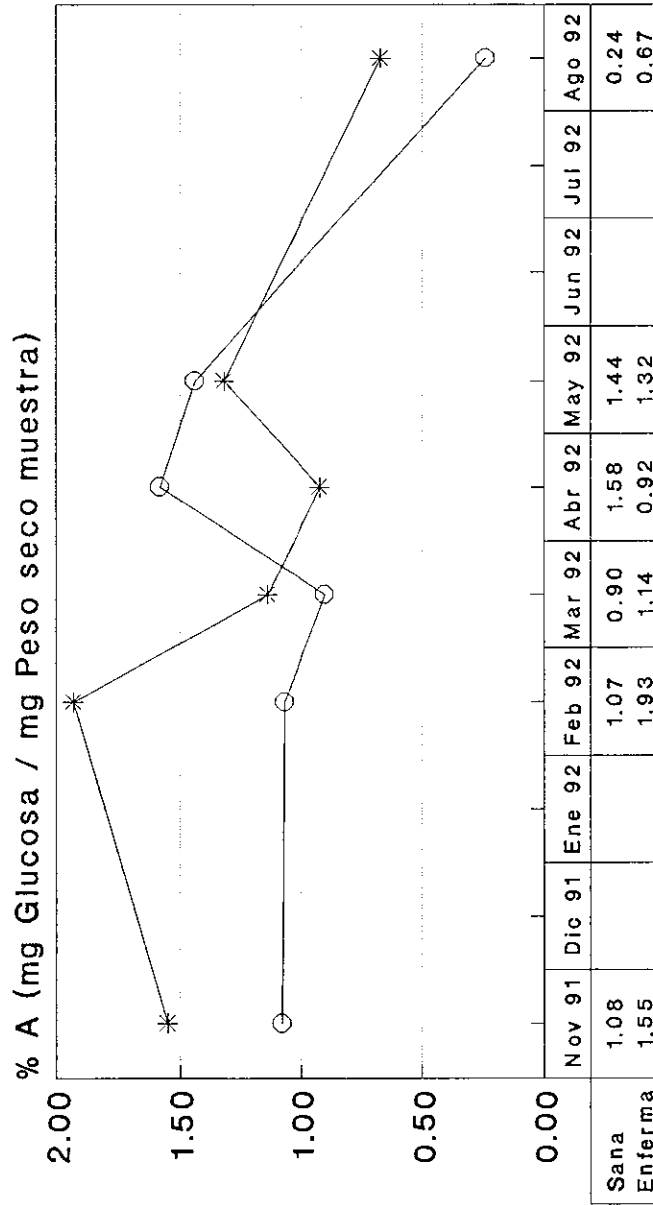


fincas con "Mal de Viñas". El máximo para las fincas sanas se observa en abril, y para las fincas enfermas en mayo. Sin embargo, la interacción CONDICION DE LA FINCA x EPOCA DE MUESTREO no es estadísticamente significativa ($p < 0.919$) (Tabla 7, Apéndice I), como puede apreciarse en la gráfica, ya que el comportamiento de AZL a lo largo del año para ambas fincas es similar.

La Figura 19 muestra la variación temporal de almidón (A) en plantas de fincas con y sin "Mal de Viñas". Las tendencias observadas son similares a aquellas notadas en Morán y Palmira. En promedio, los niveles de almidón en fincas enfermas se incrementan entre noviembre-febrero, en tanto que permanecen constantes para las fincas sanas; de marzo-mayo los niveles aumentan considerablemente para las fincas sanas, en tanto que disminuyen drásticamente en las fincas con "Mal de Viñas". En las fincas sanas, el máximo se presenta en abril (1.58%), a diferencia de las fincas enfermas, cuyo máximo (1.93%) ocurre en febrero. Estas tendencias opuestas observadas en los niveles de A entre fincas con y sin "Mal de Viñas" son reflejo de la interacción CONDICION DE LA FINCA x EPOCA DE MUESTREO ($p < 0.092$) (Tabla 8, Apéndice I).

La Figura 20 representa la variación temporal de CNE en café de fincas con y sin "Mal de Viñas". El patrón observado es bastante parecido al observado para A. Se nota una tendencia general a aumentar entre noviembre-mayo, y una

FIG.19. VARIACION TEMPORAL PROMEDIO DE ALMIDON EN CAFE DE FINCAS SIN "MAL DE VIÑAS" Y CON "MAL DE VIÑAS".
(n plantas fincas sanas =40; n plantas fincas enfermas =24)



EPOCA DE MUESTREO

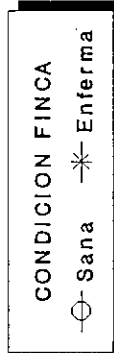
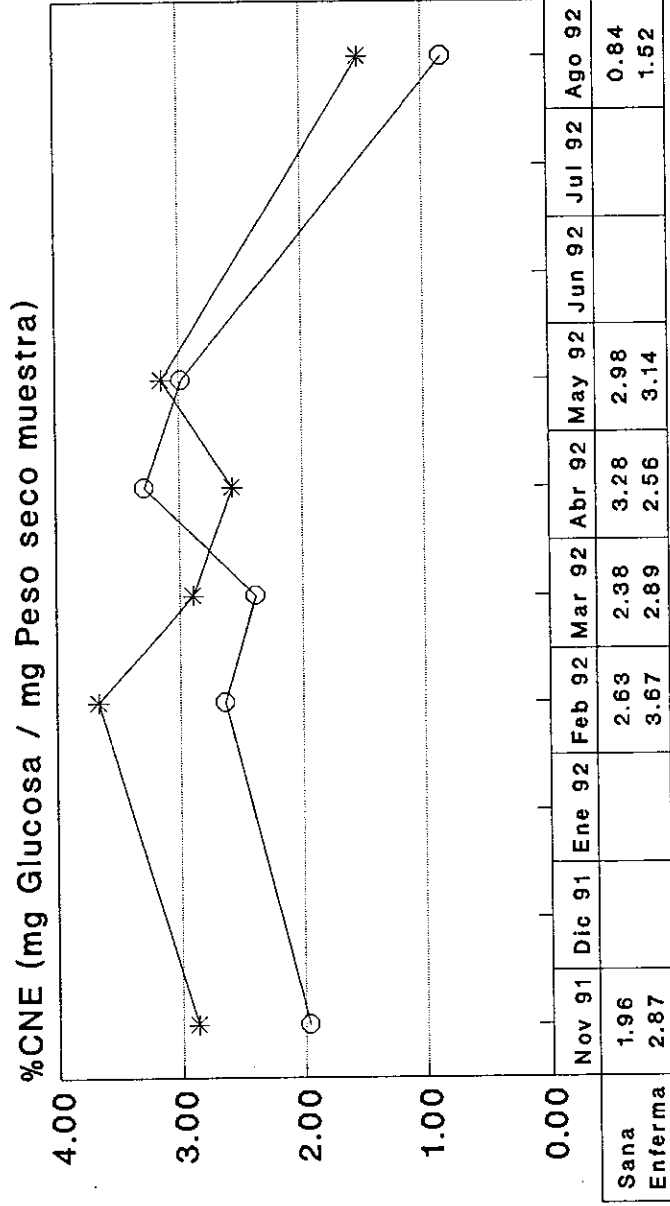


FIG.20. VARIACION TEMPORAL PROMEDIO DE CARBOHIDRATOS NO ESTRUCTURALES EN CAFE DE FINCAS CON Y SIN "MAL DE VIÑAS".
(n plantas fincas sanas =40; n plantas fincas enfermas =24)



EPOCA DE MUESTREO

CONDICION FINCA
 ○ Sana * Enferma

disminución entre mayo-agosto. El máximo de CNE en fincas con "Mal de Viñas" se presenta en febrero (3.67%), en tanto que en fincas sanas ocurre en abril (3.28%). Para esta variable (CNE) no se observa interacción CONDICION DE LA FINCA x EPOCA DE MUESTREO ($p > 0.678$) (Tabla 9, Apéndice I).

2. Análisis según SALUD DE LA PLANTA

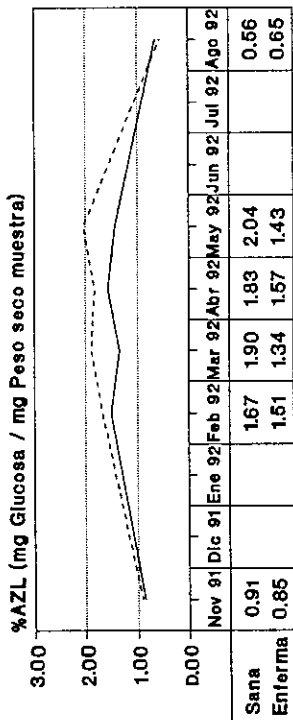
La Figura 21 muestra la variación temporal de AZL en plantas sanas y enfermas al separarlas según la condición de la finca. En fincas sin "Mal de Viñas" puede observarse que las plantas sanas poseen, a lo largo de todo el año, niveles de AZL ligeramente mayores que los observados en plantas enfermas. Las plantas sanas poseen máximos de AZL en marzo y mayo, a diferencia de las enfermas, que los experimentan en febrero y abril.

Los patrones de variación temporal de AZL en fincas con "Mal de Viñas" son relativamente distintos: las plantas sanas experimentan un único máximo en marzo, en tanto que las plantas enfermas muestran dos máximos, en febrero y mayo. Puede notarse que tanto las plantas sanas como enfermas poseen niveles mayores de AZL que sus equivalentes en fincas sin "Mal de Viñas".

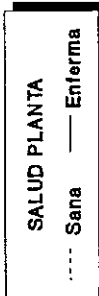
La diferencia más interesante en la Fig. 21 es el hecho de que el comportamiento de cafetos, atendiendo el criterio de salud, es inverso al comparar fincas con y sin "Mal de Viñas".

FIG.21. VARIACION TEMPORAL PROMEDIO DE AZUCARES LIBRES EN FINCAS CON Y SIN "MAL DE VIÑAS" SEGUN SALUD DE LA PLANTA.
(n plantas fincas sanas =40; n plantas fincas enfermas =24)

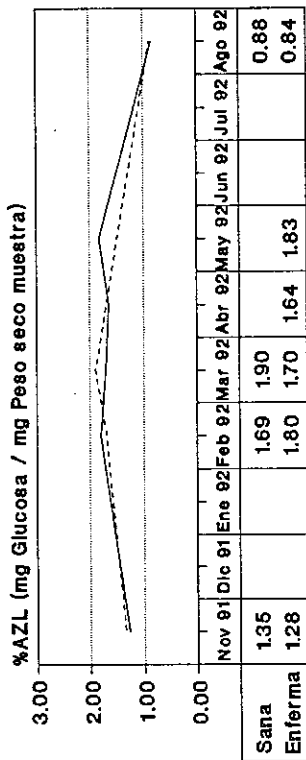
A. FINCAS SIN "MAL DE VIÑAS"



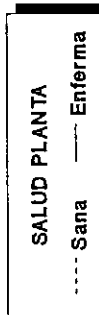
EPOCA DE MUESTREO



B. FINCAS CON "MAL DE VIÑAS"



EPOCA DE MUESTREO

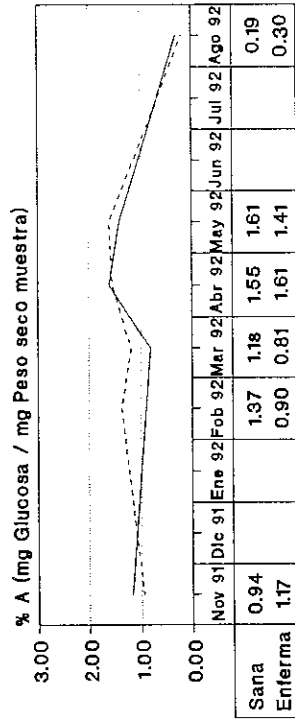


En fincas sin "Mal de Viñas" son las plantas sanas las que poseen los mayores niveles de AZL respecto de las plantas enfermas. Por el contrario, en fincas con "Mal de Viñas" las plantas enfermas tienen niveles superiores de AZL que las plantas sanas.

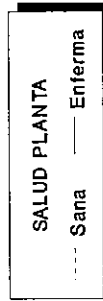
Las Figuras 22 y 23 muestran el mismo análisis para A y CNE. Las plantas sanas presentan mayores niveles de A y CNE en fincas sin "Mal de Viñas", relación que se invierte en las fincas con "Mal de Viñas", como se mencionó para el caso de AZL. Estas tendencias observadas al analizar por separado las fincas con y sin "Mal de Viñas" no resultan estadísticamente significativas para el factor SALUD DE LA PLANTA en fincas sanas ($p > 0.250$ para AZL, $p > 0.943$ para A y $p > 0.857$ para CNE) (Tablas 19-21, Apéndice I) ni en fincas enfermas ($p > 0.946$ para AZL, $p > 0.608$ para A y $p > 0.809$ para CNE) (Tablas 22-24, Apéndice I). Sin embargo, el factor EPOCA DE MUESTREO resulta altamente significativo en todos los casos (Tablas 19-24, Apéndice I) al igual que la interacción SALUD DE LA PLANTA x EPOCA DE MUESTREO para los niveles de CNE en fincas sin "Mal de Viñas" ($p < 0.052$) (Tabla 21, Apéndice I) como sugiere la Fig. 23A. Al combinar las mismas variables de las Figuras 21-23, tomando como criterio de separación la salud de la planta en lugar de la condición de la finca, se obtiene que, en general, las fincas con "Mal de Viñas" presentan mayores niveles de AZL que las fincas sin "Mal de Viñas" (Figura 24)

FIG.22. VARIACION TEMPORAL PROEMDIO DE ALMIDON DE (A) EN FINCAS CON Y SIN "MAL DE VIÑAS" SEGUN LA SALUD DE LA PLANTA.
 (n plantas fincas sanas =40; n plantas fincas enfermas =24)

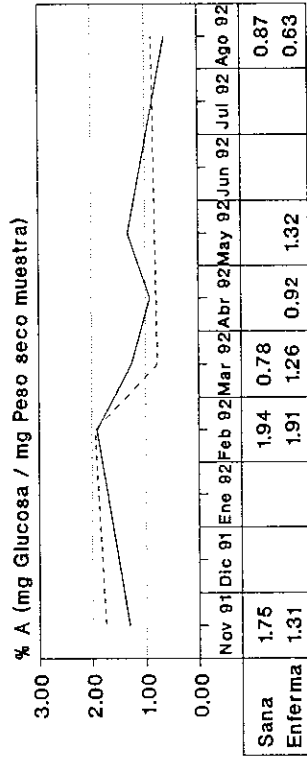
A. FINCAS SIN "MAL DE VIÑAS"



EPOCA DE MUESTREO



B. FINCAS CON "MAL DE VIÑAS"



EPOCA DE MUESTREO

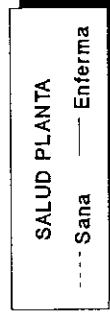
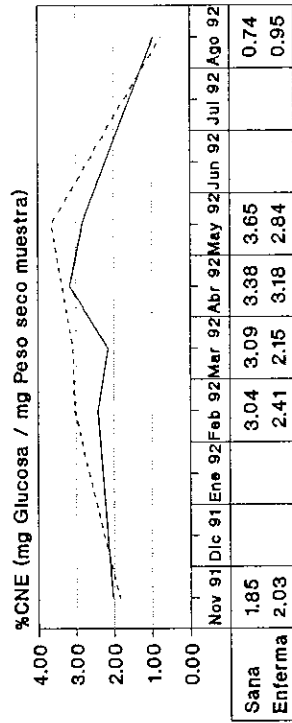


FIG.23. VARIACION TEMPORAL PROMEDIO DE CARBOHIDRATOS NO ESTRUCTURALES EN FINCAS CON Y SIN "MAL DE VIÑAS" SEGUN SALUD DE LA PLANTA. (n plantas fincas sanas =40; n plantas fincas enfermas =24)

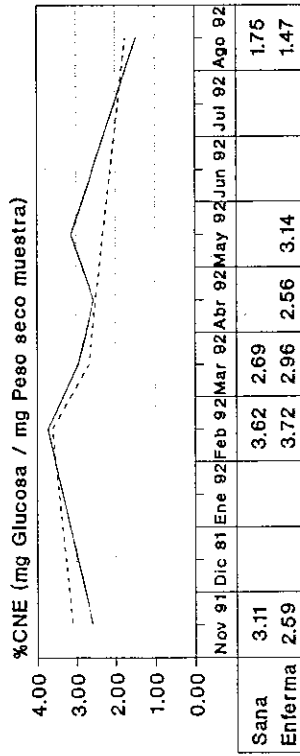
A. FINCAS SIN "MAL DE VIÑAS"



EPOCA DE MUESTREO

SALUD PLANTA
 Sana — Enferma

B. FINCAS CON "MAL DE VIÑAS"

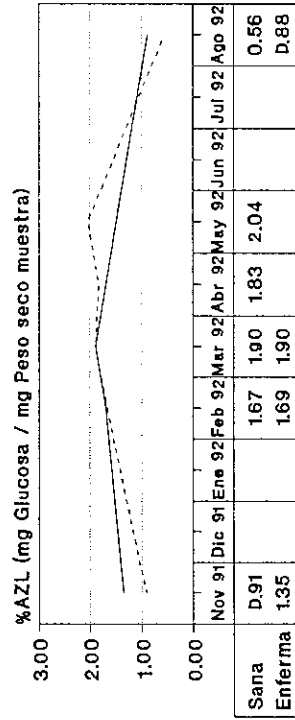


EPOCA DE MUESTREO

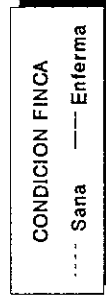
SALUD PLANTA
 Sana — Enferma

FIG.24. VARIACION TEMPORAL PROMEDIO DE AZUCARES LIBRES EN CAFETOS SANOS Y ENFERMOS SEGUN LA CONDICION DE LA FINCA. (n plantas sanas =20; n plantas enfermas =44)

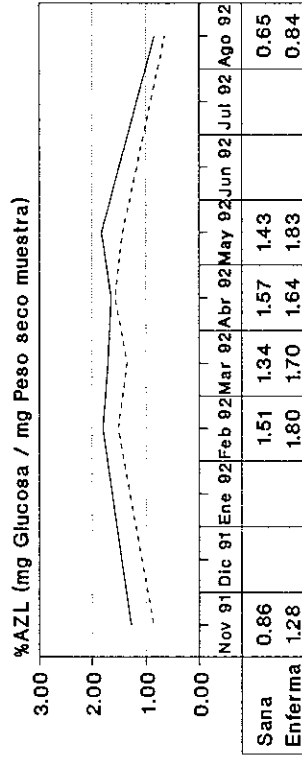
A. PLANTA SANA



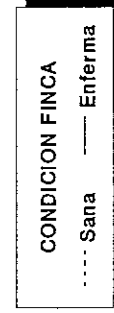
EPOCA DE MUESTREO



B. PLANTA ENFERMA



EPOCA DE MUESTREO



y fuertes descensos de A y CNE a partir de febrero (Figuras 25 y 26). Estos descensos no ocurren en fincas sanas hasta abril, independientemente de la salud de la planta.

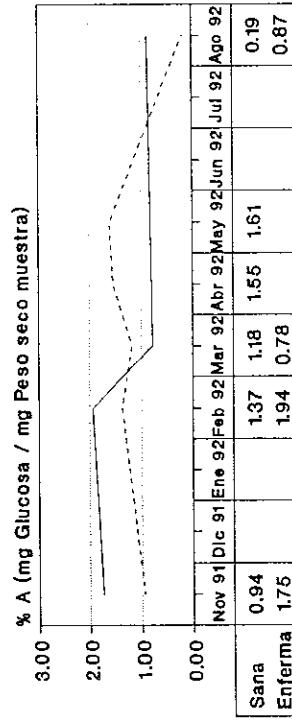
Por tanto, puede notarse que para plantas sanas, los máximos de A y CNE difieren en 3 meses dependiendo de su procedencia (condición de la finca), presentándose estos máximos primero en las fincas con "Mal de Viñas". Para plantas enfermas, los máximos difieren en 2 meses, encontrándose antes, nuevamente, en fincas con "Mal de Viñas". Las plantas sanas de fincas sin "Mal de Viñas" son las únicas que muestran consistentemente sus máximos en mayo.

Los resultados de estas gráficas concuerdan con los obtenidos al analizar los carbohidratos según la salud de la planta, independientemente en fincas con y sin "Mal de Viñas" (Figs. 21-23). Puede notarse que el comportamiento de las plantas sanas y enfermas depende de la condición de la finca de la cual provienen. Nuevamente se observa que para las plantas sanas se encuentran niveles mayores de carbohidratos si provienen de fincas sin "Mal de Viñas". El comportamiento inverso se observa en plantas enfermas, donde los mayores niveles de carbohidratos se encuentran en las plantas provenientes de fincas con "Mal de Viñas".

Las tendencias observadas anteriormente son estadísticamente significativas para plantas sanas según CONDICION DE LA FINCA ($p < 0.009$ para A y $p < 0.001$ para CNE) y

FIG.25. VARIACION TEMPORAL PROMEDIO DE ALMIDON (A) EN CAFETOS SANOS Y ENFERMOS SEGUN LA CONDICION DE LA FINCA. (n plantas sanas = 20; n plantas enfermas = 44)

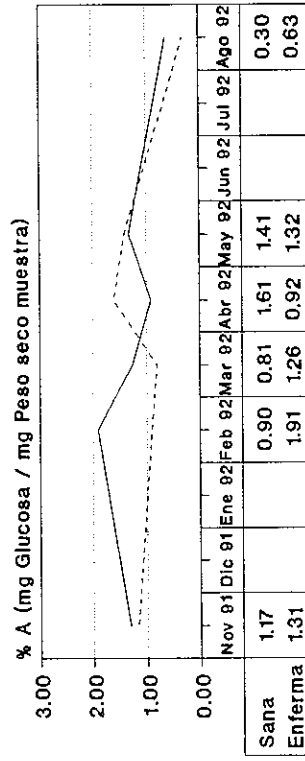
A. PLANTA SANA



EPOCA DE MUESTREO

CONDICION FINCA
 Sana — Enferma

B. PLANTA ENFERMA

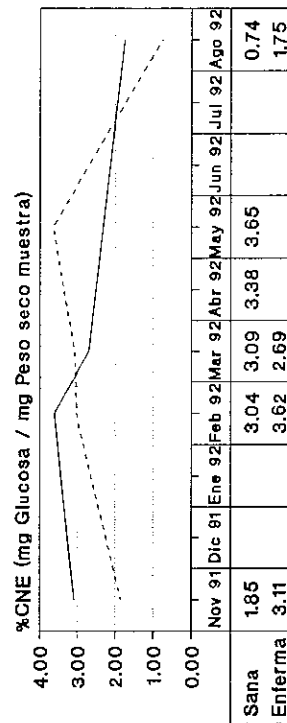


EPOCA DE MUESTREO

CONDICION FINCA
 Sana — Enferma

FIG.26. VARIACION TEMPORAL PROMEDIO DE CARBOHIDRATOS NO ESTRUCTURALES EN CAFETOS SANOS Y ENFERMOS SEGUN LA CONDICION DE LA FINCA. (n plantas sanas = 20; n plantas enfermas = 44)

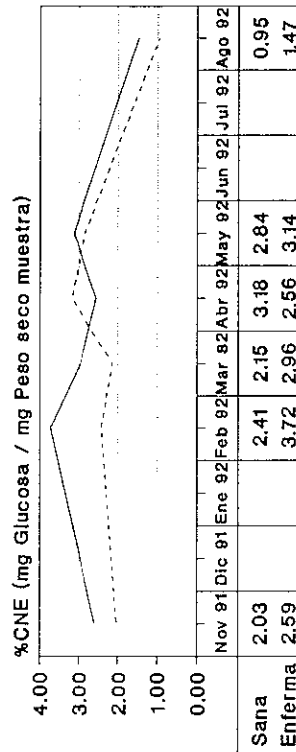
A. PLANTA SANA



EPOCA DE MUESTREO

CONDICION FINCA
 Sana — Enferma

B. PLANTA ENFERMA



EPOCA DE MUESTREO

CONDICION FINCA
 Sana — Enferma

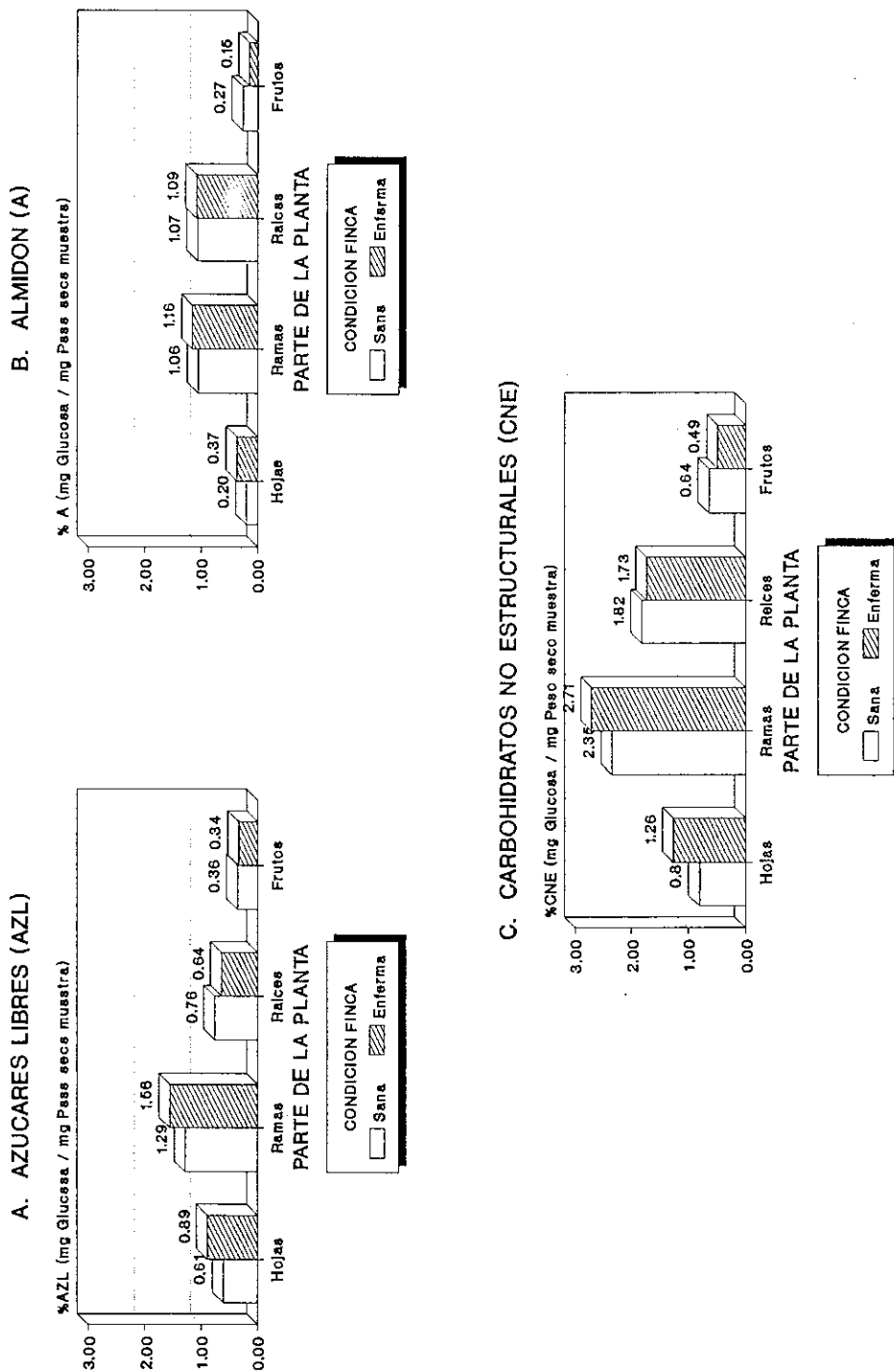
EPOCA DE MUESTREO ($p < 0.001$ para AZL, A y CNE). Para los niveles de CNE es ligeramente significativa la interacción CONDICION DE LA FINCA x EPOCA DE MUESTREO ($p < 0.132$) (Tablas 25-27, Apéndice I). Para plantas enfermas el factor EPOCA DE MUESTREO es estadísticamente significativo ($p < 0.001$ para AZL, $p < 0.035$ para A y $p < 0.001$ para CNE), en tanto que la CONDICION DE LA FINCA resulta significativa únicamente para CNE ($p < 0.001$). En este caso, la interacción CONDICION DE LA FINCA x EPOCA DE MUESTREO resulta significativa para los niveles de A ($p < 0.087$) (Tablas 28-30, Apéndice I).

3. Análisis según Parte de la Planta

La Figura 27 muestra los niveles de carbohidratos en fincas con y sin "Mal de Viñas", según la parte de la planta. Puede apreciarse que las hojas y ramas de plantas provenientes de fincas con "Mal de Viñas" presentan mayores niveles de AZL, A y CNE que sus equivalentes en fincas sin "Mal de Viñas". Los niveles de AZL, A y CNE para raíces son iguales o menores en plantas de fincas con "Mal de Viñas". El mismo comportamiento de las raíces se observa en frutos, pero para estos últimos las diferencias son más marcadas. En general, el factor PARTE DE LA PLANTA es estadísticamente significativo ($p < 0.001$ para AZL, A y CNE) (Tablas 10-12).

Las Figuras 28-33 presentan la variación temporal de AZL, A y CNE por parte de la planta. Los frutos y hojas

FIG.27. NIVELES PROMEDIO DE CARBOHIDRATOS EN CAFE DE FINCAS CON Y SIN "MAL DE VIÑAS" SEGUN LA PARTE DE LA PLANTA.
 (n plantas fincas sanas =40; n plantas fincas enfermas =24)



tienen la mayor concentración absoluta de AZL y las raíces y ramas la concentración más alta de A. Al ponderar estos datos para estimar la contribución de cada parte al total de la planta, resulta que las ramas y raíces contribuyen con el mayor porcentaje de AZL, A y CNE. Esto es importante ya que, como puede apreciarse en las Figs. 28-30, las ramas y raíces presentan la mayor variabilidad en los patrones mensuales de carbohidratos no estructurales.

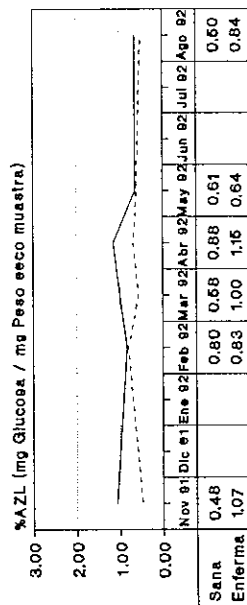
A nivel de hojas el factor CONDICION DE LA FINCA es estadísticamente significativo ($p < 0.001$ para AZL, A y CNE), en tanto que la EPOCA DE MUESTREO sólo es significativa para A ($p < 0.001$) y CNE ($p < 0.001$). En este caso resulta significativa la interacción CONDICION DE LA FINCA x EPOCA DE MUESTREO ($p < 0.006$ para AZL, $p < 0.034$ para A y $p < 0.014$ para CNE) (Tablas 31-33, Apéndice I).

Para las ramas, tanto el factor CONDICION DE LA FINCA como EPOCA DE MUESTREO son estadísticamente significativos (CONDICION DE LA FINCA: $p < 0.013$ para AZL, $p < 0.052$ para A y $p < 0.003$ para CNE; EPOCA DE MUESTREO: $p < 0.001$ para AZL, A y CNE). La interacción CONDICION DE LA FINCA x EPOCA DE MUESTREO es estadísticamente significativa para los niveles de CNE ($p < 0.056$) (Tablas 34-36, Apéndice I).

A nivel de raíces, el factor EPOCA DE MUESTREO es significativo para todos los carbohidratos ($p < 0.001$ para AZL, A y CNE), pero la CONDICION DE LA FINCA únicamente resulta

FIG.28. VARIACION TEMPORAL PROMEDIO DE AZUCARES LIBRES EN CAFE SEGUN CONDICION DE LA FINCA Y PARTE DE LA PLANTA. (n plantas fincas sanas =40; n plantas fincas enfermas =24)

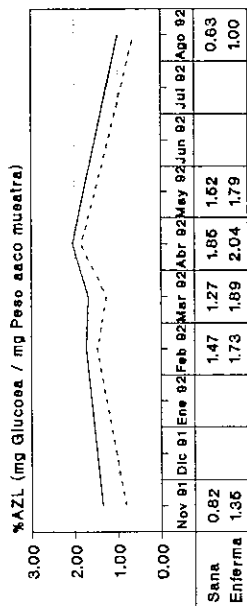
A. HOJAS



EPOCA DE MUESTREO

CONDICION FINCA
 --- Sana - - - Enferma

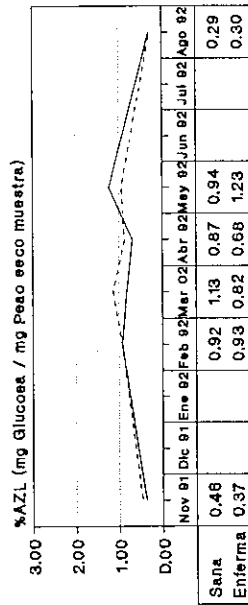
B. RAMAS



EPOCA DE MUESTREO

CONDICION FINCA
 --- Sana - - - Enferma

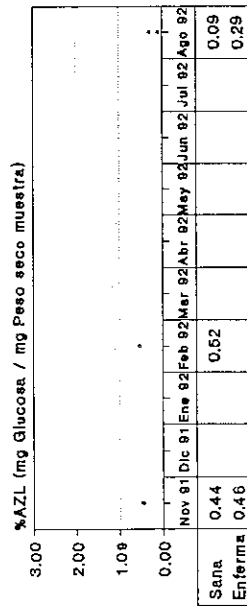
C. RAICES



EPOCA DE MUESTREO

CONDICION FINCA
 --- Sana - - - Enferma

D. FRUTOS

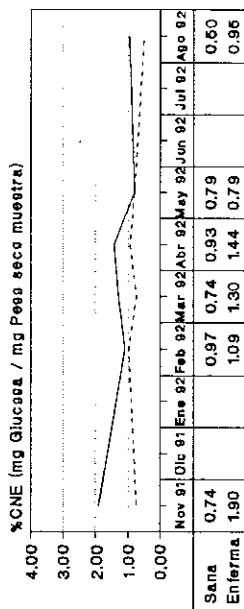


EPOCA DE MUESTREO

CONDICION FINCA
 --- Sana - - - Enferma

FIG.30. VARIACION TEMPORAL PROMEDIO DE CARBOHIDRATOS NO ESTRUCTURALES EN CAFE DE FINCAS CON Y SIN "MAL DE VIÑAS" SEGUN PARTE DE LA PLANTA. (n plantas fincas sanas = 40; n plantas fincas enfermas = 24)

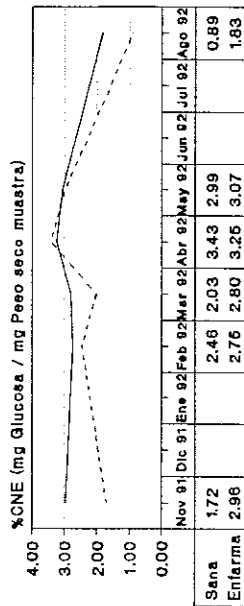
A. HOJAS



EPOCA DE MUESTREO

CONDICION FINCA
 - - - Sana — Enferma

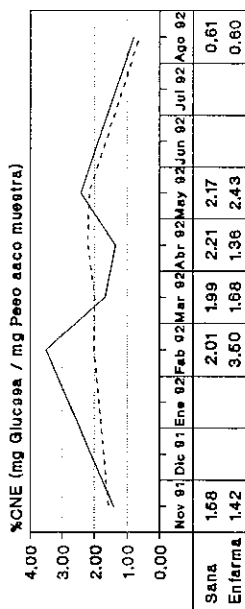
B. RAMAS



EPOCA DE MUESTREO

CONDICION FINCA
 - - - Sana — Enferma

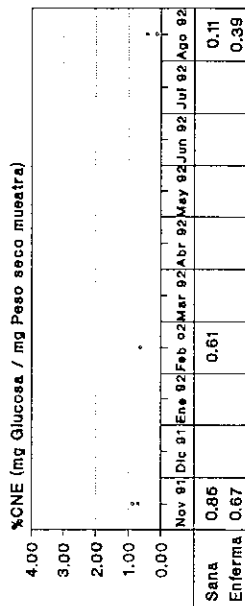
C. RAICES



EPOCA DE MUESTREO

CONDICION FINCA
 - - - Sana — Enferma

D. FRUTOS



EPOCA DE MUESTREO

CONDICION FINCA
 - - - Sana — Enferma

significativa para CNE ($p < 0.001$). La interacción CONDICION DE LA FINCA x EPOCA DE MUESTREO es estadísticamente significativa ($p < 0.023$ para A y $p < 0.007$ para CNE) (Tablas 37-39, Apéndice I).

Las mayores diferencias temporales en los niveles de AZL entre fincas con y sin "Mal de Viñas" se observan a nivel de hojas y raíces (Fig. 31, pag. 75). Para A, existen fuertes variaciones a nivel de ramas y raíces, llegando a invertirse las proporciones de A en plantas de fincas sanas y enfermas, dependiendo de la época (Fig. 32, pag. 76). La Fig. 33 (pag. 77) muestra que, como consecuencia de las variaciones de AZL y A, los niveles de CNE en fincas con "Mal de Viñas" son mayores o muy similares a los de fincas sanas, a lo largo de todo el año, en las diferentes partes de la planta. El análisis estadístico para estas Figuras es el mismo que el presentado para las Figs. 28-30 (Tablas 31-39, Apéndice I).

4. Análisis según INDICE DE DEFOLIACION

El índice de defoliación es la base para establecer el criterio de salud de la planta y con excepción del índice 0, los promedios para AZL, A y CNE son aproximadamente los mismos para todos los índices de defoliación (Fig. 34, pag. 78).

Puede apreciarse, en general, que las plantas de fincas con "Mal de Viñas" poseen igual o mayor cantidad de AZL, A y CNE que las plantas de los índices correspondientes en fincas

FIG.31. NIVELES PROMEDIO DE AZUCARES REDUCTORES EN CAFE DE FINCAS CON Y SIN "MAL DE VIÑAS" SEGUN EPOCA DE MUESTREO Y PARTE DE LA PLANTA. 2 plantas por finca, por fecha de muestreo (n=64).

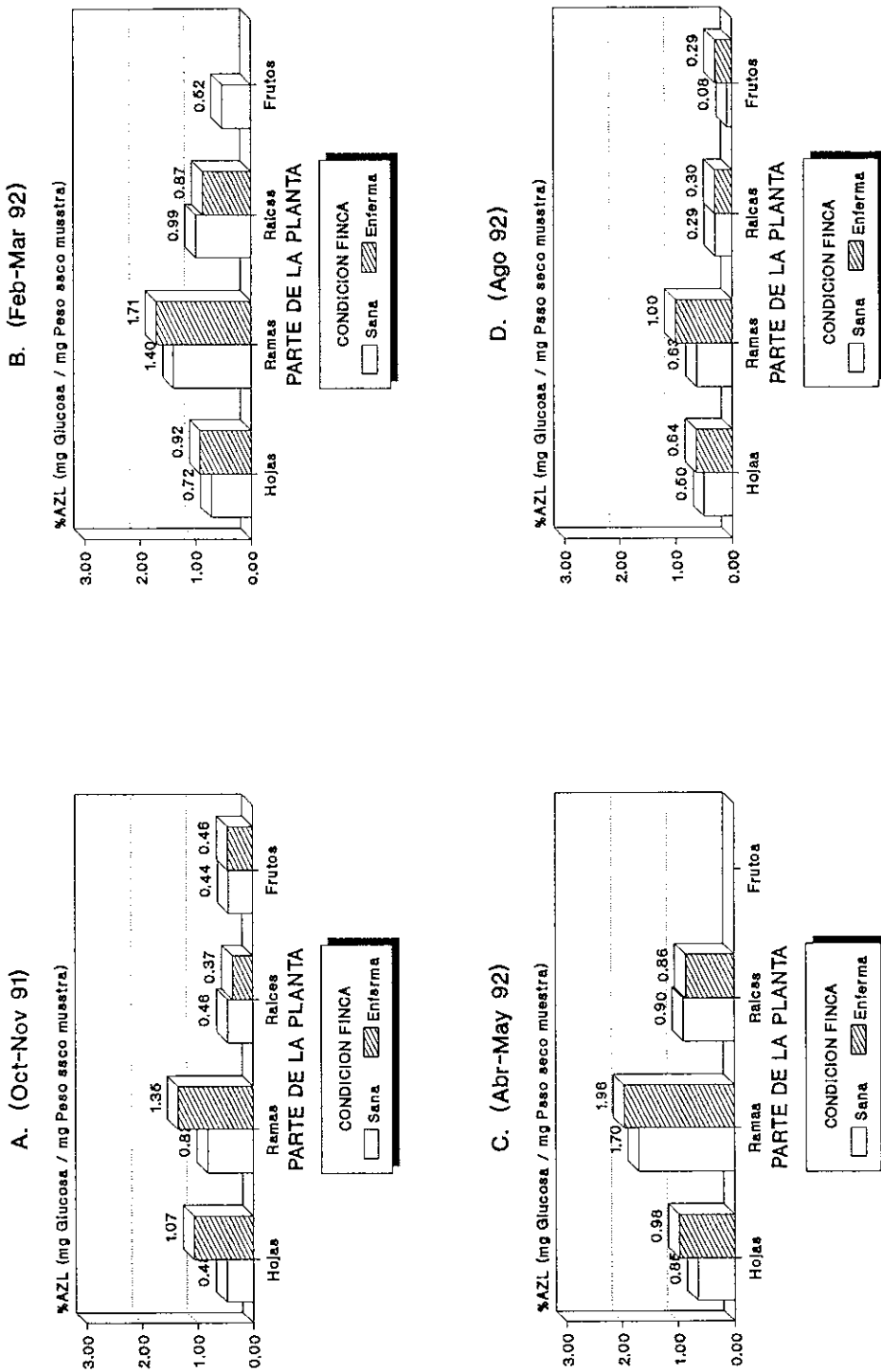


FIG.32. NIVELES PROMEDIO DE ALMIDON EN CAFE DE FINCAS CON Y SIN "MAL DE VIÑAS" SEGUN EPOCA DE MUESTREO Y PARTE DE LA PLANTA. 2 plantas por finca, por fecha de muestreo (n=64).

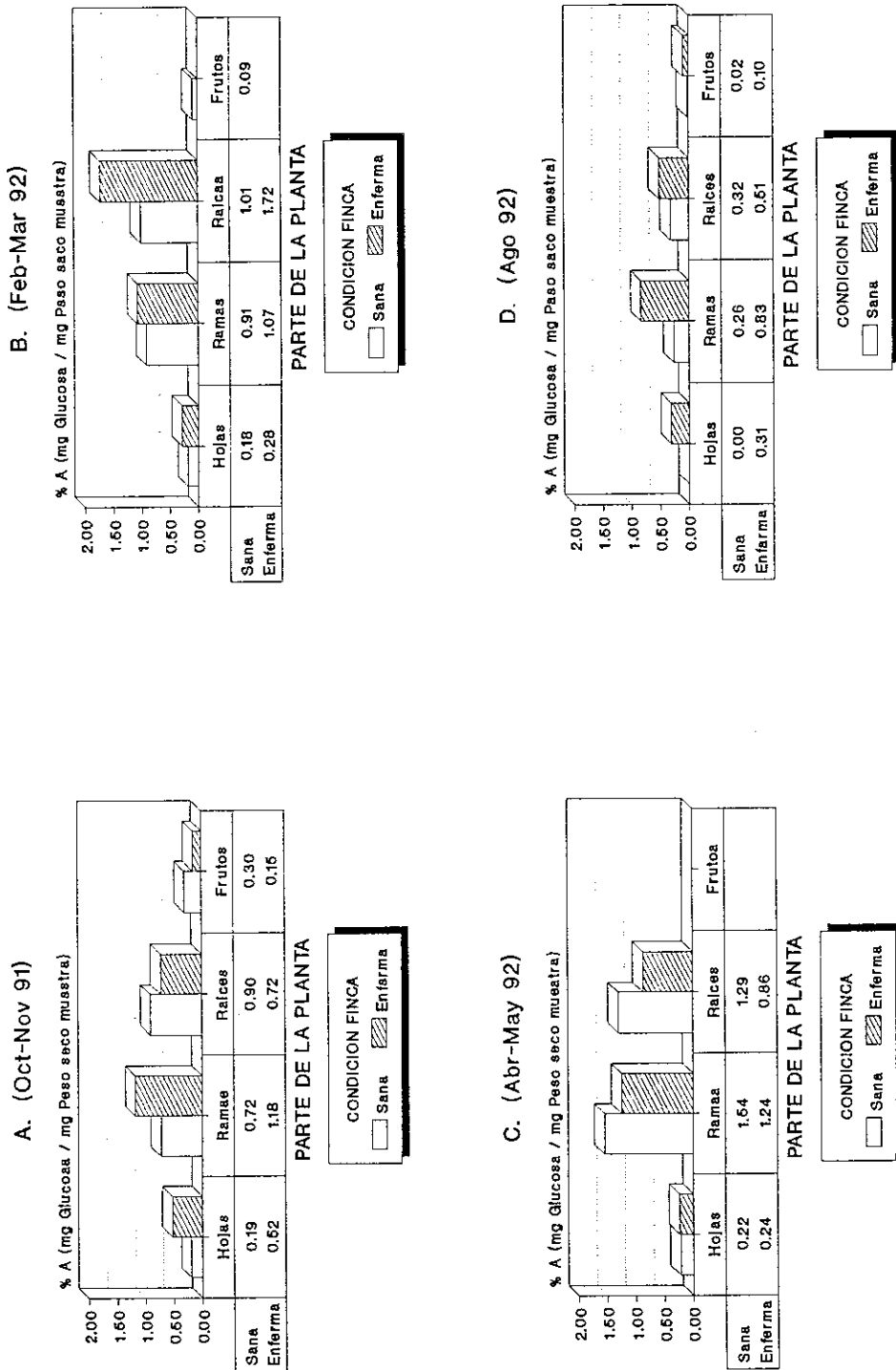


FIG.33. NIVELES PROMEDIO DE CARBOHIDRATOS NO ESTRUCTURALES EN CAFE DE FINCAS CON Y SIN "MAL DE VIÑAS" SEGUN EPOCA DE MUESTREO Y PARTE DE LA PLANTA. 2 plantas por finca, por fecha de muestreo (n=64).

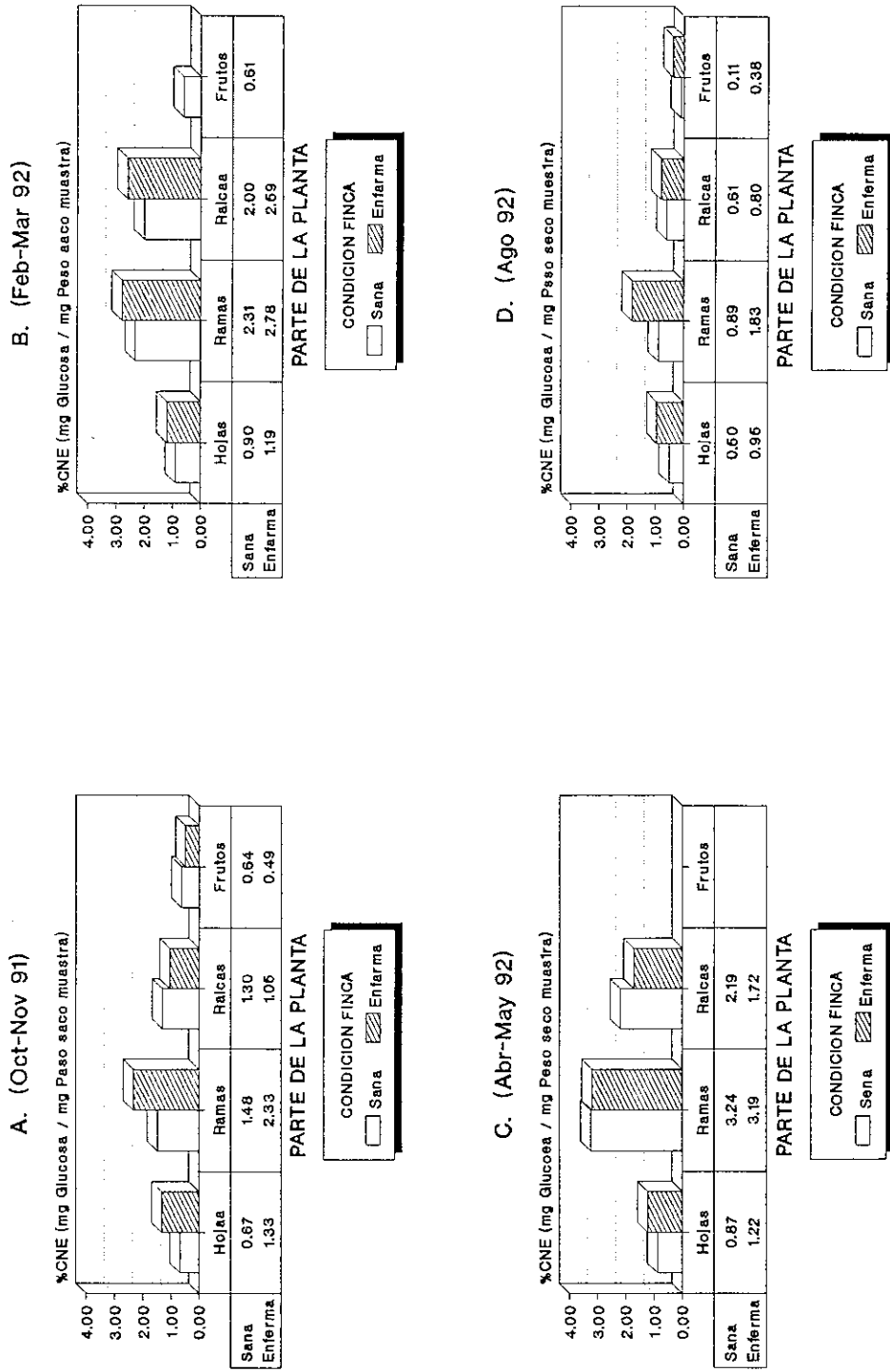
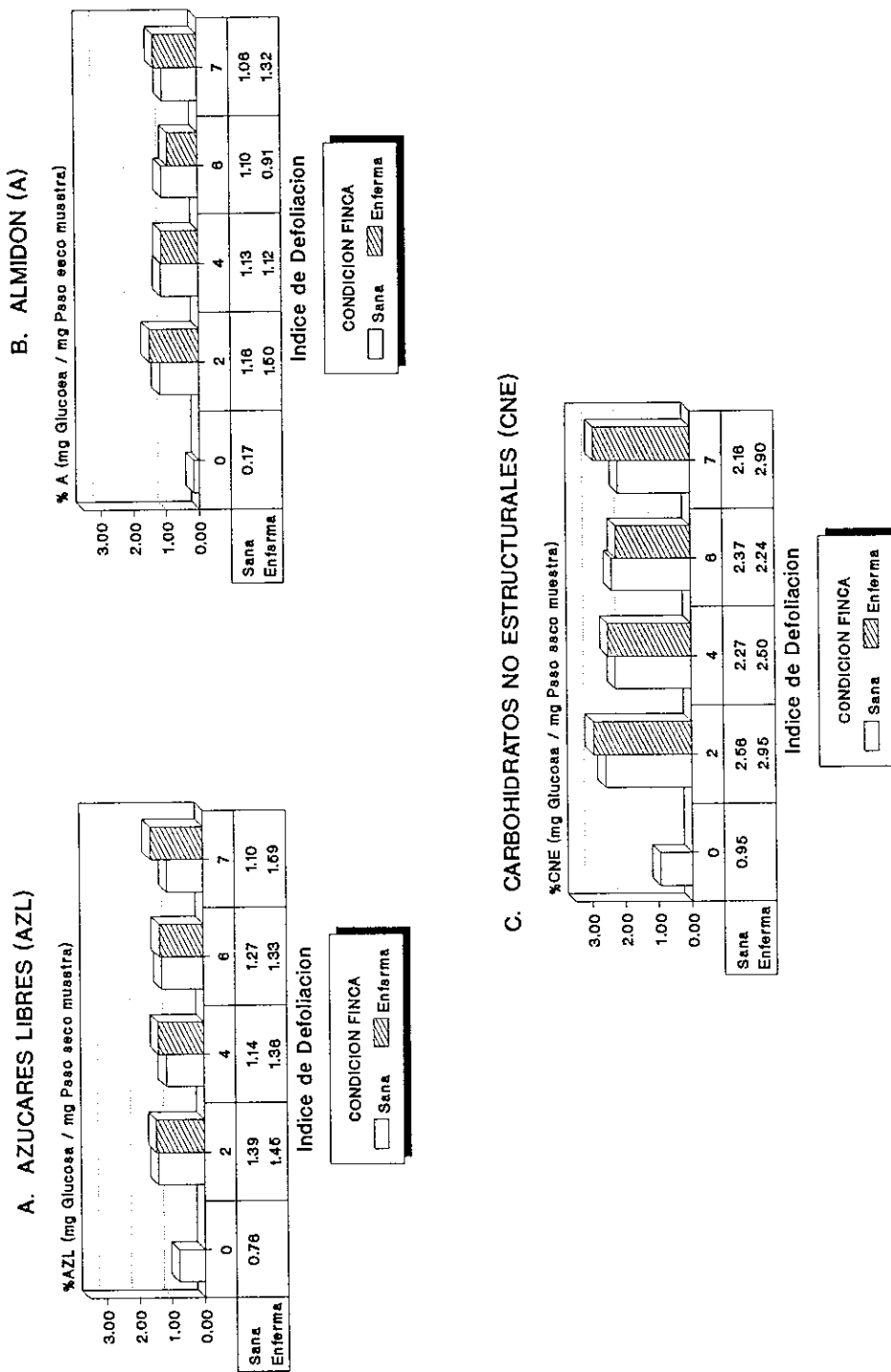


FIG.34. NIVELES PROMEDIO DE CARBOHIDRATOS EN CAFE DE FINCAS CON Y SIN "MAL DE VIÑAS" SEGUN EL INDICE DE DEFOLIACION.
 (n plantas fincas sanas =40; n plantas fincas enfermas =24)



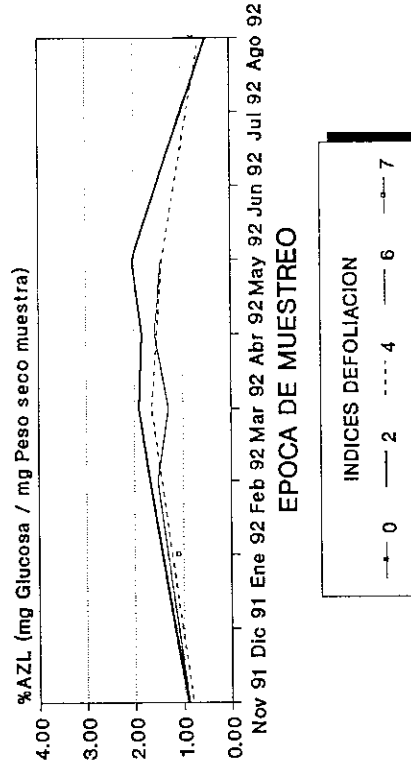
sanas, con excepción del índice 6 que muestra la relación inversa para los niveles de A y CNE. Entre los índices 2-6, las plantas de fincas con "Mal de Viñas" presentan un descenso gradual de AZL, A y CNE. Este patrón no se observa en fincas sanas, que tienden a permanecer constantes (A) o mostrar fluctuaciones alrededor de un valor promedio para todos los índices 2-6 (AZL y CNE). En el índice 7, se encuentran niveles de carbohidratos más altos para plantas de fincas con "Mal de Viñas".

El análisis estadístico para esta gráfica muestra que no existen diferencias significativas en los niveles de AZL ($p > 0.669$) según el INDICE DE DEFOLIACIÓN, pero que las diferencias sí son significativas para A ($p < 0.073$) y CNE ($p < 0.028$). La interacción INDICE DE DEFOLIACION x CONDICION DE LA FINCA no es estadísticamente significativa ($p > 0.947$ para AZL, $p > 0.254$ para A y $p > 0.297$ para CNE) (Tablas 40-42, Apéndice I).

Las Figuras 35-37 (pags. 80-82) muestran la variación temporal promedio de carbohidratos en fincas con y sin "Mal de Viñas" de acuerdo al INDICE DE DEFOLIACION. En fincas sanas los niveles de AZL, en promedio, tienden a ser mayores en los índices menores. La tendencia en fincas con "Mal de Viñas" no es tan clara, pero sugiere que los índices superiores tienden a tener niveles más altos de AZL que los observados en índices 0-2, contrario a lo que ocurre en fincas sanas (Fig. 35).

FIG.35. VARIACION TEMPORAL PROMEDIO DE AZUCARES LIBRES EN CAFE DE FINCAS CON Y SIN "MAL DE VIÑAS" SEGUN INDICE DE DEFOLIACION. (n plantas fincas sanas =40; n plantas fincas enfermas =24)

A. FINCAS SIN "MAL DE VIÑAS"



B. FINCAS CON "MAL DE VIÑAS"

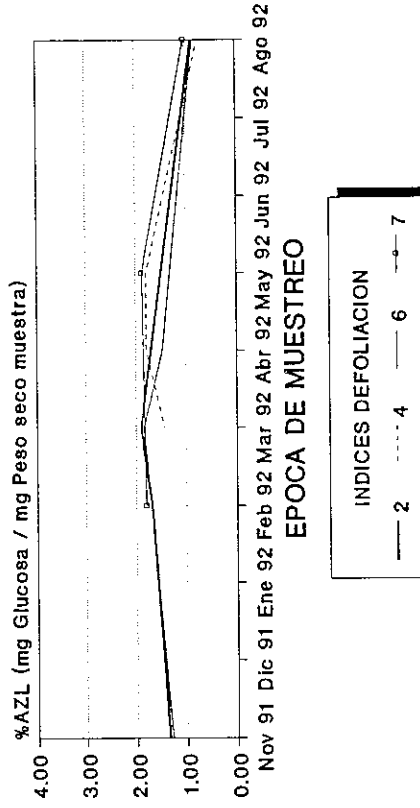
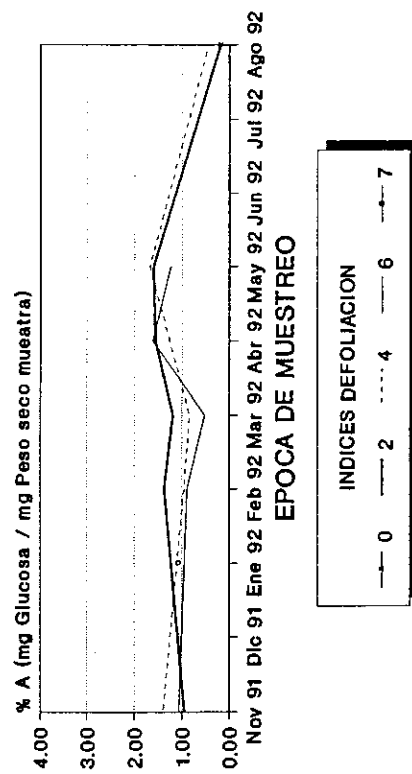


FIG.36. VARIACION TEMPORAL PROMEDIO DE ALMIDON EN CAFE DE FINCAS CON Y SIN "MAL DE VIÑAS" SEGUN INDICE DEFOLIACION. (n plantas fincas sanas =40; n plantas fincas enfermas =24)

A. FINCAS SIN "MAL DE VIÑAS"



B. FINCAS CON "MAL DE VIÑAS"

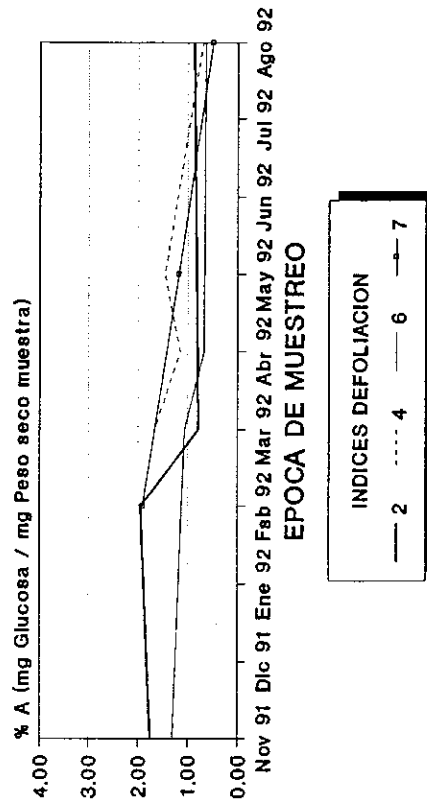
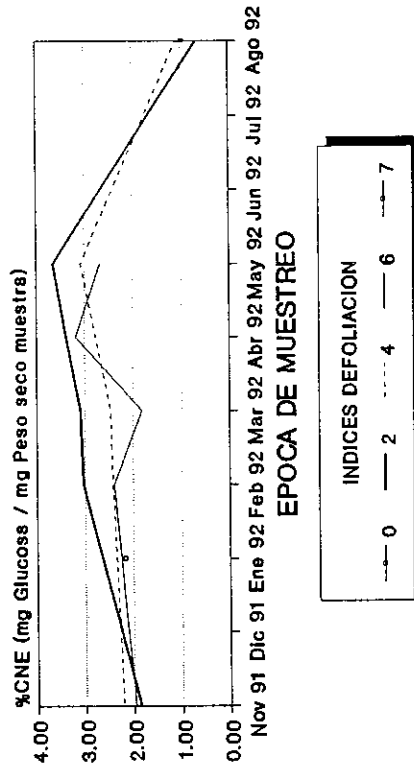
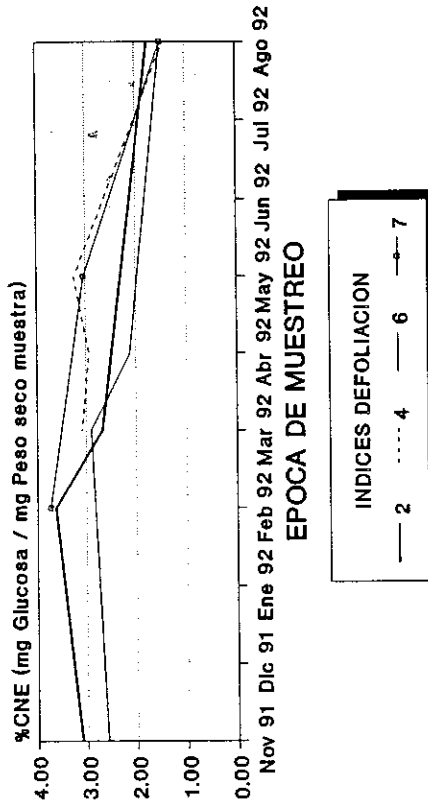


FIG.37. VARIACION TEMPORAL PROMEDIO DE CARBOHIDRATOS NO ESTRUCTURALES EN CAFE DE FINCAS CON Y SIN "MAL DE VIÑAS" SEGUN INDICE DE DEFOLIACION. (n plantas fincas sanas = 40; n plantas fincas enfermas = 24)

A. FINCAS SIN "MAL DE VIÑAS"



B. FINCAS CON "MAL DE VIÑAS"



Estadísticamente, no es significativa la interacción INDICE DE DEFOLIACION x EPOCA DE MUESTREO ($p > 0.995$, Tablas 43 y 46, Apéndice I) para ninguna de las fincas.

En lo que respecta a los niveles de A, no se observan tendencias definidas para los diferentes índices de defoliación, independientemente de la condición de la finca. Sin embargo, es interesante notar que en fincas sin "Mal de Viñas" el índice 6, que entre noviembre y marzo ha mantenido los niveles menores de A, experimenta un aumento considerable en abril, cuando alcanza su máximo. Lo contrario ocurre con el índice 6 de la finca con "Mal de Viñas", que en esta época experimenta su mínimo. Para las fincas con "Mal de Viñas", lo más relevante es el drástico descenso de A que experimenta el índice 2 a partir de febrero, índice que había mantenido los niveles mayores de A entre noviembre y febrero. Los niveles de A caen de 2.0% a 0.6% y se mantienen mínimos en el resto del año, inferiores a los de cualquier otro índice (Fig. 36). Sin embargo, la interacción INDICE DE DEFOLIACION x EPOCA DE MUESTREO no es significativa en alguno de los dos casos ($p > 0.926$, Tablas 44 y 47, Apéndice I).

5. Análisis según INDICE DE CLOROSIS

Las Figuras 38-41 (pags. 84-87) muestran los niveles de AZL, A y CNE en plantas de fincas con y sin "Mal de Viñas" según el índice de clorosis. Estas sugieren que los niveles

FIG.38. NIVELES PROMEDIO DE CARBOHIDRATOS EN CAFE DE FINCAS CON Y SIN "MAL DE VIÑAS" SEGUN INDICE DE CLOROSIS.
 (n plantas sin clorosis = 52; n plantas con clorosis = 12)

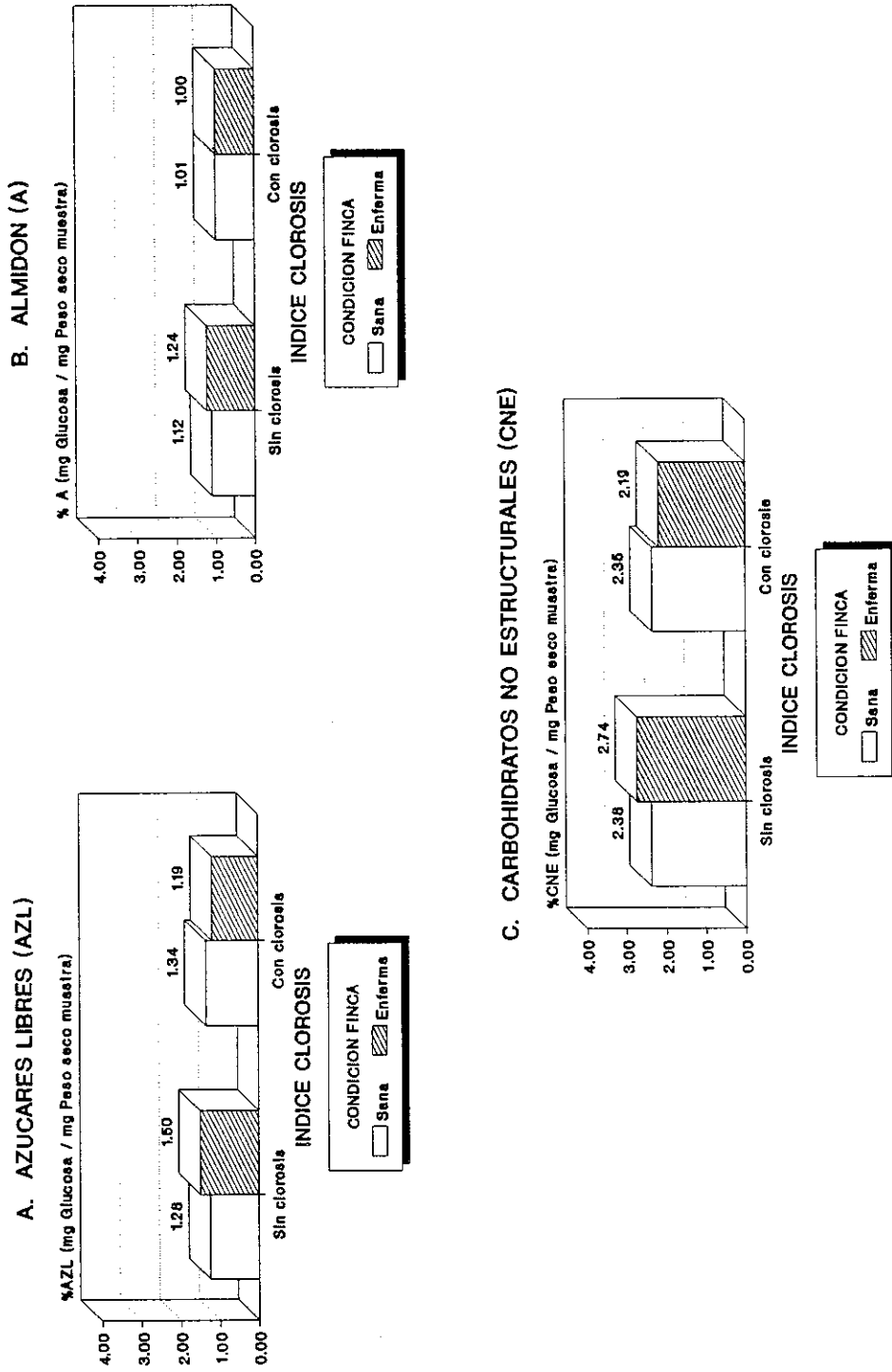
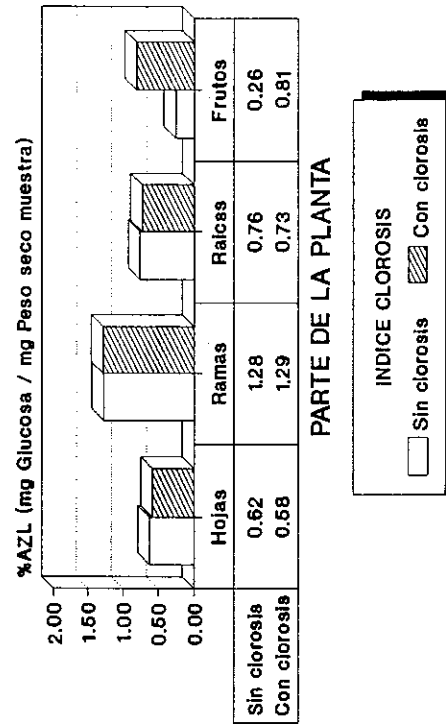


FIG.39. NIVELES PROMEDIO DE AZUCARES LIBRES EN CAFE DE FINCAS CON Y SIN "MAL DE VIÑAS" SEGUN INDICE DE CLOROSIS Y PARTE DE LA PLANTA. (n plantas sin clorosis = 52; n plantas con clorosis = 12)

A. FINCAS SIN "MAL DE VIÑAS"



B. FINCAS CON "MAL DE VIÑAS"

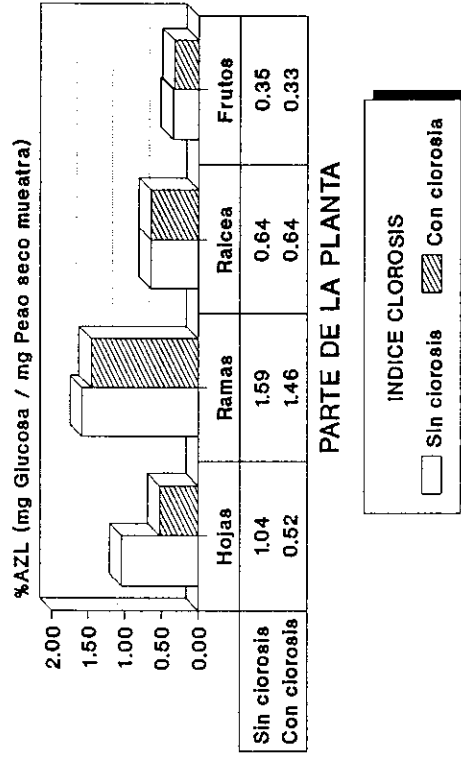
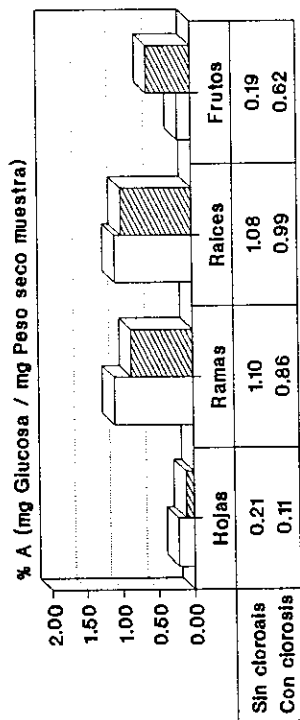
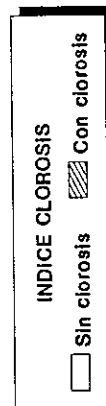


FIG.40. NIVELES PROMEDIO DE ALMIDON EN CAFE DE FINCAS CON Y SIN "MAL DE VIÑAS" SEGUN INDICE DE CLOROSIS Y PARTE DE LA PLANTA. (n plantas sin clorosis = 52; n plantas con clorosis = 12)

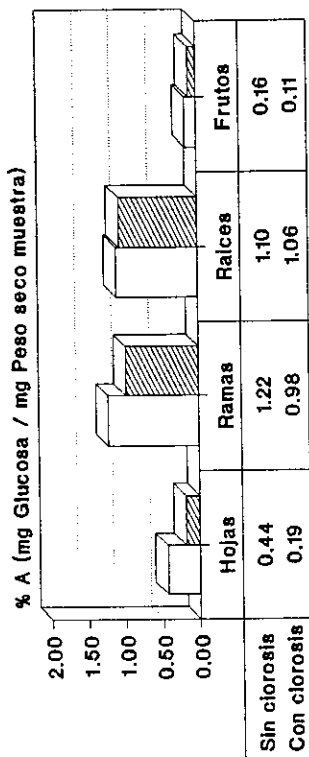
A. FINCAS SIN "MAL DE VIÑAS"



PARTE DE LA PLANTA



B. FINCAS CON "MAL DE VIÑAS"



PARTE DE LA PLANTA

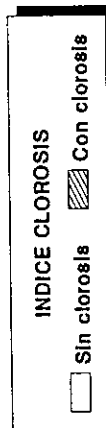
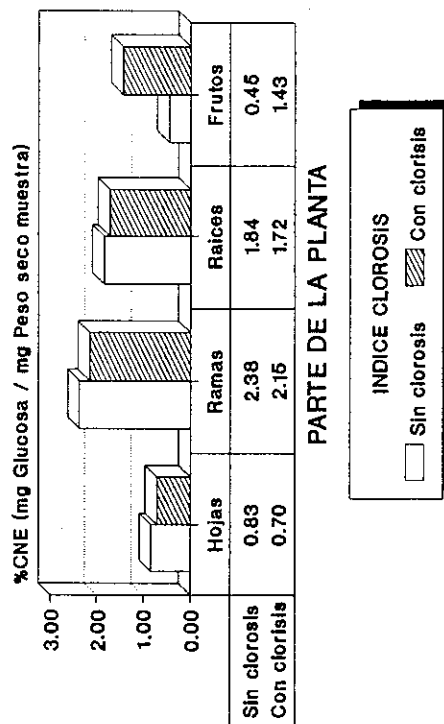
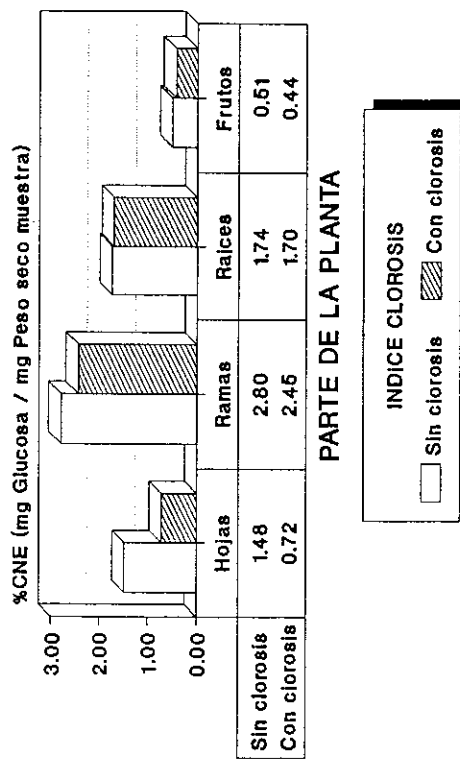


FIG.41. NIVELES PROMEDIO DE CARBOHIDRATOS NO ESTRUCTURALES EN CAFE DE FINCAS CON Y SIN "MAL DE VIÑAS" SEGUN INDICE DE CLOROSIS Y PARTE DE LA PLANTA. (n plantas sin clorosis = 52; n plantas con clorosis = 12)

A. FINCAS SIN "MAL DE VIÑAS"



B. FINCAS CON "MAL DE VIÑAS"



de AZL, A y CNE en fincas sanas son similares para plantas cloróticas y no cloróticas. En fincas con "Mal de Viñas", las plantas con clorosis tienen niveles más bajos de carbohidratos no estructurales. Estadísticamente, el factor INDICE DE CLOROSIS no es significativo ($p < 0.649$ para AZL, $p < 0.231$ para A y $p < 0.552$ para CNE) (Tablas 49-51, Apéndice I) y el factor CONDICION DE LA FINCA únicamente es significativo para los niveles de CNE ($p < 0.002$). La interacción INDICE DE CLOROSIS x CONDICION DE LA FINCA es estadísticamente significativa para CNE ($p < 0.022$) (Tabla 51, Apéndice I).

Las Figuras 39-41 (pags. 85-87) muestran los niveles de AZL, A y CNE en fincas con y sin "Mal de Viñas" según la parte de la planta y la presencia de clorosis. En fincas sanas, las mayores diferencias en los niveles de AZL, A y CNE se observan en los frutos, siendo mayores para plantas cloróticas. En fincas con "Mal de Viñas", la principal diferencia ocurre a nivel de hojas, observándose menores niveles de AZL, A y CNE en plantas cloróticas. Para estas gráficas el factor CLOROSIS es ligeramente significativo para los niveles de A ($p < 0.117$). En todos los casos el factor PARTE DE LA PLANTA resulta altamente significativo ($p < 0.001$ para AZL y A, y $p < 0.074$ para CNE). El factor CONDICION DE LA FINCA también es significativo ($p < 0.052$ para AZL y $p < 0.045$ para CNE) (Tablas 52-54, Apéndice I). La interacción CLOROSIS x PARTE DE LA PLANTA es significativa ($p < 0.044$ para AZL y $p < 0.005$ para CNE).

La interacción CLOROSIS x CONDICION DE LA FINCA también es estadísticamente significativa ($p < 0.084$ para AZL, $p < 0.090$ para CNE).

IV. DISCUSION

Los resultados sugieren que el almidón es el principal carbohidrato de almacenamiento en el café (Coffea arabica var. caturra y var. catuaí). Esto es consistente con estudios previos que resaltan la importancia del almidón (Clowes, 1972; Nutman, 1933; Vasudeva, 1979), aunque Venkatasubbaiah (1984) reporta disminución de polisacáridos insolubles, entre ellos fructosanos, en un estudio histoquímico realizado en plantas de café infectadas con Rhizoctonia solani.

Los intentos por cuantificar posibles fructosanos en café a lo largo de todas las épocas de muestreo dieron resultados negativos, como puede apreciarse en las Tablas 4-6. Los resultados nulos pueden atribuirse a: (i) el método empleado para dicha cuantificación no es lo suficientemente sensible (límite de detección = 0.02% p/p), ó (ii) el cafeto no almacena fructosanos. En ambos casos, el almidón es el principal polisacárido no estructural en café.

El análisis de carbohidratos con base en las variables independientes CONDICION DE LA FINCA, SALUD DE LA PLANTA, PARTE DE LA PLANTA, EPOCA DE MUESTREO, INDICE DE DEFOLIACION E INDICE DE CLOROSIS, reveló:

Los datos de carbohidratos analizados según la CONDICION DE LA FINCA muestran que las plantas de fincas con "Mal de Viñas" poseen niveles significativamente mayores de AZL, A y

CNE que las fincas sin "Mal de Viñas" (Fig. 9, pag. 41). Este resultado es muy interesante, ya que en síndromes de decaimiento fisiológico, similares al "Mal de Viñas", se ha postulado un agotamiento en las reservas de carbohidratos no estructurales (Nutman, 1933; Clowes, 1972; Vasudeva, 1979) para explicar la sintomatología característica de defoliación, clorosis y marchitez combinadas.

El análisis, según SALUD DE LA PLANTA, reveló que estadísticamente no pueden detectarse diferencias en los niveles de carbohidratos de acuerdo a este criterio (Fig. 10, pag. 42), lo cual sugiere que la simple división de plantas como sanas (índices 0-2) o enfermas (índices 4-7) no permite concluir sobre la manifestación del "Mal de Viñas" en una planta dada empleando carbohidratos. Sin embargo, la interacción SALUD DE LA PLANTA x CONDICION DE LA FINCA es estadísticamente significativa para los niveles de CNE ($p < 0.052$), sugiriendo que no son equivalentes las plantas sanas y enfermas entre fincas con y sin "Mal de Viñas".

En el análisis según PARTE DE LA PLANTA se encontró que las diferencias en los niveles de carbohidratos son altamente significativas ($p < 0.001$ para AZL, A y CNE). Las hojas poseen los mayores niveles de AZL por ser los tejidos fotosintéticos, en tanto que el almidón se encuentra principalmente en ramas y raíces, que son los tejidos de almacenamiento (Fig. 11, pag. 44). Es importante volver a mencionar que los niveles

reportados de carbohidratos en este trabajo representan la contribución de cada parte hacia la planta completa y que no se hace mención de concentraciones absolutas. De hecho, en términos de concentraciones, son las flores y frutos los que poseen los mayores niveles de AZL, pero son los tejidos que en términos de contribución neta (i.e. concentración x factor de ponderación) proveen la menor cantidad de azúcares a la planta.

Los resultados de carbohidratos analizados únicamente en base al INDICE DE DEFOLIACION muestran que no hay diferencias estadísticamente significativas entre los distintos índices. Se determinó que sólo en el índice 0 se encuentran niveles de carbohidratos considerablemente diferentes a los de los demás índices (Fig. 12, pag. 46). A pesar de que los índices de defoliación se han empleado en la descripción del "Mal de Viñas", su aplicación como único criterio de identificación del síndrome posee dos limitantes. Primero, es posible hallar prácticamente todos los índices de defoliación en fincas completamente sanas, con alta producción y sin historial de mortandad de cafetos. Esto sugiere que síntomas parecidos al "Mal de Viñas" en fincas sanas corresponden a procesos naturales dentro de la fenología del cafeto (por ejemplo la producción de frutos y su cosecha, que conllevan una defoliación normal en cualquier planta de café). Por tanto, no se puede concluir sobre la manifestación de "Mal de Viñas"

en una planta o grupo de plantas únicamente porque poseen un índice de defoliación avanzado, generalmente 6, ya que si la planta se encuentra en una finca sana, lo más probable es que esta vuelva a reverstirse de follaje durante la época lluviosa, como se ha observado en el campo. Segundo, el índice de defoliación permite concluir sobre la manifestación de "Mal de Viñas" en una planta dada, únicamente cuando esta ya se encuentra en índice avanzado (6-7), cercana a la muerte fisiológica y para intereses del caficultor, económicamente muerta.

La aparente uniformidad en el contenido de carbohidratos en los diferentes índices de defoliación se debe a que cada uno de ellos muestra fluctuaciones tan variables a lo largo del año, que al promediarse las diferencias tienden a anularse. Sin embargo, el hecho de que las tendencias en los niveles de carbohidratos sean diferentes en los índices de defoliación, analizados por separado para fincas con y sin "Mal de Viñas", sugiere que los niveles de carbohidratos son sensibles al estrés causado por la defoliación.

El análisis según el INDICE DE CLOROSIS reveló que no existen diferencias estadísticamente significativas en los niveles de carbohidratos entre cafetos con y sin clorosis. La manifestación de clorosis en una planta está directamente vinculada con el proceso fotosintético y los niveles de carbohidratos no estructurales. El hecho de que no se

observan diferencias entre cafetos cloróticos y no cloróticos (Fig. 13, pag. 47) no indica que esta condición no altere el metabolismo energético de la planta, específicamente el de azúcares libres. Lo que sucede es que en el proceso degenerativo que se analiza, es decir el "Mal de Viñas", hay factores más importantes responsables de las diferencias de carbohidratos entre plantas sanas y enfermas, como lo es la condición de la finca.

El análisis según EPOCA DE MUESTREO revela diferencias estadísticamente significativas en los niveles de carbohidratos ($p < 0.001$ para AZL, A y CNE). Estas diferencias no son más que el reflejo de los cambios metabólicos asociados a las diferentes etapas fenológicas del café, que conllevan demandas específicas de los diferentes tipos de carbohidratos no estructurales⁽³⁾. De esta forma, puede apreciarse que hay altos niveles de carbohidratos en noviembre-febrero (formación de yemas nuevas) y abril-mayo (floración e inicio de frutos). Los niveles disminuyen en marzo (dormancia vegetativa) y son mínimos en mayo-agosto (formación de frutos).

⁽³⁾ Las observaciones en campo han permitido asociar las fechas de muestreo con las siguientes etapas fenológicas aproximadas:

| | |
|---------|---------------------------|
| Oct-Nov | Maduración de frutos |
| Feb | Formación de yemas nuevas |
| Mar | Dormancia vegetativa |
| Abr | Floración |
| May | Inicio de frutos |
| Ago | Llenado de frutos |

Los resultados anteriores muestran que los niveles de carbohidratos no estructurales permiten detectar diferencias a nivel de los factores CONDICION DE LA FINCA, PARTE DE LA PLANTA y EPOCA DE MUESTREO. Puesto que estos resultados corresponden a promedios que no toman en consideración las posibles interacciones con otros factores, los niveles de carbohidratos parecen ser variables de respuesta altamente sensibles para explicar los factores individuales que se encuentran vinculados con el decaimiento fisiológico característico del "Mal de Viñas".

Lo anterior, adicionalmente al hecho básico de que se ha reportado en la literatura que la alteración en los niveles de carbohidratos es una respuesta fisiológica típica hacia estrés (Ayres, 1984; Livingston and Gildow, 1990); Nemeč et al., 1989; Salisbury and Ross, 1978; Whipps and Lewis, 1981; Buchanan et al., 1981), especialmente en síndromes de agotamiento fisiológico en café (Clowes, 1972; Nutman, 1933, Vasudeva, 1979, Venkatasubbaiah, 1984), permite proponer a los carbohidratos no estructurales como descriptores cuantitativos y reproducibles del "Mal de Viñas".

En lo que respecta a las variaciones de carbohidratos a lo largo del año, puede apreciarse que los promedios obtenidos únicamente con base en los criterios establecidos (condición de la finca, salud de la planta, etc.) sin considerar su

comportamiento temporal esconden mucha de la información útil. Esto se aplica particularmente en el caso del "Mal de Viñas" que parece manifestarse en épocas específicas del año y, aparentemente, asociado a ciertas etapas fenológicas del cafeto.

Las variaciones temporales de carbohidratos analizadas bajo el criterio de CONDICION DE LA FINCA muestran que las diferencias entre plantas de fincas con y sin "Mal de Viñas" es muy marcada en los meses de noviembre-mayo. La tendencia en los niveles de AZL es aumentar en estos meses (Fig. 18, pag. 55) independientemente de la condición de la finca. A diferencia de AZL, el comportamiento de los niveles de A y CNE en cafetos a lo largo del año sí depende de la presencia o ausencia del "Mal de Viñas", a tal punto que para la época noviembre-mayo se encuentran tendencias opuestas en fincas con y sin "Mal de Viñas" (Figs. 19 y 20, pags. 57 y 58).

Lo anterior implica que los meses noviembre-mayo serían recomendables para fines de diagnóstico del "Mal de Viñas" en una finca dada, ya que se espera encontrar mayores niveles de estos carbohidratos en las plantas de las fincas enfermas. El diagnóstico será aun más certero si se evalúan los niveles de A, que en plantas de fincas con "Mal de Viñas" se encontrarán elevados hasta el doble (2% vrs. 1% en plantas de fincas sanas). Adicionalmente, si se da un seguimiento a las plantas, se espera que aquellas de fincas enfermas

experimenten un aumento de almidón entre noviembre-febrero, y que sus niveles disminuyan a la mitad (2% a 1%) entre marzo-mayo. En estos meses, se espera que las plantas de fincas sanas muestren un aumento (1% a 1.5%).

Estas diferencias observadas entre cafetos de fincas con y sin "Mal de Viñas" parecen reflejar alteraciones en el desarrollo fenológico normal del café, si se consideran las plantas de fincas sanas como modelo de desarrollo normal. Puesto que la época de formación de flores e inicio de frutos comprende la mayor época de requerimiento de carbohidratos (Vasudeva 1979), el hecho de que el máximo de AZL, A y CNE se dé 2 meses antes en las fincas enfermas (respecto de las fincas sanas) sugiere varias explicaciones posibles en plantas de fincas con "Mal de Viñas": 1) se han inducido anticipadamente la floración y el inicio de frutos; 2) los niveles máximos se presentan como resultado del estrés impuesto que genera demandas elevadas de carbohidratos para reparación de estructuras; 3) el almidón se acumula porque no puede utilizarse eficientemente; 4) hay degradación de estructuras (celulosa, principalmente) que aumentan los niveles de carbohidratos no estructurales; 5) no hay crecimiento vegetativo y 6) cualquier combinación lógica entre 1 y 5.

Al hacer el análisis de las variaciones temporales de carbohidratos en café, descomponiéndolo adicionalmente según

SALUD DE LA PLANTA, puede notarse que el comportamiento de una planta sana o enferma (es decir, no defoliada y defoliada, respectivamente) depende de si esta proviene de una finca con o sin "Mal de Viñas". En una finca sin "Mal de Viñas", las plantas sanas muestran niveles de carbohidratos mayores que las plantas enfermas. Lo contrario ocurre en una finca con "Mal de Viñas", donde las plantas enfermas poseen los mayores niveles de carbohidratos (Figs. 21-26, pags. 60-67). Estas diferencias son estadísticamente significativas para CNE en fincas sanas ($p < 0.052$) y para A en fincas enfermas ($p < 0.087$). Este comportamiento inverso sugiere que el criterio de planta sana/enferma no es el mismo en fincas con y sin "Mal de Viñas".

El patrón anterior podría explicarse de la siguiente forma: En fincas sin "Mal de Viñas", las plantas enfermas poseen niveles menores de carbohidratos debido a que han sufrido defoliación. Este proceso, normal dentro de su fenología, reduce el área fotosintética de manera que las plantas experimentan una disminución en sus niveles de azúcares. Al recuperar la planta sus hojas en el siguiente ciclo fenológico, como se ha observado en el campo, tiende a incrementar de nuevo sus niveles de carbohidratos como resultado del aumento en su capacidad fotosintética (Vasudeva, 1979).

En las fincas con "Mal de Viñas" parece que las plantas defoliadas (enfermas) se encuentran en un proceso degenerativo, ya que poseen niveles mayores de carbohidratos que los de plantas completamente revestidas. Estos mayores niveles podrían deberse a cualquiera de las posibles explicaciones planteadas con anterioridad (1-6). Adicionalmente, el hecho de que las plantas con índices de defoliación 0 y 2 ya muestren niveles de carbohidratos mayores que las plantas sanas de fincas sin "Mal de Viñas" sugiere un inicio muy temprano del síndrome, que quizá sea una de las primeras respuestas hacia el estrés causado por los factores abióticos responsables del "Mal de Viñas". Esto es de gran importancia ya que el "Mal de Viñas" podría detectarse en cafetos que aún no muestran la sintomatología característica de la afección.

Por otro lado, puesto que las fincas con "Mal de Viñas" muestran fuertes descensos de A y CNE a partir de febrero, apartándose de la tendencia general observada en fincas sanas en las cuales estos descensos no ocurren sino hasta abril, encontrar niveles de $A > 1.5\%$ y de $CNE > 3.0\%$ entre noviembre-febrero posiblemente permita diagnosticar "Mal de Viñas" en una planta dada. Esto es equivalente a diagnosticar una planta como sana si entre febrero-abril contiene niveles de $A > 1.5\%$ y de $CNE > 2.5\%$.

Adicionalmente, para fines de diagnóstico, podrían compararse los niveles de A entre plantas sanas y enfermas (por ejemplo un índice 2 contra un 4) de una finca dada. Si las plantas enfermas poseen mayores niveles de carbohidratos que las plantas sanas, es altamente probable que estas se encuentren en una etapa temprana del "Mal de Viñas". Por el contrario, si las plantas enfermas poseen niveles inferiores de A y CNE, lo más probable es que se trate de una defoliación natural y no de un proceso degenerativo. Este diagnóstico sería válido para los niveles de A en fincas enfermas (Tablas 28-30, Apéndice I) y para los niveles de CNE en fincas sanas (Tablas 25-27, Apéndice I).

En lo que respecta al análisis temporal de carbohidratos, según PARTE DE LA PLANTA, se determinó que los niveles de carbohidratos se encuentran alterados en todos los tejidos de la planta. Esto sugiere un estrés de tipo abiótico, ya que la alteración en los niveles de carbohidratos no está localizada en un solo tejido (Ayres, 1984).

Aunque la literatura reporta que algunos agentes bióticos pueden incrementar los niveles de carbohidratos, el análisis histológico y fitopatológico de muestras provenientes de las mismas plantas, analizadas en los laboratorios de la Universidad del Valle (Proyecto "Mal de Viñas", UVG-ANACAFE, 1989-1992), sugiere que no existe un agente biótico (patógeno) responsable de las diferencias observadas.

Específicamente, es en las hojas y ramas de plantas afectadas donde se encuentran las mayores elevaciones en los niveles de AZL, A y CNE. Para raíces, los niveles de CNE se encuentran, en promedio, inferiores en plantas de fincas con "Mal de Viñas". Sin embargo, estas tendencias generales se ven modificadas dependiendo de la época de muestreo. Para hojas, ramas y raíces la interacción CONDICION DE LA FINCA x EPOCA DE MUESTREO es significativa para los niveles de CNE ($p < 0.052$).

A nivel de hojas, las plantas de fincas con "Mal de Viñas" muestran niveles superiores de AZL, A y CNE que las plantas de fincas sanas. Estas diferencias son altamente significativas ($p < 0.001$ en todos los casos). Las tendencias en los niveles de carbohidratos son opuestas a lo largo del año, especialmente en la época marzo-mayo, que en plantas de fincas con "Mal de Viñas" conlleva los mayores niveles de AZL, en tanto que estos niveles son mínimos para fincas sanas.

En lo que respecta a las variaciones temporales de carbohidratos a nivel de ramas, se tienen diferencias estadísticamente significativas según CONDICION DE LA FINCA ($p < 0.052$) y EPOCA DE MUESTREO ($p < 0.001$). Las tendencias a lo largo del año entre plantas de fincas con y sin "Mal de Viñas" son opuestas para los niveles de A y CNE, pero únicamente para CNE se encontró que la interacción CONDICION DE LA FINCA x EPOCA DE MUESTREO era significativa ($p < 0.056$). Para fines de

diagnóstico, las ramas parecen ser un tejido que muestra suficiente variabilidad entre fincas con y sin "Mal de Viñas", especialmente durante los meses de noviembre a marzo (Fig. 30, pag. 73).

A pesar de que a nivel de raíces no se observan, en promedio, diferencias tan marcadas en los niveles de carbohidratos entre plantas de fincas con y sin "Mal de Viñas", las variaciones temporales son tan opuestas, que es a este nivel que pueden hacerse mejores distinciones entre fincas sanas y enfermas. Los niveles de A y CNE en raíces de plantas de fincas con "Mal de Viñas" son superiores a los de plantas de fincas sanas durante noviembre-febrero, e inferiores entre marzo-mayo (Fig. 29C, pag. 72). Lo interesante es que en la época marzo-mayo, donde hay grandes demandas energéticas para floración y crecimiento vegetativo, los niveles de A y CNE en raíces de plantas de fincas sanas aumentan, a pesar de que antes de esta época se han mantenido niveles bajos y constantes. Por el contrario, en fincas con "Mal de Viñas", en esta época los niveles de A y CNE disminuyen considerablemente (en 2%) después de haber mantenido los niveles elevados y de haber alcanzado el máximo en febrero (Fig. 29C y 30C, pags. 72 y 73).

Este patrón sugiere nuevamente que las tendencias opuestas observadas en el comportamiento de los niveles de carbohidratos a lo largo del año es un reflejo de la

alteración energético-metabólica a nivel de toda la planta. Los datos obtenidos sugieren que aunque la capacidad fotosintética de las plantas de fincas con "Mal de Viñas" se encontrara disminuida como resultado de la clorosis (Fig. 39, pag. 85), la utilización de los azúcares parece ser tan baja que los niveles permanecen aún por arriba de los observados en plantas de fincas sanas, principalmente durante los meses marzo-mayo (Fig. 28, pag. 71). Lo anterior podría explicarse como: 1) resultado del estrés impuesto, 2) degradación de estructuras o 3) falta de crecimiento vegetativo.

Resulta realmente interesante, en término de datos ponderados, que los frutos de plantas de fincas con "Mal de Viñas" posean niveles de carbohidratos (AZL, A y CNE) menores que los frutos de plantas provenientes de fincas sanas. Resultados opuestos se obtienen en términos de concentraciones absolutas, ya que los frutos de las plantas de fincas con "Mal de Viñas" poseen mayores niveles de azúcares reductores, almidón y carbohidratos totales (Fig. 48, pag. 141, Apéndice F). Lo anterior se explica fácilmente, ya que el factor de ponderación para frutos es menor en fincas con "Mal de Viñas", donde la producción de fruto es menor.

Por tanto, el síndrome de "Mal de Viñas" no surge como consecuencia de un desbalance energético entre las demandas de fructificación y la capacidad de la planta para suministrar los carbohidratos, como se ha descrito en sintomatologías de

decaimiento fisiológico resultante de una sobreproducción (Nutman, 1933; Clowes, 1972; Vasudeva, 1979). De hecho, las plantas afectadas poseen niveles superiores de carbohidratos no estructurales que las plantas sanas y, por tanto, potencialmente capaces de suplir los carbohidratos que la planta requiera.

Estos datos a nivel de parte de la planta, junto con los datos de variaciones temporales de carbohidratos a nivel de plantas completas, sugieren que los niveles elevados de carbohidratos en cafetos con "Mal de Viñas" resultan de: 1) una respuesta de la planta hacia el estrés impuesto, orientada a la reparación de estructuras ó 2) consecuencia de una falta de crecimiento vegetativo. En cualquier caso, parece evidente que el tiempo o épocas en que se dan los diferentes procesos fenológicos en café se encuentran alterados respecto de los observados en plantas de fincas sanas.

Los hallazgos de diferencias estadísticamente significativas en los niveles de carbohidratos, a nivel de parte de la planta, entre plantas de fincas con y sin "Mal de Viñas" permite sugerir que los niveles de AZL y CNE en hojas y/o ramas podrían emplearse para evaluar la afección en experimentos que permitan darle un seguimiento a las plantas de estudio, de manera que puedan comprobarse predicciones especialmente orientadas hacia un diagnóstico, sin tener que hacer muestreos destructivos (arrancando toda la planta) como

se ha venido haciendo hasta el momento.

En lo que respecta al análisis temporal, según el INDICE DE DEFOLIACION, pueden observarse tendencias muy interesantes entre los diferentes índices, aún cuando la interacción INDICE DE DEFOLIACION x EPOCA DE MUESTREO no es estadísticamente significativa. El comportamiento más interesante es el del índice 6, que entre noviembre-marzo mantiene niveles bajos de A y en abril alcanza su máximo. Lo contrario ocurre en fincas con "Mal de Viñas" en las cuales, en abril, el índice 6 experimenta su mínimo (Fig. 36, pag. 81). Aparentemente, esto se encuentra relacionado con las observaciones en campo de que un índice 6 en una finca sana (notorios especialmente después de la cosecha) mantiene su capacidad productiva en la siguiente cosecha, en tanto que un índice 6 en una finca con "Mal de Viñas" ya no retiene su potencial de producción para la siguiente cosecha. Pareciera que un índice 6 en una finca sana se encuentra dentro de un proceso normal de defoliación.

En una finca sin "Mal de Viñas", el índice 2 mantiene niveles superiores de carbohidratos a lo largo del año respecto de los demás índices; en fincas con "Mal de Viñas" este índice muestra descensos drásticos y niveles inferiores a los de los demás índices en la mayor parte del año. Estos resultados opuestos sugieren, nuevamente, que ya un índice 2 en una finca enferma se encuentra en un proceso patológico.

El análisis de carbohidratos según el INDICE DE CLOROSIS muestra que tanto la interacción INDICE DE CLOROSIS x PARTE DE LA PLANTA como INDICE DE CLOROSIS x CONDICION DE LA FINCA es significativa ($p < 0.044$ y $p < 0.022$, respectivamente). De ahí el hecho de que los niveles de AZL en plantas cloróticas de fincas sanas sean superiores a los de plantas no cloróticas, contrario a lo que ocurre en plantas de fincas enfermas, sugiere cierta alteración en las estructuras o mecanismos fotosintéticos, incluyendo la capacidad de adaptación hacia mayores intensidades lumínicas (en el caso de plantas que crecen al sol).

Los hallazgos histológicos en plantas con "Mal de Viñas" revelan daños a nivel de las células de empalizada (MacVean, 1992). Puesto que estas observaciones corresponden a plantas de fincas donde la sombra ha sido parcial o completamente eliminada, los datos concuerdan con los estudios de numerosos autores (Cannell, 1985; Wormer and Ebagole, 1965a, 1965b) en cuanto a que bajo el sol, Coffea arabica sufre daños en los cloroplastos, alterando su capacidad fotosintética.

Los trabajos tradicionales en la literatura asumen que síndromes similares al "Mal de Viñas" resultan de un desbalance entre la demanda de carbohidratos en el fruto y la capacidad de las hojas para proveerlos (Nutman, 1933; Vasudeva, 1979; Clowes, 1977). Estas hipótesis pueden estar bien fundamentadas, pero los mecanismos propuestos para

explicarlas parecen ser incorrectos en el caso de "Mal de Viñas", ya que no se observa la depleción de carbohidratos que estos modelos predicen.

Los resultados de este estudio apoyan la tesis de que el "Mal de Viñas" no es una respuesta localizada hacia un patógeno, sino una respuesta generalizada de la planta hacia un estrés fisiológico, ya que la alteración en los niveles de carbohidratos en plantas enfermas, no ocurre en un tejido aislado, sino a nivel de toda la planta. El "agotamiento fisiológico" que supuestamente caracteriza a las plantas con "Mal de Viñas" (MacVean, 1992) no se refiere a un agotamiento en las reservas de carbohidratos, como se ha descrito en sintomatologías similares (ej. "muerte descendente"), sino más bien a un estrés generalizado sobre la planta que resulta en un aumento de carbohidratos no estructurales.

Hasta el momento la evidencia reunida (MacVean, et al., 1992) y los resultados de este estudio, sugieren un posible mecanismo para explicar la acumulación anormal de carbohidratos no estructurales en plantas afectadas por "Mal de Viñas": un estrés principalmente abiótico (estrés de floración, sobreproducción) sobre plantas en suelos no aptos para café (ácidos, con exceso de minerales tóxicos -Fe, Al, Mn-) y agravados por prácticas culturales inapropiadas (eliminación de sombra, fertilización con nitrógeno amoniacal, manejo inadecuado de variedades de café) producen un daño

irreversible en los mecanismos y estructuras que controlan la producción y utilización de carbohidratos no estructurales. Las plantas enfermas muestran daño físico a nivel de raíz y hojas (MacVean, 1992).

Este mecanismo difiere de los modelos tradicionales (Nutman, 1933; Vasudeva, 1979; Clowes, 1972 y 1977) propuestos para explicar sintomatologías similares al Mal de Viñas, en los cuales se postula que el estrés de sobreproducción provoca una depleción de los carbohidratos no estructurales como respuesta a la incapacidad de la planta para compensar una demanda excesiva de carbohidratos en el fruto.

Ayres (1984) sugiere que cualquier tipo de estrés sobre la planta aumenta los niveles de carbohidratos en correlación con: (i) un aumento en la glicólisis, (ii) degradación de polisacáridos insolubles, o (iii) disminución del uso de carbohidratos no-estructurales en la generación de energía y estructuras; todo esto, para reparar posibles daños mecánicos o combatir agentes bióticos.

Si (i) fuera rigurosamente el caso del "Mal de Viñas", los niveles de azúcares libres o almidón deberían ser menores en plantas de fincas enfermas, consecuencia de la glicólisis, predicción totalmente contraria a los resultados de este estudio. Las opciones (ii) y (iii) predicen que habrá una reducción en el crecimiento vegetativo de la planta, lo cual podría explicar el comportamiento de los carbohidratos no

estructurales en cafetos con "Mal de Viñas".

Finalmente, cabe mencionar que los resultados de este estudio han permitido no solo establecer hechos básicos acerca del metabolismo energético del cafeto y evaluar el potencial de los carbohidratos no estructurales como indicadores de estrés fisiológico en café, sino además poner a prueba las hipótesis de carbohidratos que intentan explicar fenómenos similares al "Mal de Viñas".

V. CONCLUSIONES

1. El almidón es el principal carbohidrato no estructural de almacenamiento en el café (Coffea arabica L.); no se detectaron fructosanos.

2. Para Coffea arabica L. var. caturra y var. catuaí, los azúcares libres contribuyen, en promedio, con 1.34% (p/p) y el almidón con 1.14% (p/p), de manera que los carbohidratos totales no estructurales representan el 2.48% (p/p) de la planta.

3. Existen diferencias significativas en los niveles de AZL, A y CNE entre cafetos de fincas con y sin "Mal de Viñas"; las plantas de fincas enfermas poseen mayores niveles de todos los carbohidratos no estructurales.

4. En café, las distintas partes de la planta contribuyen, en promedio, con los siguientes niveles de carbohidratos no estructurales:

Hojas: 0.72% AZL, 0.26% A, 0.98% CNE

Ramas: 1.39% AZL, 1.10% A, 2.48% CNE

Raíces: 0.71% AZL, 1.08% A, 1.79% CNE

Frutos: 0.36% AZL, 0.23% A, 0.58% CNE

Las diferencias según PARTE DE LA PLANTA son estadísticamente significativas.

5. No se detectaron diferencias estadísticamente significativas en los niveles de carbohidratos según SALUD DE LA PLANTA. Sin embargo, la interacción SALUD DE LA PLANTA x CONDICION DE LA FINCA es significativa para los niveles de CNE; es decir que sí existen diferencias en los niveles de CNE entre plantas sanas y enfermas si se analizan individualmente fincas con y sin "Mal de Viñas".

6. No se encontraron diferencias significativas en los niveles de carbohidratos según el INDICE DE DEFOLIACION, excepto cuando este índice se evalúa dentro de una finca sin "Mal de Viñas". La aparente uniformidad en el contenido de carbohidratos en los diferentes índices de defoliación corresponde a las fluctuaciones tan opuestas que cada índice experimenta a lo largo del año, diferencias que al promediarse tienden a anularse.

7. No se encontraron diferencias estadísticamente significativas según el INDICE DE CLOROSIS. Las interacciones INDICE DE CLOROSIS x PARTE DE LA PLANTA e INDICE DE CLOROSIS x CONDICION DE LA FINCA sí resultan significativas para los niveles de AZL y CNE.

8. Se encontraron diferencias estadísticamente significativas en los niveles de AZL, A y CNE según la EPOCA DE MUESTREO. En promedio, los niveles de carbohidratos son máximos en noviembre-febrero (formación de yemas nuevas) y abril-mayo (floración e inicio de frutos). Los niveles de carbohidratos son mínimos en marzo (dormancia vegetativa) y mayo-agosto (formación de frutos).

9. Las variaciones temporales de carbohidratos entre fincas con y sin "Mal de Viñas" muestran tendencias opuestas en los niveles de A y CNE, especialmente en los meses de marzo-mayo, cuando las plantas de fincas enfermas experimentan un descenso en sus niveles de carbohidratos, en tanto que estos niveles aumentan para plantas de fincas sanas.

10. El análisis de carbohidratos a lo largo del año, según el criterio SALUD DE LA PLANTA y CONDICION DE LA FINCA, reveló que no son equivalentes las plantas sanas/enfermas entre fincas con y sin "Mal de Viñas". En fincas sanas, las plantas sanas (índices 0 y 2) poseen mayores niveles de carbohidratos que las plantas enfermas (índices 4 a 7). Lo contrario ocurre en fincas con "Mal de Viñas" donde las plantas enfermas poseen los mayores niveles de carbohidratos.

11. Las variaciones temporales en los niveles de carbohidratos, según PARTE DE LA PLANTA, muestran que las tendencias entre fincas con y sin "Mal de Viñas" son opuestas en ciertos meses, para ciertos tejidos. En hojas, los meses noviembre-marzo conllevan, en plantas de fincas con "Mal de Viñas", los mayores niveles de AZL, en tanto que estos niveles son mínimos para fincas sanas. En ramas, las tendencias son opuestas en los niveles de CNE para los meses noviembre-marzo. Para raíces, los niveles de A y CNE de plantas de fincas con "Mal de Viñas" son superiores a los de plantas de fincas sanas entre noviembre-marzo, e inferiores entre marzo-mayo.

12. Los frutos de fincas con "Mal de Viñas" poseen menores niveles de carbohidratos que los frutos de fincas sanas, pero esta relación se invierte al considerar las concentraciones absolutas de carbohidratos.

13. El análisis de carbohidratos a lo largo del año, según el INDICE DE CLOROSIS, muestra que los niveles de AZL en plantas cloróticas de fincas sanas son superiores a los de plantas no cloróticas, contrario a lo que ocurre en plantas de fincas con "Mal de Viñas".

14. Los resultados de este estudio apoyan la tesis de que el "Mal de Viñas" no es una respuesta localizada hacia un patógeno, sino más bien una respuesta generalizada de la planta hacia un estrés fisiológico, ya que el aumento en los niveles de carbohidratos en plantas enfermas no ocurre en un tejido aislado, sino a nivel de toda la planta.

15. El "agotamiento fisiológico" que supuestamente caracteriza a las plantas con sintomatología similar a la del "Mal de Viñas" (ej. "muerte descendente"), y que predice un agotamiento en las reservas de carbohidratos contradice los resultados de este estudio, ya que las plantas afectadas poseen mayores niveles de carbohidratos no estructurales, incluyendo azúcares reductores y almidón.

16. Los niveles de carbohidratos no estructurales son indicadores cuantitativos y reproducibles del "Mal de Viñas".

VI. RECOMENDACIONES

1. Enfocar el análisis de carbohidratos en café, principalmente hacia almidón y carbohidratos no estructurales totales.
2. Emplear los niveles de carbohidratos no estructurales, como variable de respuesta fisiológica en café, y estudiar sus correlaciones con características de suelo, manejo de sombra y presencia de patógenos.
3. Diseñar un experimento de seguimiento en el cual se puedan tomar muestras de las mismas plantas a través de sus diferentes etapas fenológicas.
4. Hacer muestreos más intensivos en fincas bien caracterizadas como sanas y enfermas, con un diseño que permita tener igual número de plantas con las siguientes variables: a) índice de defoliación, b) índice de clorosis, c) índice de marchitez y d) etapas fenológicas de la planta.
5. Combinar el análisis de carbohidratos no estructurales con otras variables fisiológicas (contenido de clorofila en hojas y frutos, niveles de hormonas y proteínas de estrés).

6. Para fines de diagnóstico del "Mal de Viñas", se propone evaluar los niveles de carbohidratos en café, atendiendo a las siguientes predicciones:

a. Entre noviembre-febrero, plantas de fincas con "Mal de Viñas" experimentarán un aumento (1%) en los niveles de almidón, los cuales disminuirán entre marzo-mayo. Las plantas de fincas sin "Mal de Viñas" mantendrán constantes sus niveles de almidón entre noviembre-febrero, pero mostrarán un aumento (0.5%) en marzo-mayo.

b. Las plantas de fincas con "Mal de Viñas" mostrarán fuertes descensos de A y CNE a partir de febrero, en tanto que estos descensos no ocurren en cafetos de fincas sanas sino hasta abril. Niveles de $A > 1.5\%$ y de $CNE > 3.0\%$ entre noviembre-febrero indican que la planta posiblemente posea "Mal de Viñas". Si la planta es sana, en los meses febrero-abril debe contener niveles de $A > 1.5\%$ y de $CNE > 2.5\%$.

c. Al comparar niveles de A entre plantas sanas (índices de defoliación 0-2) y enfermas (índices de defoliación 4-7) dentro de una misma finca, si las plantas enfermas poseen mayores niveles de carbohidratos que las plantas sanas, es altamente probable estas se encuentren ya dentro de las etapas tempranas del "Mal de Viñas".

d. Si se analizan hojas, los niveles de AZL entre marzo-mayo deben ser mayores de 0.80% para plantas de fincas con "Mal de Viñas". A nivel de ramas, si los niveles de CNE entre noviembre-marzo son mayores de 2.5%, se trata de plantas de fincas con "Mal de Viñas". Si se evalúan raíces entre diciembre-febrero, niveles de A mayores de 1.1% y niveles de CNE mayores de 2.0%, son indicadores de que las plantas posiblemente se encuentren dentro del proceso degenerativo del "Mal de Viñas".

VII. LITERATURA CITADA

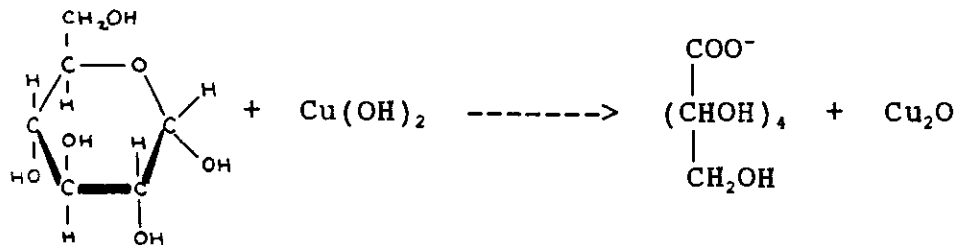
- Accorsi, W. R., Haag, H. P. 1976. Alteracoes morfológicas e citológicas do cafeeiro (Coffea arabica L.,, var. Bourbon (B. Rodr.) Choussy) cultivado em solucao nutritiva, decorrentes das deficiencias e excessos dos macronutrientes. Revista do cafe portuques. 6:5-19.
- ANACAFE. 1989. Memoria Primer Seminario Taller sobre el Mal de Viñas del Cafeto. ANACAFE, Guatemala. 87 pp.
- Ayres, P. 1984. The interaction between environmental stress injury and biotic disease physiology. Annual Review of Phytopathology. 22:53-75.
- Baker, C. J. 1972. Fusarium solani associated with a wilt of Coffea arabica in Kenya. East African Agricultural and Forestry Journal. 32:137-140.
- Bidwell, R. C. S. 1979. Plant Physiology. 2nd. ed. MacMillan, N. Y. 726 pp.
- Buchanan, B. B., S. W. Hutcheson, A. C. Mayarosy and P. Montalbini. Photosynthesis in healthy and diseased plants in Ayres, P. G. (ed.). 1981. Effects of disease on the physiology of the growing plant. Cambridge University Press, London.
- Cannell, M. G. R. 1985. Physiology of the coffee crop, Chap. 5 in Clifford, M. N. and Wilson, K. C. (eds.) Coffee, botany, biochemistry and production of beans and beverage. Croom Helm, Ltd., London.
- Cevallos V. J. 1963. Relación entre la esterilidad gamética y los mutantes angustifolia (ag) del café. Estudio histológico de las hojas angustifolia en el café. Turrialba. 13:34-37.
- Clowes, M. St. J. 1972. Physiological dieback of coffee. Rhodesian Agriculture Journal. 70:85-89.
- Clowes, M. J. 1977. A new form of physiological dieback in coffee. Rhodesian Journal of Agricultural Research. 15:231.
- Gutiérrez, A., Rodríguez, E. y García, A. 1989. Importancia del Mal de Viñas del Cafeto. Plant Phytopathology. 78:857.

- Hernández, P. 1965. Observaciones sobre la biología de la cochinilla de la raíz Rhizoecus americanus (Hambl.) (Homoptera: Pseudococcidae). 1a. parte. Revista Cafetalera. 22-25.
- Kumar, A. C. 1982. Studies on nematodes in coffee soils of south India: Histopathology and host-parasitic relationships of Pratylenchus coffeae and two species of coffee. Journal of Coffee Research. 12:23-30.
- Kumar, A. C. 1988. Nematode problem of coffee and its mangement. Indian Coffee. 52:12-19.
- Livingston, D. P. and Gildow, F. E. 1990. Carbohydrates in winter oat crows infected with barley yellow dwarf virus. Plant Pathology. 80:121.
- López-Duque, S., y Fernández-Borrero, O. 1966. Llagas radicales negra, Rossellinia bunodes, y estrellada, Rossellinia bunodes, del cafeto: II. Efecto de la humedad y el pH del suelo en el desarrollo micelial e infección. Cenicafe. 17:61-69.
- MacVean, C. 1992 (ed.). Causas y naturaleza del Mal de Viñas en cafetos de Guatemala. Instituto de Investigaciones, UVG-ANACAFE, Guatemala. 13 pp.
- Mathews, C. K. and K. E. van Holde. 1990. Biochemistry. The Benjamin/Cummings Publishing Co., Inc., California. 1129 pp.
- Muller, L. E. 1959. Algunas deficiencias minerales comunes en el cafeto (Coffea arabica L.). Boletín Técnico. 4:1-50.
- Nemec, S., Phelps, O., and Baker, R. 1989. Effects of dihydrofusarubin and isamarticin from Fusarium solani on carbohydrate status and metabolism of rough lemon seedlings. Plant Phytopathology. 79:700-705.
- Norusis, M. J. 1990. SPSS/PC+ Statistical Data Analysis for the IBM PC/XT/AT and PS/2. SPSS Inc., Chicago.
- Nutman, F. J. 1933. The root system of Coffea arabica: Part II. The effect of some soil conditions in modifying the "normal" root-system. The Empire Journal of Experimental Agriculture. 1:271-284.

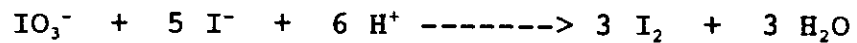
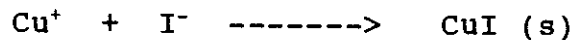
- Pavan, M. A., Bingham, F. T. and Pratt, P. F. 1982. Toxicity of aluminium to coffee seedlings grown in nutrient solution. Soil Science Society of American Journals. 46:993-997.
- Riveiro, R. D. 1988. Caracterización, distribución, incidencia y severidad de "Mal de Viñas" o "Fiebre Amarilla del Cafeto" (Coffea arabica L.) en la zona cafetalera centro-sur-oriente de Guatemala, en Memoria del Primer Seminario Taller sobre el Mal de Viñas del Cafeto. ANACAFE, Guatemala. 87 pp.
- Salisbury, F. and Ross, C. 1978. Plant Physiology. 2nd. ed. Wadsworth Publishing Co., California. 422 pp.
- Salisbury, F. and Ross, C. 1992. Plant Physiology. 4th. ed. Wadsworth Publishing Co., California. 682 pp.
- Smith, D. 1981. Removing and analyzing non-structural carbohydrates from plant tissue. Wisconsin Agriculture State Research. 41:1-13.
- Streitwieser, A. and C. H. Heathcock. 1981. Introduction to Organic Chemistry. 2nd ed. MacMillan Publishing Co., Inc., New York. 1258 pp.
- Vasudeva, N. 1979. The role(s) of carbohydrates in growth and development of coffee. Indian Coffee. 43:127-136.
- Venkatasubbaiah, P., et al. 1984. Histopathological and histochemical changes due to Rhizoctonia solani infection in coffee seedlings. Journal of Coffee Research. 41:26-33.
- Vermeulen, H. 1968. Investigation into the cause of the phloem necrosis disease of Coffea liberica in Surinam, South America. Neth. J. Pl. Path. 74:202-218.
- Whipps, J. M. and D. H. Lewis. Patterns of translocation, storage and interconversion of carbohydrates in Ayres, P. G. (ed.). 1981. Effects of disease on the physiology of the growing plant. Cambridge University Press, London.
- Wormer, T. M. and H. E. Ebagole. 1965a. Visual scoring of starch in Coffea arabica L. I. Methods. Experimental Agriculture. II:33-40.
- Wormer, T. M. and H. E. Ebagole. 1965b. Visual scoring of starch in Coffea arabica L. II. Starch in bearing and non-bearing branches. Experimental Agriculture. II:41-53.

d. Reacciones involucradas en análisis de azúcares reductores, ej.:

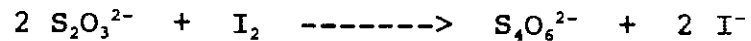
1. Reacción del azúcar con hidróxido de cobre (Reactivo "50")



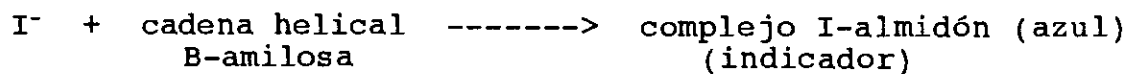
2. Equilibrios del yoduro y yodato durante el consumo de yodo por el ion cuproso:



3. Titulación de yodo con tiosulfato:



4. Formación del complejo indicador del punto de viraje en la titulación:




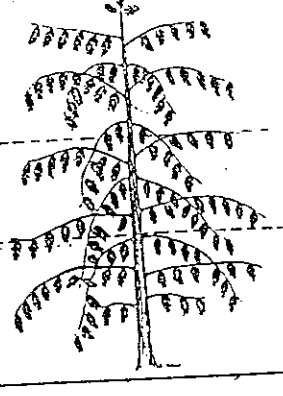
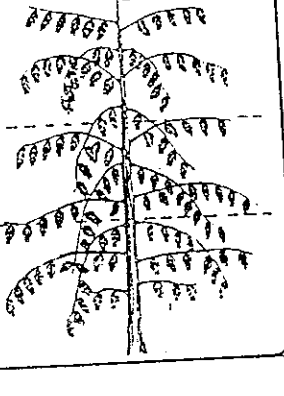
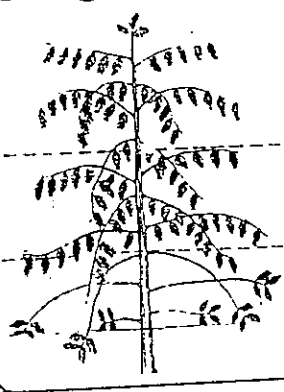
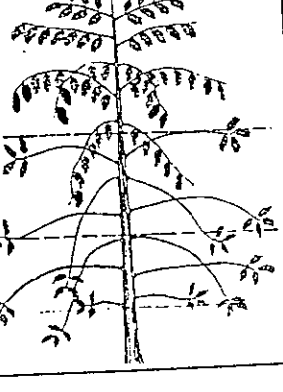
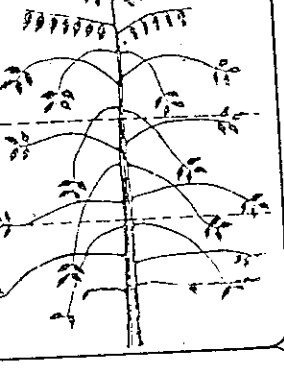
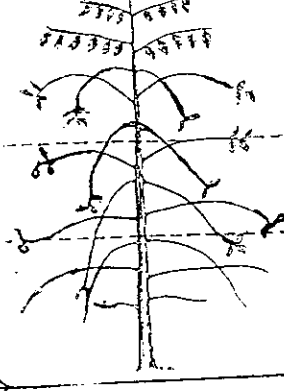
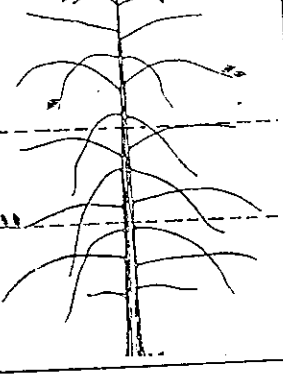
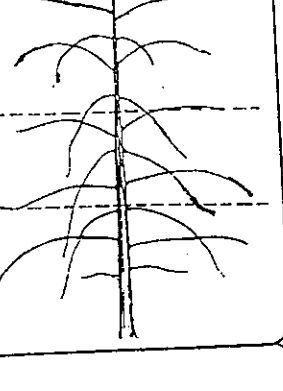
APENDICE B

Indices de Defoliación

El índice de defoliación utilizado para el análisis de carbohidratos es un índice modificado del correspondiente empleado por ANACAFE para la descripción del "Mal de Viñas". Este índice modificado se creó luego de realizar muestreos dobles, en los cuales se estimó visualmente el índice de defoliación (0-8) y se comparó con la defoliación real en la planta de café (contando cada hoja y cada nodo para estimar el porcentaje de defoliación). Después de un año de realizar estas estimaciones en las 8 fincas, se vio que era innecesario emplear todos los niveles del índice y que era más práctico reducirla a sus niveles pares.

A continuación se muestra un diagrama del índice de defoliación empleado por ANACAFE (ANACAFE, 1989):

ESCALAS DIAGRAMATICAS DE SEVERIDAD DEL MAL DE VIÑAS DEL CAFETD.

| | | |
|---|---|---|
| <p>INDICE 0</p>  | <p>INDICE 1</p>  | <p>INDICE 2</p>  |
| <p>PLANTA APARENTEMENTE SANA VECINA A PLANTA (S) ENFERMA (S).</p> | <p>- PLANTA CON FLACIDEZ GENERALIZADA (Verano) - HOJAS VIEJAS Y JOVENES CON VERDOSIDAD MAS MARCADA. (Invierno).</p> | <p>CLOROSIS Y MARCHITEZ DE BANDOLAS DEL ESTRATO INFERIOR.</p> |
| <p>INDICE 3</p>  | <p>INDICE 4</p>  | <p>INDICE 5</p>  |
| <p>CLOROSIS Y MARCHITEZ DE BANDOLAS DEL ESTRATO MEDIO Y DEFOLIACION DE BANDOLAS DEL ESTRATO INFERIOR</p> | <p>CLOROSIS Y MARCHITEZ EN BANDOLAS BAJAS DEL ESTRATO SUPERIOR, DEFOLIACION DE BANDOLAS DEL ESTRATO MEDIO.</p> | <p>CLOROSIS BANDOLAS ALTAS Y BROTE APICAL DEL ESTRATO SUPERIOR, DEFOLIACION INICIAL DE BROTES NUEVOS. ESTRATO INFERIOR.</p> |
| <p>INDICE 6</p>  | <p>INDICE 7</p>  | <p>INDICE 8</p>  |
| <p>DEFOLIACION TOTAL DE BROTES NUEVOS ESTRATO INFERIOR. DEFOLIACION INICIAL DE BROTES NUEVOS DEL ESTRATO MEDIO.</p> | <p>DEFOLIACION TOTAL BROTES NUEVOS ESTRATO MEDIO Y SUPERIOR A EXCEPCION DE ALGUNOS BROTES NUEVOS ESPOCADICOS DE CUALQUIER ESTRATO EN LAS BANDOLAS DESNUDAS.</p> | <p>PLANTA TOTALMENTE DEFOLIADA Y/O TEJIDO MADERABLE MUERTO. (SECO) COLORACION AMARILLA.</p> |

APENDICE C

Metodología completa para análisis CNE
(Traducido de Smith, 1981, y descrito
según las modificaciones realizadas)

**Método de Weinmann Modificado para la Remoción de
Carbohidratos no Estructurales**Extracción de Carbohidratos no Estructurales

1. Pesar 500 mg de muestra en un erlenmeyer de 125 ml. Añadir cerca de 100 ml de etanol al 85% y agitar durante 2 hrs.
2. Filtrar la solución, a través de papel Whatman No. 40, hacia un erlenmeyer de 250 ml, lavando el residuo y papel filtro varias veces con etanol al 85%. El filtrado se calienta suavemente para evaporar el etanol, añadiéndole ocasionalmente agua destilada para reemplazar el etanol y evitar sequedad completa. Cuando ya no hay más olor a etanol, la solución se filtra a través de papel Whatmann No. 40 hacia un balón volumétrico de 100 ml, lavando el residuo y papel filtro varias veces con agua destilada. El balón volumétrico se afora con agua destilada. Una alícuota (10 ml) se hidroliza con H_2SO_4 1N en un baño de agua hirviendo, se enfría y neutraliza con NaOH 1N para determinar el valor total de azúcares libres.
3. El residuo seco (para remover cualquier traza de alcohol) de la extracción etanólica se trata con una solución 0.5% de amiloglucosidasa (AMG) para solubilizar los almidones. El residuo se transfiere a un erlenmeyer de 125 ml y se le añaden cerca de 50 ml de agua destilada. La solución se calienta durante 5 min., con agitación periódica, para gelatinizar los almidones. Se incluye un erlenmeyer que contiene únicamente agua destilada para usarlo como blanco enzimático.
4. Enfriar a temperatura ambiente previa adición de la solución enzimática. Pipetar 10 ml de la solución buffer y 10 ml de la solución 0.5% amiloglucosidasa. Esta cantidad de enzima es suficiente para hidrolizar el almidón, aún cuando éste se encuentre en grandes concentraciones. Cerrar el erlenmeyer e incubar 48 hrs. a 38°C. Agitar ocasionalmente el erlenmeyer. La amiloglucosidasa empleada digerirá el almidón en los tejidos que contengan 30% o menos del valor de CNE en 20 hrs.

5. Filtrar la solución a través de papel Whatmann No. 1 hacia un balón volumétrico de 100 ml. Lavar el erlenmeyer y papel filtro varias veces con agua destilada. Aforar el balón volumétrico y analizar una alícuota de 10 ml para medir poder reductor, empleando glucosa como estándar.
6. Para analizar fructosanos, se toma una alícuota de 10 ml de la solución digerida y se hidroliza con H_2SO_4 1N en un baño de agua hirviendo, se enfría y neutraliza con NaOH 1N para determinar el valor total de polisacáridos insolubles, empleando fructosa como estándar. El valor de los fructosanos estará dado por el volumen de titulante consumido por la solución digerida e hidrolizada, menos el volumen de titulante consumido por la solución digerida (que únicamente contendrá almidón en forma reducida).

Análisis para medir Poder Reductor

El poder reductor puede ser medido por diversos procedimientos volumétricos y colorimétricos. Sin embargo, las sustancias interferentes a veces causan dificultades cuando se emplean procedimientos colorimétricos. El método volumétrico de Shaeffer-Somogyi, método de titulación cobre-iodométrico, ha resultado bastante aceptable. Este método se describe a continuación:

1. Añadir 10 ml de Reactivo "50" a una alícuota de la solución desconocida (hasta 10 ml que contengan 1.0-3.0 mg de azúcar) en un tubo de ensayo de 25 x 200 mm. Mezclar.
2. Añadir también 10 ml de Reactivo "50" a una alícuota de los blancos y estándares a utilizar:
 - a. blanco para azúcares libres: 10 ml agua destilada + 1 ml H_2SO_4 1N + 1 ml NaOH 1N
 - b. blanco para almidón: 50 ml agua destilada + 10 ml buffer + 10 ml sol. enzimática, aforados a 100 ml
 - c. blanco para fructosanos: 10 ml de blanco para almidón + 1 ml H_2SO_4 1N + 1 ml NaOH 1N
 - d. estándar de glucosa: 3 ml de solución estándar de glucosa (1 mg/ml).
 - e. estándar de fructosa: 3 ml de solución estándar de fructosa (1 mg/ml).

Incluir también 10 ml de Reactivo "50" dentro de las muestras a analizar.

3. Calentar los tubos de ensayo por 15 min. en un baño de agua hirviendo, manteniéndolos firmes para evitar agitación excesiva. Esto podría requerir de un tiempo más largo a mayores altitudes.
4. Enfriar los tubos inmediatamente en un baño de agua fría, a menos de 30°C.
5. Añadir 2 ml de la solución ioduro de potasio-oxalato de potasio a cada tubo de ensayo, seguido de 10 ml H₂SO₄ 1N. No deben pasar más de 5 min. entre la adición de H₂SO₄ y la titulación.
6. Rotar los tubos de ensayo para mezclar la solución y disolver el óxido cuproso, o insertar una barra de agitación y mezclar sobre un agitador magnético.
7. Titular la solución con una solución de tiosulfato de sodio 0.02N, empleando como indicador una solución de almidón gelatinizado. La solución vira de azul a verde claro en el punto final.

Soluciones para Remoción de Carbohidratos no Estructurales

1. **Solución Buffer:** Preparar un buffer de pH 4.9 mezclando 2 volúmenes de una solución de ácido acético 0.2N con 3 volúmenes de una solución de acetato de sodio 0.2N. Verificar el pH final y ajustar a 4.9 con NaOH o HCl, según sea necesario. Añadir una pequeña cantidad de timol en polvo (el cual se disuelve lentamente). El timol ayuda a prevenir el crecimiento de microorganismos en la solución. Almacenar en frasco oscuro.
 - Solución de acetato de sodio 0.2N: Disolver 16.4 g de acetato de sodio anhidro en agua destilada y aforar a 1 L.
 - Solución de ácido acético 0.2N: Diluir 12.0 ml de ácido acético glacial (99.5% puro) a 1 L, empleando agua destilada.El pH de las soluciones mezcladas será cerca de 4.9. La amiloglucosidasa empleada será más activa entre pH 4.0 a 7.5, pero el pH óptimo se encuentra entre 4.7 y 5.2.
2. **Solución de Enzima 0.5%:** Añadir 5 g de amiloglucosidasa a 1 L de agua destilada. Añadir una pequeña cantidad de timol. Filtrar a través de papel Whatman No. 40 y almacenar en un frasco oscuro, de preferencia en refrigeración. Se sugiere preparar una nueva solución enzimática cada día.

Soluciones para Análisis de Poder Reductor:

1. **Reactivo "50":** Disolver 25 g de carbonato de sodio anhidro y 25 g de tartrato de sodio y potasio (sal Rochelle) en 600 ml de agua destilada. Añadir 75 ml de una solución de sulfato de cobre ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) al 10% con una pipeta extendida por debajo de la superficie del líquido. Luego, añadir 20 g de bicarbonato de sodio, 1 g de ioduro de potasio y 200 ml de una solución de iodato de potasio que contenga 3.567 g (exactamente) de KIO_3 por litro. Los 200 ml de la solución de iodato de potasio deben contener 713.40 mg de KIO_3 . Mezclar y trasvasar a un balón volumétrico de 1 L, aforando con agua destilada.
El Reactivo "50" debe ser cuidadosamente preparado, con químicos de alta calidad. La solución permanecerá sin cambios por meses si se almacena en un frasco oscuro, sellado y protegido de luz fuerte. El contenido de iodato (KIO_3) en el reactivo puede variarse de acuerdo al contenido de azúcar a determinar. Si los reactivos se preparan como se indica, puede determinarse cualquier cantidad menor de 4.40 mg de glucosa o fructosa por cada 10 ml de solución.
2. **Ioduro de Potasio - Oxalato de Potasio:** Disolver 2.5 g de cada sal en 100 ml de agua destilada. Pueden evitarse los productos de deterioro preparando una nueva solución cada dos días, y almacenándola en un frasco oscuro en refrigeración. La presencia de ioduro libre causará error considerable en la determinación de carbohidratos.
3. **Acido Sulfúrico 1.0N:** Verter 27 ml de H_2SO_4 concentrado en una cantidad de agua destilada y diluir a 1 L. La solución resultante es cerca de 1.0N.
4. **Indicador de Almidón:** Mezclar cerca de 1 g de almidón soluble en 10 a 15 ml de agua destilada. Hervir 100 ml de agua destilada y añadir 1 g de cristales de ácido bórico. Añadir la solución de almidón, permitiendo que hierva durante 1 minuto, y enfriar lentamente. Almacenar en refrigeración.
5. **Tiosulfato de Sodio 0.02N:** Preparar una solución madre 0.1N disolviendo 25 g de $\text{Na}_2\text{SO}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ grado reactivo y 1 g de NaOH en agua destilada, aforando a 1 L. Permitir que la solución madre se estabilice varias horas antes de preparar la solución 0.02N. Almacenar la solución madre en un frasco oscuro y sellado, protegido de luz fuerte.
Preparar la solución titulante 0.02N diluyendo 100 ml de la solución madre a 500 ml. Preparar la solución diluida cada día ya que no mantiene su estabilidad tanto tiempo como la solución madre.

Las soluciones de tiosulfato de sodio no necesitan ser estandarizadas, ya que cualquier ligera diferencia o cambio se ajusta en las pruebas de poder reductor empleando blancos y patrones o estándares.

6. **Estándar de Azúcar (1 mg/ml):** Secar glucosa o fructosa grado ASC en una caja Petri sobre P_2O_5 (o cualquier deshidratante similar) en una desecadora. Cuidadosamente pesar 1 g del azúcar y transferir a un balón volumétrico de 1 L. Aforar con una solución saturada de ácido benzoico. Almacenar en un frasco oscuro a $5^\circ C$, aproximadamente. La solución permanecerá estable hasta 6 meses.

APENDICE D

Ejemplo de cálculos involucrados en la cuantificación de CNE

- a. Peso muestra: 500 mg
- b. Factor dilución: 1:10
- c. Volumen de titulante consumido con muestra y blancos:
 - 1. Vol. titulante consumido con Reactivo "50":
9.80 ml
 - 2. Vol. titulante consumido con blanco enzimático:
9.70 ml
 - 3. Vol. titulante consumido con 3.0 mg std. glucosa:
5.40 ml
 - 4. Vol. titulante consumido con muestra: 4.50 ml
- d. Determinación mg glucosa en muestra:

$$\text{mg glucosa std.} \times \frac{(\text{Vol. tit. enzima} - \text{Vol. tit. muestra})}{(\text{Vol. tit. "50"} - \text{Vol. tit. glucosa})} =$$

$$3.0 \text{ mg glucosa} \times \frac{(9.70 \text{ ml} - 4.50 \text{ ml})}{(9.80 \text{ ml} - 5.40 \text{ ml})} = 3.55 \text{ mg glucosa}$$

- e. % azúcar en muestra:

$$\begin{aligned} \% \text{ azúcar} &= \frac{\text{mg glucosa muestra} \times \text{factor dil.}}{\text{mg muestra}} \times 100 \\ &= \frac{3.55 \text{ mg glucosa} \times 10}{500 \text{ mg muestra}} \times 100 \\ &= 7.1 \end{aligned}$$

f. %AZL = % azúcar empleando como blanco agua

% A = % azúcar empleando como blanco solución
enzimática

% F = % azúcar empleando como blanco solución
enzimática hidrolizada, donde

Vol. titulante muestra fructosanos = Vol. tit. consumido con
sol. de fructosanos - Vol. tit. consumido con sol. almidón

$$\%CNE = \%AZL + \% A + \% F$$

APENDICE E

Factores de Ponderación para pesos secos de plantas de café
(Datos enero 1991 - mayo 1992)

Tabla 55
Factores de ponderación totales (%)

| Parte | Media | Desv.Std | Mínimo | Máximo | Número plantas |
|--------|-------|----------|--------|--------|----------------|
| Hojas | 18.06 | 9.22 | 1.40 | 42.60 | 64 |
| Ramas | 46.22 | 10.98 | 21.90 | 79.00 | 64 |
| Raices | 31.73 | 11.40 | 12.30 | 68.60 | 64 |
| Frutos | 3.99 | 6.82 | 0.00 | 38.10 | 64 |

Tabla 56
Factores de ponderación promedio para Hojas (%) según Índice de Defoliación x Condición de la finca.

| Índice | Condición Finca | Media | Desv.Std. | Número de plantas |
|--------|-----------------|-------|-----------|-------------------|
| 0 | Sana | 16.26 | 9.95 | 1 |
| | Enferma | ----- | ----- | 0 |
| 2 | Sana | 17.15 | 7.02 | 13 |
| | Enferma | 28.85 | 7.76 | 6 |
| 4 | Sana | 16.60 | 7.89 | 8 |
| | Enferma | 18.27 | 6.89 | 6 |
| 6 | Sana | 11.90 | 5.82 | 17 |
| | Enferma | 14.13 | 7.24 | 8 |
| 7 | Sana | 15.77 | 0.00 | 1 |
| | Enferma | 4.75 | 1.35 | 4 |

Tabla 57

Factores de ponderación promedio para Ramas (%) según Índice de defoliación y Condición de la finca

| Índice | Condición Finca | Media | Desv.Std. | Número de plantas |
|--------|-----------------|-------|-----------|-------------------|
| 0 | Sana | 32.54 | 8.19 | 1 |
| | Enferma | ----- | ----- | 0 |
| 2 | Sana | 42.14 | 8.36 | 13 |
| | Enferma | 40.03 | 8.21 | 6 |
| 4 | Sana | 48.19 | 13.85 | 8 |
| | Enferma | 51.61 | 10.14 | 6 |
| 6 | Sana | 52.67 | 11.23 | 17 |
| | Enferma | 47.43 | 9.49 | 8 |
| 7 | Sana | 41.23 | 0.00 | 1 |
| | Enferma | 55.97 | 4.40 | 4 |

Tabla 58

Factores de ponderación promedio para Raíces (%) según Índice de defoliación y Condición de la finca

| Índice | Condición Finca | Media | Desv.Std. | Número de plantas |
|--------|-----------------|-------|-----------|-------------------|
| 0 | Sana | 50.10 | 10.04 | 1 |
| | Enferma | ----- | ----- | 0 |
| 2 | Sana | 36.94 | 11.85 | 13 |
| | Enferma | 27.61 | 12.32 | 6 |
| 4 | Sana | 30.59 | 12.30 | 8 |
| | Enferma | 26.52 | 6.32 | 6 |
| 6 | Sana | 31.32 | 10.03 | 17 |
| | Enferma | 32.89 | 8.20 | 8 |
| 7 | Sana | 43.00 | 0.00 | 1 |
| | Enferma | 39.18 | 5.64 | 4 |

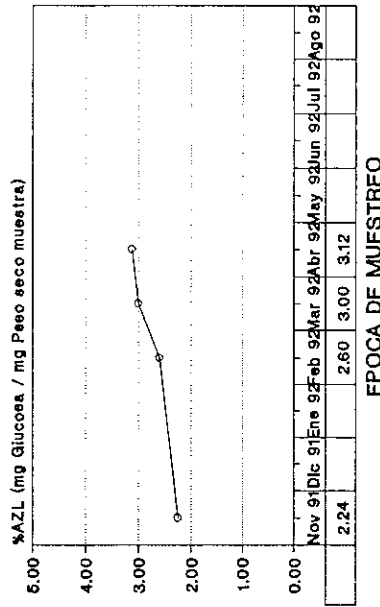
Tabla 59
Factores de ponderación promedio para Frutos (%) según Índice de defoliación y Condición de la finca

| Índice | Condición Finca | Media | Desv.Std. | Número de plantas |
|--------|-----------------|-------|-----------|-------------------|
| 0 | Sana | 1.09 | 2.12 | 1 |
| | Enferma | ----- | ----- | 0 |
| 2 | Sana | 3.77 | 6.36 | 13 |
| | Enferma | 3.52 | 5.10 | 6 |
| 4 | Sana | 4.63 | 7.98 | 8 |
| | Enferma | 3.60 | 7.35 | 6 |
| 6 | Sana | 4.11 | 6.97 | 17 |
| | Enferma | 5.56 | 9.88 | 8 |
| 7 | Sana | 0.00 | 0.00 | 1 |
| | Enferma | 0.10 | 0.11 | 4 |

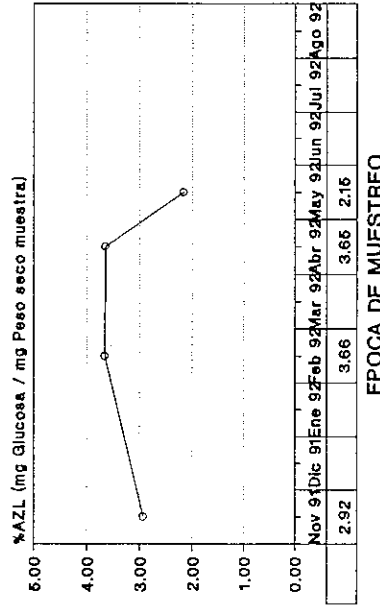
APENDICE F

FIG.42. VARIACION TEMPORAL DE AZUCARES LIBRES EN CAFE DE FINCAS SIN "MAL DE VIÑAS". 2 plantas por finca, por fecha de muestreo (n=40).

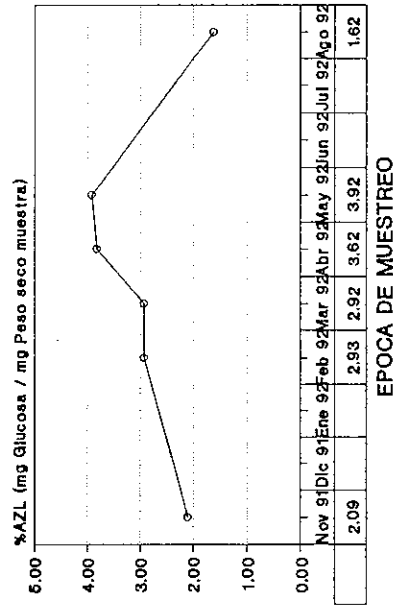
A. FINCA SAN AGUSTIN LAS MINAS



B. FINCA LA SONRISA



C. FINCA MORAN



D. FINCA SAN JOSE LAS FLORES

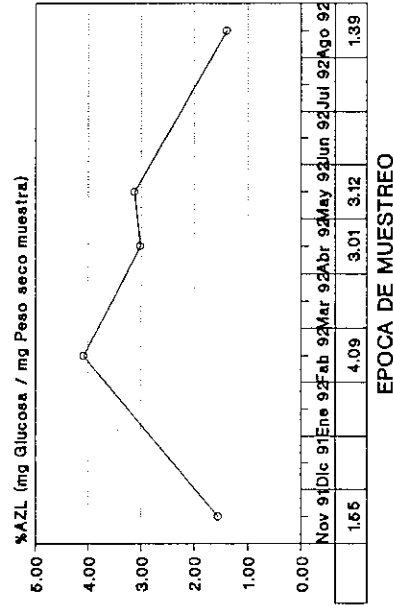


FIG.43. VARIACION TEMPORAL DE AZUCARES LIBRES EN CAFE DE FINCAS CON "MAL DE VIÑAS". 2 plantas por finca, por fecha de muestreo (n=24).

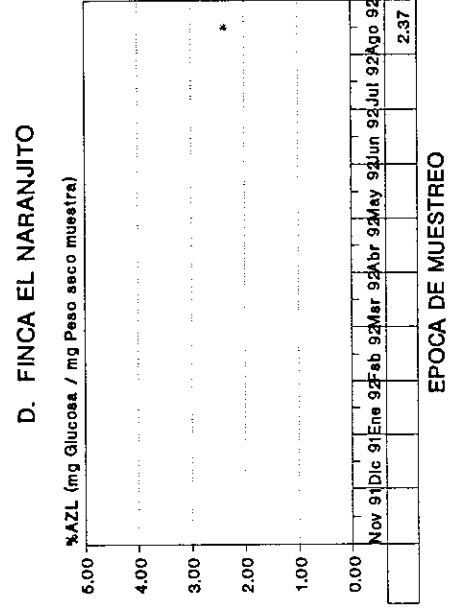
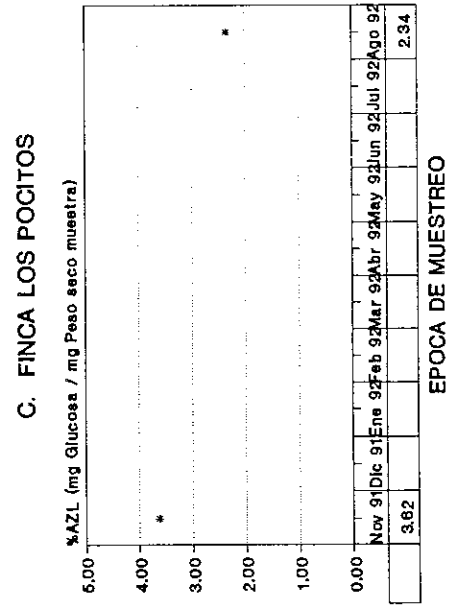
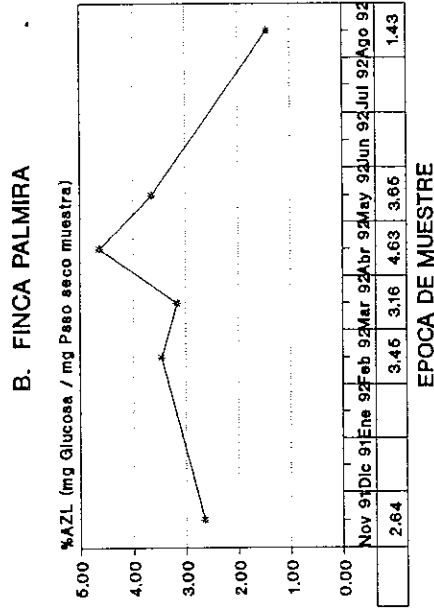
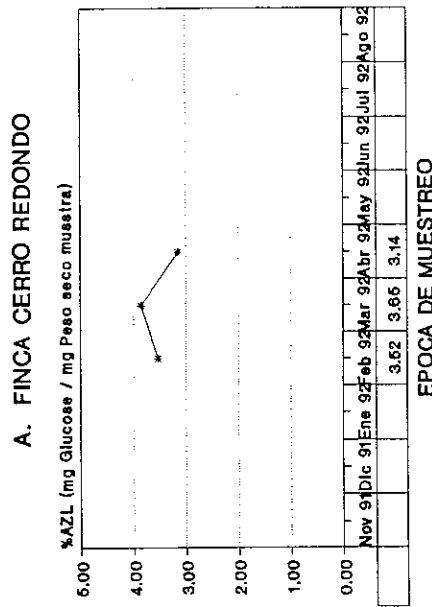
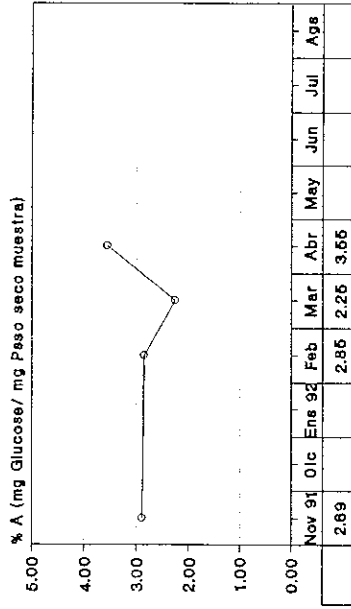
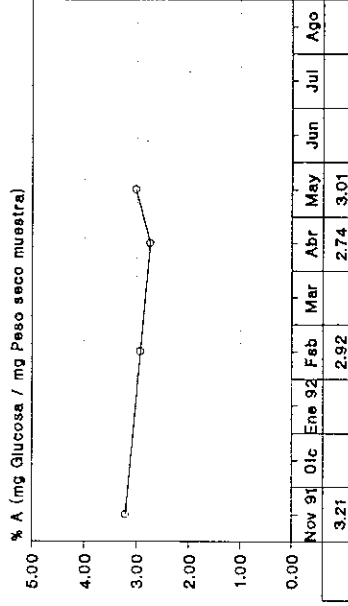


FIG.44. VARIACION TEMPORAL DE ALMIDON EN CAFE DE FINCAS SIN "MAL DE VIÑAS". 2 plantas por finca, por fecha de muestreo (n=40).

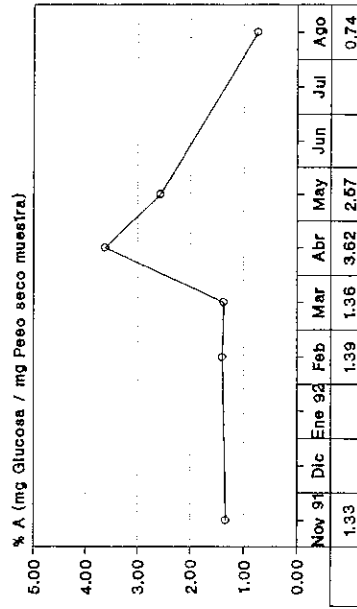
A. FINCA SAN AGUSTIN LAS MINAS



B. FINCA LA SONRISA



C. FINCA MORAN



D. FINCA SAN JOSE LAS FLORES

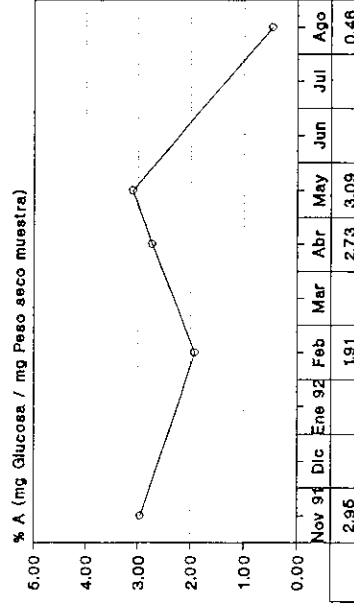


FIG.45. VARIACION TEMPORAL DE ALMIDON EN CAFE DE FINCAS CON "MAL DE VIÑAS". 2 plantas por finca, por fecha de muestreo (n=24).

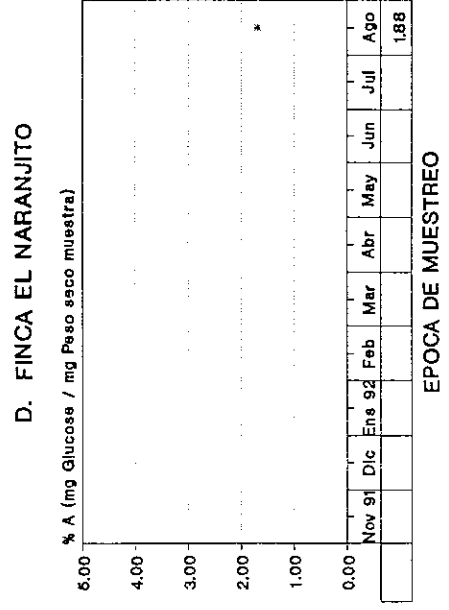
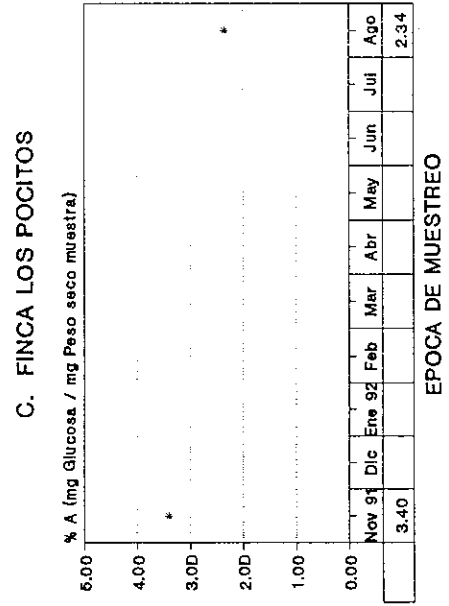
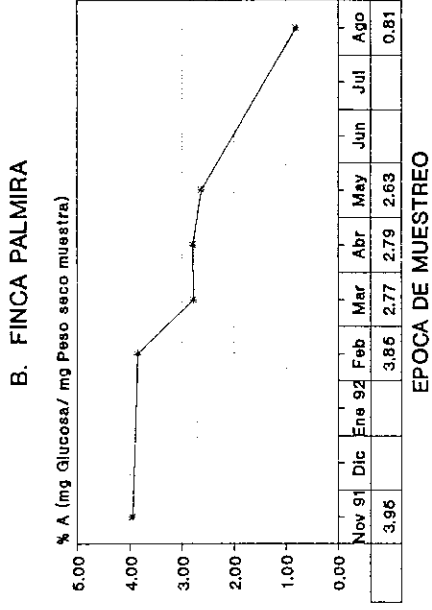
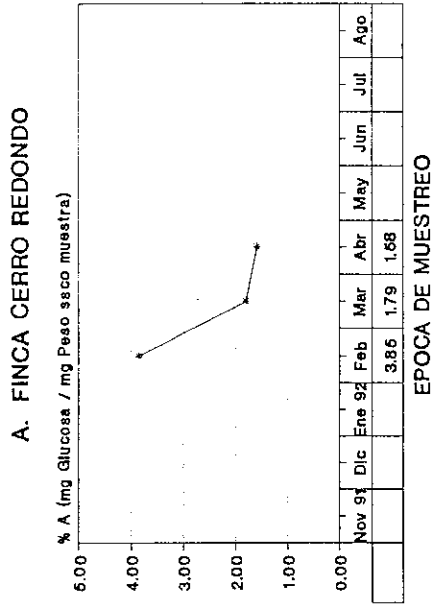


FIG.46. VARIACION TEMPORAL DE CARBOHIDRATOS NO ESTRUCTURALES EN CAFE DE FINCAS SIN "MAL DE VIÑAS". 2 plantas por finca, por fecha de muestreo (n=40).

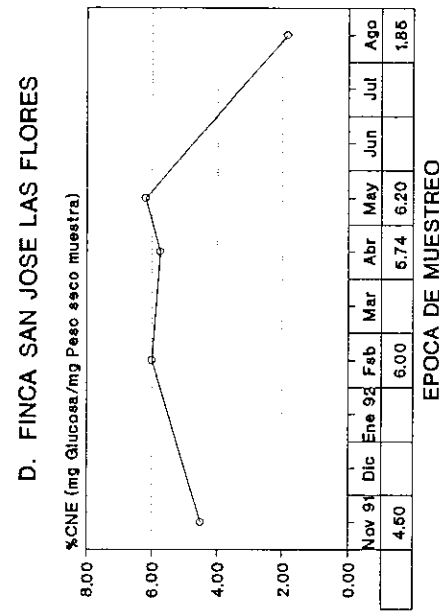
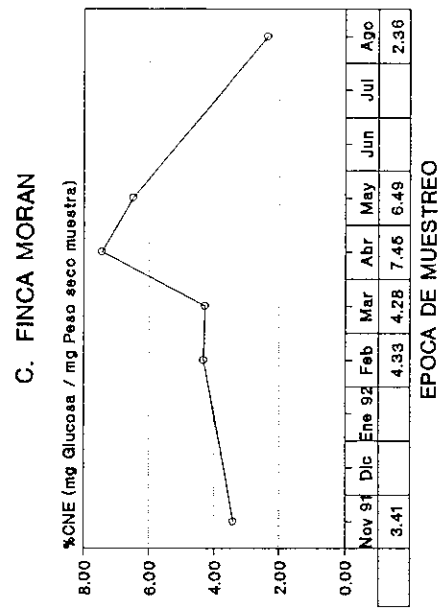
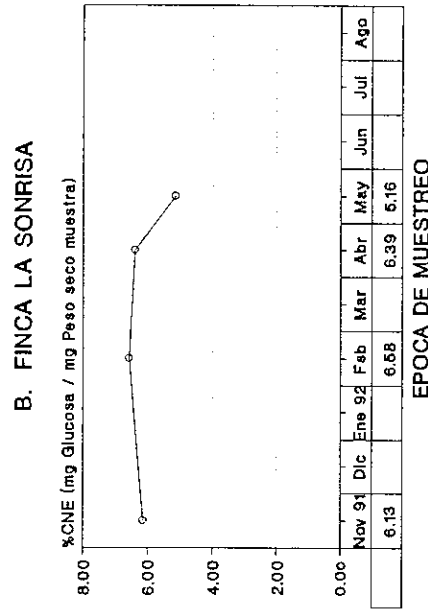
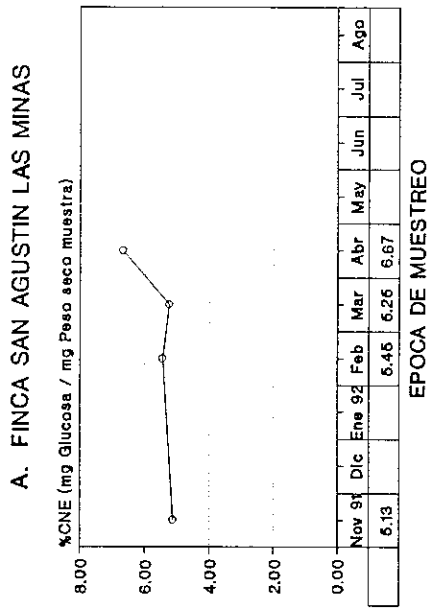
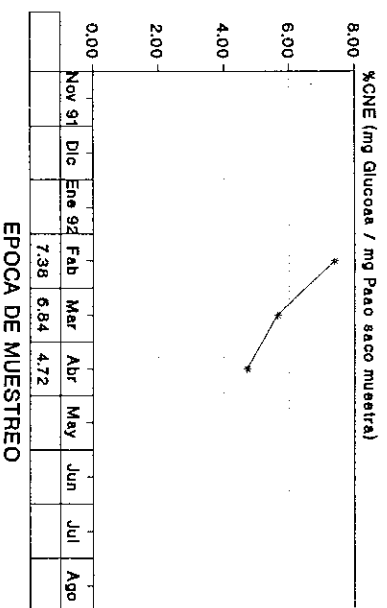
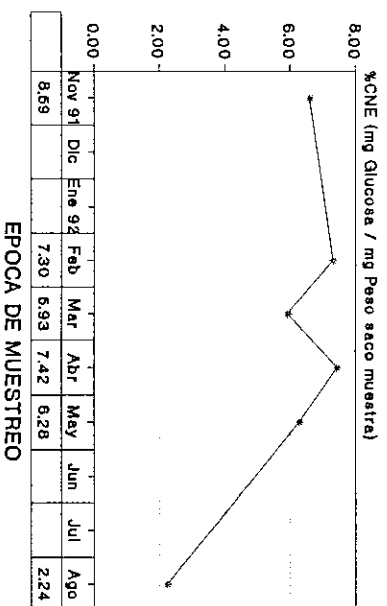


FIG.47. VARIACION TEMPORAL DE CARBOHIDRATOS NO ESTRUCTURALES EN CAFE DE FINCAS CON "MAL DE VINAS". 2 plantas por finca, por fecha de muestreo (n=24).

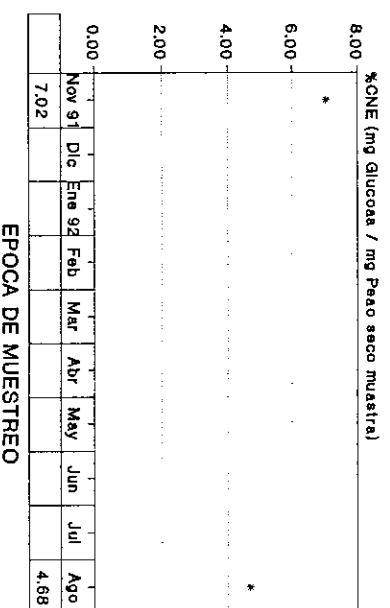
A. FINCA CERRO REDONDO



B. FINCA PALMIRA



C. FINCA LOS POCITOS



D. FINCA EL NARANJITO

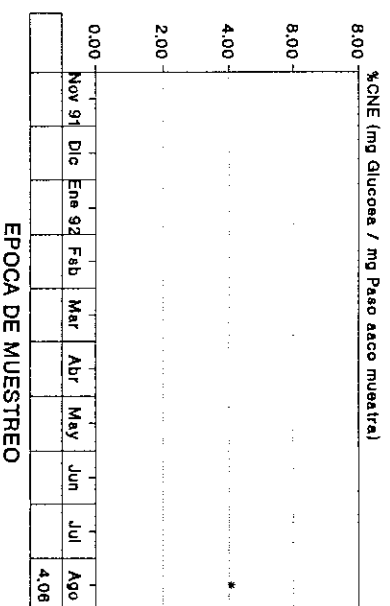
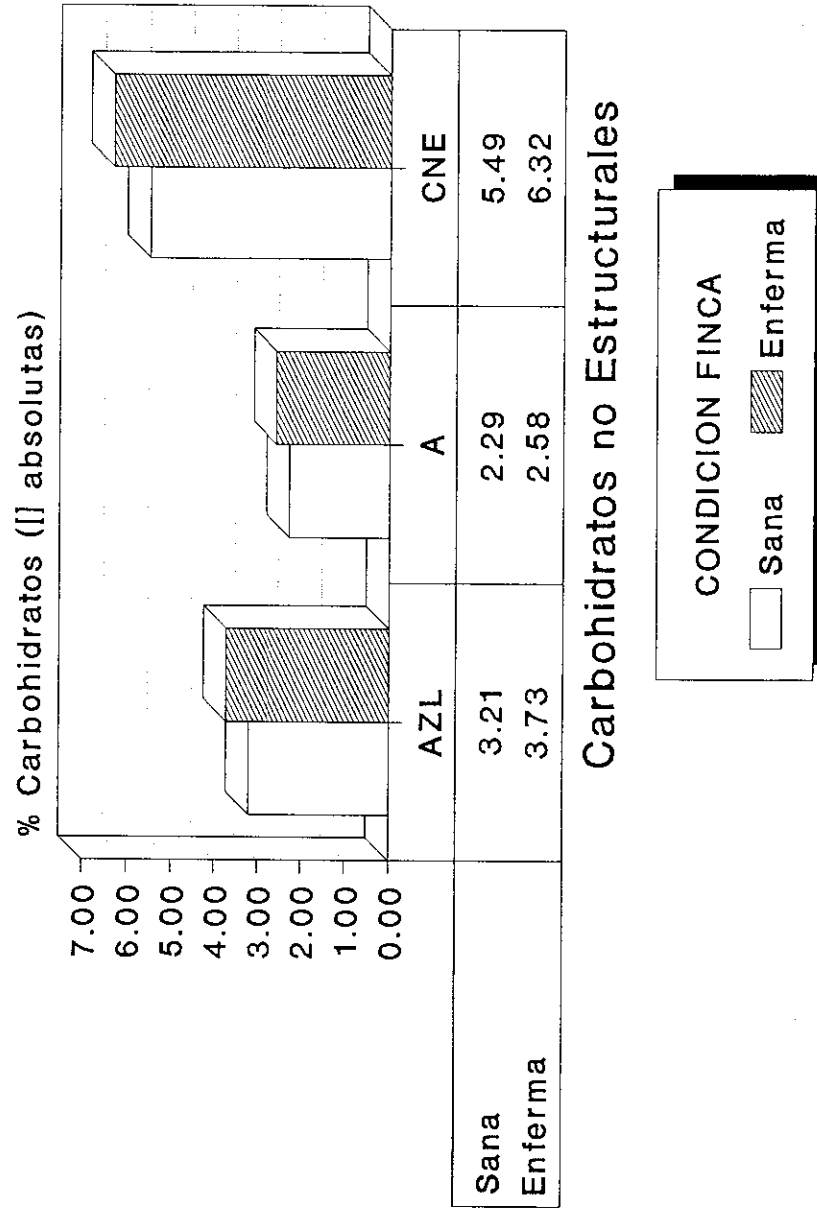


FIG.48. CONCENTRACIONES PROMEDIO DE CARBOHIDRATOS NO ESTRUCTURALES EN FRUTOS DE CAFE DE FINCAS CON Y SIN "MAL DE VIÑAS". (n plantas fincas sanas = 18; n plantas fincas enfermas = 12)



| | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----|---|---|-----|---|---|---|------|-------|------|-------|------|-------|------|------|------|------|
| 6 | 2 | 1 | 680 | 2 | 0 | 0 | 2.10 | 4.20 | 1.35 | 2.69 | 0.00 | 6.89 | 0.15 | 0.61 | 0.39 | 1.01 |
| 6 | 2 | 2 | 680 | 2 | 0 | 0 | 1.13 | 2.25 | 1.89 | 3.78 | 0.00 | 6.03 | 0.38 | 0.85 | 1.43 | 2.28 |
| 6 | 2 | 3 | 680 | 2 | 0 | 0 | 0.91 | 1.81 | 2.23 | 4.46 | 0.00 | 6.27 | 0.38 | 0.68 | 1.67 | 2.35 |
| 6 | 2 | 4 | 680 | 2 | 0 | 0 | 5.36 | 10.71 | 1.38 | 2.76 | 0.00 | 13.47 | 0.10 | 1.07 | 0.28 | 1.35 |
| 6 | 2 | 9 | 680 | 2 | 0 | 0 | 0.00 | 4.74 | 0.00 | 3.42 | 0.00 | 8.17 | 0.00 | 3.22 | 3.77 | 6.99 |
| 6 | 3 | 1 | 680 | 4 | 0 | 0 | 1.97 | 3.93 | 1.93 | 3.85 | 0.00 | 7.78 | 0.12 | 0.48 | 0.47 | 0.96 |
| 6 | 3 | 2 | 680 | 4 | 0 | 0 | 1.28 | 2.57 | 2.04 | 4.08 | 0.00 | 6.65 | 0.42 | 1.08 | 1.71 | 2.79 |
| 6 | 3 | 3 | 680 | 4 | 0 | 0 | 0.67 | 1.33 | 1.15 | 2.30 | 0.00 | 3.63 | 0.42 | 0.56 | 0.97 | 1.53 |
| 6 | 3 | 4 | 680 | 4 | 0 | 0 | 3.91 | 7.81 | 1.57 | 3.15 | 0.00 | 10.95 | 0.04 | 0.28 | 0.11 | 0.40 |
| 6 | 3 | 9 | 680 | 4 | 0 | 0 | 0.00 | 3.91 | 0.00 | 3.34 | 0.00 | 7.25 | 0.00 | 2.40 | 3.27 | 5.67 |
| 10 | 1 | 1 | 680 | 6 | 0 | 0 | 1.16 | 2.30 | 1.43 | 2.85 | 0.00 | 5.15 | 0.09 | 0.20 | 0.24 | 0.44 |
| 10 | 1 | 2 | 680 | 6 | 0 | 0 | 0.87 | 1.73 | 1.33 | 2.65 | 0.00 | 4.39 | 0.51 | 0.88 | 1.34 | 2.22 |
| 10 | 1 | 3 | 680 | 6 | 0 | 0 | 0.66 | 1.32 | 2.40 | 4.79 | 0.00 | 6.11 | 0.28 | 0.36 | 1.32 | 1.69 |
| 10 | 1 | 4 | 680 | 6 | 0 | 0 | 1.04 | 2.08 | 2.11 | 4.20 | 0.00 | 6.28 | 0.13 | 0.27 | 0.55 | 0.83 |
| 10 | 1 | 9 | 680 | 6 | 0 | 0 | 0.00 | 1.86 | 0.00 | 3.62 | 0.00 | 5.48 | 0.00 | 1.71 | 3.46 | 5.18 |
| 10 | 2 | 1 | 680 | 4 | 0 | 0 | 1.31 | 2.62 | 1.72 | 3.44 | 0.00 | 6.06 | 0.19 | 0.50 | 0.65 | 1.15 |
| 10 | 2 | 2 | 680 | 4 | 0 | 0 | 0.83 | 1.65 | 1.06 | 2.12 | 0.00 | 3.77 | 0.41 | 0.68 | 0.87 | 1.55 |
| 10 | 2 | 3 | 680 | 4 | 0 | 0 | 0.55 | 1.09 | 3.00 | 5.99 | 0.00 | 7.08 | 0.25 | 0.28 | 1.52 | 1.79 |
| 10 | 2 | 4 | 680 | 4 | 0 | 0 | 0.72 | 1.44 | 2.28 | 4.56 | 0.00 | 6.00 | 0.15 | 0.21 | 0.67 | 0.88 |
| 10 | 2 | 9 | 680 | 4 | 0 | 0 | 0.00 | 1.70 | 0.00 | 4.03 | 0.00 | 5.73 | 0.00 | 1.66 | 3.71 | 5.37 |
| 10 | 3 | 1 | 680 | 2 | 0 | 0 | 0.80 | 1.59 | 0.70 | 1.38 | 0.00 | 2.97 | 0.24 | 0.38 | 0.33 | 0.71 |
| 10 | 3 | 2 | 680 | 2 | 0 | 0 | 0.52 | 1.03 | 0.30 | 0.59 | 0.00 | 1.62 | 0.42 | 0.43 | 0.25 | 0.68 |
| 10 | 3 | 3 | 680 | 2 | 0 | 0 | 0.67 | 1.34 | 1.69 | 3.37 | 0.00 | 4.71 | 0.31 | 0.41 | 1.03 | 1.45 |
| 10 | 3 | 4 | 680 | 2 | 0 | 0 | 0.69 | 1.36 | 1.09 | 2.14 | 0.00 | 3.50 | 0.03 | 0.04 | 0.07 | 0.11 |
| 10 | 3 | 9 | 680 | 2 | 0 | 0 | 0.00 | 1.33 | 0.00 | 1.87 | 0.00 | 3.20 | 0.00 | 1.27 | 1.68 | 2.95 |
| 1 | 1 | 1 | 757 | 7 | 1 | 1 | 3.55 | 7.09 | 1.16 | 2.32 | 0.00 | 9.41 | 0.04 | 0.27 | 0.09 | 0.36 |
| 1 | 1 | 2 | 757 | 7 | 1 | 1 | 1.99 | 3.99 | 0.57 | 1.13 | 0.00 | 5.12 | 0.53 | 2.11 | 0.60 | 2.71 |
| 1 | 1 | 3 | 757 | 7 | 1 | 1 | 1.33 | 2.65 | 2.82 | 5.60 | 0.00 | 8.25 | 0.43 | 1.14 | 2.42 | 3.56 |
| 1 | 1 | 9 | 757 | 7 | 1 | 1 | 0.00 | 4.58 | 0.00 | 3.02 | 0.00 | 7.60 | 0.00 | 3.52 | 3.11 | 6.63 |
| 1 | 2 | 1 | 757 | 2 | 0 | 0 | 2.62 | 5.21 | 1.26 | 2.49 | 0.00 | 7.71 | 0.22 | 1.17 | 0.56 | 1.73 |
| 1 | 2 | 2 | 757 | 2 | 0 | 0 | 1.63 | 3.25 | 0.99 | 1.96 | 0.00 | 5.21 | 0.46 | 1.51 | 0.91 | 2.42 |
| 1 | 2 | 3 | 757 | 2 | 0 | 0 | 1.37 | 2.73 | 5.03 | 10.03 | 0.00 | 12.76 | 0.31 | 0.85 | 3.13 | 3.98 |
| 1 | 2 | 9 | 757 | 2 | 0 | 0 | 0.00 | 3.73 | 0.00 | 4.83 | 0.00 | 8.56 | 0.00 | 3.53 | 4.60 | 8.13 |
| 3 | 1 | 1 | 757 | 7 | 1 | 0 | 4.18 | 8.35 | 0.62 | 1.25 | 0.00 | 9.59 | 0.06 | 0.48 | 0.07 | 0.55 |
| 3 | 1 | 2 | 757 | 7 | 1 | 0 | 1.79 | 3.55 | 1.54 | 3.05 | 0.00 | 6.60 | 0.59 | 2.10 | 1.80 | 3.90 |
| 3 | 1 | 3 | 757 | 7 | 1 | 0 | 1.60 | 3.19 | 3.81 | 7.61 | 0.00 | 10.79 | 0.35 | 1.12 | 2.68 | 3.80 |
| 3 | 1 | 9 | 757 | 7 | 1 | 0 | 0.00 | 5.03 | 0.00 | 3.97 | 0.00 | 8.99 | 0.00 | 3.70 | 4.55 | 8.24 |
| 3 | 2 | 1 | 757 | 2 | 0 | 0 | 1.88 | 3.75 | 0.44 | 0.88 | 0.00 | 4.63 | 0.37 | 1.40 | 0.33 | 1.73 |
| 3 | 2 | 2 | 757 | 2 | 0 | 0 | 1.62 | 3.21 | 1.04 | 2.07 | 0.00 | 5.28 | 0.38 | 1.21 | 0.78 | 1.98 |
| 3 | 2 | 3 | 757 | 2 | 0 | 0 | 1.21 | 2.40 | 4.11 | 8.15 | 0.00 | 10.55 | 0.25 | 0.60 | 2.05 | 2.65 |
| 3 | 2 | 9 | 757 | 2 | 0 | 0 | 0.00 | 3.12 | 0.00 | 3.70 | 0.00 | 6.82 | 0.00 | 3.21 | 3.15 | 6.37 |
| 6 | 1 | 1 | 764 | 6 | 1 | 0 | 3.55 | 7.08 | 0.95 | 1.90 | 0.00 | 8.98 | 0.06 | 0.42 | 0.11 | 0.53 |
| 6 | 1 | 2 | 764 | 6 | 1 | 0 | 1.81 | 3.60 | 0.99 | 1.96 | 0.00 | 5.55 | 0.66 | 2.39 | 1.30 | 3.69 |
| 6 | 1 | 3 | 764 | 6 | 1 | 0 | 0.73 | 1.46 | 1.26 | 2.51 | 0.00 | 3.97 | 0.27 | 0.40 | 0.69 | 1.09 |
| 6 | 1 | 9 | 764 | 6 | 1 | 0 | 0.00 | 4.04 | 0.00 | 2.12 | 0.00 | 6.17 | 0.00 | 3.21 | 2.10 | 5.31 |
| 6 | 2 | 1 | 764 | 2 | 0 | 0 | 3.04 | 6.06 | 1.04 | 2.08 | 0.00 | 8.14 | 0.15 | 0.89 | 0.31 | 1.19 |
| 6 | 2 | 2 | 764 | 2 | 0 | 0 | 2.26 | 4.50 | 1.96 | 3.92 | 0.00 | 8.42 | 0.57 | 2.56 | 2.23 | 4.79 |
| 6 | 2 | 3 | 764 | 2 | 0 | 0 | 1.14 | 2.30 | 2.09 | 4.22 | 0.00 | 6.53 | 0.28 | 0.66 | 1.20 | 1.86 |
| 6 | 2 | 9 | 764 | 2 | 0 | 0 | 0.00 | 4.29 | 0.00 | 3.41 | 0.00 | 7.70 | 0.00 | 4.10 | 3.74 | 7.84 |

| | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----|---|---|-----|---|---|---|------|-------|------|------|------|-------|------|------|------|------|
| 10 | 1 | 1 | 766 | 4 | 0 | 0 | 2.61 | 5.21 | 1.10 | 2.19 | 0.00 | 7.41 | 0.18 | 0.92 | 0.39 | 1.31 |
| 10 | 1 | 2 | 766 | 4 | 0 | 0 | 1.67 | 3.31 | 1.34 | 2.66 | 0.00 | 5.97 | 0.47 | 1.54 | 1.24 | 2.78 |
| 10 | 1 | 3 | 766 | 4 | 0 | 0 | 1.06 | 2.13 | 1.02 | 2.04 | 0.00 | 4.17 | 0.31 | 0.65 | 0.63 | 1.28 |
| 10 | 1 | 4 | 766 | 4 | 0 | 0 | 5.50 | 10.99 | 1.18 | 2.37 | 0.00 | 13.35 | 0.05 | 0.56 | 0.12 | 0.68 |
| 10 | 1 | 9 | 766 | 4 | 0 | 0 | 0.00 | 5.41 | 0.00 | 2.32 | 0.00 | 7.72 | 0.00 | 3.67 | 2.37 | 6.05 |
| 10 | 2 | 1 | 766 | 6 | 1 | 0 | 3.12 | 6.23 | 0.37 | 0.74 | 0.00 | 6.97 | 0.21 | 1.28 | 0.15 | 1.43 |
| 10 | 2 | 2 | 766 | 6 | 1 | 0 | 2.06 | 4.10 | 0.65 | 1.30 | 0.00 | 5.40 | 0.45 | 1.85 | 0.58 | 2.43 |
| 10 | 2 | 3 | 766 | 6 | 1 | 0 | 1.49 | 2.98 | 1.06 | 2.15 | 0.00 | 5.12 | 0.30 | 0.90 | 0.65 | 1.54 |
| 10 | 2 | 4 | 766 | 6 | 1 | 0 | 5.57 | 11.09 | 0.74 | 1.47 | 0.00 | 12.56 | 0.04 | 0.48 | 0.06 | 0.54 |
| 10 | 2 | 9 | 766 | 6 | 1 | 0 | 0.00 | 6.10 | 0.00 | 1.41 | 0.00 | 7.51 | 0.00 | 4.50 | 1.45 | 5.95 |
| 5 | 1 | 1 | 771 | 6 | 1 | 1 | 2.72 | 5.40 | 0.30 | 0.60 | 0.00 | 6.00 | 0.10 | 0.53 | 0.06 | 0.59 |
| 5 | 1 | 2 | 771 | 6 | 1 | 1 | 1.45 | 2.90 | 1.11 | 2.22 | 0.00 | 5.11 | 0.29 | 0.83 | 0.64 | 1.47 |
| 5 | 1 | 3 | 771 | 6 | 1 | 1 | 0.83 | 1.65 | 1.79 | 3.56 | 0.00 | 5.21 | 0.61 | 1.01 | 2.19 | 3.20 |
| 5 | 1 | 9 | 771 | 6 | 1 | 1 | 0.00 | 3.31 | 0.00 | 2.13 | 0.00 | 5.44 | 0.00 | 2.37 | 2.88 | 5.26 |
| 5 | 2 | 1 | 771 | 2 | 0 | 0 | 2.87 | 5.72 | 0.55 | 1.10 | 0.00 | 6.82 | 0.25 | 1.42 | 0.27 | 1.70 |
| 5 | 2 | 2 | 771 | 2 | 0 | 0 | 1.11 | 2.22 | 1.65 | 3.29 | 0.00 | 5.51 | 0.27 | 0.59 | 0.87 | 1.46 |
| 5 | 2 | 3 | 771 | 2 | 0 | 0 | 0.84 | 1.69 | 1.72 | 3.44 | 0.00 | 5.13 | 0.49 | 0.82 | 1.67 | 2.49 |
| 5 | 2 | 9 | 771 | 2 | 0 | 0 | 0.00 | 3.21 | 0.00 | 2.61 | 0.00 | 5.82 | 0.00 | 2.83 | 2.82 | 5.65 |
| 9 | 1 | 1 | 771 | 6 | 1 | 1 | 2.48 | 4.95 | 0.25 | 0.50 | 0.00 | 5.45 | 0.12 | 0.61 | 0.06 | 0.67 |
| 9 | 1 | 2 | 771 | 6 | 1 | 1 | 1.33 | 2.65 | 0.43 | 0.85 | 0.00 | 3.50 | 0.35 | 0.93 | 0.30 | 1.23 |
| 9 | 1 | 3 | 771 | 6 | 1 | 1 | 1.20 | 2.40 | 0.72 | 1.45 | 0.00 | 3.84 | 0.52 | 1.26 | 0.76 | 2.01 |
| 9 | 1 | 9 | 771 | 6 | 1 | 1 | 0.00 | 3.33 | 0.00 | 0.93 | 0.00 | 4.26 | 0.00 | 2.80 | 1.12 | 3.92 |
| 9 | 2 | 1 | 771 | 2 | 0 | 0 | 3.35 | 6.69 | 0.45 | 0.89 | 0.00 | 7.58 | 0.05 | 0.31 | 0.04 | 0.35 |
| 9 | 2 | 2 | 771 | 2 | 0 | 0 | 1.42 | 2.83 | 0.94 | 1.88 | 0.00 | 4.71 | 0.38 | 1.08 | 0.72 | 1.79 |
| 9 | 2 | 3 | 771 | 2 | 0 | 0 | 1.47 | 2.93 | 0.79 | 1.59 | 0.00 | 4.52 | 0.57 | 1.68 | 0.91 | 2.59 |
| 9 | 2 | 9 | 771 | 2 | 0 | 0 | 0.00 | 4.15 | 0.00 | 1.45 | 0.00 | 5.60 | 0.00 | 3.07 | 1.67 | 4.73 |
| 1 | 1 | 1 | 792 | 2 | 0 | 0 | 2.11 | 4.21 | 0.58 | 1.16 | 0.00 | 5.37 | 0.27 | 1.13 | 0.31 | 1.44 |
| 1 | 1 | 2 | 792 | 2 | 0 | 0 | 1.79 | 3.58 | 0.74 | 1.47 | 0.00 | 5.06 | 0.52 | 1.87 | 0.77 | 2.64 |
| 1 | 1 | 3 | 792 | 2 | 0 | 0 | 1.91 | 3.83 | 1.16 | 2.32 | 0.00 | 6.15 | 0.21 | 0.80 | 0.49 | 1.29 |
| 1 | 1 | 9 | 792 | 2 | 0 | 0 | 0.00 | 3.87 | 0.00 | 1.65 | 0.00 | 5.53 | 0.00 | 3.80 | 1.57 | 5.37 |
| 1 | 2 | 1 | 792 | 6 | 0 | 0 | 2.08 | 4.16 | 0.90 | 1.80 | 0.00 | 5.96 | 0.18 | 0.77 | 0.33 | 1.10 |
| 1 | 2 | 2 | 792 | 6 | 0 | 0 | 1.96 | 3.91 | 1.08 | 2.15 | 0.00 | 6.06 | 0.54 | 2.12 | 1.17 | 3.29 |
| 1 | 2 | 3 | 792 | 6 | 0 | 0 | 1.87 | 3.72 | 0.92 | 1.84 | 0.00 | 5.56 | 0.27 | 1.01 | 0.50 | 1.51 |
| 1 | 2 | 9 | 792 | 6 | 0 | 0 | 0.00 | 3.93 | 0.00 | 1.93 | 0.00 | 5.86 | 0.00 | 3.90 | 2.00 | 5.91 |
| 3 | 1 | 1 | 792 | 4 | 0 | 0 | 2.22 | 4.41 | 0.70 | 1.38 | 0.00 | 5.79 | 0.25 | 1.03 | 0.34 | 1.42 |
| 3 | 1 | 2 | 792 | 4 | 0 | 0 | 1.25 | 2.48 | 2.01 | 3.99 | 0.00 | 6.47 | 0.48 | 1.18 | 1.89 | 3.07 |
| 3 | 1 | 3 | 792 | 4 | 0 | 0 | 1.06 | 2.12 | 1.94 | 3.87 | 0.00 | 5.99 | 0.28 | 0.59 | 1.08 | 1.67 |
| 3 | 1 | 9 | 792 | 4 | 0 | 0 | 0.00 | 3.00 | 0.00 | 3.08 | 0.00 | 6.08 | 0.00 | 2.85 | 3.31 | 6.17 |
| 3 | 2 | 1 | 792 | 6 | 0 | 0 | 2.13 | 4.23 | 0.39 | 0.77 | 0.00 | 5.00 | 0.25 | 1.04 | 0.19 | 1.23 |
| 3 | 2 | 2 | 792 | 6 | 0 | 0 | 1.56 | 3.12 | 0.62 | 1.25 | 0.00 | 4.37 | 0.50 | 1.57 | 0.63 | 2.20 |
| 3 | 2 | 3 | 792 | 6 | 0 | 0 | 1.70 | 3.39 | 2.82 | 5.63 | 0.00 | 9.02 | 0.25 | 0.85 | 1.41 | 2.26 |
| 3 | 2 | 9 | 792 | 6 | 0 | 0 | 0.00 | 3.58 | 0.00 | 2.55 | 0.00 | 6.13 | 0.00 | 3.46 | 2.23 | 5.69 |
| 5 | 1 | 1 | 805 | 7 | 0 | 0 | 2.30 | 4.60 | 0.76 | 1.51 | 0.00 | 6.11 | 0.16 | 0.73 | 0.24 | 0.96 |
| 5 | 1 | 2 | 805 | 7 | 0 | 0 | 0.94 | 1.88 | 0.44 | 0.88 | 0.00 | 2.76 | 0.41 | 0.77 | 0.36 | 1.14 |
| 5 | 1 | 3 | 805 | 7 | 0 | 0 | 0.80 | 1.60 | 1.77 | 3.55 | 0.00 | 5.15 | 0.43 | 0.69 | 1.52 | 2.21 |
| 5 | 1 | 9 | 805 | 7 | 0 | 0 | 0.00 | 2.69 | 0.00 | 1.98 | 0.00 | 4.67 | 0.00 | 2.19 | 2.12 | 4.31 |
| 5 | 2 | 1 | 805 | 2 | 0 | 0 | 2.11 | 4.23 | 0.69 | 1.38 | 0.00 | 5.60 | 0.03 | 0.11 | 0.04 | 0.15 |
| 5 | 2 | 2 | 805 | 2 | 0 | 0 | 2.13 | 4.27 | 1.33 | 2.65 | 0.00 | 6.92 | 0.42 | 1.80 | 1.12 | 2.92 |
| 5 | 2 | 3 | 805 | 2 | 0 | 0 | 1.79 | 3.56 | 1.15 | 2.28 | 0.00 | 5.84 | 0.53 | 1.89 | 1.21 | 3.11 |
| 5 | 2 | 9 | 805 | 2 | 0 | 0 | 0.00 | 4.02 | 0.00 | 2.10 | 0.00 | 6.12 | 0.00 | 3.81 | 2.37 | 6.18 |

| | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----|---|---|-----|---|---|---|------|-------|------|------|------|-------|------|------|------|------|
| 9 | 1 | 1 | 805 | 4 | 0 | 0 | 1.74 | 3.47 | 0.74 | 1.47 | 0.00 | 4.94 | 0.20 | 0.70 | 0.30 | 1.00 |
| 9 | 1 | 2 | 805 | 4 | 0 | 0 | 1.62 | 3.23 | 0.78 | 1.56 | 0.00 | 4.78 | 0.44 | 1.43 | 0.69 | 2.12 |
| 9 | 1 | 3 | 805 | 4 | 0 | 0 | 1.60 | 3.18 | 0.99 | 1.96 | 0.00 | 5.14 | 0.35 | 1.13 | 0.70 | 1.82 |
| 9 | 1 | 9 | 805 | 4 | 0 | 0 | 0.00 | 3.29 | 0.00 | 1.66 | 0.00 | 4.95 | 0.00 | 3.26 | 1.68 | 4.94 |
| 9 | 2 | 1 | 805 | 6 | 0 | 1 | 2.29 | 4.57 | 0.60 | 1.20 | 0.00 | 5.77 | 0.15 | 0.68 | 0.18 | 0.85 |
| 9 | 2 | 2 | 805 | 6 | 0 | 1 | 1.21 | 2.41 | 0.92 | 1.84 | 0.00 | 4.25 | 0.45 | 1.09 | 0.84 | 1.93 |
| 9 | 2 | 3 | 805 | 6 | 0 | 1 | 1.01 | 2.02 | 0.04 | 0.07 | 0.00 | 2.10 | 0.40 | 0.81 | 0.03 | 0.83 |
| 9 | 2 | 9 | 805 | 6 | 0 | 1 | 0.00 | 3.00 | 0.00 | 1.04 | 0.00 | 4.04 | 0.00 | 2.58 | 1.04 | 3.62 |
| 1 | 1 | 1 | 819 | 6 | 1 | 1 | 3.18 | 6.33 | 0.48 | 0.95 | 0.00 | 7.28 | 0.15 | 0.95 | 0.14 | 1.09 |
| 1 | 1 | 2 | 819 | 6 | 1 | 1 | 0.98 | 1.95 | 0.67 | 1.35 | 0.00 | 3.30 | 0.52 | 1.03 | 0.71 | 1.73 |
| 1 | 1 | 3 | 819 | 6 | 1 | 1 | 1.12 | 2.23 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 2.23 | 0.33 | 0.73 | 0.00 | 0.73 |
| 1 | 1 | 9 | 819 | 6 | 1 | 1 | 0.00 | 3.51 | 0.00 | 0.76 | 0.00 | 4.27 | 0.00 | 2.70 | 0.85 | 3.55 |
| 1 | 2 | 1 | 819 | 4 | 0 | 0 | 2.43 | 4.86 | 0.67 | 1.34 | 0.00 | 6.20 | 0.36 | 1.74 | 0.48 | 2.22 |
| 1 | 2 | 2 | 819 | 4 | 0 | 0 | 1.67 | 3.33 | 1.54 | 3.07 | 0.00 | 6.40 | 0.38 | 1.26 | 1.16 | 2.42 |
| 1 | 2 | 3 | 819 | 4 | 0 | 0 | 1.05 | 2.09 | 1.28 | 2.55 | 0.00 | 4.64 | 0.26 | 0.55 | 0.67 | 1.22 |
| 1 | 2 | 5 | 819 | 4 | 0 | 0 | 5.52 | 10.99 | 0.99 | 1.98 | 0.00 | 12.97 | 0.00 | 0.02 | 0.00 | 0.03 |
| 1 | 2 | 9 | 819 | 4 | 0 | 0 | 0.00 | 5.32 | 0.00 | 2.24 | 0.00 | 7.55 | 0.00 | 3.57 | 2.32 | 5.89 |
| 3 | 1 | 1 | 819 | 4 | 0 | 0 | 3.39 | 6.75 | 1.03 | 2.05 | 0.00 | 8.80 | 0.22 | 1.50 | 0.46 | 1.96 |
| 3 | 1 | 2 | 819 | 4 | 0 | 0 | 2.72 | 5.41 | 1.63 | 3.25 | 0.00 | 8.66 | 0.57 | 3.10 | 1.86 | 4.96 |
| 3 | 1 | 3 | 819 | 4 | 0 | 0 | 1.79 | 3.58 | 2.74 | 5.48 | 0.00 | 9.06 | 0.20 | 0.73 | 1.12 | 1.86 |
| 3 | 1 | 5 | 819 | 4 | 0 | 0 | 4.97 | 9.90 | 0.92 | 1.84 | 0.00 | 11.73 | 0.00 | 0.02 | 0.00 | 0.02 |
| 3 | 1 | 9 | 819 | 4 | 0 | 0 | 0.00 | 6.41 | 0.00 | 3.15 | 0.00 | 9.56 | 0.00 | 5.35 | 3.44 | 8.80 |
| 3 | 2 | 1 | 819 | 6 | 0 | 0 | 2.04 | 4.05 | 0.32 | 0.63 | 0.00 | 4.68 | 0.11 | 0.43 | 0.07 | 0.49 |
| 3 | 2 | 2 | 819 | 6 | 0 | 0 | 2.22 | 4.44 | 0.90 | 1.80 | 0.00 | 6.24 | 0.62 | 2.76 | 1.12 | 3.89 |
| 3 | 2 | 3 | 819 | 6 | 0 | 0 | 1.31 | 2.61 | 1.74 | 3.46 | 0.00 | 6.07 | 0.27 | 0.71 | 0.94 | 1.65 |
| 3 | 2 | 5 | 819 | 6 | 0 | 0 | 5.64 | 11.23 | 0.59 | 1.17 | 0.00 | 12.41 | 0.00 | 0.01 | 0.00 | 0.01 |
| 3 | 2 | 9 | 819 | 6 | 0 | 0 | 0.00 | 5.58 | 0.00 | 1.77 | 0.00 | 7.35 | 0.00 | 3.91 | 2.13 | 6.04 |
| 6 | 1 | 1 | 833 | 6 | 0 | 0 | 1.47 | 2.92 | 0.64 | 1.27 | 0.00 | 4.19 | 0.05 | 0.13 | 0.06 | 0.19 |
| 6 | 1 | 2 | 833 | 6 | 0 | 0 | 1.67 | 3.31 | 1.52 | 3.03 | 0.00 | 6.35 | 0.67 | 2.23 | 2.04 | 4.27 |
| 6 | 1 | 3 | 833 | 6 | 0 | 0 | 1.49 | 2.97 | 2.33 | 4.65 | 0.00 | 7.62 | 0.28 | 0.83 | 1.30 | 2.14 |
| 6 | 1 | 9 | 833 | 6 | 0 | 0 | 0.00 | 3.07 | 0.00 | 2.98 | 0.00 | 6.05 | 0.00 | 3.20 | 3.40 | 6.60 |
| 6 | 2 | 1 | 833 | 2 | 0 | 0 | 2.57 | 5.12 | 0.64 | 1.27 | 0.00 | 6.39 | 0.33 | 1.69 | 0.42 | 2.11 |
| 6 | 2 | 2 | 833 | 2 | 0 | 0 | 2.30 | 4.60 | 1.22 | 2.44 | 0.00 | 7.04 | 0.45 | 2.06 | 1.09 | 3.15 |
| 6 | 2 | 3 | 833 | 2 | 0 | 0 | 0.76 | 1.52 | 1.29 | 2.58 | 0.00 | 4.09 | 0.22 | 0.34 | 0.57 | 0.91 |
| 6 | 2 | 9 | 833 | 2 | 0 | 0 | 0.00 | 3.75 | 0.00 | 2.09 | 0.00 | 5.84 | 0.00 | 4.09 | 2.08 | 6.17 |
| 10 | 1 | 1 | 833 | 6 | 0 | 1 | 2.09 | 4.16 | 0.96 | 1.91 | 0.00 | 6.07 | 0.10 | 0.41 | 0.19 | 0.60 |
| 10 | 1 | 2 | 833 | 6 | 0 | 1 | 1.63 | 3.24 | 1.56 | 3.10 | 0.00 | 6.35 | 0.67 | 2.18 | 2.09 | 4.27 |
| 10 | 1 | 3 | 833 | 6 | 0 | 1 | 1.09 | 2.16 | 2.27 | 4.52 | 0.00 | 6.68 | 0.23 | 0.49 | 1.03 | 1.52 |
| 10 | 1 | 9 | 833 | 6 | 0 | 1 | 0.00 | 3.19 | 0.00 | 3.18 | 0.00 | 6.36 | 0.00 | 3.09 | 3.31 | 6.39 |
| 10 | 2 | 1 | 833 | 2 | 0 | 0 | 1.79 | 3.57 | 0.70 | 1.38 | 0.00 | 4.95 | 0.15 | 0.54 | 0.21 | 0.74 |
| 10 | 2 | 2 | 833 | 2 | 0 | 0 | 1.24 | 2.47 | 0.79 | 1.58 | 0.00 | 4.06 | 0.51 | 1.27 | 0.81 | 2.08 |
| 10 | 2 | 3 | 833 | 2 | 0 | 0 | 1.67 | 3.32 | 1.69 | 3.37 | 0.00 | 6.69 | 0.34 | 1.12 | 1.14 | 2.26 |
| 10 | 2 | 9 | 833 | 2 | 0 | 0 | 0.00 | 3.12 | 0.00 | 2.11 | 0.00 | 5.23 | 0.00 | 2.93 | 2.16 | 5.08 |
| 5 | 1 | 1 | 842 | 6 | 0 | 1 | 2.06 | 4.11 | 0.71 | 1.42 | 0.00 | 5.52 | 0.08 | 0.33 | 0.11 | 0.44 |
| 5 | 1 | 2 | 842 | 6 | 0 | 1 | 1.56 | 3.11 | 1.47 | 2.93 | 0.00 | 6.04 | 0.66 | 2.06 | 1.94 | 3.99 |
| 5 | 1 | 3 | 842 | 6 | 0 | 1 | 1.13 | 2.27 | 2.39 | 4.77 | 0.00 | 7.04 | 0.26 | 0.59 | 1.24 | 1.82 |
| 5 | 1 | 9 | 842 | 6 | 0 | 1 | 0.00 | 3.16 | 0.00 | 3.04 | 0.00 | 6.20 | 0.00 | 2.97 | 3.29 | 6.26 |
| 5 | 2 | 1 | 842 | 2 | 0 | 0 | 2.52 | 5.03 | 1.47 | 2.93 | 0.00 | 7.96 | 0.21 | 1.04 | 0.61 | 1.65 |
| 5 | 2 | 2 | 842 | 2 | 0 | 0 | 1.49 | 2.98 | 1.91 | 3.83 | 0.00 | 6.80 | 0.43 | 1.28 | 1.65 | 2.93 |
| 5 | 2 | 3 | 842 | 2 | 0 | 0 | 1.29 | 2.57 | 2.16 | 4.31 | 0.00 | 6.89 | 0.36 | 0.93 | 1.56 | 2.50 |
| 5 | 2 | 9 | 842 | 2 | 0 | 0 | 0.00 | 3.53 | 0.00 | 3.69 | 0.00 | 7.22 | 0.00 | 3.25 | 3.82 | 7.07 |

| | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----|---|---|-----|---|---|---|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 9 | 1 | 1 | 842 | 6 | 0 | 1 | 2.26 | 4.50 | 0.80 | 1.60 | 0.00 | 6.10 | 0.05 | 0.21 | 0.08 | 0.29 |
| 9 | 1 | 2 | 842 | 6 | 0 | 1 | 1.84 | 3.68 | 1.21 | 2.40 | 0.00 | 6.08 | 0.55 | 2.02 | 1.32 | 3.34 |
| 9 | 1 | 3 | 842 | 6 | 0 | 1 | 1.35 | 2.68 | 1.84 | 3.66 | 0.00 | 6.34 | 0.40 | 1.08 | 1.48 | 2.55 |
| 9 | 1 | 9 | 842 | 6 | 0 | 1 | 0.00 | 3.62 | 0.00 | 2.55 | 0.00 | 6.17 | 0.00 | 3.31 | 2.87 | 6.18 |
| 9 | 2 | 1 | 842 | 2 | 0 | 0 | 3.44 | 6.88 | 0.97 | 1.94 | 0.00 | 8.82 | 0.16 | 1.08 | 0.30 | 1.38 |
| 9 | 2 | 2 | 842 | 2 | 0 | 0 | 2.21 | 4.41 | 2.30 | 4.60 | 0.00 | 9.01 | 0.37 | 1.65 | 1.72 | 3.38 |
| 9 | 2 | 3 | 842 | 2 | 0 | 0 | 1.72 | 3.42 | 2.52 | 5.01 | 0.00 | 8.43 | 0.47 | 1.60 | 2.35 | 3.95 |
| 9 | 2 | 9 | 842 | 2 | 0 | 0 | 0.00 | 4.90 | 0.00 | 3.85 | 0.00 | 8.76 | 0.00 | 4.33 | 4.38 | 8.71 |
| 6 | 1 | 1 | 848 | 6 | 0 | 1 | 1.65 | 3.27 | 0.48 | 0.94 | 0.00 | 4.21 | 0.12 | 0.39 | 0.11 | 0.50 |
| 6 | 1 | 2 | 848 | 6 | 0 | 1 | 1.19 | 2.38 | 1.35 | 2.69 | 0.00 | 5.07 | 0.53 | 1.25 | 1.42 | 2.67 |
| 6 | 1 | 3 | 848 | 6 | 0 | 1 | 0.57 | 1.13 | 1.56 | 3.11 | 0.00 | 4.25 | 0.31 | 0.35 | 0.98 | 1.33 |
| 6 | 1 | 9 | 848 | 6 | 0 | 1 | 0.00 | 2.26 | 0.00 | 2.25 | 0.00 | 4.51 | 0.00 | 2.00 | 2.50 | 4.50 |
| 6 | 2 | 1 | 848 | 4 | 0 | 0 | 1.35 | 2.69 | 0.67 | 1.34 | 0.00 | 4.03 | 0.18 | 0.49 | 0.24 | 0.73 |
| 6 | 2 | 2 | 848 | 4 | 0 | 0 | 1.28 | 2.54 | 1.91 | 3.80 | 0.00 | 6.34 | 0.46 | 1.17 | 1.76 | 2.93 |
| 6 | 2 | 3 | 848 | 4 | 0 | 0 | 1.03 | 2.05 | 2.39 | 4.77 | 0.00 | 6.82 | 0.32 | 0.65 | 1.51 | 2.16 |
| 6 | 2 | 9 | 848 | 4 | 0 | 0 | 0.00 | 2.42 | 0.00 | 3.30 | 0.00 | 5.73 | 0.00 | 2.31 | 3.51 | 5.82 |
| 10 | 1 | 1 | 848 | 6 | 0 | 1 | 2.26 | 4.49 | 0.46 | 0.92 | 0.00 | 5.41 | 0.12 | 0.53 | 0.11 | 0.64 |
| 10 | 1 | 2 | 848 | 6 | 0 | 1 | 1.43 | 2.85 | 1.28 | 2.54 | 0.00 | 5.38 | 0.53 | 1.50 | 1.34 | 2.84 |
| 10 | 1 | 3 | 848 | 6 | 0 | 1 | 1.40 | 2.79 | 2.50 | 4.98 | 0.00 | 7.78 | 0.31 | 0.88 | 1.56 | 2.44 |
| 10 | 1 | 9 | 848 | 6 | 0 | 1 | 0.00 | 3.38 | 0.00 | 2.81 | 0.00 | 6.19 | 0.00 | 2.91 | 3.01 | 5.91 |
| 10 | 2 | 1 | 848 | 4 | 0 | 1 | 2.38 | 4.73 | 0.59 | 1.17 | 0.00 | 5.90 | 0.17 | 0.78 | 0.19 | 0.98 |
| 10 | 2 | 2 | 848 | 4 | 0 | 1 | 1.49 | 2.95 | 1.49 | 2.95 | 0.00 | 5.90 | 0.48 | 1.42 | 1.42 | 2.84 |
| 10 | 2 | 3 | 848 | 4 | 0 | 1 | 1.84 | 3.64 | 2.57 | 5.09 | 0.00 | 8.73 | 0.31 | 1.11 | 1.56 | 2.67 |
| 10 | 2 | 9 | 848 | 4 | 0 | 1 | 0.00 | 3.77 | 0.00 | 3.07 | 0.00 | 6.84 | 0.00 | 3.32 | 3.17 | 6.49 |
| 3 | 1 | 1 | 856 | 7 | 0 | 1 | 2.64 | 5.26 | 0.77 | 1.53 | 0.00 | 6.79 | 0.05 | 0.25 | 0.07 | 0.32 |
| 3 | 1 | 2 | 856 | 7 | 0 | 1 | 1.70 | 3.40 | 0.75 | 1.50 | 0.00 | 4.90 | 0.56 | 1.90 | 0.84 | 2.74 |
| 3 | 1 | 3 | 856 | 7 | 0 | 1 | 2.02 | 4.04 | 1.84 | 3.68 | 0.00 | 7.72 | 0.39 | 1.58 | 1.44 | 3.02 |
| 3 | 1 | 9 | 856 | 7 | 0 | 1 | 0.00 | 4.23 | 0.00 | 2.24 | 0.00 | 6.47 | 0.00 | 3.73 | 2.36 | 6.09 |
| 3 | 2 | 1 | 856 | 4 | 0 | 0 | 2.80 | 5.59 | 0.64 | 1.27 | 0.00 | 6.87 | 0.18 | 1.02 | 0.23 | 1.25 |
| 3 | 2 | 2 | 856 | 4 | 0 | 0 | 1.63 | 3.25 | 1.67 | 3.33 | 0.00 | 6.58 | 0.52 | 1.68 | 1.72 | 3.40 |
| 3 | 2 | 3 | 856 | 4 | 0 | 0 | 1.65 | 3.28 | 1.82 | 3.62 | 0.00 | 6.90 | 0.27 | 0.87 | 0.96 | 1.83 |
| 3 | 2 | 9 | 856 | 4 | 0 | 0 | 0.00 | 4.04 | 0.00 | 2.74 | 0.00 | 6.78 | 0.00 | 3.57 | 2.91 | 6.48 |
| 9 | 1 | 1 | 868 | 6 | 0 | 0 | 2.16 | 4.27 | 0.41 | 0.81 | 0.00 | 5.08 | 0.12 | 0.51 | 0.10 | 0.60 |
| 9 | 1 | 2 | 868 | 6 | 0 | 0 | 1.97 | 3.93 | 1.06 | 2.12 | 0.00 | 6.05 | 0.53 | 2.07 | 1.12 | 3.19 |
| 9 | 1 | 3 | 868 | 6 | 0 | 0 | 1.90 | 3.78 | 1.13 | 2.25 | 0.00 | 6.03 | 0.31 | 1.18 | 0.71 | 1.89 |
| 9 | 1 | 9 | 868 | 6 | 0 | 0 | 0.00 | 3.99 | 0.00 | 1.73 | 0.00 | 5.72 | 0.00 | 3.76 | 1.92 | 5.68 |
| 9 | 2 | 1 | 868 | 2 | 0 | 0 | 2.78 | 5.51 | 1.05 | 2.08 | 0.00 | 7.59 | 0.17 | 0.94 | 0.36 | 1.30 |
| 9 | 2 | 2 | 868 | 2 | 0 | 0 | 2.00 | 3.99 | 2.11 | 4.22 | 0.00 | 8.21 | 0.42 | 1.68 | 1.78 | 3.46 |
| 9 | 2 | 3 | 868 | 2 | 0 | 0 | 1.99 | 3.96 | 1.46 | 2.91 | 0.00 | 6.87 | 0.37 | 1.46 | 1.08 | 2.54 |
| 9 | 2 | 9 | 868 | 2 | 0 | 0 | 0.00 | 4.49 | 0.00 | 3.07 | 0.00 | 7.56 | 0.00 | 4.09 | 3.21 | 7.30 |
| 2 | 1 | 1 | 953 | 2 | 0 | 0 | 2.09 | 4.17 | 1.32 | 2.63 | 0.00 | 6.80 | 0.20 | 0.84 | 0.53 | 1.36 |
| 2 | 1 | 2 | 953 | 2 | 0 | 0 | 1.01 | 2.01 | 0.98 | 1.95 | 0.00 | 3.96 | 0.39 | 0.78 | 0.76 | 1.54 |
| 2 | 1 | 3 | 953 | 2 | 0 | 0 | 0.51 | 1.02 | 1.37 | 2.73 | 0.00 | 3.75 | 0.26 | 0.27 | 0.71 | 0.98 |
| 2 | 1 | 4 | 953 | 2 | 0 | 0 | 1.08 | 2.15 | 0.59 | 1.17 | 0.00 | 3.32 | 0.15 | 0.32 | 0.17 | 0.50 |
| 2 | 1 | 9 | 953 | 2 | 0 | 0 | 0.00 | 2.34 | 0.00 | 2.12 | 0.00 | 4.46 | 0.00 | 2.20 | 2.18 | 4.38 |
| 2 | 2 | 1 | 953 | 7 | 1 | 0 | 2.47 | 4.90 | 0.02 | 0.04 | 0.00 | 4.94 | 0.08 | 0.39 | 0.00 | 0.39 |
| 2 | 2 | 2 | 953 | 7 | 1 | 0 | 1.22 | 2.43 | 0.43 | 0.85 | 0.00 | 3.28 | 0.45 | 1.10 | 0.38 | 1.48 |
| 2 | 2 | 3 | 953 | 7 | 1 | 0 | 0.82 | 1.63 | 0.92 | 1.84 | 0.00 | 3.47 | 0.33 | 0.54 | 0.61 | 1.15 |
| 2 | 2 | 4 | 953 | 7 | 1 | 0 | 1.88 | 3.75 | 0.70 | 1.39 | 0.00 | 5.14 | 0.14 | 0.51 | 0.19 | 0.70 |
| 2 | 2 | 9 | 953 | 7 | 1 | 0 | 0.00 | 3.18 | 0.00 | 1.03 | 0.00 | 4.21 | 0.00 | 2.54 | 1.19 | 3.73 |

| | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----|---|---|-----|---|---|---|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 3 | 1 | 1 | 954 | 6 | 1 | 0 | 1.56 | 3.12 | 0.78 | 1.56 | 0.00 | 4.67 | 0.12 | 0.38 | 0.19 | 0.57 |
| 3 | 1 | 2 | 954 | 6 | 1 | 0 | 0.89 | 1.77 | 0.75 | 1.50 | 0.00 | 3.27 | 0.49 | 0.87 | 0.74 | 1.61 |
| 3 | 1 | 3 | 954 | 6 | 1 | 0 | 0.48 | 0.96 | 0.27 | 0.54 | 0.00 | 1.50 | 0.33 | 0.32 | 0.18 | 0.50 |
| 3 | 1 | 4 | 954 | 6 | 1 | 0 | 3.23 | 6.43 | 0.92 | 1.84 | 0.00 | 8.26 | 0.05 | 0.34 | 0.10 | 0.44 |
| 3 | 1 | 9 | 954 | 6 | 1 | 0 | 0.00 | 3.07 | 0.00 | 1.36 | 0.00 | 4.43 | 0.00 | 1.91 | 1.21 | 3.12 |
| 3 | 2 | 1 | 954 | 4 | 1 | 0 | 2.04 | 4.08 | 0.75 | 1.50 | 0.00 | 5.58 | 0.18 | 0.74 | 0.27 | 1.02 |
| 3 | 2 | 3 | 954 | 4 | 1 | 0 | 0.13 | 0.25 | 0.20 | 0.40 | 0.00 | 0.65 | 0.27 | 0.07 | 0.11 | 0.17 |
| 3 | 2 | 4 | 954 | 4 | 1 | 0 | 1.88 | 3.75 | 0.59 | 1.17 | 0.00 | 4.92 | 0.04 | 0.13 | 0.04 | 0.18 |
| 3 | 2 | 9 | 954 | 4 | 1 | 0 | 0.00 | 2.69 | 0.00 | 1.02 | 0.00 | 3.72 | 0.00 | 0.95 | 0.42 | 1.37 |
| 10 | 1 | 1 | 954 | 0 | 0 | 0 | 1.81 | 3.60 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 3.60 | 0.16 | 0.58 | 0.00 | 0.58 |
| 10 | 1 | 2 | 954 | 0 | 0 | 0 | 0.92 | 1.83 | 0.66 | 1.31 | 0.00 | 3.14 | 0.33 | 0.60 | 0.43 | 1.02 |
| 10 | 1 | 3 | 954 | 0 | 0 | 0 | 0.72 | 1.45 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.45 | 0.50 | 0.72 | 0.00 | 0.72 |
| 10 | 1 | 4 | 954 | 0 | 0 | 0 | 1.43 | 2.86 | 0.19 | 0.38 | 0.00 | 3.25 | 0.01 | 0.03 | 0.00 | 0.04 |
| 10 | 1 | 9 | 954 | 0 | 0 | 0 | 0.00 | 2.43 | 0.00 | 0.42 | 0.00 | 2.86 | 0.00 | 1.94 | 0.43 | 2.37 |
| 10 | 2 | 1 | 954 | 2 | 0 | 0 | 0.98 | 1.95 | 0.02 | 0.04 | 0.00 | 1.99 | 0.17 | 0.33 | 0.01 | 0.34 |
| 10 | 2 | 2 | 954 | 2 | 0 | 0 | 0.39 | 0.77 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.77 | 0.42 | 0.33 | 0.00 | 0.33 |
| 10 | 2 | 3 | 954 | 2 | 0 | 0 | 0.20 | 0.39 | 0.64 | 1.27 | 0.00 | 1.66 | 0.37 | 0.15 | 0.47 | 0.61 |
| 10 | 2 | 4 | 954 | 2 | 0 | 0 | 0.41 | 0.82 | 0.21 | 0.42 | 0.00 | 1.24 | 0.04 | 0.03 | 0.02 | 0.05 |
| 10 | 2 | 9 | 954 | 2 | 0 | 0 | 0.00 | 0.99 | 0.00 | 0.43 | 0.00 | 1.42 | 0.00 | 0.84 | 0.49 | 1.33 |
| 4 | 1 | 1 | 955 | 4 | 0 | 0 | 2.07 | 4.13 | 1.76 | 3.51 | 0.00 | 7.64 | 0.18 | 0.75 | 0.64 | 1.40 |
| 4 | 1 | 2 | 955 | 4 | 0 | 0 | 1.05 | 2.09 | 1.51 | 3.01 | 0.00 | 5.09 | 0.52 | 1.08 | 1.55 | 2.63 |
| 4 | 1 | 3 | 955 | 4 | 0 | 0 | 0.74 | 1.49 | 0.82 | 1.64 | 0.00 | 3.13 | 0.27 | 0.39 | 0.44 | 0.83 |
| 4 | 1 | 4 | 955 | 4 | 0 | 0 | 1.91 | 3.82 | 0.45 | 0.89 | 0.00 | 4.71 | 0.04 | 0.14 | 0.03 | 0.17 |
| 4 | 1 | 9 | 955 | 4 | 0 | 0 | 0.00 | 2.88 | 0.00 | 2.26 | 0.00 | 5.14 | 0.00 | 2.36 | 2.66 | 5.02 |
| 4 | 2 | 1 | 955 | 6 | 0 | 0 | 2.50 | 4.98 | 0.84 | 1.67 | 0.00 | 6.66 | 0.14 | 0.70 | 0.24 | 0.94 |
| 4 | 2 | 2 | 955 | 6 | 0 | 0 | 1.22 | 2.43 | 0.77 | 1.53 | 0.00 | 3.96 | 0.47 | 1.15 | 0.72 | 1.88 |
| 4 | 2 | 3 | 955 | 6 | 0 | 0 | 0.28 | 0.57 | 1.53 | 3.05 | 0.00 | 3.62 | 0.33 | 0.19 | 1.01 | 1.19 |
| 4 | 2 | 4 | 955 | 6 | 0 | 0 | 2.48 | 4.96 | 0.48 | 0.96 | 0.00 | 5.92 | 0.06 | 0.28 | 0.05 | 0.33 |
| 4 | 2 | 9 | 955 | 6 | 0 | 0 | 0.00 | 3.23 | 0.00 | 1.80 | 0.00 | 5.04 | 0.00 | 2.32 | 2.02 | 4.34 |
| 9 | 1 | 1 | 955 | 4 | 0 | 0 | 1.97 | 3.93 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 3.93 | 0.12 | 0.47 | 0.00 | 0.47 |
| 9 | 1 | 2 | 955 | 4 | 0 | 0 | 0.85 | 1.70 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.70 | 0.53 | 0.89 | 0.00 | 0.89 |
| 9 | 1 | 3 | 955 | 4 | 0 | 0 | 0.21 | 0.42 | 0.57 | 1.13 | 0.00 | 1.56 | 0.31 | 0.13 | 0.35 | 0.49 |
| 9 | 1 | 4 | 955 | 4 | 0 | 0 | 1.74 | 3.46 | 0.50 | 0.99 | 0.00 | 4.45 | 0.04 | 0.14 | 0.04 | 0.18 |
| 9 | 1 | 9 | 955 | 4 | 0 | 0 | 0.00 | 2.38 | 0.00 | 0.53 | 0.00 | 2.91 | 0.00 | 1.64 | 0.39 | 2.03 |
| 9 | 2 | 1 | 955 | 6 | 0 | 0 | 1.86 | 3.71 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 3.71 | 0.17 | 0.62 | 0.00 | 0.62 |
| 9 | 2 | 2 | 955 | 6 | 0 | 0 | 0.72 | 1.44 | 0.64 | 1.27 | 0.00 | 2.72 | 0.48 | 0.70 | 0.61 | 1.31 |
| 9 | 2 | 3 | 955 | 6 | 0 | 0 | 0.25 | 0.50 | 0.74 | 1.49 | 0.00 | 1.98 | 0.31 | 0.15 | 0.46 | 0.61 |
| 9 | 2 | 4 | 955 | 6 | 0 | 0 | 1.49 | 2.98 | 0.26 | 0.52 | 0.00 | 3.50 | 0.05 | 0.14 | 0.02 | 0.16 |
| 9 | 2 | 9 | 955 | 6 | 0 | 0 | 0.00 | 2.16 | 0.00 | 0.82 | 0.00 | 2.98 | 0.00 | 1.60 | 1.09 | 2.69 |

CLAVE PARA LOS DATOS DE CARBOHIDRATOS NO ESTRUCTURALES**VARIABLES:**

| | | |
|---------|---|--|
| FCA | = | Finca analizada |
| PLA | = | Planta analizada (No.) |
| PART | = | Parte de la planta |
| FECH | = | Fecha de muestreo |
| I1 | = | Indice de Defoliación |
| I2 | = | Indice de Clorosis |
| I3 | = | Indice de Flaccidez |
| PGARL | = | Peso (mg) Azúcares Libres (AZL) |
| ARLP | = | %AZL (% Azúcares Libres) |
| PGS | = | Peso (mg) Almidón (S) |
| SP | = | %S (% Almidón) |
| F | = | Peso (mg) Fructosanos (F) |
| CNE | = | %CNE (% Total de Carbohidratos No Estructurales) |
| PONDER | = | Factor de Ponderación |
| FRSPOND | = | %AZL Ponderado |
| SPOND | = | % A Ponderado |
| CNEPOND | = | %CNE Ponderado |

Fincas:

| No. | Finca |
|-----|-----------------------|
| 1 | Cerro Redondo |
| 2 | El Naranjito |
| 3 | Palmira |
| 4 | Los Pocitos |
| 5 | San Agustín Las Minas |
| 6 | La Sonrisa |
| 9 | Morán |
| 10 | San José Las Flores |

Parte:

| No. | Parte correspondiente |
|-----|-----------------------|
| 1 | Hojas |
| 2 | Ramas |
| 3 | Raíces |
| 4 | Frutos |
| 5 | Flores |

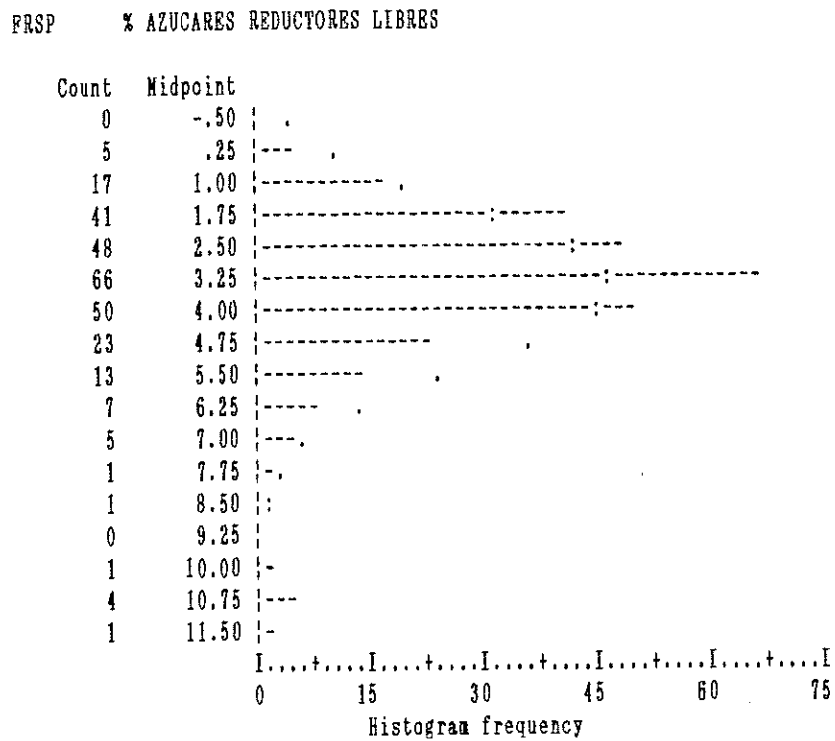
Fechas:

| No. | Fecha de muestreo correspondiente |
|-----|-----------------------------------|
| | Día/Mes/Año |
| 645 | 07/10/1991 |
| 652 | 14/10/1991 |
| 680 | 11/10/1991 |
| 757 | 03/02/1992 |
| 764 | 10/02/1992 |
| 766 | 12/02/1992 |
| 771 | 17/02/1992 |
| 792 | 10/03/1992 |
| 805 | 23/03/1992 |
| 819 | 06/04/1992 |
| 833 | 20/04/1992 |
| 842 | 29/04/1992 |
| 848 | 05/05/1992 |
| 856 | 13/05/1992 |
| 868 | 25/05/1992 |
| 953 | 18/08/1992 |
| 954 | 19/08/1992 |
| 955 | 20/08/1992 |

APENDICE H

Histogramas de Frecuencia par Datos de Carbohidratos
(Concentración, Ponderación y Transformación)

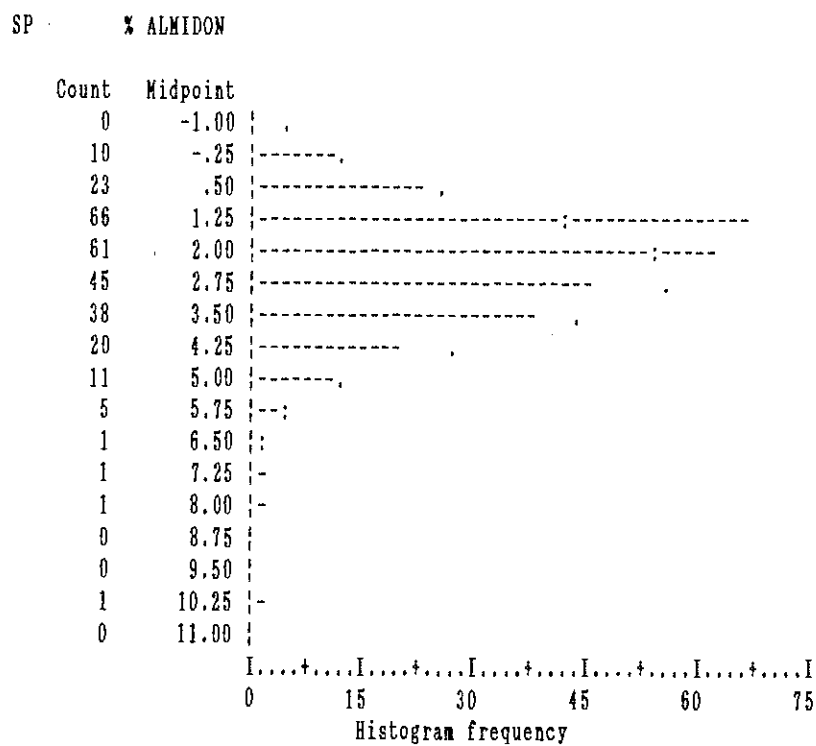
Fig. 49
Histograma de Frecuencias "AZL"
con Datos de Concentraciones



FRSP % AZUCARES REDUCTORES LIBRES

| | | | | | |
|----------|-------|----------|-------|----------|-------|
| Mean | 3.405 | Median | 3.235 | Mode | 1.501 |
| Std dev | 1.785 | Variance | 3.185 | Kurtosis | 4.897 |
| Skewness | 1.667 | | | | |

Fig. 50
 Histograma de Frecuencias "A"
 con Datos de Concentraciones

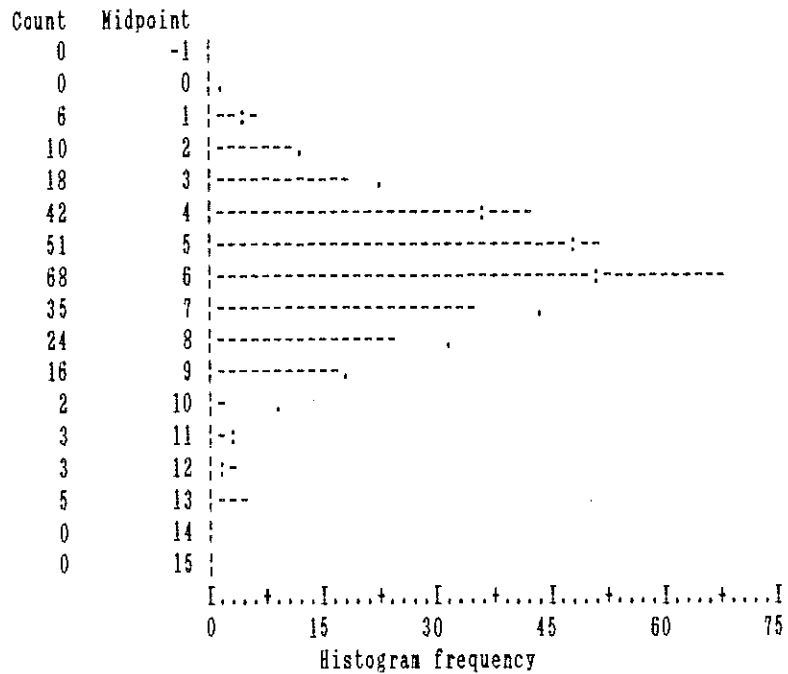


SP % ALMIDON

| | | | | | |
|----------|-------|----------|-------|----------|-------|
| Mean | 2.399 | Median | 2.144 | Mode | .000 |
| Std dev | 1.482 | Variance | 2.196 | Kurtosis | 2.713 |
| Skewness | 1.113 | | | | |

Fig. 51
 Histograma de Frecuencias "CNE"
 con Datos de Concentraciones

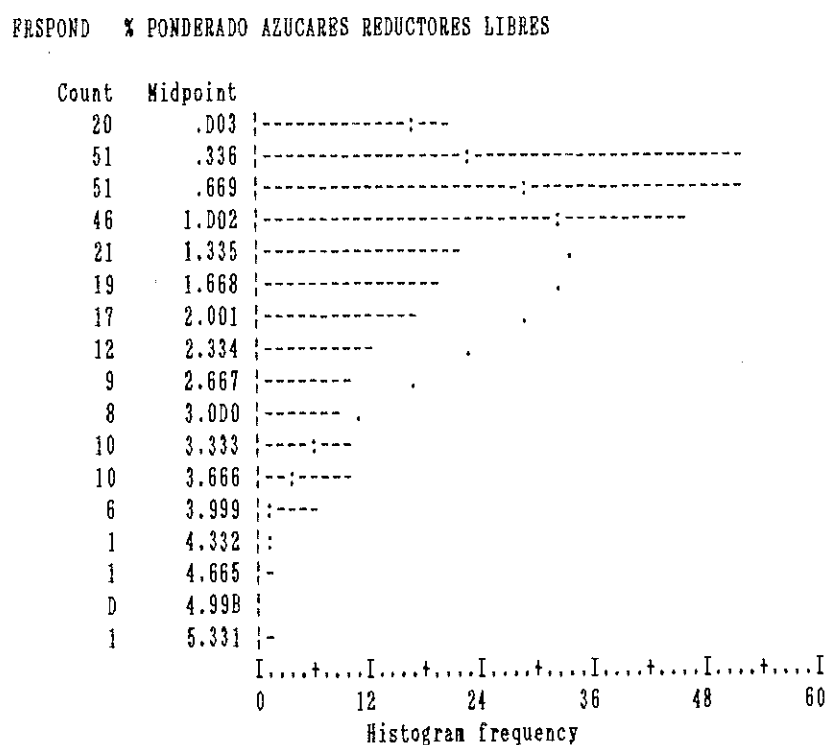
TNC % CARBOHIDRATOS NO ESTRUCTURALES



TNC % CARBOHIDRATOS NO ESTRUCTURALES

| | | | | | |
|----------|-------|----------|-------|----------|-------|
| Mean | 5.804 | Median | 5.729 | Mode | 5.535 |
| Std dev | 2.208 | Variance | 4.874 | Kurtosis | 1.428 |
| Skewness | .689 | | | | |

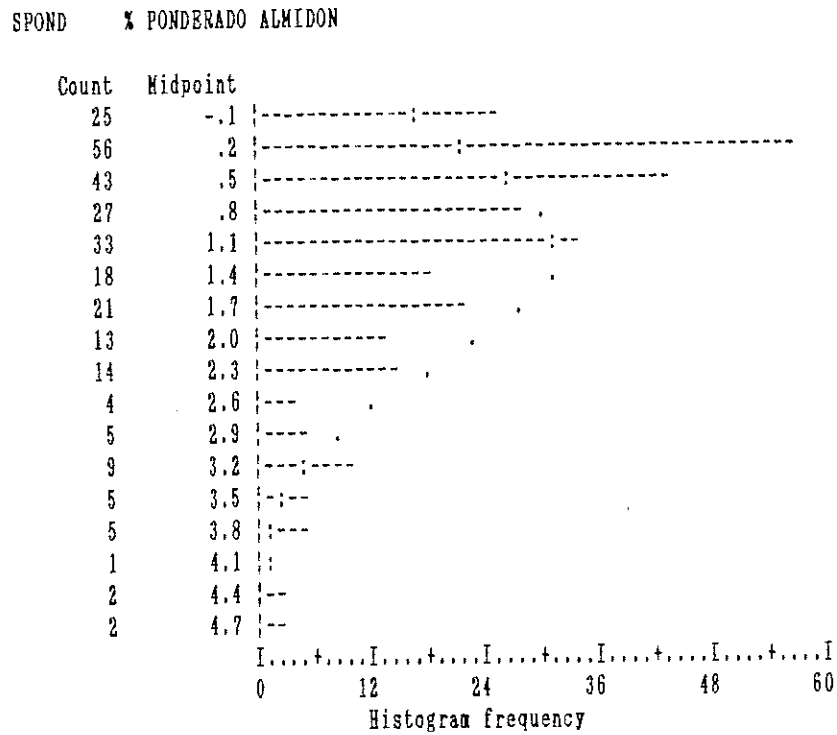
Fig. 52
 Histograma de Frecuencias "AZL"
 con Datos Ponderados



FRSPOND % PONDERADO AZUCARES REDUCTORES LIBRES

| | | | | | |
|----------|-------|----------|-------|----------|------|
| Mean | 1.326 | Median | .947 | Mode | .011 |
| Std dev | 1.097 | Variance | 1.204 | Kurtosis | .544 |
| Skewness | 1.133 | | | | |

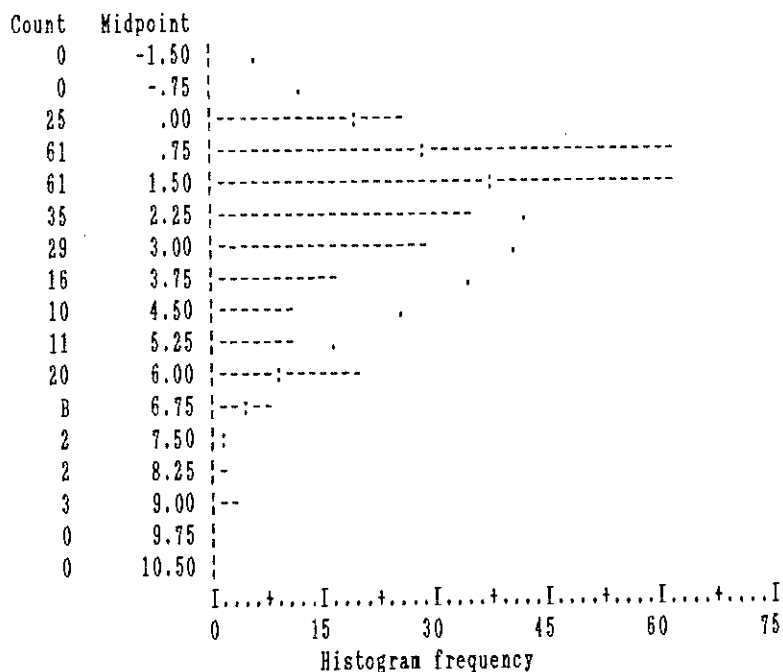
Fig. 53
 Histograma de Frecuencias "A"
 con Datos Ponderados



| SPOND | % PONDERADO | | ALMIDON |
|----------|-------------|----------|---------|
| Mean | 1.132 | Median | .810 |
| Std dev | 1.066 | Variance | 1.136 |
| Skewness | 1.178 | Mode | .000 |
| | | Kurtosis | .823 |

Fig. 54
 Histograma de Frecuencias "CNE"
 con Datos Ponderados

TNCPOND % PONDERADO CARBOHIDRATOS NO ESTRUCTURAL

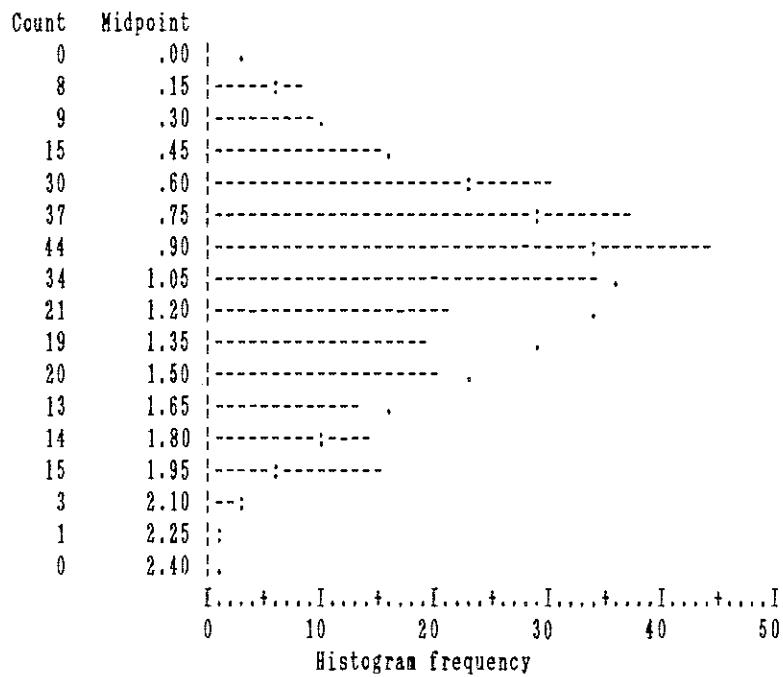


TNCPOND % PONDERADO CARBOHIDRATOS NO ESTRUCTURAL

| | | | | | |
|----------|-------|----------|-------|----------|------|
| Mean | 2.45B | Median | 1.794 | Mode | .012 |
| Std dev | 2.032 | Variance | 4.131 | Kurtosis | .397 |
| Skewness | 1.088 | | | | |

Fig. 55
 Histograma de Frecuencias "AZL"
 con Datos Ponderados y Transformados

SRFRS % PONDERADO Y TRANSFORMADO DE AZUCARES R



SRFRS % PONDERADO Y TRANSFORMADO DE AZUCARES R

| | | | | | |
|----------|-------|----------|------|----------|-------|
| Mean | 1.052 | Median | .973 | Mode | .106 |
| Std dev | .469 | Variance | .220 | Kurtosis | -.517 |
| Skewness | .372 | | | | |

Fig. 56
 Histograma de Frecuencias "A"
 con Datos Ponderados y Transformados

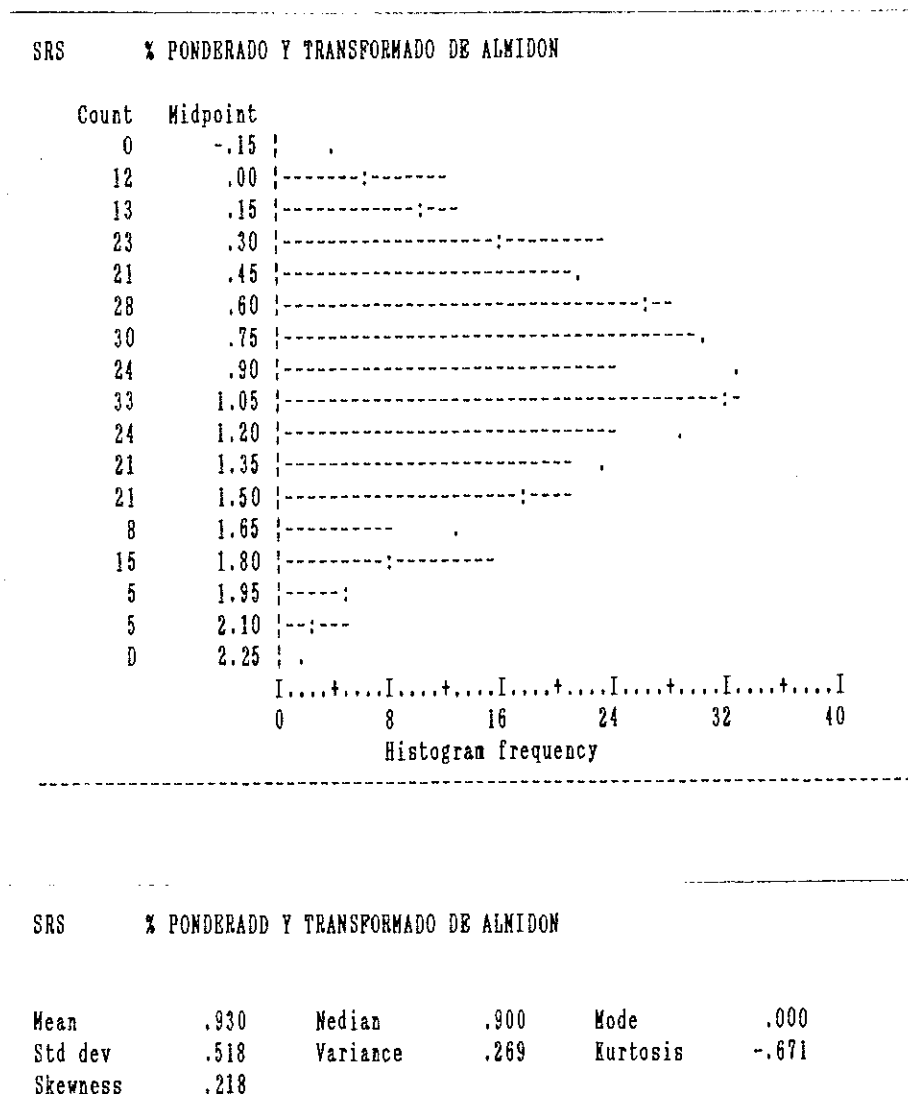
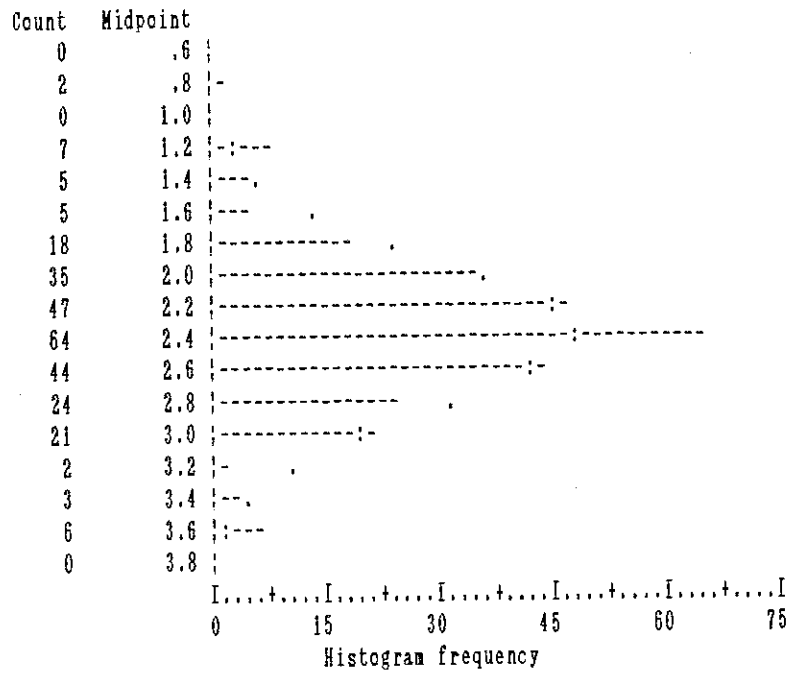


Fig. 57
 Histograma de Frecuencias "CNE"
 con Datos Ponderados y Transformados

SRTNC % PONDERADO Y TRANSF. DE CARBOHID. NO ES



SRTNC % PONDERADO Y TRANSF. DE CARBOHID. NO ES

| | | | | | |
|----------|-------|----------|-------|----------|-------|
| Mean | 2.363 | Median | 2.394 | Mode | 2.353 |
| Std dev | .469 | Variance | .220 | Kurtosis | 1.042 |
| Skewness | -.182 | | | | |

APENDICE I

Tabla 7

Análisis de Varianza: % Ponderado y Transformado de
Azúcares Libres (SRFRS) según SALUD DE LA PLANTA,
CONDICION DE LA FINCA y EPOCA DE MUESTREO.

| *** ANALYSIS OF VARIANCE *** | | | | | | |
|------------------------------|----------------|-------------------|--|----------------|-------|----------------|
| | | SRFRS | % PONDERADO Y TRANSFORMADO DE AZUCARES R | | | |
| BY | SALUD | SALUD | DE LA PLANTA | | | |
| | STATUS | CONDICION | DE LA FINCA | | | |
| | M | EPOCA | DE MUESTREO | | | |
| Source of Variation | | Sum of Squares | DF | Mean Square | F | Signif of F |
| Main Effects | | 9.062 | 7 | 1.295 | 6.484 | .000 |
| | SALUD | .264 | 1 | .264 | 1.321 | .252 |
| | STATUS | .601 | 1 | .601 | 3.010 | .084 |
| | M | 8.897 | 5 | 1.779 | 8.913 | .000 |
| 2-way Interactions | | .784 | 11 | .071 | .357 | .971 |
| | SALUD STATUS | .015 | 1 | .015 | .074 | .785 |
| | SALUD M | .215 | 5 | .043 | .215 | .956 |
| | STATUS M | .288 | 5 | .058 | .289 | .919 |
| 3-way Interactions | | .037 | 3 | .012 | .062 | .980 |
| | SALUD STATUS M | .037 | 3 | .012 | .062 | .980 |
| Explained | | 9.883 | 21 | .471 | 2.357 | .001 |
| Residual | | 52.110 | 261 | .200 | | |
| Total | | 61.993 | 282 | .220 | | |

283 Cases were processed.
0 Cases (.0 PCT) were missing.

Tabla 8

Análisis de Varianza: % Ponderado y Transformado de Almidón (SRS) según SALUD DE LA PLANTA, CONDICION DE LA FINCA y EPOCA DE MUESTREO.

| *** ANALYSIS OF VARIANCE *** | | | | | | |
|------------------------------|----------------|----------------|---------------------------------------|-------------|-------|-------------|
| BY | | SRS | % PONDERADO Y TRANSFORMADO DE ALMIDON | | | |
| | | SALUD | SALUD DE LA PLANTA | | | |
| | | STATUS | CONDICION DE LA FINCA | | | |
| | | M | EPOCA DE MUESTREO | | | |
| Source of Variation | | Sum of Squares | DF | Mean Square | F | Signif of F |
| Main Effects | | 9.403 | 7 | 1.343 | 5.740 | .000 |
| | SALUD | .162 | 1 | .162 | .691 | .407 |
| | STATUS | .967 | 1 | .967 | 4.130 | .043 |
| | M | 9.329 | 5 | 1.866 | 7.972 | .000 |
| 2-way Interactions | | 4.529 | 11 | .412 | 1.759 | .061 |
| | SALUD STATUS | .058 | 1 | .058 | .250 | .618 |
| | SALUD M | .425 | 5 | .085 | .363 | .873 |
| | STATUS M | 2.245 | 5 | .449 | 1.919 | .092 |
| 3-way Interactions | | .767 | 3 | .256 | 1.092 | .353 |
| | SALUD STATUS M | .767 | 3 | .256 | 1.092 | .353 |
| Explained | | 14.699 | 21 | .700 | 2.991 | .000 |
| Residual | | 61.085 | 261 | .234 | | |
| Total | | 75.784 | 282 | .269 | | |

283 Cases were processed.

0 Cases (.0 PCT) were missing.

Tabla 9

Análisis de Varianza: % Ponderado y Transformado de Carbohidratos no Estructurales (SRTNC) según SALUD DE LA PLANTA, CONDICION DE LA FINCA y EPOCA DE MUESTREO.

| *** ANALYSIS OF VARIANCE *** | | | | | | | |
|------------------------------|--------|----------|--|-----|-------------|--------|-------------|
| BY | | SRTNC | % PONDERADO Y TRANSF. DE CARBOBID. NO ES | | | | |
| | | SALUD | SALUD DE LA PLANTA | | | | |
| | | STATUS | CONDICION DE LA FINCA | | | | |
| | | M | EPOCA DE MUESTREO | | | | |
| Source of Variation | | | Sum of Squares | DF | Mean Square | F | Signif of P |
| Main Effects | | | 22.375 | 7 | 3.196 | 22.701 | .000 |
| | SALUD | | .003 | 1 | .003 | .019 | .889 |
| | STATUS | | 4.924 | 1 | 4.924 | 34.972 | .000 |
| | M | | 20.228 | 5 | 4.046 | 28.731 | .000 |
| 2-way Interactions | | | 2.107 | 11 | .192 | 1.360 | .192 |
| | SALUD | STATUS | .003 | 1 | .003 | .025 | .875 |
| | SALUD | M | .828 | 5 | .166 | 1.177 | .321 |
| | STATUS | M | .443 | 5 | .089 | .629 | .678 |
| 3-way Interactions | | | .686 | 3 | .229 | 1.624 | .184 |
| | SALUD | STATUS M | .686 | 3 | .229 | 1.624 | .184 |
| Explained | | | 25.168 | 21 | 1.198 | 8.511 | .000 |
| Residual | | | 36.751 | 261 | .141 | | |
| Total | | | 61.920 | 282 | .220 | | |

283 Cases were processed.

D Cases (.0 PCT) were missing.

Tabla 10

Análisis de Varianza: % Ponderado y Transformado de Azúcares Libres (SRFRS) según SALUD DE LA PLANTA, CONDICION DE LA FINCA, EPOCA DE MUESTREO y PARTE DE LA PLANTA.

*** ANALYSIS OF VARIANCE ***

SRFRS % PONDERADO Y TRANSFORMADO DE AZUCARES R
 BY SALUD SALUD DE LA PLANTA
 STATUS CONDICION DE LA FINCA
 M EPOCA DE MUESTREO
 PART PARTE DE LA PLANTA

| Source of Variation | Sum of Squares | DF | Mean Square | F | Signif of F |
|---------------------|----------------|-----|-------------|--------|-------------|
| Main Effects | 11.933 | 10 | 1.193 | 24.602 | .000 |
| SALUD | .070 | 1 | .070 | 1.446 | .231 |
| STATUS | .531 | 1 | .531 | 10.953 | .001 |
| M | 3.428 | 5 | .686 | 14.134 | .000 |
| PART | 5.904 | 3 | 1.968 | 40.575 | .000 |
| Explained | 11.933 | 10 | 1.193 | 24.602 | .000 |
| Residual | 9.943 | 205 | .049 | | |
| Total | 21.876 | 215 | .102 | | |

283 Cases were processed.
 67 Cases (23.7 PCT) were missing.

Due to empty cells or a singular matrix,
 higher order interactions have been suppressed.

Tabla 11

Análisis de Varianza: % Ponderado y Transformado de Almidón (SRS) según SALUD DE LA PLANTA, CONDICION DE LA FINCA, EPOCA DE MUESTREO y PARTE DE LA PLANTA.

| *** ANALYSIS OF VARIANCE *** | | | | | | |
|------------------------------|--------|---------------------------------------|-----|-------------|--------|-------------|
| BY | SRS | % PONDERADO Y TRANSFORMADO DE ALMIDON | | | | |
| | SALUD | SALUD DE LA PLANTA | | | | |
| | STATUS | CONDICION DE LA FINCA | | | | |
| | M | EPOCA DE MUESTREO | | | | |
| | PART | PARTE DE LA PLANTA | | | | |
| Source of Variation | | Sum of Squares | DF | Mean Square | F | Signif of F |
| Main Effects | | 20.068 | 10 | 2.007 | 28.018 | .000 |
| | SALUD | .031 | 1 | .031 | .433 | .511 |
| | STATUS | .825 | 1 | .825 | 11.521 | .001 |
| | M | 4.246 | 5 | .849 | 11.856 | .000 |
| | PART | 13.940 | 3 | 4.647 | 64.879 | .000 |
| Explained | | 20.068 | 10 | 2.007 | 28.018 | .000 |
| Residual | | 14.683 | 205 | .072 | | |
| Total | | 34.750 | 215 | .162 | | |

283 Cases were processed.
67 Cases (23.7 PCT) were missing.

Due to empty cells or a singular matrix,
higher order interactions have been suppressed.

Tabla 12

Análisis de Varianza: % Ponderado y Transformado de Carbohidratos no Estructurales (SRTNC) según SALUD DE LA PLANTA, CONDICION DE LA FINCA, EPOCA DE MUESTREO y PARTE DE LA PLANTA.

*** ANALYSIS OF VARIANCE ***

| | | |
|----|--------|--|
| | SRTNC | % PONDERADO Y TRANSP. DE CARBOHID. NO BS |
| BY | SALUD | SALUD DE LA PLANTA |
| | STATUS | CONDICION DE LA FINCA |
| | M | EPOCA DE MUESTREO |
| | PART | PARTE DE LA PLANTA |

| Source of Variation | Sum of Squares | DF | Mean Square | F | Signif of F |
|---------------------|----------------|-----|-------------|--------|-------------|
| Main Effects | 18.745 | 10 | 1.874 | 12.413 | .000 |
| SALUD | .002 | 1 | .002 | .014 | .907 |
| STATUS | 3.122 | 1 | 3.122 | 20.672 | .000 |
| M | 16.276 | 5 | 3.255 | 21.556 | .000 |
| PART | 3.190 | 3 | 1.063 | 7.042 | .000 |
| Explained | 18.745 | 10 | 1.874 | 12.413 | .000 |
| Residual | 30.957 | 205 | .151 | | |
| Total | 49.702 | 215 | .231 | | |

283 Cases were processed.
67 Cases (23.7 PCT) were missing.

Due to empty cells or a singular matrix,
higher order interactions have been suppressed.

Tabla 13

Análisis de Varianza: % Ponderado y Transformado de Azúcares Libres (SRFRS) según INDICE DE DEFOLIACION, CONDICION DE LA FINCA Y EPOCA DE MUESTREO.

| *** ANALYSIS OF VARIANCE *** | | | | | | |
|------------------------------|--------|----------------|--|-------------|-------|-------------|
| BY | | SRFRS | % PONDERADO Y TRANSFORMADO DE AZUCARES R | | | |
| | | I1 | INDICE DE DEFOLIACION | | | |
| | | STATUS | CONDICION DE LA FINCA | | | |
| | | M | EPOCA DE MUESTREO | | | |
| Source of Variation | | Sum of Squares | DF | Mean Square | F | Signif of F |
| Main Effects | | 9.101 | 10 | .910 | 4.680 | .000 |
| | I1 | .303 | 4 | .076 | .389 | .816 |
| | STATUS | .555 | 1 | .555 | 2.855 | .092 |
| | M | 8.412 | 5 | 1.682 | 8.652 | .000 |
| Explained | | 9.101 | 10 | .910 | 4.680 | .000 |
| Residual | | 52.892 | 272 | .194 | | |
| Total | | 61.993 | 282 | .220 | | |

283 Cases were processed.

0 Cases (.0 PCT) were missing.

Due to empty cells or a singular matrix,
higher order interactions have been suppressed.

Tabla 14

Análisis de Varianza: % Ponderado y Transformado de Almidón (SRS) según INDICE DE DEFOLIACION, CONDICION DE LA FINCA y EPOCA DE MUESTREO.

*** ANALYSIS OF VARIANCE ***

| Source of Variation | Sum of Squares | DF | Mean Square | F | Signif of F |
|---------------------|----------------|-----|-------------|-------|-------------|
| Main Effects | 10.010 | 10 | 1.001 | 4.139 | .000 |
| I1 | .768 | 4 | .192 | .794 | .530 |
| STATUS | .624 | 1 | .624 | 2.580 | .109 |
| M | 7.652 | 5 | 1.530 | 6.328 | .000 |
| Explained | 10.010 | 10 | 1.001 | 4.139 | .000 |
| Residual | 65.774 | 272 | .242 | | |
| Total | 75.784 | 282 | .269 | | |

283 Cases were processed.
0 Cases (.0 PCT) were missing.

Due to empty cells or a singular matrix,
higher order interactions have been suppressed.

Tabla 15

Análisis de Varianza: % Ponderado y Transformado de Carbohidratos no Estructurales (SRTNC) según INDICE DE DEFOLIACION, CONDICION DE LA FINCA y EPOCA DE MUESTREO.

*** ANALYSIS OF VARIANCE ***

BY SRTNC % PONDERADO Y TRANSF. DE CARBOHID. NO ES
 I1 INDICE DE DEPOLIACION
 STATUS CONDICION DE LA FINCA
 M EPOCA DE MUESTREO

| Source of Variation | Sum of Squares | DF | Mean Square | F | Signif of F |
|---------------------|----------------|-----|-------------|--------|-------------|
| Main Effects | 23.411 | 10 | 2.341 | 16.536 | .000 |
| I1 | 1.038 | 4 | .260 | 1.833 | .123 |
| STATUS | 4.205 | 1 | 4.205 | 29.701 | .000 |
| M | 19.187 | 5 | 3.837 | 27.104 | .000 |
| Explained | 23.411 | 10 | 2.341 | 16.536 | .000 |
| Residual | 38.509 | 272 | .142 | | |
| Total | 61.920 | 282 | .220 | | |

283 Cases were processed.
 0 Cases (.0 PCT) were missing.

Due to empty cells or a singular matrix,
 higher order interactions have been suppressed.

Tabla 16

Análisis de Varianza: % Ponderado y Transformado de Azúcares Libres (SRFRS) según INDICE DE CLOROSIS, CONDICION DE LA FINCA Y EPOCA DE MUESTREO.

*** ANALYSIS OF VARIANCE ***

BY SRFRS % PONDERADO Y TRANSFORMADO DE AZUCARES R
I2 INDICE DE CLOROSIS
STATUS CONDICION DE LA FINCA
M EPOCA DE MUESTREO

| Source of Variation | Sum of Squares | DF | Mean Square | F | Signif of F |
|---------------------|----------------|-----|-------------|-------|-------------|
| Main Effects | 8.799 | 7 | 1.257 | 6.498 | .000 |
| I2 | .000 | 1 | .000 | .001 | .979 |
| STATUS | .476 | 1 | .476 | 2.460 | .118 |
| M | 8.592 | 5 | 1.718 | 8.884 | .000 |
| Explained | 8.799 | 7 | 1.257 | 6.498 | .000 |
| Residual | 53.195 | 275 | .193 | | |
| Total | 61.993 | 282 | .220 | | |

283 Cases were processed.
0 Cases (.0 PCT) were missing.

Due to empty cells or a singular matrix,
higher order interactions have been suppressed.

Tabla 17

Análisis de Varianza: % Ponderado y Transformado de Almidón (SRS) según INDICE DE CLOROSIS, CONDICION DE LA FINCA y EPOCA DE MUESTREO.

*** ANALYSIS OF VARIANCE ***

| | SRS | % PONDERADO Y TRANSFORMADO DE ALMIDON | | | | |
|---------------------|----------------|---------------------------------------|-------------|-------|-------------|--|
| BY | I2 | INDICE DE CLOROSIS | | | | |
| | STATUS | CONDICION DE LA FINCA | | | | |
| | M | EPOCA DE MUESTREO | | | | |
| Source of Variation | Sum of Squares | DF | Mean Square | F | Signif of F | |
| Main Effects | 9.533 | 7 | 1.362 | 5.653 | .000 | |
| I2 | .292 | 1 | .292 | 1.210 | .272 | |
| STATUS | 1.016 | 1 | 1.016 | 4.218 | .041 | |
| M | 9.073 | 5 | 1.815 | 7.532 | .000 | |
| Explained | 9.533 | 7 | 1.362 | 5.653 | .000 | |
| Residual | 66.251 | 275 | .241 | | | |
| Total | 75.784 | 282 | .269 | | | |

283 Cases were processed.

0 Cases (.0 PCT) were missing.

Due to empty cells or a singular matrix,
higher order interactions have been suppressed.

Tabla 18

Análisis de Varianza: % Ponderado y Transformado de Carbohidratos no Estructurales (SRTNC) según INDICE DE CLOROSIS, CONDICION DE LA FINCA Y EPOCA DE MUESTREO.

*** ANALYSIS OF VARIANCE ***

BY SRTNC % PONDERADO Y TRANSF. DE CARBOHID. NO ES
I2 INDICE DE CLOROSIS
STATUS CONDICION DE LA FINCA
M EPOCA DE MUESTREO

| Source of Variation | Sum of Squares | DF | Mean Square | F | Signif of F |
|---------------------|----------------|-----|-------------|--------|-------------|
| Main Effects | 22.521 | 7 | 3.217 | 22.457 | .000 |
| I2 | .149 | 1 | .149 | 1.038 | .309 |
| STATUS | 5.258 | 1 | 5.258 | 36.703 | .000 |
| M | 20.512 | 5 | 4.102 | 28.635 | .000 |
| Explained | 22.521 | 7 | 3.217 | 22.457 | .000 |
| Residual | 39.399 | 275 | .143 | | |
| Total | 61.920 | 282 | .220 | | |

283 Cases were processed.
0 Cases (.0 PCT) were missing.

Due to empty cells or a singular matrix,
higher order interactions have been suppressed.

Tabla 19

Análisis de Varianza para fincas sin "Mal de Viñas": % Ponderado y Transformado de Azúcares Libres (SRFRS) según SALUD DE LA PLANTA y EPOCA DE MUESTREO.

* * * A N A L Y S I S O F V A R I A N C E * * *

| BY | SRFRS SALUD M | % PONDERADO Y TRANSFORMADO DE AZUCARES R SALUD DE LA PLANTA EPOCA DE MUESTREO | Sum of Squares | DF | Mean Square | F | Signif of F |
|--------------------|---------------------|---|-------------------|-----|----------------|-------|----------------|
| Main Effects | | | 6.482 | 6 | 1.080 | 6.048 | .000 |
| | SALUD | | .238 | 1 | .238 | 1.334 | .250 |
| | M | | 6.482 | 5 | 1.296 | 7.257 | .000 |
| 2-way Interactions | | | .223 | 5 | .045 | .250 | .940 |
| | SALUD | M | .223 | 5 | .045 | .250 | .940 |
| Explained | | | 6.705 | 11 | .610 | 3.412 | .000 |
| Residual | | | 29.297 | 164 | .179 | | |
| Total | | | 36.002 | 175 | .206 | | |

176 Cases were processed.

0 Cases (.0 PCT) were missing.

Tabla 20

Análisis de Varianza para fincas sin "Mal de Viñas": % Ponderado y Transformado de Almidón (SRS) según SALUD DE LA PLANTA y EPOCA DE MUESTREO.

*** ANALYSIS OF VARIANCE ***

| | | SRS | % PONDERADO Y TRANSFORMADO DE ALMIDON | | | |
|---------------------|---------|-------|---------------------------------------|-----|-------------|-------------|
| BY | | SALUD | SALUD DE LA PLANTA | | | |
| | | M | EPOCA DE MUESTREO | | | |
| Source of Variation | | | Sum of Squares | DF | Mean Square | Signif of F |
| Main Effects | | | 9.049 | 6 | 1.508 | 6.759 .000 |
| | SALUD | | .001 | 1 | .001 | .005 .943 |
| | M | | 8.691 | 5 | 1.738 | 7.789 .000 |
| 2-way Interactions | | | .909 | 5 | .182 | .815 .541 |
| | SALUD M | | .909 | 5 | .182 | .815 .541 |
| Explained | | | 9.958 | 11 | .905 | 4.057 .000 |
| Residual | | | 36.596 | 164 | .223 | |
| Total | | | 46.555 | 175 | .266 | |

176 Cases were processed.

0 Cases (.0 PCT) were missing.

Tabla 21

Análisis de Varianza para fincas sin "Mal de Viñas": % Ponderado y Transformado de Carbohidratos no Estructurales (SRTNC) según SALUD DE LA PLANTA y EPOCA DE MUESTREO.

| *** ANALYSIS OF VARIANCE *** | | | | | | |
|------------------------------|---------|-------|--|-----|-------------|-------------|
| BY | | SRTNC | % PONDERADO Y TRANSP. DE CARBOHID. NO ES | | | |
| | | SALUD | SALUD DE LA PLANTA | | | |
| | | M | EPOCA DE MUESTREO | | | |
| Source of Variation | | | Sum of Squares | DF | Mean Square | Signif of F |
| Main Effects | | | 14.728 | 6 | 2.455 | 19.765 .000 |
| | SALUD | | .004 | 1 | .004 | .032 .857 |
| | M | | 14.140 | 5 | 2.828 | 22.771 .000 |
| 2-way Interactions | | | 1.398 | 5 | .280 | 2.251 .052 |
| | SALUD M | | 1.398 | 5 | .280 | 2.251 .052 |
| Explained | | | 16.126 | 11 | 1.466 | 11.804 .000 |
| Residual | | | 20.367 | 164 | .124 | |
| Total | | | 36.493 | 175 | .209 | |

176 Cases were processed.
0 Cases (.0 PCT) were missing.

Tabla 22

Análisis de Varianza para Fincas con "Mal de Viñas": % Ponderado y Transformado de Azúcares Libres (SRFRS) según SALUD DE LA PLANTA y EPOCA DE MUESTREO.

| *** ANALYSIS OF VARIANCE *** | | | | | |
|------------------------------|---------|----------------|--|-------------|-------------|
| | | SRFRS | % PONDERADO Y TRANSFORMADO DE AZUCARES R | | |
| BY | | SALUD | SALUD DE LA PLANTA | | |
| | | M | EPOCA DE MUESTREO | | |
| Source of Variation | | Sum of Squares | DF | Mean Square | Signif of F |
| Main Effects | | 2.988 | 6 | .498 | 2.118 .058 |
| | SALUD | .001 | 1 | .001 | .005 .946 |
| | M | 2.973 | 5 | .595 | 2.528 .034 |
| 2-way Interactions | | .029 | 3 | .010 | .041 .989 |
| | SALUD M | .029 | 3 | .010 | .041 .989 |
| Explained | | 3.017 | 9 | .335 | 1.425 .188 |
| Residual | | 22.813 | 97 | .235 | |
| Total | | 25.830 | 106 | .244 | |

107 Cases were processed.

0 Cases (.0 PCT) were missing.

Tabla 23

Análisis de Varianza para fincas con "Mal de Viñas": % Ponderado y Transformado de Almidón (SRS) según SALUD DE LA PLANTA y EPOCA DE MUESTREO.

*** ANALYSIS OF VARIANCE ***

| Source of Variation | SRS | | % PONDERADO Y TRANSFORMADO DE ALMIDON | | | | |
|---------------------|-------|-------|---------------------------------------|-------------------|-------------|-------|-------------|
| | BY | SALUD | SALUD DE LA PLANTA | EPOCA DE MUESTREO | | | |
| | | M | | | | | |
| | | | Sum of Squares | DF | Mean Square | F | Signif of F |
| Main Effects | | | 4.386 | 6 | .731 | 2.896 | .012 |
| | SALUD | | .067 | 1 | .067 | .265 | .608 |
| | | M | 3.477 | 5 | .695 | 2.755 | .023 |
| 2-way Interactions | | | .283 | 3 | .094 | .373 | .773 |
| | SALUD | M | .283 | 3 | .094 | .373 | .773 |
| Explained | | | 4.669 | 9 | .519 | 2.055 | .041 |
| Residual | | | 24.489 | 97 | .252 | | |
| Total | | | 29.157 | 106 | .275 | | |

107 Cases were processed.

0 Cases (.0 PCT) were missing.

Tabla 24

Análisis de Varianza para fincas con "Mal de Viñas": % Ponderado y Transformado de Carbohidratos no Estructurales (SRTNC) según SALUD DE LA PLANTA y EPOCA DE MUESTREO.

| *** ANALYSIS OF VARIANCE *** | | | | | | | |
|------------------------------|-------|-------|--|-----|-------------|-------|-------------|
| BY | | SRTNC | % PONDERADO Y TRANSF. DE CARBOHID. NO ES | | | | |
| | | SALUD | SALUD DE LA PLANTA | | | | |
| | | M | EPOCA DE MUESTREO | | | | |
| Source of Variation | | | Sum of Squares | DF | Mean Square | F | Signif of F |
| Main Effects | | | 6.992 | 6 | 1.165 | 6.899 | .000 |
| | SALUD | | .010 | 1 | .010 | .059 | .809 |
| | M | | 6.903 | 5 | 1.381 | 8.174 | .000 |
| 2-way Interactions | | | .117 | 3 | .039 | .230 | .875 |
| | SALUD | M | .117 | 3 | .039 | .230 | .875 |
| Explained | | | 7.109 | 9 | .790 | 4.676 | .000 |
| Residual | | | 16.385 | 97 | .169 | | |
| Total | | | 23.493 | 106 | .222 | | |

107 Cases were processed.

0 Cases (.0 PCT) were missing.

Tabla 25

Análisis de Varianza para plantas sanas: % Ponderado y Transformado de Azúcares Libres (SRFRS) según CONDICION DE LA FINCA y EPOCA DE MUESTREO.

*** ANALYSIS OF VARIANCE ***

| Source of Variation | Sum of Squares | DF | Mean Square | F | Signif of F |
|---------------------|----------------|----|-------------|-------|-------------|
| Main Effects | 5.140 | 6 | .857 | 4.340 | .001 |
| STATUS | .224 | 1 | .224 | 1.137 | .289 |
| M | 5.044 | 5 | 1.009 | 5.111 | .000 |
| 2-way Interactions | .066 | 3 | .022 | .111 | .953 |
| STATUS M | .066 | 3 | .022 | .111 | .953 |
| Explained | 5.206 | 9 | .578 | 2.931 | .004 |
| Residual | 17.370 | 88 | .197 | | |
| Total | 22.576 | 97 | .233 | | |

98 Cases were processed.

0 Cases (.0 PCT) were missing.

Tabla 26

Análisis de Varianza para plantas sanas: % Ponderado y Transformado de Almidón (SRS) según CONDICION DE LA FINCA y EPOCA DE MUESTREO.

* * * A N A L Y S I S O F V A R I A N C E * * *

| | | SRS | % PONDERADO Y TRANSFORMADO DE ALMIDON | | | |
|---------------------|----------|--------|---------------------------------------|----|-------------|---------------|
| | | STATUS | CONDICION DE LA FINCA | | | |
| | | M | EPOCA DE MUESTREO | | | |
| Source of Variation | | | Sum of Squares | DF | Mean Square | Signif F of F |
| Main Effects | | | 8.631 | 6 | 1.439 | 6.270 .000 |
| | STATUS | | 1.626 | 1 | 1.626 | 7.086 .009 |
| | M | | 7.444 | 5 | 1.489 | 6.489 .000 |
| 2-way Interactions | | | .694 | 3 | .231 | 1.009 .393 |
| | STATUS M | | .694 | 3 | .231 | 1.009 .393 |
| Explained | | | 9.326 | 9 | 1.036 | 4.516 .000 |
| Residual | | | 20.191 | 88 | .229 | |
| Total | | | 29.516 | 97 | .304 | |

98 Cases were processed.
0 Cases (.0 PCT) were missing.

Tabla 27

Análisis de Varianza para plantas sanas: % Ponderado y Transformado de Carbohidratos no Estructurales (SRTNC) según CONDICION DE LA FINCA y EPOCA DE MUESTREO.

* * * A N A L Y S I S O F V A R I A N C E * * *

| | | SRTNC | % PONDERADO Y TRANSF. DE CARBOHID. NO ES | | | | |
|---------------------|----------|--------|--|----|-------------|--------|-------------|
| BY | | STATUS | CONDICION DE LA FINCA | | | | |
| | | M | EPOCA DE MUESTREO | | | | |
| Source of Variation | | | Sum of Squares | DF | Mean Square | F | Signif of F |
| Main Effects | | | 14.499 | 6 | 2.417 | 16.981 | .000 |
| | STATUS | | 2.166 | 1 | 2.166 | 15.221 | .000 |
| | M | | 12.849 | 5 | 2.570 | 18.059 | .000 |
| 2-way Interactions | | | .820 | 3 | .273 | 1.920 | .132 |
| | STATUS M | | .820 | 3 | .273 | 1.920 | .132 |
| Explained | | | 15.319 | 9 | 1.702 | 11.961 | .000 |
| Residual | | | 12.523 | 88 | .142 | | |
| Total | | | 27.842 | 97 | .287 | | |

98 Cases were processed.

0 Cases (.0 PCT) were missing.

Tabla 28

Análisis de Varianza para plantas enfermas: % Ponderado y Transformado de Azúcares Libres (SRFRS) según CONDICION DE LA FINCA y EPOCA DE MUESTREO.

* * * A N A L Y S I S O F V A R I A N C E * * *

| BY | | SRFRS | % PONDERADO Y TRANSFORMADO DE AZUCARES R | | | |
|---------------------|----------|--------|--|-----|-------------|-------------|
| | | STATUS | CONDICION DE LA FINCA | | | |
| | | M | EPOCA DE MUESTREO | | | |
| Source of Variation | | | Sum of Squares | DF | Mean Square | Signif of F |
| Main Effects | | | 4.418 | 6 | .736 | 3.667 .002 |
| | STATUS | | .415 | 1 | .415 | 2.065 .152 |
| | M | | 4.339 | 5 | .868 | 4.321 .001 |
| 2-way Interactions | | | .259 | 5 | .052 | .258 .935 |
| | STATUS M | | .259 | 5 | .052 | .258 .935 |
| Explained | | | 4.677 | 11 | .425 | 2.117 .021 |
| Residual | | | 34.740 | 173 | .201 | |
| Total | | | 39.417 | 184 | .214 | |

185 Cases were processed.

0 Cases (.0 PCT) were missing.

Tabla 29

Análisis de Varianza para plantas enfermas: % Ponderado y Transformado de Almidón (SRS) según CONDICION DE LA FINCA y EPOCA DE MUESTREO.

| *** ANALYSIS OF VARIANCE *** | | | | | |
|---|----------------|-----|-------------|-------|-------------|
| SRS % PONDERADO Y TRANSFORMADO DE ALMIDON | | | | | |
| BY STATUS CONDICION DE LA FINCA | | | | | |
| M EPOCA DE MUESTREO | | | | | |
| Source of Variation | Sum of Squares | DF | Mean Square | F | Signif of F |
| Main Effects | 3.055 | 6 | .509 | 2.154 | .050 |
| STATUS | .068 | 1 | .068 | .289 | .592 |
| M | 2.904 | 5 | .581 | 2.457 | .035 |
| 2-way Interactions | 2.318 | 5 | .464 | 1.961 | .087 |
| STATUS M | 2.318 | 5 | .464 | 1.961 | .087 |
| Explained | 5.373 | 11 | .488 | 2.066 | .025 |
| Residual | 40.895 | 173 | .236 | | |
| Total | 46.268 | 184 | .251 | | |

185 Cases were processed.
0 Cases (.0 PCT) were missing.

Tabla 30

Análisis de Varianza para plantas enfermas: % Ponderado y Transformado de Carbohidratos no Estructurales (SRTNC) según CONDICION DE LA FINCA y EPOCA DE MUESTREO.

| *** ANALYSIS OF VARIANCE *** | | | | | | |
|------------------------------|----------|--------|--|-----|-------------|-------------|
| BY | | SRTNC | % PONDERADO Y TRANSF. DE CARBOHID. NO ES | | | |
| | | STATUS | CONDICION DE LA FINCA | | | |
| | | M | EPOCA DE MUESTREO | | | |
| Source of Variation | | | Sum of Squares | DF | Mean Square | Signif of F |
| Main Effects | | | 9.091 | 6 | 1.515 | 10.819 .000 |
| | STATUS | | 2.496 | 1 | 2.496 | 17.821 .000 |
| | M | | 8.579 | 5 | 1.716 | 12.252 .000 |
| 2-way Interactions | | | .309 | 5 | .062 | .441 .819 |
| | STATUS M | | .309 | 5 | .062 | .441 .819 |
| Explained | | | 9.400 | 11 | .855 | 6.102 .000 |
| Residual | | | 24.228 | 173 | .140 | |
| Total | | | 33.629 | 184 | .183 | |

185 Cases were processed.

0 Cases (.0 PCT) were missing.

Tabla 31

Análisis de Varianza para Hojas: % Ponderado y Transformado de Azúcares Libres (SRFRS) según SALUD DE LA PLANTA, CONDICION DE LA FINCA y EPOCA DE MUESTREO.

| *** ANALYSIS OF VARIANCE *** | | | | | | |
|------------------------------|----------------|--|----|-------------|--------|-------------|
| BY | SRFRS | % PONDERADO Y TRANSFORMADO DE AZUCARES R | | | | |
| | SALUD | SALUD DE LA PLANTA | | | | |
| | STATUS | CONDICION DE LA FINCA | | | | |
| | M | EPOCA DE MUESTREO | | | | |
| Source of Variation | | Sum of Squares | DF | Mean Square | F | Signif of F |
| Main Effects | | 1.085 | 7 | .155 | 4.823 | .000 |
| | SALUD | .496 | 1 | .496 | 15.445 | .000 |
| | STATUS | .585 | 1 | .585 | 18.215 | .000 |
| | M | .238 | 5 | .048 | 1.484 | .215 |
| 2-way Interactions | | 1.104 | 11 | .100 | 3.123 | .004 |
| | SALUD STATUS | .263 | 1 | .263 | 8.187 | .007 |
| | SALUD M | .730 | 5 | .146 | 4.542 | .002 |
| | STATUS M | .611 | 5 | .122 | 3.803 | .006 |
| 3-way Interactions | | .060 | 3 | .020 | .628 | .601 |
| | SALUD STATUS M | .060 | 3 | .020 | .628 | .601 |
| Explained | | 2.249 | 21 | .107 | 3.333 | .000 |
| Residual | | 1.349 | 42 | .032 | | |
| Total | | 3.598 | 63 | .057 | | |

64 Cases were processed.

0 Cases (.0 PCT) were missing.

Tabla 32

Análisis de Varianza para Hojas: % Ponderado y Transformado de Almidón (SRS) según SALUD DE LA PLANTA, CONDICION DE LA FINCA y EPOCA DE MUESTREO.

| *** ANALYSIS OF VARIANCE *** | | | | | | |
|------------------------------|----------------|---------------------------------------|----|-------------|--------|-------------|
| BY | SRS | % PONDERADO Y TRANSFORMADO DE ALMIDON | | | | |
| | SALUD | SALUD DE LA PLANTA | | | | |
| | STATUS | CONDICION DE LA FINCA | | | | |
| | M | EPOCA DE MUESTREO | | | | |
| Source of Variation | | Sum of Squares | DF | Mean Square | F | Signif of F |
| Main Effects | | 1.243 | 7 | .178 | 6.584 | .000 |
| | SALUD | .128 | 1 | .128 | 4.750 | .035 |
| | STATUS | .674 | 1 | .674 | 24.990 | .000 |
| | M | .713 | 5 | .143 | 5.283 | .001 |
| 2-way Interactions | | .984 | 11 | .089 | 3.315 | .002 |
| | SALUD STATUS | .202 | 1 | .202 | 7.499 | .009 |
| | SALUD M | .308 | 5 | .062 | 2.286 | .063 |
| | STATUS M | .364 | 5 | .073 | 2.696 | .034 |
| 3-way Interactions | | .003 | 3 | .001 | .032 | .992 |
| | SALUD STATUS M | .003 | 3 | .001 | .032 | .992 |
| Explained | | 2.230 | 21 | .106 | 3.936 | .000 |
| Residual | | 1.133 | 42 | .027 | | |
| Total | | 3.362 | 63 | .053 | | |

64 Cases were processed.
0 Cases (.0 PCT) were missing.

Tabla 33

Análisis de Varianza para Hojas: % Ponderado y Transformado de Carbohidratos no Estructurales (SRTNC) según SALUD DE LA PLANTA, CONDICION DE LA FINCA y EPOCA DE MUESTREO.

| *** ANALYSIS OF VARIANCE *** | | | | | | |
|---------------------------------|--------|--|----------------|----|-------------|-------------|
| BY | SRTNC | % PONDERADO Y TRANSF. DE CARBOHID. ND ES | | | | |
| | SALUD | SALUD DE LA PLANTA | | | | |
| | STATUS | CONDICION DE LA FINCA | | | | |
| | N | EPOCA DE MUESTREO | | | | |
| Source of Variation | | | Sum of Squares | DF | Mean Square | Signif of F |
| Main Effects | | | 3.107 | 7 | .444 | 6.408 .000 |
| SALUD | | | .012 | 1 | .012 | .179 .675 |
| STATUS | | | 1.404 | 1 | 1.404 | 20.263 .000 |
| M | | | 2.132 | 5 | .426 | 6.154 .000 |
| 2-way Interactions | | | 2.061 | 11 | .187 | 2.705 .010 |
| SALUD STATUS | | | .103 | 1 | .103 | 1.482 .230 |
| SALUD M | | | .605 | 5 | .121 | 1.747 .145 |
| STATUS M | | | 1.127 | 5 | .225 | 3.253 .014 |
| 3-way Interactions | | | .312 | 3 | .104 | 1.504 .228 |
| SALUD STATUS M | | | .312 | 3 | .104 | 1.504 .228 |
| Explained | | | 5.481 | 21 | .261 | 3.768 .000 |
| Residual | | | 2.910 | 42 | .069 | |
| Total | | | 8.391 | 63 | .133 | |
| 64 Cases were processed. | | | | | | |
| D Cases (.0 PCT) were missing. | | | | | | |

Tabla 34

Análisis de Varianza para Ramas: % Ponderado y Transformado de Azúcares Libres (SRFRS) según SALUD DE LA PLANTA, CONDICION DE LA FINCA y EPOCA DE MUESTREO.

| *** ANALYSIS OF VARIANCE *** | | | | | | |
|------------------------------|--------|--|----|-------------|-------|-------------|
| BY | SRFRS | % PONDERADO Y TRANSFORMADO DE AZUCARES R | | | | |
| | SALUD | SALUD DE LA PLANTA | | | | |
| | STATUS | CONDICION DE LA FINCA | | | | |
| | M | EPOCA DE MUESTREO | | | | |
| Source of Variation | | Sum of Squares | DF | Mean Square | F | Signif of P |
| Main Effects | | 2.128 | 7 | .304 | 7.175 | .000 |
| SALUD | | .046 | 1 | .046 | 1.076 | .306 |
| STATUS | | .284 | 1 | .284 | 6.702 | .013 |
| M | | 1.753 | 5 | .351 | 8.277 | .000 |
| 2-way Interactions | | .283 | 11 | .026 | .607 | .812 |
| SALUD STATUS | | .001 | 1 | .001 | .013 | .911 |
| SALUD M | | .188 | 5 | .038 | .889 | .497 |
| STATUS M | | .117 | 5 | .023 | .554 | .735 |
| 3-way Interactions | | .110 | 3 | .037 | .862 | .468 |
| SALUD STATUS M | | .110 | 3 | .037 | .862 | .468 |
| Explained | | 2.520 | 21 | .120 | 2.833 | .002 |
| Residual | | 1.737 | 41 | .042 | | |
| Total | | 4.257 | 62 | .069 | | |

63 Cases were processed.
0 Cases (.0 PCT) were missing.

Tabla 35

Análisis de Varianza para Ramas: % Ponderado y Transformado de Almidón (SRS) según SALUD DE LA PLANTA, CONDICION DE LA FINCA Y EPOCA DE MUESTREO.

| *** ANALYSIS OF VARIANCE *** | | | | | | |
|------------------------------|----------------|---------------------------------------|----|-------------|-------|-------------|
| BY | SRS | % PONDERADO Y TRANSFORMADO DE ALMIDON | | | | |
| | SALUD | SALUD DE LA PLANTA | | | | |
| | STATUS | CONDICION DE LA FINCA | | | | |
| | M | EPOCA DE MUESTREO | | | | |
| Source of Variation | | Sum of Squares | DF | Mean Square | F | Signif of F |
| Main Effects | | 2.193 | 7 | .313 | 5.107 | .000 |
| | SALUD | .064 | 1 | .064 | 1.048 | .312 |
| | STATUS | .245 | 1 | .245 | 3.997 | .052 |
| | M | 1.890 | 5 | .378 | 6.160 | .000 |
| 2-way Interactions | | 1.140 | 11 | .104 | 1.689 | .111 |
| | SALUD STATUS | .058 | 1 | .058 | .949 | .336 |
| | SALUD M | .274 | 5 | .055 | .894 | .494 |
| | STATUS M | .449 | 5 | .090 | 1.463 | .223 |
| 3-way Interactions | | .666 | 3 | .222 | 3.616 | .021 |
| | SALUD STATUS M | .666 | 3 | .222 | 3.616 | .021 |
| Explained | | 3.999 | 21 | .190 | 3.103 | .001 |
| Residual | | 2.516 | 41 | .061 | | |
| Total | | 6.514 | 62 | .105 | | |

63 Cases were processed.
0 Cases (.0 PCT) were missing.

Tabla 36

Análisis de Varianza para Ramas: % Ponderado y Transformado de Carbohidratos no Estructurales (SRTNC) según SALUD DE LA PLANTA, CONDICION DE LA FINCA y EPOCA DE MUESTREO.

| *** ANALYSIS OF VARIANCE *** | | | | | | |
|---------------------------------|----------------|--|----|-------------|--------|-------------|
| BY | SRTNC | % PONDERADO Y TRANSP. DE CARBOHID. NO ES | | | | |
| | SALUD | SALUD DE LA PLANTA | | | | |
| | STATUS | CONDICION DE LA FINCA | | | | |
| | M | EPOCA DE MUESTREO | | | | |
| Source of Variation | | Sum of Squares | DF | Mean Square | F | Signif of F |
| Main Effects | | 4.745 | 7 | .678 | 7.253 | .000 |
| | SALUD | .075 | 1 | .075 | .799 | .377 |
| | STATUS | .966 | 1 | .966 | 10.331 | .003 |
| | M | 4.367 | 5 | .873 | 9.346 | .000 |
| 2-way Interactions | | 1.918 | 11 | .174 | 1.866 | .074 |
| | SALUD STATUS | .018 | 1 | .018 | .188 | .667 |
| | SALUD M | .353 | 5 | .071 | .755 | .587 |
| | STATUS M | 1.109 | 5 | .222 | 2.372 | .056 |
| 3-way Interactions | | .803 | 3 | .268 | 2.864 | .048 |
| | SALUD STATUS M | .803 | 3 | .268 | 2.864 | .048 |
| Explained | | 7.466 | 21 | .356 | 3.804 | .000 |
| Residual | | 3.832 | 41 | .093 | | |
| Total | | 11.298 | 62 | .182 | | |
| 63 Cases were processed. | | | | | | |
| 0 Cases (.0 PCT) were missing. | | | | | | |

Tabla 37

Análisis de Varianza para Raíces: % Ponderado y Transformado de Azúcares Libres (SRFRS) según SALUD DE LA PLANTA, CONDICION DE LA FINCA y EPOCA DE MUESTREO.

*** ANALYSIS OF VARIANCE ***

| BY | SRFRS | % PONDERADO Y TRANSFORMADO DE AZUCARES R | | | | |
|---------------------|--------|--|----------------|----|-------------|-------------|
| | SALUD | SALUD DE LA PLANTA | | | | |
| | STATUS | CONDICION DE LA FINCA | | | | |
| | N | EPOCA DE MUESTREO | | | | |
| Source of Variation | | | Sum of Squares | DF | Mean Square | Signif of F |
| Main Effects | | | 2.049 | 7 | .293 | 9.745 .000 |
| SALUD | | | .067 | 1 | .067 | 2.215 .144 |
| STATUS | | | .003 | 1 | .003 | .107 .745 |
| N | | | 1.983 | 5 | .397 | 13.205 .000 |
| 2-way Interactions | | | .368 | 11 | .033 | 1.114 .375 |
| SALUD STATUS | | | .147 | 1 | .147 | 4.893 .032 |
| SALUD N | | | .110 | 5 | .022 | .735 .601 |
| STATUS N | | | .120 | 5 | .024 | .799 .557 |
| 3-way Interactions | | | .025 | 3 | .008 | .276 .843 |
| SALUD STATUS N | | | .025 | 3 | .008 | .276 .843 |
| Explained | | | 2.442 | 21 | .116 | 3.871 .000 |
| Residual | | | 1.262 | 42 | .030 | |
| Total | | | 3.704 | 63 | .059 | |

64 Cases were processed.

0 Cases (.0 PCT) were missing.

Tabla 38

Análisis de Varianza para Raíces: % Ponderado y Transformado de Almidón (SRS) según SALUD DE LA PLANTA, CONDICION DE LA FINCA Y EPOCA DE MUESTREO.

| *** ANALYSIS OF VARIANCE *** | | | | | | |
|------------------------------|----------------|----------------|---------------------------------------|-------------|-------|-------------|
| BY | | SRS | % PONDERADO Y TRANSFORMADO DE ALMIDON | | | |
| | | SALUD | SALUD DE LA PLANTA | | | |
| | | STATUS | CONDICION DE LA FINCA | | | |
| | | M | EPOCA DE MUESTREO | | | |
| Source of Variation | | Sum of Squares | DF | Mean Square | F | Signif of F |
| Main Effects | | 2.541 | 7 | .363 | 4.489 | .001 |
| | SALUD | .155 | 1 | .155 | 1.919 | .173 |
| | STATUS | .096 | 1 | .096 | 1.190 | .282 |
| | M | 2.438 | 5 | .488 | 6.029 | .000 |
| 2-way Interactions | | 1.396 | 11 | .127 | 1.569 | .144 |
| | SALUD STATUS | .034 | 1 | .034 | .416 | .522 |
| | SALUD M | .058 | 5 | .012 | .142 | .981 |
| | STATUS M | 1.191 | 5 | .238 | 2.945 | .023 |
| 3-way Interactions | | .232 | 3 | .077 | .954 | .423 |
| | SALUD STATUS M | .232 | 3 | .077 | .954 | .423 |
| Explained | | 4.169 | 21 | .199 | 2.455 | .007 |
| Residual | | 3.397 | 42 | .081 | | |
| Total | | 7.566 | 63 | .120 | | |

64 Cases were processed.
0 Cases (0.0 PCT) were missing.

Tabla 39

Análisis de Varianza para Raíces: % Ponderado y Transformado de Carbohidratos no Estructurales (SRTNC) según SALUD DE LA PLANTA, CONDICION DE LA FINCA y EPOCA DE MUESTREO.

*** ANALYSIS OF VARIANCE ***

| | | SRTNC | % PONDERADO Y TRANSF. DE CARBOHID. NO ES | | | |
|---------------------|----------------|--------|--|----|-------------|---------------|
| BY | | SALUD | SALUD DE LA PLANTA | | | |
| | | STATUS | CONDICION DE LA FINCA | | | |
| | | M | EPOCA DE MUESTREO | | | |
| Source of Variation | | | Sum of Squares | DF | Mean Square | Signif F of F |
| Main Effects | | | 10.599 | 7 | 1.514 | 12.661 .000 |
| | SALUD | | .584 | 1 | .584 | 4.886 .033 |
| | STATUS | | 1.442 | 1 | 1.442 | 12.056 .001 |
| | M | | 10.240 | 5 | 2.048 | 17.125 .000 |
| 2-way Interactions | | | 2.618 | 11 | .238 | 1.990 .054 |
| | SALUD STATUS | | .019 | 1 | .019 | .163 .688 |
| | SALUD M | | .135 | 5 | .027 | .226 .949 |
| | STATUS M | | 2.257 | 5 | .451 | 3.774 .007 |
| 3-way Interactions | | | .250 | 3 | .083 | .697 .559 |
| | SALUD STATUS M | | .250 | 3 | .083 | .697 .559 |
| Explained | | | 13.467 | 21 | .641 | 5.362 .000 |
| Residual | | | 5.023 | 42 | .120 | |
| Total | | | 18.489 | 63 | .293 | |

64 Cases were processed.

0 Cases (.0 PCT) were missing.

Tabla 40

Análisis de Varianza: % Ponderado y Transformado de Azúcares Libres (SRFRS) según INDICE DE DEFOLIACION y CONDICION DE LA FINCA.

| *** ANALYSIS OF VARIANCE *** | | | | | |
|--|----------------|-----|-------------|------|-------------|
| SRFRS % PONDERADO Y TRANSFORMADO DE AZUCARES R | | | | | |
| BY I1 INDICE DE DEFOLIACION | | | | | |
| STATUS CONDICION DE LA FINCA | | | | | |
| Source of Variation | Sum of Squares | DF | Mean Square | F | Signif of F |
| Main Effects | .690 | 5 | .138 | .617 | .687 |
| I1 | .529 | 4 | .132 | .592 | .669 |
| STATUS | .090 | 1 | .090 | .401 | .527 |
| 2-way Interactions | .082 | 3 | .027 | .122 | .947 |
| I1 STATUS | .082 | 3 | .027 | .122 | .947 |
| Explained | .771 | 8 | .096 | .432 | .902 |
| Residual | 61.222 | 274 | .223 | | |
| Total | 61.993 | 282 | .220 | | |

283 Cases were processed.
0 Cases (.0 PCT) were missing.

Tabla 41

Análisis de Varianza: % Ponderado y Transformado de Almidón (SRS) según INDICE DE DEFOLIACION y CONDICION DE LA FINCA.

| *** ANALYSIS OF VARIANCE *** | | | | | | | |
|------------------------------|----|--------|---------------------------------------|-----|-------------|-------|-------------|
| BY | | SRS | % PONDERADO Y TRANSFORMADO DE ALMIDON | | | | |
| | | II | INDICE DE DEFOLIACION | | | | |
| | | STATUS | CONDICION DE LA FINCA | | | | |
| Source of Variation | | | Sum of Squares | DF | Mean Square | F | Signif of F |
| Main Effects | | | 2.358 | 5 | .472 | 1.786 | .116 |
| | II | | 2.286 | 4 | .572 | 2.165 | .073 |
| | | STATUS | .072 | 1 | .072 | .031 | .860 |
| 2-way Interactions | | | 1.080 | 3 | .360 | 1.364 | .254 |
| | II | STATUS | 1.080 | 3 | .360 | 1.364 | .254 |
| Explained | | | 3.438 | 8 | .430 | 1.628 | .117 |
| Residual | | | 72.346 | 274 | .264 | | |
| Total | | | 75.784 | 282 | .269 | | |

283 Cases were processed.

0 Cases (.0 PCT) were missing.

Tabla 42

Análisis de Varianza: % Ponderado y Transformado de Carbohidratos no Estructurales (SRTNC) según INDICE DE DEFOLIACION Y CONDICION DE LA FINCA.

| *** ANALYSIS OF VARIANCE *** | | | | | | |
|------------------------------|--------|--------|--|-----|-------------|-------------|
| | | SRTNC | % PONDERADO Y TRANSF. DE CARBOHID. NO ES | | | |
| BY | | I1 | INDICE DE DEFOLIACION | | | |
| | | STATUS | CONDICION DE LA FINCA | | | |
| Source of Variation | | | Sum of Squares | DF | Mean Square | Signif of F |
| Main Effects | | | 4.224 | 5 | .845 | 4.066 .001 |
| | I1 | | 2.290 | 4 | .573 | 2.756 .028 |
| | STATUS | | 1.192 | 1 | 1.192 | 5.739 .017 |
| 2-way Interactions | | | .770 | 3 | .257 | 1.235 .297 |
| | I1 | STATUS | .770 | 3 | .257 | 1.235 .297 |
| Explained | | | 4.994 | 8 | .624 | 3.005 .003 |
| Residual | | | 56.926 | 274 | .208 | |
| Total | | | 61.920 | 282 | .220 | |

283 Cases were processed.

0 Cases (.0 PCT) were missing.

Tabla 43

Análisis de Varianza para fincas sin "Mal de Viñas": % Ponderado y Transformado de Azúcares Libres (SRFRS) según INDICE DE DEFOLIACION y EPOCA DE MUESTREO.

*** ANALYSIS OF VARIANCE ***

| | | SRFRS | % PONDERADO Y TRANSFORMADO DE AZUCARES R | | | | |
|---------------------|------|-------|--|-----|-------------|-------|-------------|
| BY | | I1 | INDICE DE DEFOLIACION | | | | |
| | | M | EPOCA DE MUESTREO | | | | |
| Source of Variation | | | Sum of Squares | DF | Mean Square | F | Signif of F |
| Main Effects | | | 6.615 | 9 | .735 | 3.989 | .000 |
| | I1 | | .371 | 4 | .093 | .504 | .733 |
| | M | | 6.200 | 5 | 1.240 | 6.730 | .000 |
| 2-way Interactions | | | .276 | 8 | .034 | .187 | .992 |
| | I1 M | | .276 | 8 | .034 | .187 | .992 |
| Explained | | | 6.891 | 17 | .405 | 2.200 | .006 |
| Residual | | | 29.111 | 158 | .184 | | |
| Total | | | 36.002 | 175 | .206 | | |

176 Cases were processed.

0 Cases (.0 PCT) were missing.

Tabla 44

Análisis de Varianza para fincas sin "Mal de Viñas": % Ponderado y Transformado de Almidón (SRS) según INDICE DE DEFOLIACION y EPOCA DE MUESTREO.

*** ANALYSIS OF VARIANCE ***

SRS % PONDERADO Y TRANSFORMADO DE ALMIDON
BY I1 INDICE DE DEFOLIACION
M EPOCA DE MUESTREO

| Source of Variation | Sum of Squares | DF | Mean Square | F | Signif of F |
|---------------------|----------------|-----|-------------|-------|-------------|
| Main Effects | 9.690 | 9 | 1.077 | 4.724 | .000 |
| I1 | .642 | 4 | .160 | .704 | .590 |
| M | 7.464 | 5 | 1.493 | 6.551 | .000 |
| 2-way Interactions | .857 | 8 | .107 | .470 | .876 |
| I1 M | .857 | 8 | .107 | .470 | .876 |
| Explained | 10.547 | 17 | .620 | 2.722 | .001 |
| Residual | 36.008 | 158 | .228 | | |
| Total | 46.555 | 175 | .266 | | |

176 Cases were processed.

0 Cases (.0 PCT) were missing.

Tabla 45

Análisis de Varianza para fincas sin "Mal de Viñas": % Ponderado y Transformado de Carbohidratos no Estructurales (SRTNC) según INDICE DE DEFOLIACION y EPOCA DE MUESTREO.

*** ANALYSIS OF VARIANCE ***

| | | SRTNC | % PONDERADO Y TRANSF. DE CARBOHID. NO ES | | | | | |
|---------------------|----|-------|--|-----------------------|-----|-------------|--------|-------------|
| | | HY | II | INDICE DE DEFOLIACION | | | | |
| | | M | | EPOCA DE MUESTREO | | | | |
| Source of Variation | | | | Sum of Squares | DF | Mean Square | F | Signif of F |
| Main Effects | | | | 16.090 | 9 | 1.788 | 14.846 | .000 |
| | II | | | 1.366 | 4 | .342 | 2.837 | .026 |
| | M | | | 13.627 | 5 | 2.725 | 22.632 | .000 |
| 2-way Interactions | | | | 1.376 | 8 | .172 | 1.428 | .189 |
| | II | M | | 1.376 | 8 | .172 | 1.428 | .189 |
| Explained | | | | 17.466 | 17 | 1.027 | 8.532 | .000 |
| Residual | | | | 19.027 | 158 | .120 | | |
| Total | | | | 36.493 | 175 | .209 | | |

176 Cases were processed.

0 Cases (.0 PCT) were missing.

Tabla 46

Análisis de Varianza para fincas con "Mal de Viñas": % Ponderado y Transformado de Azúcares Libres (SRFRS) según INDICE DE DEFOLIACION y EPOCA DE MUESTREO.

* * * A N A L Y S I S O F V A R I A N C E * * *

| Source of Variation | Sum of Squares | DF | Mean Square | F | Signif of F |
|---------------------|----------------|-----|-------------|-------|-------------|
| Main Effects | 3.042 | 8 | .380 | 1.546 | .152 |
| Ii | .054 | 3 | .018 | .074 | .974 |
| M | 2.847 | 5 | .569 | 2.315 | .050 |
| 2-way Interactions | .161 | 6 | .027 | .109 | .995 |
| Ii M | .161 | 6 | .027 | .109 | .995 |
| Explained | 3.203 | 14 | .229 | .930 | .530 |
| Residual | 22.627 | 92 | .246 | | |
| Total | 25.830 | 106 | .244 | | |

107 Cases were processed.

0 Cases (.0 PCT) were missing.

Tabla 47

Análisis de Varianza para fincas con "Mal de Viñas": % Ponderado y Transformado de Almidón (SRS) según INDICE DE DEFOLIACION y EPOCA DE MUESTREO.

*** ANALYSIS OF VARIANCE ***

| Source of Variation | SRS | | % PONDERADO Y TRANSFORMADO DE ALMIDON | | | | | |
|---------------------|-----|----|---------------------------------------|----------------|-----|-------------|-------|-------------|
| | BY | II | INDICE DE DEFOLIACION | | | | | |
| | | M | EPOCA DE MUESTREO | | | | | |
| | | | | Sum of Squares | DF | Mean Square | F | Signif of F |
| Main Effects | | | | 4.740 | 8 | .593 | 2.279 | .028 |
| II | | | | .421 | 3 | .140 | .540 | .656 |
| M | | | | 3.599 | 5 | .720 | 2.768 | .022 |
| 2-way Interactions | | | | .496 | 6 | .083 | .318 | .926 |
| II M | | | | .496 | 6 | .083 | .318 | .926 |
| Explained | | | | 5.236 | 14 | .374 | 1.438 | .152 |
| Residual | | | | 23.922 | 92 | .260 | | |
| Total | | | | 29.157 | 106 | .275 | | |

107 Cases were processed.

0 Cases (.0 PCT) were missing.

Tabla 48

Análisis de Varianza para fincas con "Mal de Viñas": % Ponderado y Transformado de Carbohidratos no Estructurales (SRTNC) según INDICE DE DEFOLIACION y EPOCA DE MUESTREO.

*** ANALYSIS OF VARIANCE ***

BY SRTNC % PONDERADO Y TRANSF. DE CARBOHID. NO ES
 II INDICE DE DEFOLIACION
 M EPOCA DE MUESTREO

| Source of Variation | Sum of Squares | DF | Mean Square | F | Signif of F |
|---------------------|----------------|-----|-------------|-------|-------------|
| Main Effects | 7.444 | 8 | .931 | 5.676 | .000 |
| II | .462 | 3 | .154 | .940 | .425 |
| M | 6.848 | 5 | 1.370 | 8.355 | .000 |
| 2-way Interactions | .968 | 6 | .161 | .984 | .441 |
| II M | .968 | 6 | .161 | .984 | .441 |
| Explained | 8.412 | 14 | .601 | 3.665 | .000 |
| Residual | 15.081 | 92 | .164 | | |
| Total | 23.493 | 106 | .222 | | |

107 Cases were processed.

0 Cases (.0 PCT) were missing.

Tabla 49

Análisis de Varianza: % Ponderado y Transformado de Azúcares Libres (SRFRS) según INDICE DE CLOROSIS y CONDICION DE LA FINCA.

*** ANALYSIS OF VARIANCE ***

SRFRS % PONDERADO Y TRANSFORMADO DE AZUCARES R
BY I2 INDICE DE CLOROSIS
STATUS CONDICION DE LA FINCA

| Source of Variation | Sum of Squares | DF | Mean Square | F | Signif of F |
|---------------------|----------------|-----|-------------|-------|-------------|
| Main Effects | .207 | 2 | .103 | .469 | .626 |
| I2 | .046 | 1 | .046 | .208 | .649 |
| STATUS | .184 | 1 | .184 | .836 | .361 |
| 2-way Interactions | .272 | 1 | .272 | 1.232 | .268 |
| I2 STATUS | .272 | 1 | .272 | 1.232 | .268 |
| Explained | .478 | 3 | .159 | .723 | .539 |
| Residual | 61.515 | 279 | .220 | | |
| Total | 61.993 | 282 | .220 | | |

283 Cases were processed.

0 Cases (.0 PCT) were missing.

Tabla 50

Análisis de Varianza: % Ponderado y Transformado de Almidón (SRS) según INDICE DE CLOROSIS y CONDICION DE LA FINCA.

* * * A N A L Y S I S O F V A R I A N C E * * *

| Source of Variation | Sum of Squares | DF | Mean Square | F | Signif of F |
|---------------------|----------------|-----|-------------|-------|-------------|
| Main Effects | .460 | 2 | .230 | .855 | .426 |
| I2 | .389 | 1 | .389 | 1.443 | .231 |
| STATUS | .130 | 1 | .130 | .483 | .488 |
| 2-way Interactions | .226 | 1 | .226 | .840 | .360 |
| I2 STATUS | .226 | 1 | .226 | .840 | .360 |
| Explained | .686 | 3 | .229 | .850 | .468 |
| Residual | 75.098 | 279 | .269 | | |
| Total | 75.784 | 282 | .269 | | |

283 Cases were processed.

0 Cases (.0 PCT) were missing.

Tabla 51

Análisis de Varianza: % Ponderado y Transformado de Carbohidratos no Estructurales (SRTNC) según INDICE DE CLOROSIS y CONDICION DE LA FINCA.

*** ANALYSIS OF VARIANCE ***

SRTNC % PONDERADO Y TRANSF. DE CARBOHID. NO ES
 BY I2 INDICE DE CLOROSIS
 STATUS CONDICION DE LA FINCA

| Source of Variation | Sum of Squares | DF | Mean Square | F | Signif of F |
|---------------------|----------------|-----|-------------|-------|-------------|
| Main Effects | 2.009 | 2 | 1.005 | 4.766 | .009 |
| I2 | .075 | 1 | .075 | .355 | .552 |
| STATUS | 2.006 | 1 | 2.006 | 9.517 | .002 |
| 2-way Interactions | 1.111 | 1 | 1.111 | 5.271 | .022 |
| I2 STATUS | 1.111 | 1 | 1.111 | 5.271 | .022 |
| Explained | 3.120 | 3 | 1.040 | 4.935 | .002 |
| Residual | 58.800 | 279 | .211 | | |
| Total | 61.920 | 282 | .220 | | |

283 Cases were processed.

0 Cases (.0 PCT) were missing.

Tabla 52

Análisis de Varianza: % Ponderado y Transformado de Azúcares Libres (SRFRS) según INDICE DE CLOROSIS, CONDICION DE LA FINCA y PARTE DE LA PLANTA.

*** ANALYSIS OF VARIANCE ***

SRFRS % PONDERADO Y TRANSFORMADO DE AZUCARES R
 BY I2 INDICE DE CLOROSIS
 STATUS CONDICION DE LA FINCA
 PART PARTE DE LA PLANTA

| Source of Variation | Sum of Squares | DF | Mean Square | F | Signif of F |
|---------------------|----------------|-----|-------------|--------|-------------|
| Main Effects | 8.524 | 5 | 1.705 | 28.323 | .000 |
| I2 | .019 | 1 | .019 | .310 | .578 |
| STATUS | .230 | 1 | .230 | 3.829 | .052 |
| PART | 8.261 | 3 | 2.754 | 45.751 | .000 |
| 2-way Interactions | 1.148 | 7 | .164 | 2.724 | .010 |
| I2 STATUS | .182 | 1 | .182 | 3.017 | .084 |
| I2 PART | .496 | 3 | .165 | 2.749 | .044 |
| STATUS PART | .526 | 3 | .175 | 2.913 | .036 |
| 3-way Interactions | .167 | 3 | .056 | .924 | .430 |
| I2 STATUS PART | .167 | 3 | .056 | .924 | .430 |
| Explained | 9.838 | 15 | .656 | 10.897 | .000 |
| Residual | 12.038 | 200 | .060 | | |
| Total | 21.876 | 215 | .102 | | |

283 Cases were processed.

67 Cases (23.7 PCT) were missing.

Tabla 53

Análisis de Varianza: % Ponderado y Transformado de Almidón (SRS) según INDICE DE CLOROSIS, CONDICION DE LA FINCA y PARTE DE LA PLANTA.

| *** ANALYSIS OF VARIANCE *** | | | | | | |
|------------------------------|--------|---------------------------------------|-----|-------------|--------|-------------|
| BY | SRS | % PONDERADO Y TRANSFORMADO DE ALMIDON | | | | |
| | I2 | INDICE DE CLOROSIS | | | | |
| | STATUS | CONDICION DE LA FINCA | | | | |
| | PART | PARTE DE LA PLANTA | | | | |
| Source of Variation | | Sum of Squares | DF | Mean Square | F | Signif of F |
| Main Effects | | 16.041 | 5 | 3.208 | 36.288 | .000 |
| I2 | | .219 | 1 | .219 | 2.480 | .117 |
| STATUS | | .216 | 1 | .216 | 2.439 | .120 |
| PART | | 15.577 | 3 | 5.192 | 58.730 | .000 |
| 2-way Interactions | | .933 | 7 | .133 | 1.508 | .166 |
| I2 | STATUS | .203 | 1 | .203 | 2.299 | .131 |
| I2 | PART | .330 | 3 | .110 | 1.246 | .294 |
| STATUS | PART | .457 | 3 | .152 | 1.724 | .163 |
| 3-way Interactions | | .094 | 3 | .031 | .356 | .785 |
| I2 | STATUS | .094 | 3 | .031 | .356 | .785 |
| Explained | | 17.068 | 15 | 1.138 | 12.871 | .000 |
| Residual | | 17.682 | 200 | .088 | | |
| Total | | 34.750 | 215 | .162 | | |

283 Cases were processed.
67 Cases (23.7 PCT) were missing.

Tabla 54

Análisis de Varianza: % Ponderado y Transformado de Carbohidratos no Estructurales (SRTNC) según INDICE DE CLOROSIS, CONDICION DE LA FINCA y PARTE DE LA PLANTA.

| *** ANALYSIS OF VARIANCE *** | | | | | | | |
|------------------------------------|--------|--|------|-------------|-------|-------------|------|
| BY | SRTNC | % PONDERADO Y TRANSP. DE CARBOHID. NO ES | | | | | |
| | I2 | INDICE DE CLOROSIS | | | | | |
| | STATUS | CONDICION DE LA FINCA | | | | | |
| | PART | PARTE DE LA PLANTA | | | | | |
| Source of Variation | | Sum of Squares | DF | Mean Square | F | Signif of F | |
| Main Effects | | 2.364 | 5 | .473 | 2.227 | .053 | |
| I2 | | .014 | 1 | .014 | .064 | .800 | |
| STATUS | | .867 | 1 | .867 | 4.083 | .045 | |
| PART | | 1.491 | 3 | .497 | 2.341 | .074 | |
| 2-way Interactions | | 4.464 | 7 | .638 | 3.004 | .005 | |
| I2 | STATUS | .617 | 1 | .617 | 2.905 | .090 | |
| I2 | PART | 2.809 | 3 | .936 | 4.411 | .005 | |
| STATUS | PART | 1.236 | 3 | .412 | 1.940 | .124 | |
| 3-way Interactions | | .412 | 3 | .137 | .647 | .586 | |
| I2 | STATUS | PART | .412 | 3 | .137 | .647 | .586 |
| Explained | | 7.240 | 15 | .483 | 2.273 | .006 | |
| Residual | | 42.462 | 200 | .212 | | | |
| Total | | 49.702 | 215 | .231 | | | |
| 283 Cases were processed. | | | | | | | |
| 67 Cases (23.7 PCT) were missing. | | | | | | | |